LES ÉLÉMENTS DES PROJETS DE CONSTRUCTION

7e ÉDITION



E



BIBLIOTHEQUE UNIVERSITAIRE DE METZ
11111111 11 1,1 III11 11, III
022 374768 1

DUNOD

Plus de cinquante ans après la parution de sa première édition en Allemagne, le livre **Les Éléments des projets de construction**, plus connu sous le nom de «**NEUFERT**», du nom de son auteur, est le classique obligé des étudiants et des professionnels du bâtiment.

Il fournit les bases méthodologiques et un recueil extrêmement riche d'exemples et de mesures pour tous les problèmes qui peuvent être posés au concepteur, de l'aménagement d'une cuisine au tracé d'une voie de transport en passant par l'organisation des divers types de programmes, du logement à l'équipement collectif le plus complexe.

Avec de nombreux tableaux et plus de 6000 dessins rigoureusement légendés et cotés, le **NEUFERT** est un véritable guide pratique de conception : sa place est sur la table à dessin et non dans la bibliothèque.

Cette septième édition en langue française - qui reprend la trente-troisième édition en langue allemande - paraît treize ans après la précédente. C'est dire l'ampleur des changements dans la technique de construction qu'elle prend en compte.

L'organisation des chapitres a été revue : la lecture est considérablement facilitée par un système d'onglets repérant les 42 grandes rubriques thématiques qui structurent l'ouvrage. Enfin la bibliographie a été entièrement refondue et adaptée au public français..

Ernst NEUFERT (1900-1986) a étudié et enseigné à l'École du Bauhaus, et a exercé la profession d'architecte libéral à partir de 1930. Les éditions successives de ses ***Éléments des projets de construction*** *ont bénéficié de cette double pratique pédagogique et professionnelle. Son fils Peter NEUFERT anime désormais l'équipe de spécialistes chargée des mises à jour de ce manuel de référence. Il a déjà participé à la formation de centaines de milliers de constructeurs dans le monde.*

ISBN 2 10 002716 6
CODE 042716





LES ÉLÉMENTS DES PROJETS DE CONSTRUCTION

«L'homme, mesure de toutes choses»

7e ÉDITION

entièrement revue et augmentée

ERNST NEUFERT

Traduction et adaptation
sous la direction de P-F. et C. Walbaum

Traduction
C.Bacheré, M.Bartl et U.Benderitter

DUNOD

Abréviations . Normes de base	1
Mesures de base . Proportions	24
Conception . Mise en œuvre	38
Détails de construction	58
Chauffage . Ventilation	93
Isolation . Protection	110
Éclairage	128
Verre	137
Lumière du jour	144
Fenêtres . Portes	160
Escaliers . Ascenseurs	175
Voirie . Circulation	186
Jardins	198
Locaux annexes . Locaux de service	207
Pièces de la maison	218
Piscines couvertes privées	226
Laveries	228
Balcons	230
Pavages	231
Habitat de loisirs	232
Types de logements	234
Réhabilitation	248
Établissements d'enseignement	256
Laboratoires	271
Jeunesse	275
Bibliothèques . Bureaux . Banques	279
Passages couverts	310
Commerces	315
Entrepôts	323
Ateliers . Usines	327
Transformations	349
Exploitations agricoles	351
Transports en commun	368
Installations pour véhicules	374
Aéroports	391
Cafés . Restaurants	397
Hôtels . Motels	405
Zoo . Aquarium	411
Théâtres . Cinémas	414
Installations sportives	427
Hôpitaux . Maisons de retraite	477
Églises . Musées . Cimetières	521
Liste des normes . Bibliographie	533
Index des mots-clefs	542

Sommaire 5

Avant-Propos 11

Prolégomènes 13

Comment consulter cet ouvrage 15

Abréviations et normes de base
Explication des symboles et abréviations 17
Système international d'unités 18
Formats normalisés 20
Dessins 21
Dessiner 22

Mesures de base . Proportions
L'homme base de toutes mesures 24
L'homme mesure de toutes choses 25
Dimensions et place nécessaire 26
L'homme et les véhicules 28
L'homme et l'habitation 29
Climat intérieur 30
L'œil 31
L'homme et la couleur 33
Proportions, mesures de base 34
Proportions, applications 36
Proportions : le Modulor 37

Conception . Mise en œuvre
Éléments de construction en fonction d'une mise en œuvre rationnelle 38
Formes de bâtiments fonctions de la construction 39
Formes de bâtiments, nouvelles constructions 40
Formes de la maison, expression des temps et des mœurs 41
Projets de construction 42
Les acteurs de la construction 43
Études préliminaires, participation du maître d'ouvrage 44
Phase I : Conception des ouvrages 46
Phase II : Exécution de travaux 50

Détails de construction
Types de sols et fondations 58
Étanchement des parties enterrées 61
Maçonnerie en pierre naturelle 64
Maçonnerie en blocs manufacturés artificiels 65
Appareillage de briques 68
Cheminées, foyers ouverts 69
Conduits de fumée 70
Conduits de ventilation 71
Charpentes 72
Couvertures 74
Toits aménagés 76
Toits plats 77
Toits plats, détails pour les toits chauds 78
Toits plats, toitures froides, variantes 79
Plantations en toiture-terrasse 80
Constructions textiles 84
Structures en filets 85
Structures haubanées 86
Structures tri-dimensionnelles 87
Ossatures porteuses 90
Planchers 91
Revêtements de sol 92

Chauffage . Ventilation
Centrales 93
Stockage du carburant 97
Chaufferie 98
Installations hydroélectriques 99
Architecture solaire 100
Réfrigération des locaux 103
Chambres froides 104
Ventilation 106

Isolation . Protection
Isolation thermique - Notions - Mécanismes 110
Isolation thermique - Diffusion de la vapeur d'eau 112
Isolation thermique - Construction 113
Isolation thermique - Détails : Murs extérieurs 114
Isolation acoustique 117
Isolation aux bruits aériens 118
Isolation aux bruits aériens et aux bruits de chocs ... 119
Isolation antivibratile - Transmission des sons 121
Acoustique 122
Protection contre la foudre 125
Antennes 127

Éclairage
Éclairage 128

Verre
Verre 137
Matières synthétiques 143

Lumière du jour
Lumière du jour 144
Ensoleillement 157
Éclairage zénithal - Lanterneaux 159

Fenêtres . portes
Fenêtres 160
Fenêtres de toit 164
Nettoyage des façades 167
Portes 168
Portails 171
Installations de sécurité 172
Protection intérieure et extérieure 173

Escaliers . Ascenseurs
Escaliers 175
Rampes, escaliers à vis 178
Escaliers mécaniques pour grands magasins 179
Trottoirs roulants 180
Ascenseurs 181
Ascenseurs - Petits monte-charge 183
Ascenseurs hydrauliques 184
Ascenseurs panoramiques 185

Voirie . Circulation
Routes et rues 186
Pistes cyclables 191
Autoroutes 192
Tramways 193
Espaces de circulation 194
Zones de circulation - Protection antibruit 197

Jardins
Jardins - Clôtures 198
Pergolas, chemins, escaliers, soutènements 200

Talutages ... 201
Consolidation des talus ... 202
Arbres et haies ... 205
Piscine privée ... 206

Locaux annexes
Vestibules, sas, entrées ... 207
Dégagements ... 208

Locaux de service
Locaux de service ... 209
Celliers, rangements ... 211
Cuisines ... 212
Salles à manger ... 216

Pièces de la maison
Chambres à coucher - Types de lits ... 218
Niches à lits et placards ... 219
Disposition des lits ... 220
Salles de bains - Installations ... 221
Cellules sanitaires préfabriquées ... 223
Salles de bains - Situation dans la maison ... 224

Piscines couvertes privées
Piscines couvertes privées ... 226

Laveries
Blanchisserie - Laverie ... 228

Balcons
Balcons ... 230

Pavages
Bordures et pavages ... 231

Habitat de loisirs
Habitat de loisirs ... 232

Types de logements
Orientation de la maison ... 234
Types de logements ... 236
Maisons sur terrain en pente ... 239
Maisons importantes ... 240
Formes d'immeubles à étages ... 242
Logements desservis par coursives ... 244
Immeubles en terrasses ... 245
Abris de protection ... 246

Réhabilitation
Réhabilitation de bâtiments anciens ... 248
Entretien et rénovation ... 253

Établissements scolaires
Établissements scolaires ... 257
Établissements scolaires - Espaces modulables ... 263

Enseignement supérieur
Enseignement supérieur - Amphithéâtres ... 265
Ateliers de dessin ... 270

Laboratoires
Laboratoires ... 271

Jeunesse
Garderies ... 275
Jeux pour enfants ... 276
Auberges de la jeunesse ... 277

Bibliothèques . Bureaux . Banques
Bibliothèques ... 279
Immeubles de bureaux - Principes de base ... 284
Immeubles de bureaux - Typologies ... 288
Immeubles de bureaux : Surfaces nécessaires ... 291
Immeubles de bureaux : Dimensionnement ... 292
Immeubles de bureaux : Organisation en plan ... 300
Immeubles de bureaux : Exemples ... 301
Banques - Généralités ... 307
Banques - Coffres ... 308

Passages couverts
Typologie ... 310
Exemples historiques ... 311
Exemples appliqués ... 313
Verrières ... 314

Commerces
Magasins ... 315
Magasins d'alimentation ... 316
Surfaces de vente ... 317
Zones de vente devant les caisses - Marchés couverts 320
Grandes boucheries ... 321
Boucheries industrielles ... 322

Entrepôts
Stockage en hauteur ... 323
Techniques de stockage / Logistique ... 324

Ateliers . Usines
Ateliers ... 327
Menuiseries ... 328
Ateliers de charpente ... 329
Ateliers ... 330
Ateliers de réparation automobile ... 333
Garages automobiles ... 336
Boulangeries ... 337
Exemples d'ateliers ... 338
Usines ... 339
Techniques de transport et de stockage ... 342
Construction de halls ... 343
Bâtiments à étages ... 344
WC - Sanitaires ... 345
Salles d'eau ... 346
Installations sanitaires ... 347
Vestiaires ... 348

Transformations
Transformations ... 349

Exploitations agricoles
Installations pour petits animaux ... 351
Élevage de volailles ... 354
Porcheries ... 355
Élevage de porcs ... 357
Écuries ... 358
Étables pour bovins ... 360
Exploitations agricoles ... 362
Fermes ... 367

Transports en commun
Voies ferrées ... 368
Expédition des marchandises ... 371
Gares pour voyageurs ... 372

Installations pour véhicules
Gares routières ... 374
Casernes de pompiers ... 376
Véhicules ... 378
Véhicules lourds ... 379
Quais, ponts de transbordement, élévateurs ... 380
Quais de chargement ... 381
Rayons de braquage des voitures ... 382
Parkings ... 383
Braquage et parking des véhicules lourds ... 384
Parkings et parkings couverts ... 385
Garages et parkings couverts ... 386
Parkings couverts ... 387
Stations-service ... 389

Aéroports
Aéroports ... 391

Cafés . Restaurants
Cafés et restaurants ... 397
Wagons-restaurants, wagons-lits ... 399
Cuisines de restaurants ... 400
Grandes cuisines ... 403

Hôtels . Motels
Hôtels ... 405
Cuisines d'hôtels ... 408
Motels ... 410

Zoo . Aquarium
Zoo et aquarium ... 411

Théâtres . Cinémas
Théâtres ... 414
Cinémas ... 424
Cinémas drive-in ... 426

Installations sportives
Stades ... 427
Gradins ... 428
Terrains de sport ... 429
Salles de gymnastique et de musculation ... 435
Courts de tennis ... 437
Golf miniature ... 439
Terrains de golf ... 441
Voile - Ports de plaisance ... 443
Avirons ... 446
Installations nautiques ... 447
Centres équestres, manèges ... 448
Tremplins de saut à ski ... 450
Patinoires ... 451
Pistes pour patins à roulettes ... 453
Cyclo-cross - VTT ... 454
Stands de tir ... 455
Salles de sport pour gymnastique et jeux ... 457
Badminton, judo, boxe ... 463
Squash, ping-pong, billard ... 464
Pistes de bowling ... 465
Piscines couvertes ... 466
Piscines de plein air ... 471
Piscines - Principes généraux ... 472
Saunas ... 474
Salles de jeux ... 476

Hôpitaux . Maisons de retraite
Cabinets médicaux ... 477
Maisons médicales ... 478
Installations pour handicapés ... 479
Logements pour handicapés ... 481
Hôpitaux - Généralités ... 483
Programme ... 484
Conception ... 485
Types de constructions ... 486
Dimensionnement ... 488
Dégagements, portes, escaliers, ascenseurs ... 490
Blocs opératoires ... 491
Réveil postopératoire ... 493
Opérations, conditions de sécurité ... 494
Sas ... 495
Soins intensifs ... 496
Soins ... 497
Salles de travail (accouchements) ... 501
Radiothérapie ... 502
Laboratoire, diagnostic fonctionnel ... 504
Physiothérapie ... 505
Approvisionnement ... 506
Administration ... 510
Enseignement et recherche ... 511
Services d'urgence ... 512
Hôpitaux spécialisés ... 513
Médecine nucléaire, pathologie ... 515
Maternités ... 516
Soins spécialisés ... 517
Maisons de retraite ... 518

Églises . Musées
Églises ... 521
Orgues ... 523
Cloches, clochers ... 525
Synagogues ... 526
Mosquées ... 527
Musées ... 528
Exemples internationaux ... 529

Cimetières
Crématorium ... 531
Cimetières ... 532

Liste des normes ... 533

Bibliographie ... 544

Index des mots-clefs ... 555

Avant-propos à la première édition

La préparation des exemples est le fruit d'une collaboration avec l'architecte Gustav Hassenpflug †. Plus tard les architectes Richard Machnow, Willy Voigt, Fritz Rutz, et Konrad Sage prirent part aux dessins. La préparation à l'impression revint à l'architecte Adalbert Dunaiski.

La Commission allemande des normes mit à notre disposition des feuilles de normes, qui sont insérées sous forme raccourcie ou condensée. On trouvera les normes exactes dans la dernière édition des feuilles.

La préparation des domaines particuliers fut secondée par les services de renseignements et de consultations, qui sont chaque fois cités en tête des différents chapitres concernés.

A tous merci pour leur collaboration et leur abnégation.

La littérature est présentée en fin de texte, pour une meilleure vue d'ensemble. Pour la même raison le texte est raccourci autant que possible et se trouve juste à côté des dessins sur la même page.

Je remercie par avance le lecteur de bien vouloir me fournir toutes indications concernant la conception des projets, en vue de la prochaine édition.

Berlin W9, 15 mars 1936 — Ernst Neufert

Avant-propos à la trente troisième édition

L'auteur, mon très vénéré père Ernst Neufert, m'avait préparé de son vivant à perpétuer son œuvre littéraire.

C'est pourquoi Peter Mittmann et Peter Graf mes associés, Ludwig Neff architecte-ing., un ancien du bureau paternel, mes collaborateurs et moi-même, étions organisés pour commencer le travail des nouveaux éléments des projets de construction, lorsque le mandat paternel reçut toute légitimité avec la mort d'Ernst Neufert en février 1986.

Le haut développement actuel du domaine de la construction présente aux bâtisseurs des exigences techniques et scientifiques autres que voici 55 ans, lorsque les éléments des projets de construction étaient les "mesures des objets". Il fallait donc, pour de vraiment "nouveaux" éléments des projets de construction, conserver la forme géniale du livre, mais en développer le contenu en fonction de l'actualité.

C'est pourquoi nous nous sommes aussitôt décidés à rénover intégralement cet ouvrage, à embrasser, développer et dessiner tout ce qu'un architecte et un acteur du domaine de la construction doit absolument savoir aujourd'hui pour concevoir un projet. Tout ce qu'on doit savoir, mais dans l'esprit d'Ernst Neufert : pas plus.

Ce travail nous a coûté quatre ans de travail intensif. Nous souhaitons que le résultat soit au bénéfice des acquéreurs qui cherchent un livre moderne sur la construction.

Cologne, septembre 1991 — Peter Neufert

Avant-propos de l'éditeur à la trente troisième édition allemande

Voici plus d'un demi-siècle, le jeune architecte Ernst Neufert eut non seulement l'idée mais aussi l'énergie de créer les éléments des projets de construction, qui sont devenus une aide indispensable pour le travail des architectes et des projeteurs. Il a toujours maintenu son œuvre jeune en l'adaptant aux exigences des époques. La dernière adaptation parut en 1979 (trentième édition allemande) avant sa mort en 1986.

Ce fut le devoir de son fils Peter Neufert et de ses collaborateurs, que de poursuivre le suivi de l'œuvre. Il nous appartient, notamment avec Ludwig Neff qui déjà du vivant de l'auteur participa à cette édition, d'en assurer durant plusieurs années la refonte complète.

L'éditeur est fier de pouvoir perpétuer les éléments des projets de construction, entre-temps traduits dans treize langues, dans une nouvelle configuration, mais toujours selon le concept d'Ernst Neufert.

Wiesbaden, septembre 1991

Ont participé à la trente troisième édition allemande :

M. Horton, technique hospitalière.
W. Sommer, climatisation.
Dipl. -Ing. H.J. Vetter, exécution des travaux.
M. Menzel, constructions textiles.
M. Bauer, chauffage.
H. Jaax, centrales électriques.
Dr. R. Börner, centrales hydroélectriques.
T. Stratmann, architecture solaire.
Ing.-Büro Trümper / Overath, isolation acoustique.
Hawlitzeck, rues et tramways.
St. Cargiannidis, réhabilitation, passages couverts, aménagements.
U. Portmann, maintenance et assainissement.
J. Weiss, bibliothèques.
U. Kissling, bibliothèques publiques.
H. Rocholl, magasins.
Prof. Nogge, zoos et aquariums.
A. Beckmamm, cinémas.
K.F.J. Mertens, salles de jeux.
B. Rüenanver, églises.
G. Hoffs, clochers.
A. Ruhi, mosquées.
W. Hugo, musées.

Ont participé aux dessins de cette nouvelle édition :

T. Altrogge, St. Badtke,
A. Briehan, A. Dummer,
K. Fegeler, A. Graf,
M. Menzel, I. Schirmacher,
J. Valero, R. Walter,
S. Wierlemann, D. Willecke.

Ce manuel est issu des cours que j'ai donnés à la Bauhochschule de Weimar. Il se fonde sur des dimensions, des expériences et des connaissances, fruits du métier et de la recherche concernant l'environnement de l'homme et nécessaires à l'élaboration des projets de construction. Il reste cependant ouvert sur de nouvelles possibilités ou de nouvelles exigences.

En effet, si d'une part les générations passées nous servent de référence, d'autre part tout évolue. Nous sommes enfants de notre temps, nous regardons vers l'avenir et nos points de vue souvent divergent : variété de notre instruction, de nos propres impulsions de l'influence de notre entourage, de notre sensibilité.

Il reste à savoir si notre jugement, actuellement si sûr, se révélera définitivement exact. L'expérience nous montre que les jugements futurs seront plus justes que les nôtres qui n'ont pas encore le recul nécessaire à une vue d'ensemble. Ceci nous montre de quelles précautions on doit entourer l'élaboration d'une doctrine pour que cette dernière ne devienne pas, à terme, erronée. Malgré tout effort de vérité et d'objectivité, malgré tout effort d'analyse critique, chaque théorie reste subjective et dépend de l'époque et son environnement.

Aussi une doctrine ne doit-elle pas être définitivement figée, mais, au contraire, rester au service des choses vivantes, en épousant leurs transformations et leurs développements. On peut évoquer Nietzsche lorsqu'il écrit : "Seul me restera proche celui qui change".

Une telle doctrine, fondée sur une évolution perpétuelle au service du progrès, se reconnaît précisément dans le fait qu'elle ne donne pas de recettes toutes faites, pas de "savoir préfabriqué en boîtes", mais seulement des éléments, des pierres d'angle, avec la méthode pour les combiner, les construire, les composer et les harmoniser. Confucius a dit voici plus de 2 500 ans : "J'indique un coin à mon élève et il doit trouver lui-même les trois autres". Un architecte-né ou un passionné de la construction se bouche les oreilles et ferme les yeux lorsqu'on lui donne la solution toute faite d'un problème. Car il est plein d'idées et, lorsqu'on lui confie la réalisation d'un ensemble, il lui faut seulement des éléments pour s'atteler au travail.

Celui qui a trouvé la foi en lui-même, qui a entrevu les rapports entre les choses, le jeu des forces, des matières, des couleurs, des proportions, celui qui est capable de sentir la réalité, de percevoir l'allure des constructions, celui qui étudie, examine et critique leur effet, celui qui les modifie dans son esprit, celui-là seul est sur le véritable chemin des plus grandes jouissances de l'esprit, que seul peut ressentir un créateur actif. Une telle intelligence de la vie aidera à les atteindre. Elle doit libérer de tout savoir pour conduire vers une création personnelle. Il n'est besoin que d'un tremplin. Chacun doit s'élancer et bâtir soi-même.

Les formes architectoniques contemporaines naissent de la même manière que les magnifiques temples, cathédrales, châteaux, jardins de nos ancêtres, pour lesquels ils n'avaient pas de modèles, mais qui correspondaient à leurs rêves et à leurs désirs, aux idées et aux idéaux les plus proches de leurs aspirations.

Une commande éveille des idées qui se concrétisent, selon les possibilités techniques du moment et les conditions locales, en des formes ne présentant qu'un faible degré de similitude avec tout ce qui a été réalisé auparavant. Ces nouvelles constructions peuvent être de loin techniquement mieux réussies et plus rentables que les précédentes. Mais elles peuvent aussi, du point de vue artistique, surpasser les constructions correspondantes du passé.

Si l'on compare une usine actuelle, claire, spacieuse, bien proportionnée, d'une construction élégante et légère, à une manufacture du 18^{e} siècle ou à un atelier d'artisan du 15^{e} siècle, la supériorité de nos nouvelles constructions apparaît à l'historien le plus borné. Partout où des problèmes de construction correspondent à un véritable besoin de notre époque, on peut attendre de la part des architectes inventifs et ouverts à leur temps, des exploits qui peuvent se comparer à ceux des plus audacieux des anciens, et même les éclipsent.

C'est pour cette raison que, dans une bonne école, on doit se consacrer tout d'abord à l'étude des temps modernes et à venir, et ne se livrer aux rétrospectives que dans la mesure où cela est indispensable. C'est aussi un conseil de l'un de nos plus grands professeurs, Fritz Schumacher, lorsqu'il fait remarquer que le jeune étudiant architecte, dans ses études sur le passé, a trop tendance à se perdre dans des réflexions sur l'histoire de l'art, et que les diplômes le poussent à s'égarer sur des chemins scientifiques détournés, aux dépens des forces nécessaires au développement de la créativité.

Il vaut mieux ne donner à l'étudiant que des bases, comme dans cet ouvrage où j'ai essayé de réduire jusqu'à l'essentiel les éléments des projets, de les schématiser, de les abstraire, pour en rendre plus difficile la copie au lecteur et le forcer à donner de lui-même aux choses forme et contenance.

De toutes façons, les différentes réalisations, à un même moment, sont conduites à présenter une certaine similitude. L'étrange désir d'uniformisation, qui canalise l'aspiration des hommes à un même moment dans une même direction, trouve dans le style d'une époque son expression apparente et durable.

Ernst Neufert

Le présent ouvrage offre le grand avantage de fournir au lecteur, **en un seul volume**, et sous une forme concise, l'essentiel des technique, des projets et de la science des bâtiments.

Les sujet apparentés sont groupés, à moins qu'une autre affinité plus importante n'exige un classement différent. Tous les éléments d'une construction, valables pour un grand nombre de types de bâtiments, sinon pour tous, sont traités séparément.

Il en est de même pour les directives générales et règles fondamentales à suivre dans la préparation et l'établissement des projets et des plans. D'où une division en uune quarantaine de groupes.

La table des matières . . . . . pages 7 et suivantes
Elle donne une division plus détaillée de ces groupes et indique le contenu de chaque page.

L'index alphabétique des mots clés . pages 555 et suivantes
Il indique, après chaque mot, la ou les pages donnant l'essentiel en ce qui concerne ce mot.

Explication des abréviations . . . . . page 17

Les abréviations sont indispensables pour gagner de la place et pour rendre plus aisées les vues d'ensemble.

Quand il n'a pas été possible de recourir à des abréviations connues, on en a choisi de nouvelles, mais telles que tout lecteur attentif puisse reconnaître leur signification, même sans consulter la page 17.

Les plans, les coupes, les formes, ne sont que des exemples et des supports pour les cotes. Ils contiennent des valeurs limites prenant les dimensions de l'homme comme base de tout ce qui l'entoure.

Les processus d'une opération de construction (conception et réalisation) figurant page 42 et suivantes, décrit par Georges Delgutte, architecte DPLG, diplômé ICH (Institut d'études économiques juridiques appliquées à la Construction et à l'Habitation), résume l'essentiel de la méthodologie et des acteurs d'un projet de construction en France, en 1996.

COMMENT DONC CONSULTER CET OUVRAGE ?

Prenons comme exemple l'établissement du projet ou de l'avant-projet d'un foyer universitaire.

Lire avec soin le **questionnaire des pages 44 et 45**, et répondre en détail aux questions posées, ainsi qu'à celles que soulève notre cas particulier. Calculer, suivant les dernières réglementations en vigueur, la surface à construire en mètres carrés ou le volume construit en mètres cubes. Modifier les dimensions des locaux selon les capitaux disponibles pour la construction. Établir le projet du bâtiment selon les pages 42 à 58.

Coter, disposer et meubler, d'après les indications données pour les restaurants pages 397 à 402, ou pour les hôtels pages 405 à 409. Si l'on projette une salle de spectacle avec une scène, on se reporte aux théâtres pages 414 à 423, pour l'acoustique pages 122 à 124, pour l'installation d'un projecteur et d'un écran de cinéma pages 424 à 425, les dimensions de salles de cours selon les données sur les établissements d'enseignement supérieur pages 265 à 267, celles d'une bibliothèque selon les précisions des pages 279 à 283 ; pour l'aménagement des bureaux, les pages 284 à 306 ; pour les garages et parkings, les pages 382 à 388. Pour les logements nécessaires au gérant, à l'économe, au concierge, etc., consulter les pages 235 à 245, et pour la forme, la grandeur et l'aménagement des pièces, les pages 207 à 225.

Voir les pages 186 à 191 pour les chemins et clôtures, les pages 198 à 205 pour l'aménagement des jardins etc. En ce qui concerne les ascenseurs, consulter les pages 175 à 185, les portes et fenêtres les pages 160 à 170 ; les fondations et leurs étanchements les pages 59 à 63, les murs et leurs épaisseurs les pages 64 à 67, les toits les pages 72 à 83. Enfin, pour le chauffage et la ventilation se reporter aux pages 93 à 97, l'éclairage et l'éclairement aux pages 128 à 136.

Sur ces bases multiples et diverses, le constructeur pourra établir son projet avec sûreté et rapidité, en tenant compte des exigences particulières de son programme et des conditions du site, et en s'inspirant de la conception de la vie et des mœurs de son temps.

Abréviations et symboles dans les plans

⇒	Entrée principale
→	Entrée secondaire
=	Escalier
Ant	Antichambre
Asc	Ascenseur
B	(salle de) Bains
Bu	Bureau
C	Cuisine
CH	Chambre
CHa	Chauffage arrivée
CHf	Chauffage
CHr	Chauffage retour
COS	Coefficient d'occupation des sols
Cgt	Dégagement
DIN	Norme industrielle allemande
Do	Douche
EC	Eau chaude
EF	Eau froide
ELT	Électricité
EP	Eau pluviale
Ét.	Étage
EU	Eau usée
EV	Eau vanne
Évtl.	Éventuellement
G	Gaz
Gg	Garage
H	Homme
J	Jardin
J.T.	Journée de travail
Maxi.	Maximum
Mini.	Minimum
N	Niche
NF	Norme française
Niv.	Niveau
O	Office
p.	Page
Par.	Parents
PK	Parking
POS	Plan d'occupation des sols
RCh	Rez-de-chaussée
Rgt	Rangement
S.	Séjour
Serv.	Service
SJ	Salle de jeu
SM	Salle à manger
SS	Sous-sol
Std	Studio
Tr	Terrasse
Vst	Vestiaire
ZI	Zone industrielle

Abréviations hôpitaux (p.491 à 516)

A.S.	Aide-soignante
ACC.	Accouchement
ADM	Administration
ANX	Annexe
AP	Appareils
ATT.	Attente
C.	Cabine
CATH	Cathétère
CH.	Chef
CH.N.	Chambre noire
CHIM.	Chimie
CONS.	Consultations
CUI.	Cuisinette
DÉCH.	Déchets
DEM.	Démonstration
DESH.	Déshabillage
DET.	Détente
ECG	Électrocardiogramme
EX.	Examens
FAM.	Famille
FM	Fonctions médicales
INSC.	Inscription
INST	Instruments
L.S.	Linge sale
LAV	Lavabo(s), lavage
LING.	Lingerie
MAT.	Matériel
MDC	Médical
MDM	Médicaments
MED.	Médecin
MEN.	Ménage
OP	Salle d'opérations
PAT.	Patients
PAT. C.	Patient couché
PAT. M.	Patient mobile
PAT. SE.	Patient septique
PERS	Personnel
PI	Poste d'infirmières
PO. AN.	Post-anesthésie
PR. AN.	Pré-anesthésie
PREP.	Préparation
PRO.	Propre
REC.	Réception
REM.	Remise
RES.	Réserve
S. CONT.	Salle de contrôle
S.R.	Salle de réveil
S.S.	Salle de soins
S.T.	Salle de travail
SAL	Sale
SAS	Sas
SEC.	Secrétariat
S.I.	Service infirmière
ST	Stérile
SU	Surveillance

Unités de mesure, abréviations

10^{12}	10 cm 12 mm (le nombre en exposant est en mm)
m	Mètre linéaire
H ou h	Hauteur
l	Largeur
L	Longueur
S	Surface
h	Heure
min.	Minute
s	Seconde
dB	Décibel
lx	Lux
lm	Lumen
cd	Candela
12 °C	12 degrés Celcius
J	Joule (unité d'énergie, de travail et de quantité de chaleur)
Q	Quantité de chaleur
N	Newton (unité de force)
Pa	Pascal (unité de pression)
%	Pour cent
‰	Pour mille
Ø	Diamètre
Éch.	Échelle
2° 3' 4"	2 degrés, 3 minutes, 4 secondes (cercle = 360°)

Symboles mathématiques

>	Strictement supérieur à
⩾	Supérieur ou égal à
<	Strictement inférieur à
⩽	Inférieur ou égal à
Σ	Somme de
∡	Angle
sin	Sinus
cos	Cosinus
tan	Tangente
cot	Cotangente
∤	En moyenne
=	Égal à
≤	Identique à
≠	Différent de
≈	Peu différent de, à peu près, approximativement
•	Congru à
≅	Équivalent
~	Semblable
∞	Infini
∥	Parallèle
⫲	Égal et parallèle
≢	Non identique à
×	Multiplié par
/	Divisé par
⊥	Perpendiculaire à
V	Volume, capacité
ω	Angle solide
√	Racine carrée de
Δ	Accroissement final
≅	Congru à
△	Triangle
↑↑	Parallèle et de même sens
↑↓	Parallèle et de sens opposé

Alphabet grec

A	α	Alpha	N	ν	Nu
B	β	Bêta	Ξ	ξ	Ksi
Γ	γ	Gamma	O	o	Omicron
Δ	δ	Delta	Π	π	Pi
E	ε	Epsilon	P	ρ	Rho
Z	ζ	Dzèta	Σ	σ	Sigma
H	η	Eta	T	τ	Tau
Θ	θ	Thêta	Y	υ	Upsilon
I	ι	Iota	Φ	φ	Phi
K	κ	Kappa	X	χ	Khi
Λ	λ	Lambda	Ψ	ψ	Psi
M	μ	Mu	Ω	ω	Omega

Chiffres romains

I	=	1	LXX	=	70
II	=	2	LXXX	=	80
III	=	3	XC	=	90
IV	=	4	C	=	100
V	=	5	CL	=	150
VI	=	6	CC	=	200
VII	=	7	CCC	=	300
VIII	=	8	CD	=	400
IX	=	9	D	=	500
X	=	10	DC	=	600
XV	=	15	DCC	=	700
XX	=	20	DCCC	=	800
XXX	=	30	CM	=	900
XL	=	40	M	=	1 000
L	=	50	MCMLXIV	=	1 964
LX	=	60	MCMXCVI	=	1 996

NORMES DE RÉFERENCE

UNITÉS DU SYSTÈME INTERNATIONAL

Grandeurs de base	Nom de l'unité de base	Symbole	Définition	Unités SI contenues dans cette définition
1 longueur	le mètre	m	Longueur d'onde d'une radiation du krypton	—
2 masse	le kilogramme	kg	Étalon international	—
3 temps	la seconde	s	Période d'une raie du spectre du césium	—
4 intensité de courant électrique	l'ampère	A	Force électrodynamique entre deux conducteurs	kg, m, s
5 température (température thermodynamique)	le kelvin	K	Point triple de l'eau	—
6 intensité lumineuse	le candela	cd	Intensité rayonnée par le platine à sa température de solidification	kg, s
7 quantité de matière	la mole	mol	Masse de la molécule	kg

(1) Unités de base (SI)

Symbole	Unité	Signification
a) Isolation thermique		
t	(°C, K)	Température
Δt	(K)	Différence de température
q	(Wh)	Quantité de chaleur
λ	(W/mK)	Conductibilité thermique
λ'	(W/mK)	Conductibilité thermique équivalente
Λ	(W/m^2K)	Coefficient de conductibilité thermique
α	(W/m^2K)	Coefficient de transmission de chaleur entre matériau et air
k	(W/m^2K)	Coefficient global de transmission de chaleur
$1/\Lambda$	(m^2K/W)	Résistance à la conductibilité thermique
$1/\alpha$	(m^2K/W)	Résistance à la transmission de chaleur entre matériau et air
1/k	(m^2K/W)	Résistance totale à la transmission de chaleur
D'	(m^2K/Wcm)	Coefficient de résistance thermique
c	(Wh/kgK)	Capacité thermique spécifique
S	(Wh/m^3K)	Facteur d'accumulation de chaleur
β	(1/K)	Coefficient de dilatation linéaire
a	(mK)	Coefficient de distance
P	(Pa)	Pression
P_0	(Pa)	Pression de vapeur
g_0	(g)	Quantité de vapeur
g_k	(g)	Quantité d'eau condensée
v	(%)	Humidité relative de l'air
μ	(–)	Coefficient de résistance à la diffusion
μ.d	(cm)	Épaisseur d'air équivalente
Λ_0	(g/m^2hPa)	Coefficient de perméabilité à la vapeur d'eau
$1/\Lambda_0$	(m^2hPa/g)	Résistance à la perméabilité à la vapeur d'eau
$\mu\lambda$	(W/mK)	Facteur de position
$\mu\lambda'$	(W/mK)	Facteur de position pour une couche d'air
P	F/kWh	Prix de l'énergie calorifique
b) Isolation acoustique		
λ	(m)	Longueur d'onde
f	(Hz)	Fréquence
f_l	(Hz)	Fréquence limite
f_r	(Hz)	Fréquence de résonance
E_{dyn}	(N/cm^2)	Module d'élasticité dynamique
S'	(N/cm^3)	Rigidité dynamique
R	(dB)	Mesure de l'isolation acoustique en laboratoire (bruit aérien)
R_m	(dB)	Mesure moyenne de l'isolation acoustique (bruit aérien)
R'	(dB)	Mesure de l'isolation acoustique dans une construction (bruit aérien)
LSM	(dB)	Marge d'isolement contre les bruits aériens
L_n	(dB)	Niveau standard de bruit d'impact
V/M	(dB)	Valeur d'amélioration d'un revêtement de sol
TSM	(dB)	Bruit d'impact. Seuil de sécurité
a	(–)	Degré d'absorption du bruit
A	(m^2)	Surface équivalente d'absorption
r	(m)	Rayon de réverbération du sol
ΔL	(dB)	Réduction de niveau sonore

(2) Symboles des unités physiques (SI)

Les préfixes et leurs symboles sont :

T	(téra)	$= 10^{12}$	unités	(billion)	c	(centi)	= 1/100 unité	
G	(giga)	$= 10^9$	unités	(milliard)	m	(milli)	$= 10^{-3}$	(millième)
M	(méga)	$= 10^6$	unités	(million)	m	(micro)	$= 10^{-6}$	(millionième)
k	(kilo)	$= 10^3$	unités	(millier)	n	(nano)	$= 10^{-9}$	(milliardième)
h	(hecto)	= 100	unités		p	(pico)	$= 10^{-12}$	(billion)
da	(déca)	= 10	unités		f	(femto)	$= 10^{-15}$	(billiard)
d	(déci)	= 1/10	unité		a	(atto)	$= 10^{-18}$	(trillion)

Pour désigner un multiple décimal, on ne doit pas utiliser plus d'un préfixe.

(3) Multiples et sous-multiples des unités ainsi que leurs abréviations.

Dimension à mesurer		Unité dans le système international de mesure (SI), obligatoire depuis 1978	Facteur de conversion
Longueur	m	Mètre	
Surface	m^2	Mètre carré	
Volume	m^3	Mètre cube	
Masse	kg	Kilogramme	
Force	N	Newton = 1 kgm/s^2	1kgf = 9,8 N
Pression	Pa	Pascal = 1 N/m2	1 mm Hg = 1,333 mbar
	bar	Bar = 100 000 Pa = 100 000 N/m^2	1 kgf/cm^2 = 0,98 bar
Température	°C	Degré Celsius (seulement comme échelle de température)	
	K	Kelvin *	0 °C = 273,15 K
Travail (Energie, quan tité de chaleur)	Ws, J	Watt-seconde = Joule = Newton-mètre	1 kcal = 4186 J
	Nm	Watt-heure = 3,6 kJ	
	Wh	kilowatt-heure = 10^3 Wh = 3,6 MJ	
	kWh		1 thermie = 1,163 kWh
Puissance (électrique ou calorifique)	W	Watt	1 ch = 736 W
	W	Watt	1 th/h = 1,163 kW

* Obligatoire depuis 1975

(4) Conversion des unités de référence.

1 m . 1 m	$= 1\ m^2$	$1\ m \cdot 1\ s^{-1} = 1\ m \cdot s^{-1}$ (= 1 m / s)
$1\ m \cdot 1\ s^{-2}$	$= 1\ m \cdot s^{-2}$	(= 1 m/s^2)
$1\ kg \cdot 1\ m \cdot 1\ s^{-2}$	$= 1\ kg\ m \cdot s^{-2}$	(= 1kg m/s^2)
$1\ kg \cdot 1\ m^{-3}$	$= 1\ kg\ m^{-3}$	(= 1 kg / m^3)
$1\ m \cdot 1\ m \cdot 1\ s^{-1}$	$= 1\ m^2\ s{-}1$	(= 1 m^2 / s)

(5) Exemples d'unités dérivées SI à partir des unités de base.

Coulomb	1 C = 1 As	Ohm	$1\ \Omega = 1$ V/A
Farad	1 F = 1 As/V	Pascal	1 Pa = 1 N/ m^2
Henry	1 H = 1 Vs/a	Siemens	$1\ S = 1/\Omega$
Herz	1 Hz = 1 s^{-1} (= 1/s)	Tesla	1 T = 1 Wb/m^2
Joule	1 J = 1 Nm = 1 Ws	Volt	1 V = 1 W/A
Lumen	1 Lm = 1 cd sr	Watt	1 W + 1 J/s
Lux	1 Lx = 1 lm / m^2	Weber	1 Wb = 1 Vs
Newton	1 N = 1 kgm / s^2		

Le watt peut être utilisé pour des puissances électriques apparentes au même titre que le volt-ampère (VA), pour des puissances électriques réactives au même titre que le var (var), le weber au même titre que le volt-seconde (Vs).

(6) Nom et symboles des unités SI dérivées.

1 N x 1 s x 1 m2 = 1 Nsm2	1 A x 1 s = 1 As = 1 C
1 rad x 1 s2 = 1 rad st (= 1 rad/s)	1 As/V = 1 C/V = 1F

(7) Exemple d'unités SI dérivées à partir d'unités fondamentales et d'unités dérivées.

Résistance à la conductibilité thermique	$1/\Lambda$	= 1 m^2 hK/ kcal	= 0,859 8 m^2 K/W
Conductibilité thermique	λ	= 1 kcal / mhK	= 1,163 W/mK
Coefficient de transmission interne de chaleur entre deux milieux	k	= 1 kcal/ m^2 hK	= 1,163 W/m^2K
Coefficient de transmission de chaleur pour un même milieu	α	= 1 kcal/m^2 hK	= 1,163 W/ m^2 K
Masse volumique		= 1 g/ cm^3	= 1 000 kg/ m^3
Poids volumique		= 1 kg / m^3	= 0,01 kN/ m^3
Résistance à la pression		= 1 kg / cm^2	= 0,1 N / mm^2

(8) Conversion dans le système SI de certaines valeurs contenues dans les tableaux.

NORMES DE RÉFÉRENCES

UNITÉS SI

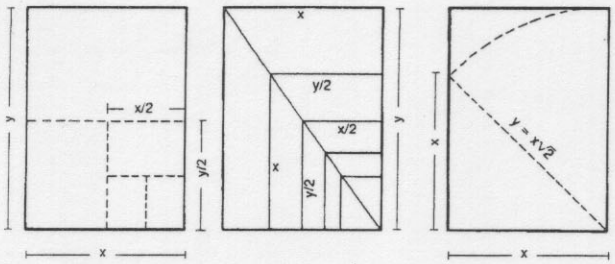
Unités de mesure dans les bâtiments

L'introduction légale des unités SI s'est faite progressivement entre 1974 et 1977.
Le système de mesure international avec unités SI (SI = Système International d'Unités) prévaut à partir du 1er janvier 1978.

Grandeur	Symbole (dans les relations)	Unité SI		Unité légale		Unité ancienne		Relation entre unités
		Nom	Symbole	Nom	Symbole	Nom	Symbole	
Angle plan	α,β,γ	Radian	rd	Angle de 360° Degré Minute Seconde Gon	pla ° ' " gon	Angle droit Degré Grade Minute centésimale Seconde centésimale	L gr cgr mgr	1rad = 1 m/m = 57,296° = 63,662 gon 1pla = 2π rad 1L = 1/4 pla = π/2 rad 1° = 1L /90 = 1 pla / 360 = π/180 rad 1' = 1° /60 1" = 1' /60 = 1° /3600 1gon =1gr =1L/100 = pla/400 = π/200 rad 1cgr = 10^{-2} gon 1mgr = (10^{-2} cgr) = 10^{-4} gon
Longueur	/	Mètre	m	Micromètre Millimètre Centimètre Décimètre Kilomètre	µm mm cm dm km	Pouce (inch) Pied (foot) Brasse (fathom) Mille (mile) Mille marin	in ft fath mi (stat) mi (naut)	in = 25,4 mm ft = 30,48 cm fath = 1,8288 m mi (stat.) = 1609,344 m mi (naut.) = 1,852 km
Surface, aire, superficie	S, q	Mètre carré	m^2	Are Hectare	a ha			1a = 10^2 m^2 1ha = 10^4 m^2
Volume Volume norm.	V V_n	Mètre cube	m^3	Litre	l	Mètre cube norm. Mètre cube	Nm^3 m^3	1l = 1 dm^3 = 10^{-3} m^3 1Nm^3 = 1 m^3 norm. 1m^3 = 1m^3
Temps, intervalle, durée	t	Seconde	s	Minute Heure Jour An	min h j a			1 min = 60 s 1 h = 60 min = 3600 s 1 j = 24 h = 86 400 s 1 a = 8765,8 h = 31,557 . 10^6 s
Fréquence Vitesse angulaire	f ω	Hertz Radian par seconde	Hz rad/s					1 Hz = 1/s pour indication de fréquence dans les équations importantes ω = 2π . n
Nombre de tours, vitesse angulaire	n	Inverse de la seconde	1/s	Nbre tours/sec. Nbre tours/min.	n/s n/min	Nb. tours/sec. Nb. tours/min.	U/s U/min	1/s = n/s = U/s
Vitesse	v	Mètre par seconde	m/s	Kilomètre-heure	km/h	Nœud	kn	1 m/s = 3,6 km/h 1kn = 1 mi (naut.)/h = 1,852 km/h
Accélération, accélération de la pesanteur	g	Mètre par seconde au carré	m/s^2			gal	gal	1 gal = 1 cm/s^2 = 10^{-2} m/s^2
Masse : poids (comme résultat d'une pesée)	m	Kilogramme	kg	Gramme Tonne	g t	Pound Livre Quintal	lb L q	1g = 10^{-3} kg 1 t = 1 Mg = 10^3 kg 1 lb = 0,45359237 kg 1 livre = 0,5 kg 1 q = 100 kg
Force	F	Newton	N			Dyne Gramme-force Kilogramme-force Tonne-force	dyn gf kgf tf	1 N = 1 kg/m/s^2 = 1 Ws/m = 1 J/m 1 dyn = 1 g cm/s^2 = 10^{-5} N 1 gf = 9,80665 10^{-3} N 1 kgf = 9,80665 N 1 tF = 9806,65 N
Effort mécanique, résistance mécanique	σ	Newton par mètre carré	N/m^2	Newton par millimètre carré	N/mm^2		kgf/cm^2 kgf/mm^2	1 kgf/cm^2 = 0,0980665 N/mm^2 1 kgf/mm^2 = 9,80665 N/ mm^2
Travail, énergie Quantité de chaleur Moment d'un couple (torsion) Moment d'un couple (flexion)	W, E Q M M_b	Joule Joule Newton mètre ou Joule	j j Nm J	KiloWattheure	kW/h	Ch.-vapeur heure Erg Calorie Kg-force mètre	CV h erg cal kgf m	1 J = 1 Nm = 1 Ws = 10^7 erg 1 kWh = 3,6.10^6 J = 3,6 Mj 1 CV h = 2,64780.10^6 J 1 erg = 10^{-7} J 1 cal = 4,1868 J = 1,163.10^{-3} Wh 1 kgf m = 9,80665 J
Puissance	P	Watt	W			Cheval-vapeur	CV	1 W = 1 J/s = 1 N m/s = 1 kg m^2 /s^3 1 CV = 0, 73549675 kW
Température thermodynamique Température Celsius Intervalle et différence de température Température Fahrenheit Température Réaumur	T θ Δθ ou ΔT θ_F θ_R	Kelvin	K K	Degré Celsius	°C °C	Degré Kelvin Degré Rankin Grad Degré Fahrenheit Degré Réaumur	°K °Rk grd °F °R	1°K = 1 K 1°Rk = 5/9 K θ = T - T_0 et T_0 = 273,15 K Δθ = ΔT, d'où il vient 1 K = 1 °C = 1 grd On utilise dans les équations θ_F = 9/5 θ + 32 = 9/5 T - 459,67 θ_R = 4/5 θ et 1°R = 5/4 °C

① Unités SI et unités légales (extraites pour les bâtiments).

FORMATS NORMALISÉS



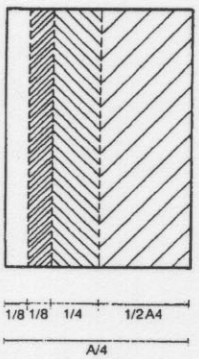
① – ③ Formats de base

Format Classe	Série A	Série B	Série C
0	841 x 1189	1000 x 1414	917 x 1297
1	594 x 841	707 x 1000	648 x 917
2	420 x 594	500 x 707	458 x 648
3	297 x 420	353 x 500	324 x 458
4	210 x 297	250 x 353	229 x 324
5	148 x 210	176 x 250	162 x 229
6	105 x 148	125 x 176	114 x 162
7	74 x 105	88 x 125	81 x 114
8	52 x 74	62 x 88	57 x 81
9	37 x 52	44 x 62	
10	26 x 37	31 x 44	
11	18 x 26	22 x 31	
12	13 x 18	15 x 22	

④ Séries supplémentaires de formats

Format	Abréviation	mm
Demi-largeur A4	1/2 A4	105 x 297
Quart de largeur A4	1/4 A4	52 x 297
Huitième de largeur A7	1/8 A7	9 x 105
Demi-largeur C4	1/2 C4	114 x 324
Etc.		

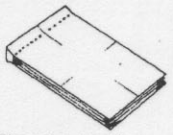
⑤ Formats dérivés



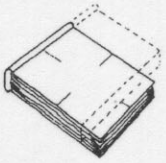
⑥ Formats dérivés du format A4



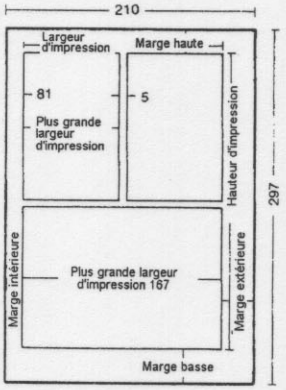
⑦ Classeur



⑧ Bloc-notes et cahiers avec papier autocopiant



⑨ Livres brochés massicotés



⑩ (fig. 11)

Les formats normalisés constituent aujourd'hui une base pour la réalisation du mobilier de bureau. Ceux-ci, à leur tour, conditionnent la réalisation des vues en plan.

La connaissance exacte de ces formats normalisés prend alors son importance pour le concepteur. Le Professeur Porstmann a développé des formats normalisés à partir d'une surface de 1 m^2 dont les côtés x et y satisfont les conditions :

$x : y = 1 : \sqrt{2}$ (fig.3) ; longueur du côté x = 0,841 ;
$x \cdot y = 1$: longueur du côté y = 1,189.

Le format de base (rectangle de surface égale à 1 m^2 et dimensions des côtés comme ci-dessus) est à l'origine des différentes séries de formats.

On obtient la série des formats A en multipliant ou en divisant par 2 les dimensions du format d'origine (fig.1 et 2).

Les séries supplémentaires B, C et D ont été prévues pour les dimensions concernant les papiers, par exemple enveloppes, classeurs, chemises (fig.4).

Chaque format de la série B a une surface égale à la moyenne des surfaces des formats de la série A qui l'encadrent.

Chaque dimension de la série C est égale à la moyenne des dimensions correspondantes de même classe de la série A et de la série B.

On obtient certains formats en divisant par 2, 4 ou 8 les formats principaux (enveloppes, étiquettes ou dessins par exemple) (fig.5 et 6).

Les fiches sans onglets de tabulation correspondent exactement au format normalisé.

L'onglet des fiches avec onglets dépasse du format ; pour le classement, la dimension concernée passe alors au format directement supérieur.

Les différents classeurs et chemises possèdent un système d'attache des feuilles et ont de ce fait une largeur plus importante que les formats normalisés correspondants.

Pour la largeur on choisit plutôt les dimensions des trois séries A, B et C (fig.7).

Les bloc-notes sont exactement aux formats normalisés. S'ils possèdent des perforations en bordure, la partie disponible est diminuée de la zone perforée par rapport au format normalisé (fig.8).

Les livres brochés massicotés et les revues sont exactement au format normalisé.

Si une coupe supplémentaire est nécessaire au moment de la reliure, les feuilles deviennent plus petites que le format normalisé. En revanche la couverture déborde. La hauteur de la couverture doit correspondre exactement au format normalisé (fig.9).

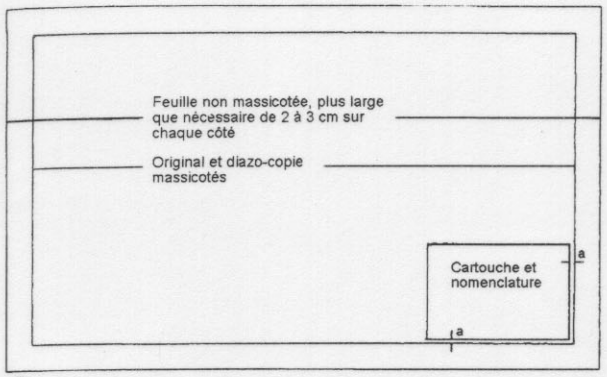
La largeur de la couverture dépend du procédé de reliure.

	En cicero (en douze)		En mm	
Largeur de la surface d'impression	37	38	167	171
Hauteur de la surface d'impression (sans titre de colonne)	55	551/2	247	250
Interligne	1		5	
Plus grande largeur d'impression sur une colonne	37		167	
Plus grande largeur d'impression par colonne (sur deuxd colonnes)	18		81	
Marge intérieure (valeur théorique)			16	14
Marge extérieure (valeur théorique)			27	25
Marge haute (valeur théorique)			20	19
Marge basse (valeur théorique)			30	28

⑪ La norme mentionnée ci-dessus est à appliquer pour la surface d'impression et sa largeur en format normalisé : A4 (fig. 10).

NORMES DE BASE

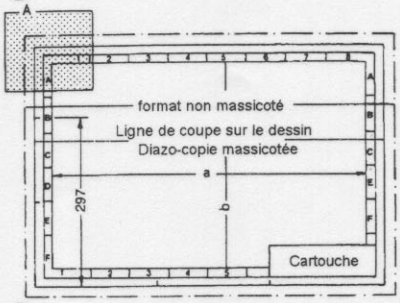
DESSINS



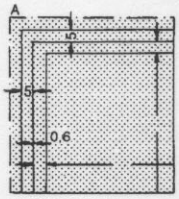
① Dessin normalisé

Dimension des feuilles	A0	A1	A2	A3	A4	A5
Format: feuille brute non massicotée (mm)	880×1230	625×880	450×625	330×450	240×330	165×240
Format: feuille finie massicotée (mm)	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297	148×210

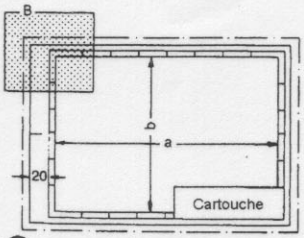
② Dimensions des feuilles



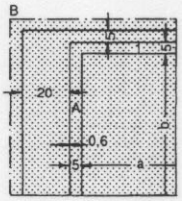
③ Dimensions A2, A3, A4



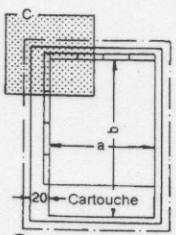
Détail A2, A1, A0.



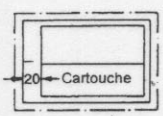
④ Dimensions A3.



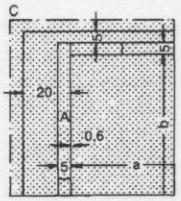
Détail A3.



⑤ Dimensions A4.



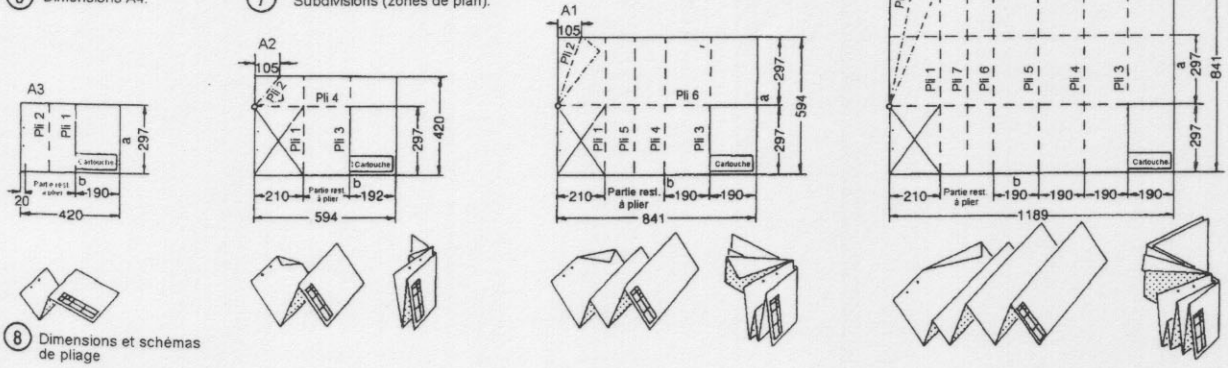
⑥ Dimensions A5.



Détail A4.

Division selon	Nombre de zones égales par format A0	A1	A2	A3	A4
a	16	12	8	8	4
b	12	8	6	6	4

⑦ Subdivisions (zones de plan).



⑧ Dimensions et schémas de pliage

Le **rangement des dessins** au bureau, sur le chantier, au cours des réunions, pour l'expédition et pour l'archivage est facilité pour l'architecte par la normalisation des dessins. Les dessins originaux ou les diazo-copies doivent correspondre aux formats de la série A (fig.1, 3 à 6).

La **distance a entre le cartouche** de légende et le bord du dessin est :

– pour les formats A0 à A3 : ..... 10 mm;
– pour les formats A4 à A6 : ..... 5 mm.

Une marge de 25 mm pour la reliure est autorisée pour les petits dessins, mais elle diminue la surface utile du format fini.

Exceptionellement des **formats étroits** peuvent être construits en assemblant l'un après l'autre des formats semblables ou voisins appartenant à la série de format utilisée.
Pour la série de format A, les dimensions utilisables à partir des largeurs habituelles des rouleaux, sont :

– pour les papiers à dessin
et les papiers transparents : ..... 1500, 1560 mm
(dont il faut déduire 250, 1250, 660, 900 mm) ;
– pour le papier photo-calque : ..... 650, 900,1 200 mm.

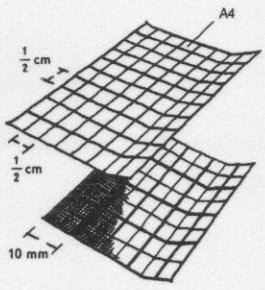
Une largeur de rouleau de 900 mm est nécessaire, si l'on veut obtenir tous les formats de dessin jusqu'au format A0 à partir d'une seule bande de papier.
Pour ranger les formats A4 dans un classeur, il faut plier les dessins comme sur la figure 8 :

1. le cartouche de légende doit être visible en haut et dans le bon sens ;
2. dans tous les cas, une plage de 21 cm de largeur (pli 1) doit être aménagée au début du pliage en s'aidant d'un calibre 21 x 29,7 posé de façon adéquate ;
3. on plie vers l'arrière un coin triangulaire du dessin (pli 2). Ainsi lorsque le dessin est complétement replié, seule la zone de la feuille en bas à gauche, marquée avec des points, est perforée ou agrafée ;
4. le dessin sera plié ensuite vers la gauche à partir du coté **a** d'une largeur appropriée supérieure à 18,5 cm, en utilisant un calibre 18,5 × 29,8 cm. La partie restante sera pliée par moitié pour réduire la dimension de cette partie et apporter ainsi la partie contenant le cartouche sur le haut de la pile. Les formats normalisés allongés doivent être pliés dans le sens conforme à la logique ;
5. la bande ainsi obtenue sera pliée enfin à partir du côté **b**.

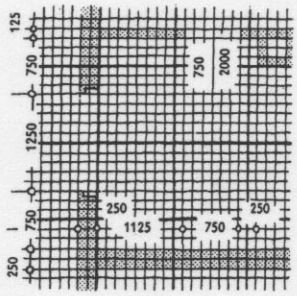
Pour renforcer le bord perforé ou broché, on peut coller un carton de format A5 = 14,8 × 21 cm sur le dos de la partie à perforer ou à brocher du dessin. En respectant les régles mentionnées ci-dessus, le pliage d'une feuille de n'importe quelle dimension est possible. Après déduction du pliage de 21 cm de large, si la dimension du dessin n'est pas divisible par 2, 4, 6, etc. , alors le surplus est à plier par le milieu.

DESSINER

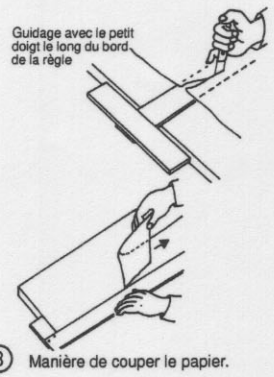
Le dessin est le langage du projeteur.
Sa dextérité graphique lui permet d'exposer clairement ses idées personnelles et les intentions de son client. Le dessin de construction est un moyen pour atteindre un but et non un but en soi comme pour un peintre.
Pour tracer à l'échelle un projet à main levée, les blocs à esquisses A4 avec papier quadrillé (carrés de 1/2 cm) sont bien adaptés. Pour des esquisses plus précises, il faut prendre du papier millimétrique avec des traits épais tous les centimètres, des traits moins épais tous les 1/2 centimètres et des traits fins tous les millimètres (fig. 1). Pour dessiner conformément aux normes et réaliser des esquisses suivant la trame mondiale de construction (fig. 2). Pour réaliser des esquisses avec des crayons tendres, on utilise du papier calque mince.
On peut aussi couper à partir d'un rouleau des feuilles dans les dimensions désirées. Les feuilles sont détachées avec un guide ou coupées avec le guide côté intérieur (fig. 3). Les dessins de construction avec crayon dur sur du papier à dessin clair, transparent, difficilement déchirable sont protégés par une bordure (fig. 4) et conservés dans un tiroir.
Fixer le papier à dessin sur une simple table à dessin (planche à dessin) en bois de tilleul ou de peuplier, avec des punaises à pointes régulières (fig. 5). Plier d'abord une marge (bande) de 2 cm de large à partir du bord de la feuille, ce qui constituera une marge pour le brochage. Lorsqu'on dessine, soulever un peu le té pour éviter les bavures ou l'effacement du dessin (pour cette même raison, dessiner du haut vers le bas).
Il est possible aussi de fixer le papier à dessin par des bandes de papier adhésif, à la place des punaises (fig. 6) (la planche à dessin peut être aussi dans ce cas en matière synthétique lisse).
Les «soi-disant» machines à dessiner, d'usage courant chez les ingénieurs, ont été peu à peu utilisées dans les bureaux d'architectes (fig. 6). En dehors de la règle en T ordinaire, il existe une règle spéciale qui permet de construire différents angles (procédé breveté). Elle est équipée de divisions octamétriques et centimétriques (fig. 7). Règle graduée pliante, règle graduée parallèle pour faire des hachures, règle pour diviser en segments (fig. 8).
Équerre à 45° avec divisions en millimètres et en grades (fig. 9).
Accessoires "de fortune" pour dessiner des courbes (fig. 10). Pistolets à dessin (fig. 11).



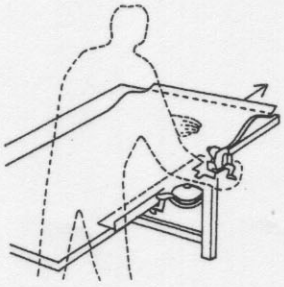
① Papier pour esquisses.



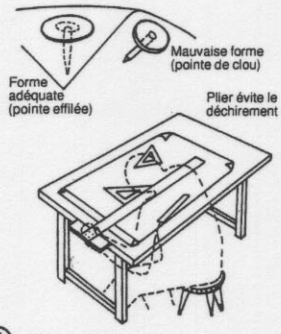
② Réalisation d'une esquisse (quadrillage international).



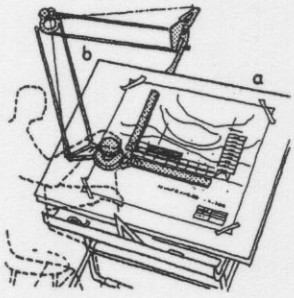
③ Manière de couper le papier.



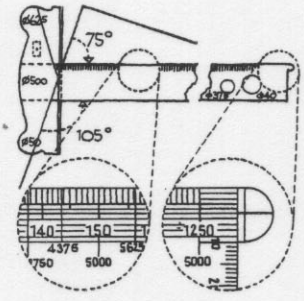
④ Pose d'une bordure avec un appareil à molettes.



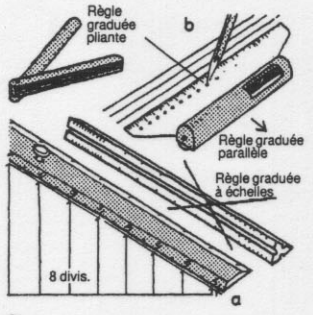
⑤ Planche à dessin.



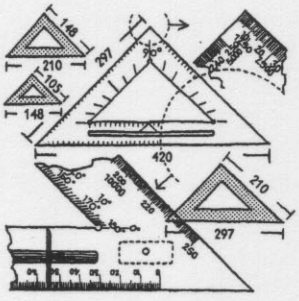
⑥ Machine à dessiner.



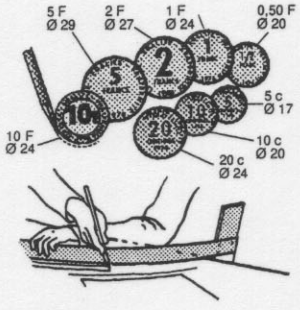
⑦ Règle (té) graduée.



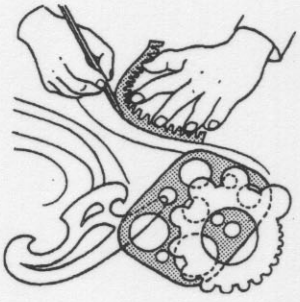
⑧ Instruments de dessin.



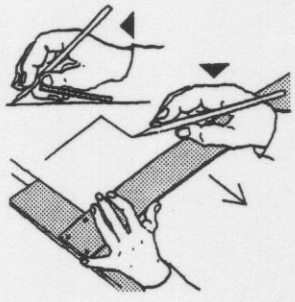
⑨ Équerres.



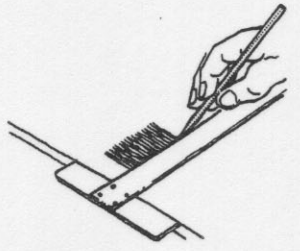
⑩ Accessoires de fortune.



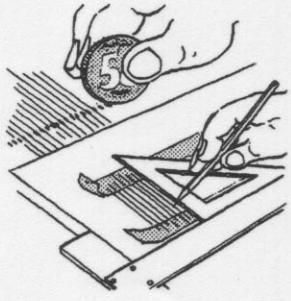
⑪ Gabarits pour courbes.



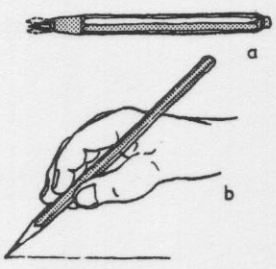
⑫ Astuces pour dessiner.



⑬ Autre astuce pour dessiner.



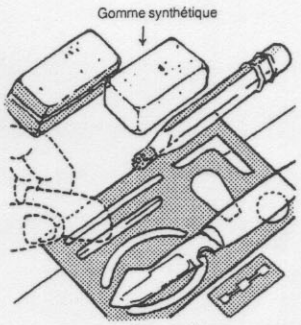
⑭ Astuces pour hachurer.



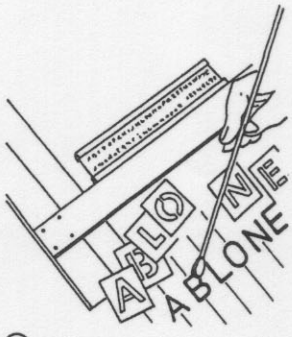
⑮ Position correcte des doigts.

DESSINER

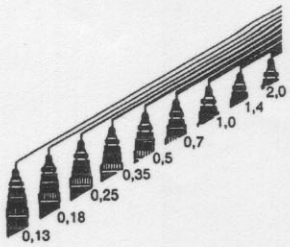
Les représentations graphiques rendent compréhensibles les intentions du projeteur, elles sont plus persuasives que des mots. La représentation graphique doit être construite de telle façon qu'elle corresponde à la réalité future. Des dessins isométriques peuvent remplacer des perspectives vues d'en haut quand elles sont dessinées à une échelle ≤ 1/500 (fig. 13). Des quadrillages en perspective conviennent aussi pour des représentations graphiques d'intérieur si les positions angulaires sont courantes (fig. 13). Il existe des astuces pour dessiner : on peut dessiner ainsi des figures rectangulaires de façon rapide et exacte en utilisant seulement une règle en T sans équerre (p.22). Une bonne tenue de la règle et une pratique suffisante sont nécessaires. Le partage d'une ligne en intervalles déterminés est facilité par l'utilisation appropriée en oblique d'une échelle centimétrique normale (p.22). Différents accessoires peuvent aider le dessinateur : stylomines appropriés adaptés à des mines à dessin de 2 mm de Ø de toutes duretés allant de 6B jusqu'à 9H (p.20), effaceur en fibre de verre, grattoir et aussi lame de rasoir pour effacer l'encre de Chine, gommes ne tachant pas pour effacer les traits à la mine de plomb. Des grilles pour gomme à effacer sont utilisées dans le cas de dessins avec beaucoup de lignes (fig. 1). On utilise les gabarits avec plumes à tube capillaire calibré, les stylos Graphos, Isograph, Rapidograph, etc. ou des pinceaux à bout plat pour tamponner les caractères dans les réservations des pochoirs (fig. 2) (bon pour ceux qui écrivent mal). On utilise des grilles normalisées pour caractères italiques ou verticaux (fig. 2 et 3).



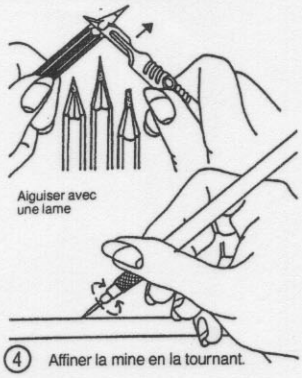
① Gomme à effacer, grille pour gomme à effacer, grattoir, etc.



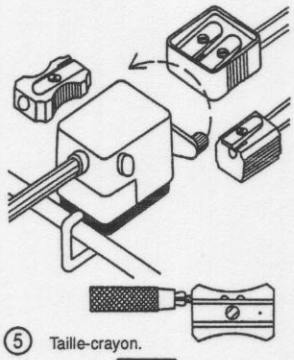
② Grilles et pochoirs pour caractères.



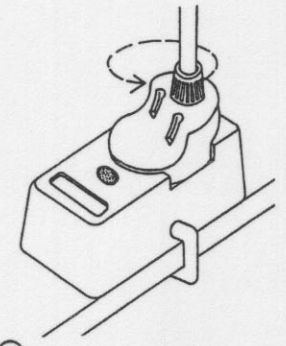
③ Stylo à pointe.



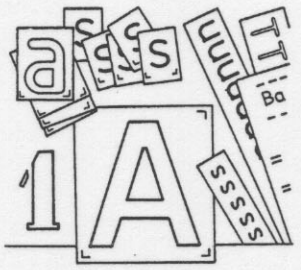
④ Affiner la mine en la tournant.



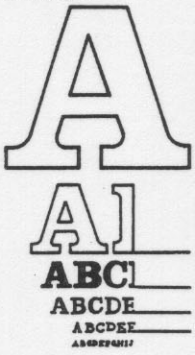
⑤ Taille-crayon.



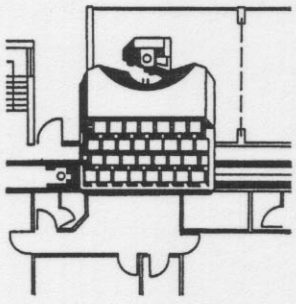
⑥ Taille-crayon automatique.



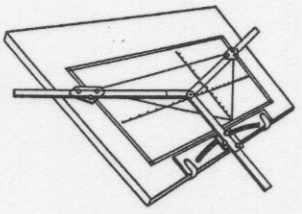
⑦ Lettres autocollantes.



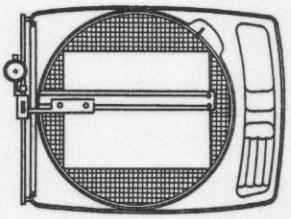
⑧ Les dimensions des caractères sont mesurées en points.



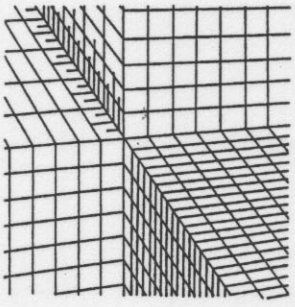
⑨ Machine pour écrire les légendes des dessins.



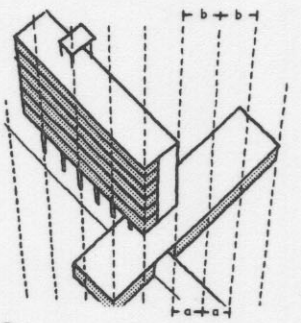
⑩ Appareil à trois bras pour dessiner en perspective.



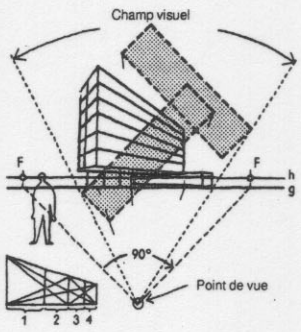
⑪ Planche à dessin ronde pour dessiner en perspective.



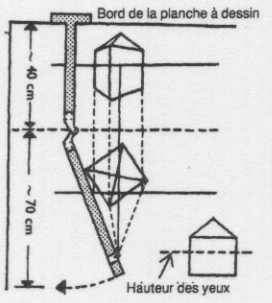
⑫ Gabarit à placer sous le calque pour dessiner en perspective.



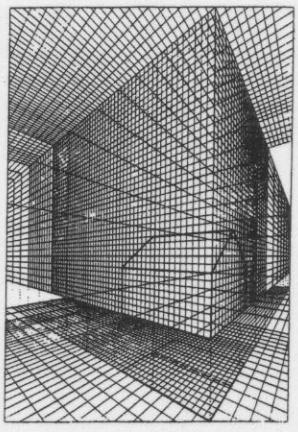
⑬ Dessin isométrique.



⑭ Méthode pour dessiner en perspective.



⑮ Appareil à dessiner en perspective.



⑯ Quadrillage pour dessins en perspective.

L'HOMME, BASE DE TOUTE MESURE

L'homme crée les objets qui lui sont utiles. Les dimensions de ces objets sont donc conformes à l'échelle humaine. Ainsi, autrefois, les membres de l'homme servaient de base à toutes les **unités de mesure**. Aujourd'hui encore, nous concevons mieux les dimensions d'un objet en comparant sa hauteur à celle de l'homme, en mesurant sa longueur sur une coudée, en disant qu'elle dépasse de tant de doigts, ou d'une tête une longueur donnée. Ce sont là des idées innées et des dimensions que nous avons, pour ainsi dire, dans le sang.

Le **système métrique** a mis fin à tout cela, mais nous devons pourtant essayer de nous faire une représentation aussi exacte et aussi vivante que possible des unités de ce système.

C'est ce que font les maîtres d'œuvre lorsqu'ils mesurent les pièces d'une demeure, afin d'avoir une base pour les dimensions de leurs plans de construction. Quiconque étudie l'art de bâtir devrait commencer par se représenter, par intuition si possible, les dimensions des pièces et des objets qui s'y trouvent, et s'y exercer longuement : alors chaque trait, chaque indication de dimensions évoquera pour lui l'image du mobilier, de la pièce ou de la construction à réaliser.

Nous concevons exactement la grandeur d'une chose lorsque nous voyons à côté d'elle un **homme**, en image ou en réalité. Il faut remarquer que, même aujourd'hui, nos revues techniques représentent les bâtiments ou les intérieurs sans personnages. On se fait souvent, d'après le dessin, une idée tout à fait fausse de la grandeur de ces bâtiments, et l'on est tout étonné de les voir, une fois réalisés, généralement beaucoup plus petits. C'est là une raison du manque de proportion fréquent entre les divers éléments des constructions : on est parti d'échelles différentes, au hasard, au lieu de prendre pour point de départ une échelle correcte.

Pour qu'il en soit autrement, il faut que l'on précise à **celui qui fait le projet** l'échelle humaine, et comment se sont développées les dimensions qu'on a pris l'habitude de copier servilement.

Il devra connaître d'après les membres de l'homme normal, quel est l'espace utile occupé par l'homme dans ses différentes positions et en mouvement.

Il devra connaître les dimensions des **outils**, des vêtements, etc., dont l'homme se sert, afin de pouvoir déterminer par là les dimensions convenables des meubles.

Il devra savoir quel **place** est nécessaire à l'homme entre ses meubles, dans la cuisine, dans la salle à manger, dans les bibliothèques, etc., pour disposer convenablement les objets qui doivent être à portée de sa main, sans gaspiller l'espace. Il devra connaître l'emplacement des **meubles** qui permettent à l'homme d'accomplir commodément ses fonctions dans le ménage, dans les affaires, à l'usine, ou encore de se reposer.

Enfin, il devra savoir quelles sont les dimensions minimales des **espaces** où il circule quotidiennement, tels que : chemin de fer, tramway, camion, etc. Il possède de ces espaces types une représentation précise. C'est à partir d'eux qu'il déduit, souvent inconsciemment, les dimensions d'autres lieux.

Mais l'homme n'est pas seulement un corps qui a besoin d'espace, le **côté esthétique** n'est pas moins important. De la manière dont un espace a été mesuré, partagé, peint, éclairé, rendu accessible et orienté, dépendra la façon dont il sera ressenti.

Me fondant sur toutes ces considérations, j'avais commencé à rassembler les données pouvant servir d'enseignement et de documentation. L'ouvrage qu'on va lire est bâti sur ces données. Il part de l'homme et donne les bases permettant de déterminer les dimensions des constructions et de leurs différentes parties. De nombreux problèmes fondamentaux y sont étudiés, développés, et pour la première fois, mis en rapport les uns avec les autres.

On a eu égard, le plus souvent, aux possibilités techniques actuelles.

La description est limitée au strict nécessaire et remplacée par l'image partout où cela a été possible.

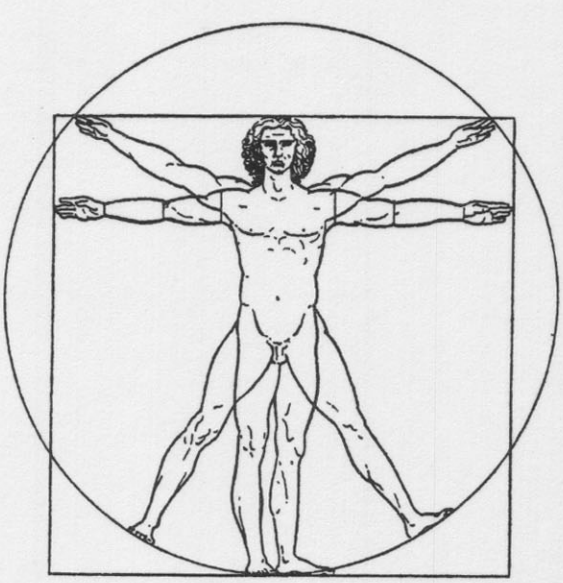
Ainsi le créateur de formes architecturales trouvera ici, réunies sous une forme rationnelle et frappante, les indications nécessaires pour les projets de construction qu'il devait jusqu'ici rechercher laborieusement dans d'innombrables ouvrages, ou retrouver en mesurant minutieusement les édifices construits par ses aînés.

J'ai en l'occurrence attaché du prix à ne donner que l'essentiel : les données et l'expérience fondamentales, et à ne présenter des constructions réalisées que dans la mesure où elles semblent nécessaires à titre d'exemple général.

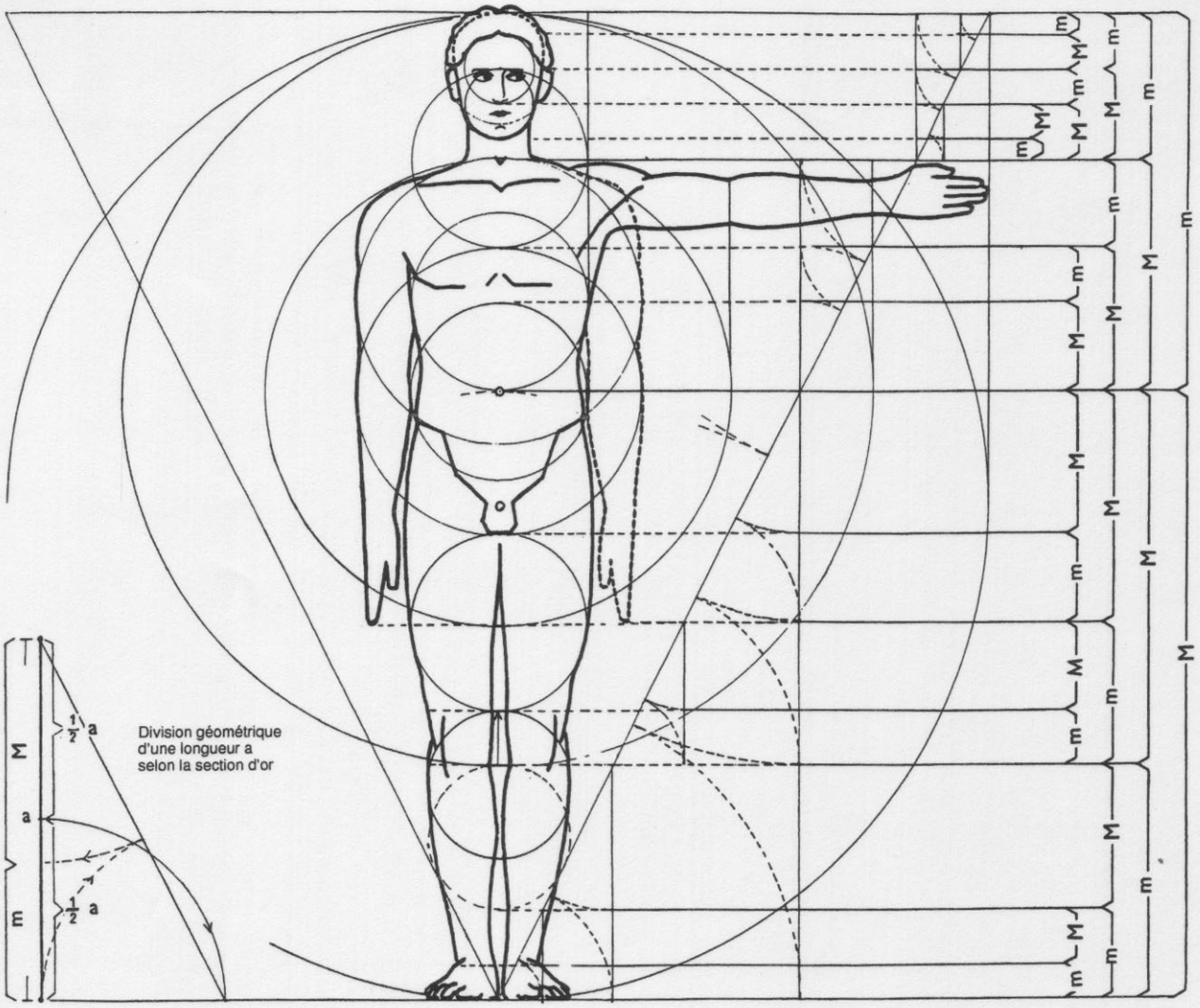
Dans l'ensemble, en dehors de normes déterminées, chaque problème est différent et chaque architecte devrait l'étudier, le prendre et le façonner différemment. Ce n'est qu'ainsi qu'il est possible de réaliser des progrès constants dans l'esprit de l'époque actuelle.

Les ensembles exécutés, en revanche, amènent beaucoup trop facilement à copier ou constituent, pour le moins, des points d'immobilisme dont l'architecte travaillant sur des questions semblables peut généralement se libérer difficilement. Mais, si l'on ne met dans les mains de l'architecte créateur, comme nous en avons l'intention ici, que les éléments, il est obligé de tisser le ruban intellectuel qui réunira tous les impératifs de chaque problème en une unité également intellectuelle.

Enfin, ces éléments ne sont pas puisés au hasard dans n'importe quels périodiques mais extraits systématiquement de la littérature, spécialisée en vue de présenter les données nécessaires aux différents problèmes de construction, ils ont été vérifiés sur des réalisations connues. Lorsque cela est nécessaire, ils ont été déterminés expérimentalement et sur modèles, toujours dans le but d'éviter au praticien toutes ces recherches de base. De la sorte, celui-ci pourra se consacrer avec suffisamment de temps et à loisir au côté architectural si important de son problème.



① Léonard de Vinci : canons de la proportion.



Proportions de l'homme

sur la base des calculs de A. Zeising

Le canon le plus anciennement connu des proportions de l'homme a été trouvé dans un tombeau des pyramides près de Memphis (env. 3000 ans avant J.-C.). Depuis cette époque au moins, savants et artistes s'efforcent de rechercher les proportions du corps humain. Nous connaissons le canon de l'empire des pharaons, celui de l'époque de Ptolémée, des Grecs et des Romains, le canon de Polyclète qui fut considéré comme norme pendant longtemps, les indications d'Alberti, de Léonard de Vinci, de Michel-Ange et l'œuvre universellement connue de Dürer. Les auteurs de tous ces travaux mesurent le corps humain en se servant des longueurs de la tête, du visage ou du pied, prises comme unités. Ces longueurs furent ensuite subdivisées et ramenées les unes aux autres, si bien qu'elles purent servir d'unité même dans la vie quotidienne : ainsi le pied et la coudée ont été employés comme unités de mesure jusqu'à notre époque.

Les directives de Dürer furent généralement adoptées. Il partit de la hauteur de l'homme et établit les subdivisions à l'aide des fractions suivantes :

1/2 h = tout le haut du corps depuis la naissance des jambes.

1/4 h = longueur des jambes depuis la cheville jusqu'au genou, longueur du corps depuis le menton jusqu'au nombril.

1/6 h = longueur des pieds.

1/8 h = longueur de la tête depuis le sommet jusqu'à la pointe du menton, distance entre pectoraux.

1/10 h = hauteur et largeur (y compris les oreilles) du visage, longueur des mains jusqu'au poignet.

1/12 h = largeur du visage à la hauteur de la base du nez, largeur des jambes (au-dessus de la cheville), etc.

Les subdivisions vont jusqu'à 1/40 h.

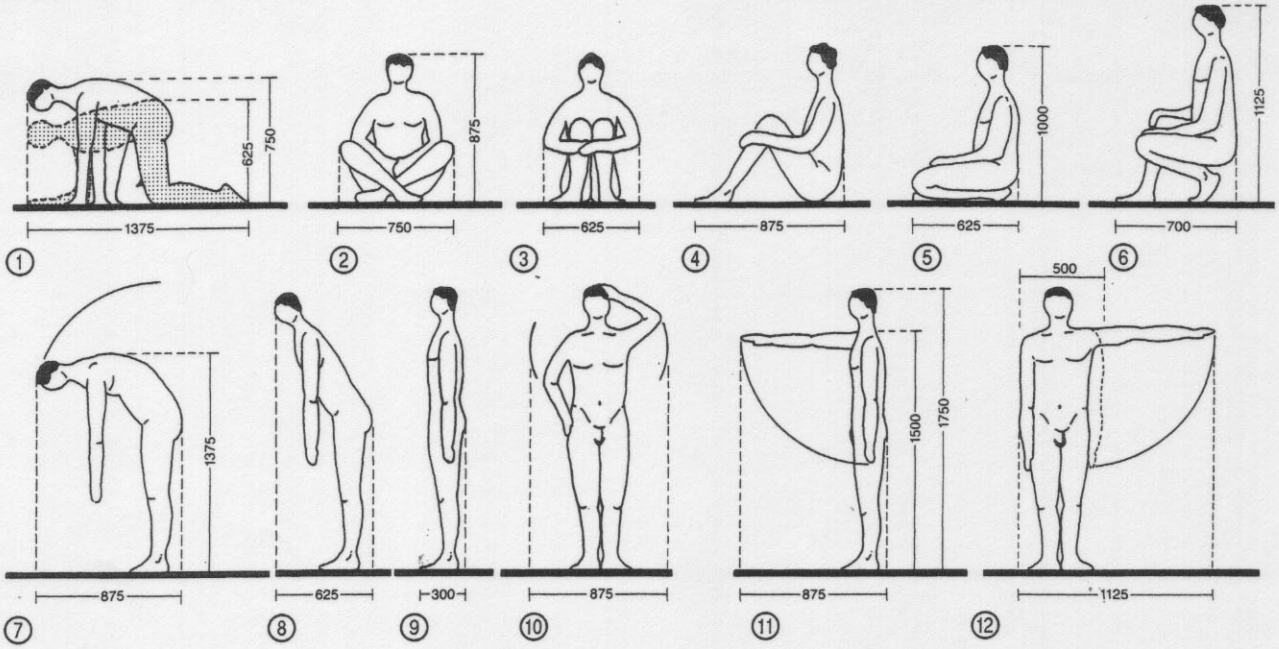
Au cours du siècle dernier, c'est surtout A. Zeising qui, par ses rechèrches sur les proportions de l'homme fondées sur la section d'or, par ses mesures d'une grande précision et par ses comparaisons, a contribué le plus à éclaircir la question. Son œuvre n'eut pas malheureusement tout le retentissement qu'elle méritait; ce n'est qu'au début de ce siècle que le technicien le plus compétent dans ce domaine, E. Moessel, démontra son importance et consacra définitivement par son système, les travaux de Zeising.

Le Corbusier utilisa à partir de 1945, pour tous ses projets, les proportions fondées sur la section d'or, sous la dénomination « Le Modulor ». Ses dimensions sont : hauteur de l'homme = 1,829 m; hauteur du nombril = 1,130 m, etc. (p. 37).

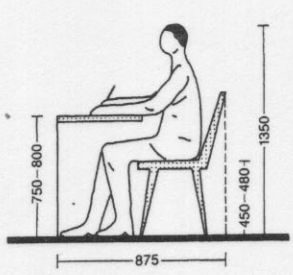
DIMENSIONS DU CORPS

DIMENSIONS ET PLACE NÉCESSAIRE

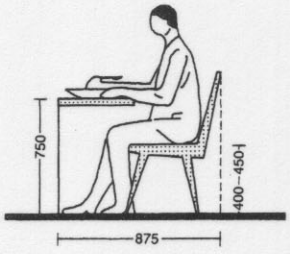
selon les mesures normalisées et les efforts fournis



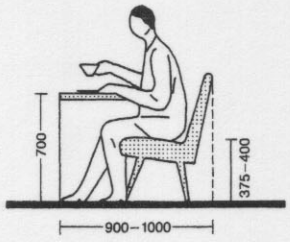
① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ⑪ ⑫



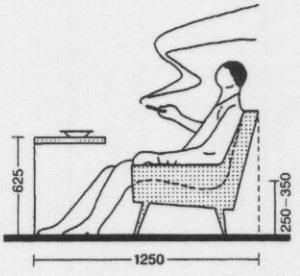
⑬ Dimensions à la table de travail.



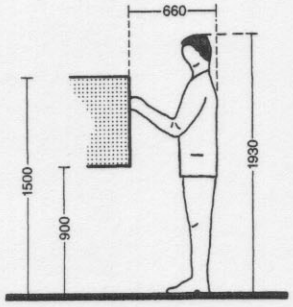
⑭ Dimensions sur une chaise normale et à table.



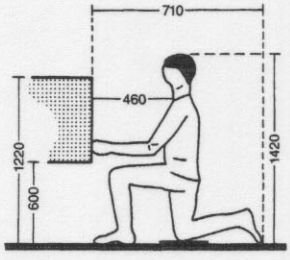
⑮ Dimensions sur un siège surbaissé devant une table à thé.



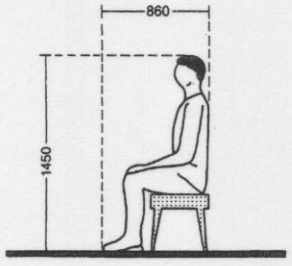
⑯ Dimensions sur un fauteuil rembourré.



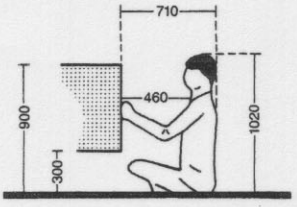
⑰ Position de travail debout.



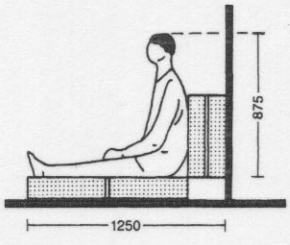
⑱ Position de travail à genoux.



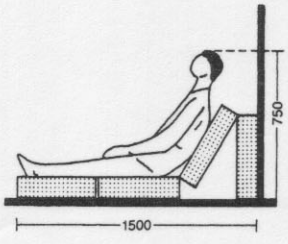
⑲ Position de travail assise.



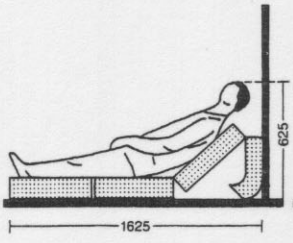
⑳ Position de travail accroupie.



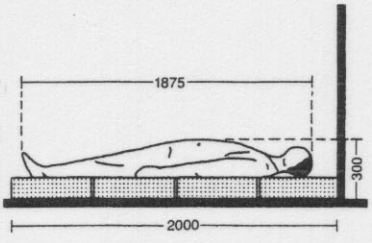
㉑



㉒



㉓

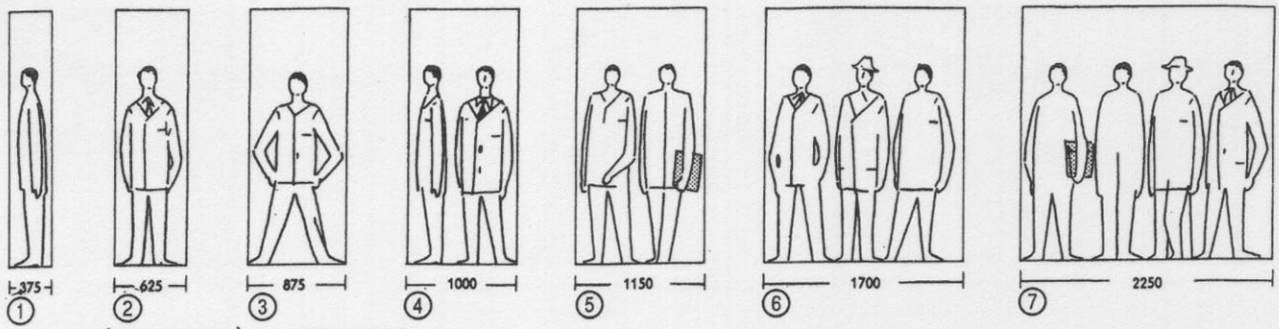


㉔

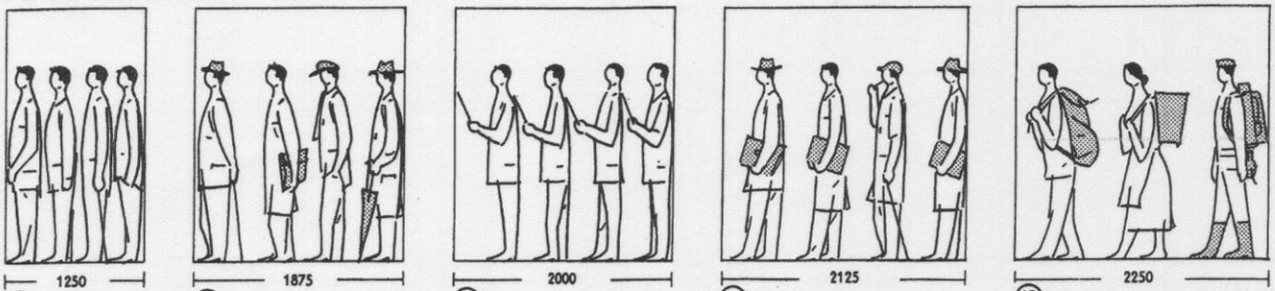
PLACE NÉCESSAIRE ENTRE LES MURS

pour les hommes en mouvement, marge de 10% en plus pour les largeurs

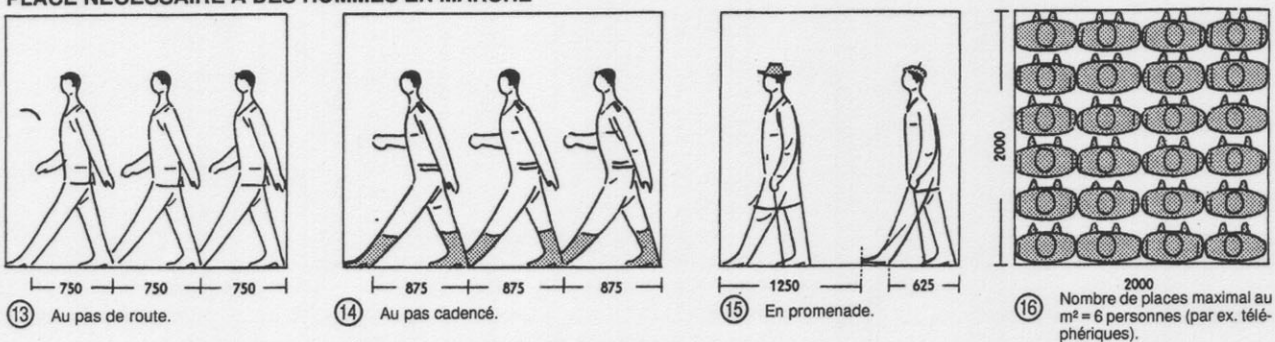
selon les mesures normalisées et les efforts fournis



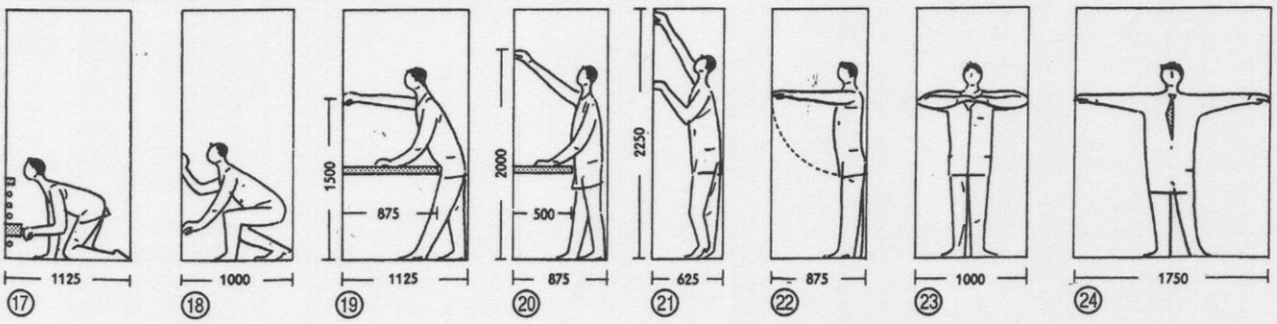
PLACE NÉCESSAIRE À DES GROUPES



PLACE NÉCESSAIRE À DES HOMMES EN MARCHE

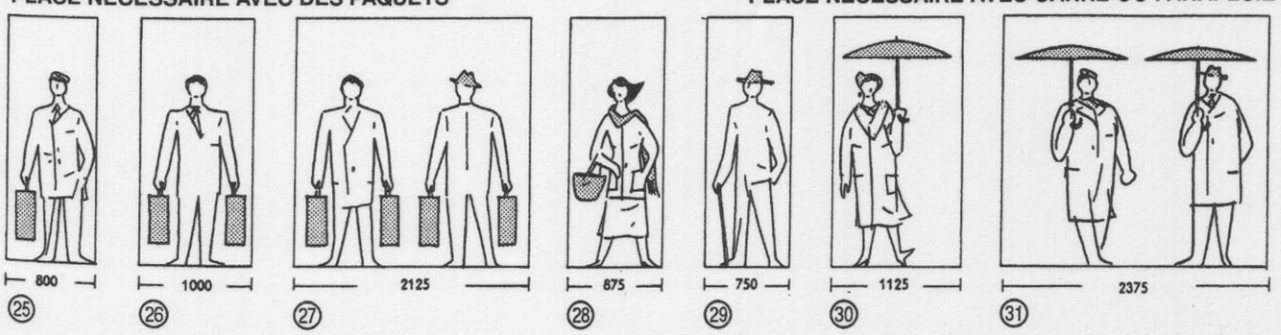


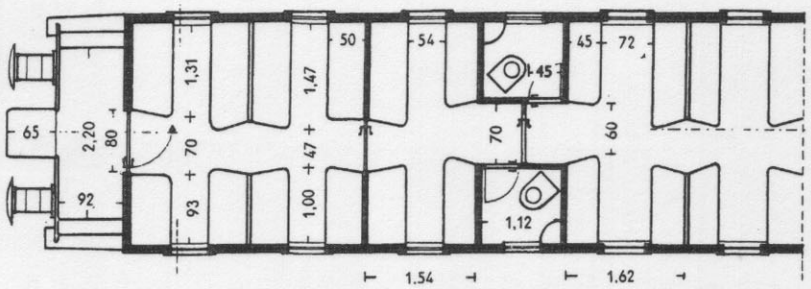
PLACE NÉCESSAIRE POUR DIFFÉRENTES POSITIONS DU CORPS

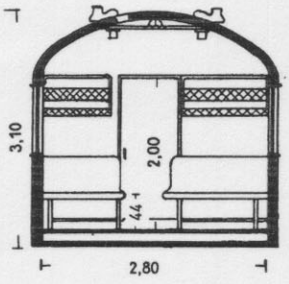


PLACE NÉCESSAIRE AVEC DES PAQUETS

PLACE NÉCESSAIRE AVEC CANNE OU PARAPLUIE



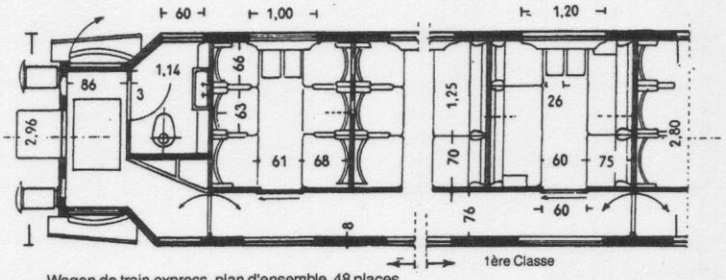




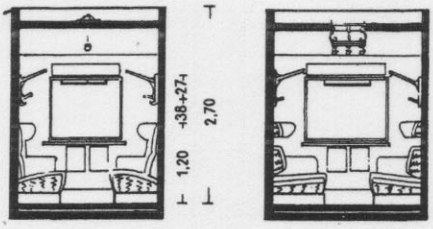
Wagons anciens et nouveaux comme exemple d'espace minimal nécessaire pour le transport des personnes.

① Wagon de voyageurs, plan d'ensemble. 68 places assises, 0,45 m par place. Longueur totale 19,66 m, longueur du compartiment 12,75 m, longueur d'un fourgon à bagages 12,62 m, hauteur de marche 28-30 cm.

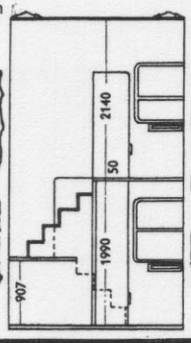
Coupe transversale (fig. 1).



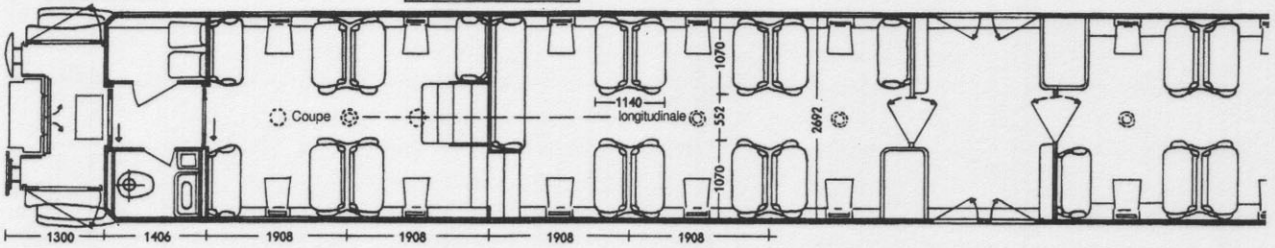
② Wagon de train express, plan d'ensemble. 48 places assises. Longueur totale 20,42 m, longueur d'un fourgon à bagages 18,38 m.



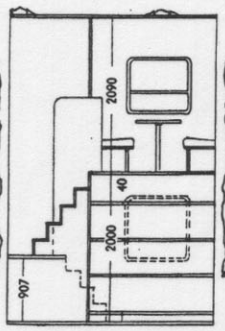
Coupe transversale (fig. 2).



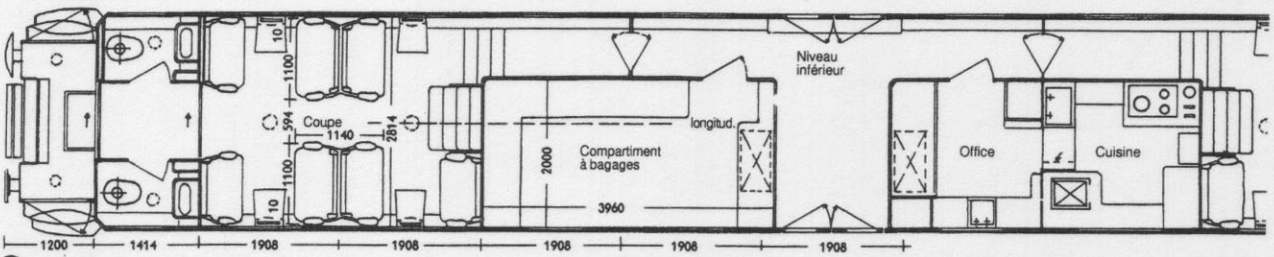
③ Niveau supérieur d'un wagon à quatre essieux et deux niveaux.



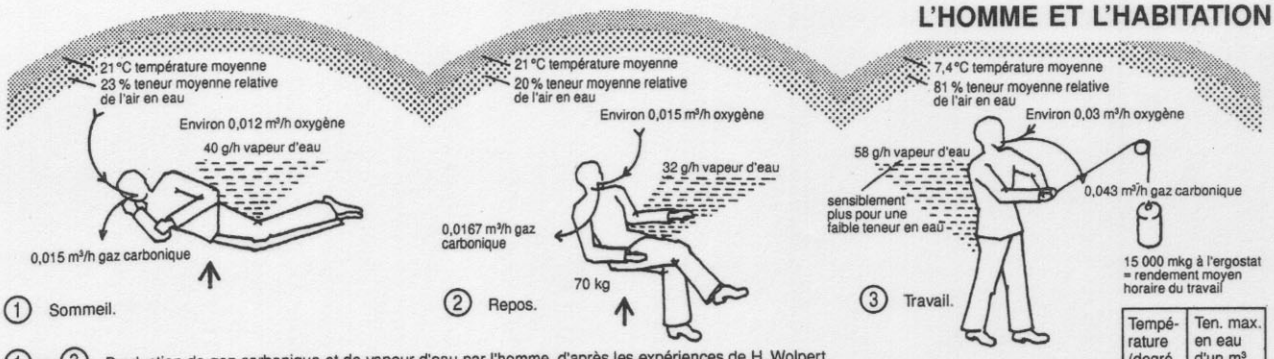
④ Niveau inférieur d'un wagon à quatre essieux et deux niveaux (100 places assises, 18 strapontins).



⑤ Niveau supérieur d'un wagon à quatre essieux et deux niveaux avec restaurant de 32 places assises.



⑥ Niveau inférieur d'un wagon à quatre essieux et deux niveaux avec compartiment restaurant et compartiment à bagages. 28 places assises, 2ème Classe.



① — ③ Production de gaz carbonique et de vapeur d'eau par l'homme, d'après les expériences de H. Wolpert.

L'habitation doit protéger l'homme contre les intempéries et lui procurer une ambiance dont dépendent non seulement son bien-être, mais aussi le rendement de son activité.

Ce qui exige l'absence de courants d'air, une atmosphère riche en oxygène, une bonne ventilation, une chaleur agréable, une humidité convenable de l'air et un éclairage adéquat.

Les facteurs les plus importants sont : la situation de l'habitation dans le paysage environnant, la disposition des pièces dans la maison et le type exact de construction.

Une maison bien isolée du froid par la nature de sa construction, avec des fenêtres suffisamment grandes, placées aux endroits convenables dans les pièces, permettant un ameublement pratique, une maison bien chauffée, bien aérée (sans courant d'air), voilà les premières conditions d'un bien-être durable.

Aération

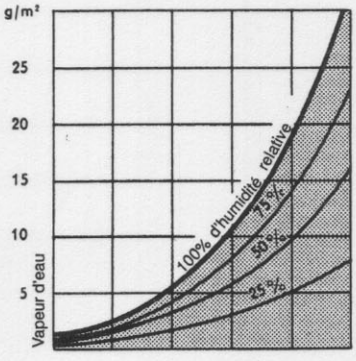
L'homme consomme de l'oxygène et rejette du gaz carbonique et de la vapeur d'eau. Les proportions diffèrent selon le poids, la nourriture, l'activité et l'ambiance ou se trouve l'individu (fig. 1 à 3). On compte en moyenne une production de 0,020 m³/heure de gaz carbonique et de 40 g/h de vapeur d'eau par personne (fig. 1 à 3).

Bien que la teneur en gaz carbonique de 1 a 3 ‰ ne soit perceptible que lorsque l'on respire profondément, l'air d'une chambre d'habitation ne doit contenir au maximum que 1 ‰ de ce gaz. Cela nécessite, dans les conditions normales, un volume d'air de 32 m³ pour un adulte et de 15 m³ pour un enfant. Mais comme, même les fenêtres fermées, la circulation normale de l'air dans les bâtiments isolés est jusqu'à deux fois plus importante, les volumes d'air suivants sont suffisants : 16 a 24 m³ pour les adultes (selon le genre de construction), 8 a 12 m³ pour les enfants ; ou encore, la hauteur de la pièce étant ≥ 2,5 m, la surface de la pièce sera de 6,4 à 9,6 m² par adulte et de 3,2 à 4,8 m² par enfant. Si la circulation d'air est encore plus importante (fenêtres ouvertes, ventilation par conduits d'air), le volume peut être réduit à 7,5 m³ par personne dans les chambres, à 10 m³ par lit dans les chambres à coucher. Lorsque l'air est vicié par des lampes brûlant à l'air libre ou par des émanations malodorantes, dans les hôpitaux ou dans les usines par exemple, ou lorsque l'espace est clos (comme dans une salle de théâtre) (p. 106-109), la ventilation artificielle doit suppléer à l'insuffisance d'oxygène et remédier à la surabondance de gaz carbonique.

Chaleur

La température la plus agréable est comprise entre 18 et 20 °C pour l'homme au repos, entre 15 et 18 °C pour l'homme au travail, selon son activité. L'homme peut être comparé à un poêle qui, chauffé par l'alimentation, produit environ 1,5 kcal/h/kg de son propre poids. Un adulte pesant 70 kg (fig. 1 à 3) produit ainsi toutes les heures 105 kcal, soit 2 520 kcal en une journée, ce qui serait suffisant pour chauffer 25 litres d'eau. La production de la chaleur varie selon la position (fig. 1 à 3). Elle croît lorsque la température ambiante baisse et aussi lorsque l'homme est en mouvement.

En chauffant la pièce, on doit commencer par chauffer les côtés les plus froids. Lorsque la température dépasse 70-80 °C, il se produit une décomposition dont les produits irritent les muqueuses, la bouche et le larynx, et qui provoque la sensation d'air trop sec. C'est pourquoi le chauffage par la vapeur et les poêles en fonte avec leurs surfaces fortement chauffées sont contre-indiqués pour les maisons d'habitation.



Hygrométrie

L'air d'une pièce est agréable quand la teneur relative en humidité est de 50 à 60 %, elle ne doit pas descendre en dessous de 40 % ni dépasser 70 %. La trop grande humidité de l'air favorise les germes de maladies, moisissures, pourriture, suintements (fig. 5).

La **production de vapeur d'eau** varie chez l'homme suivant les conditions (fig. 1 à 3). Elle crée une déperdition importante de chaleur chez l'homme et augmente avec l'élévation de la température de la pièce, surtout lorsque celle-ci dépasse 37 °C (température du sang) .

	Supportable pendant plus. heures (‰)	Supportable pendant 1/2 h à 1 h (‰)	Danger immédiat (‰)
Vapeurs d'iode	0,0005	0,003	
Vapeurs de chlore	0,001	0,004	0,05
Vapeur de brome	0,001	0,004	0,05
Acide chlorhydrique	0,01	0,05	1,5
Acide sulfureux		0,05	0,5
Acide sulfhydrique		0,2	0,6
Ammoniaque	0,1	0,3	3,5
Oxyde de carbone	0,2	0,5	2,0
Sulfure de carbone		1,5*	10,0*
Acide carbonique	10	80	300

* mg par litre, ailleurs cm³ par litre

④ Accumulation nuisible des gaz d'usine les plus importants, d'après Lehmann.

		La chaleur dépensée se répartit comme suit :
Nourrisson	env. 15	env. 1,9 % travail (marche)
Enfant de 2 ans 1/2	env. 40	env. 1,5 % chauffage des aliments
Adulte au repos	env. 96	env. 20,7 % évaporation de l'eau
Adulte travail moyen	env. 118	
Adulte travail dur	env. 140	env. 1,3 % respiration
Adulte âgé	env. 90	env. 30,8 % conductibilité
		env. 43,7 % rayonnement
		env. 75,8 % se rapportent ainsi au chauffage de l'air ambiant

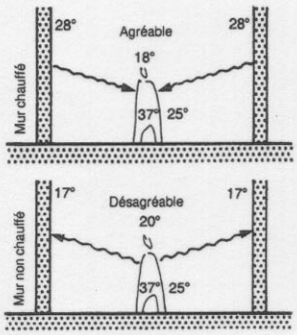
⑤ Dépense de chaleur chez l'homme, en kilocalories par heure, d'après Rubener.

Température (degré Celsius)	Ten. max. en eau d'un m³ d'air (g)
50	82,63
49	78,86
48	75,22
47	71,73
46	68,36
45	65,14
44	62,05
43	59,09
42	56,25
41	53,52
40	50,91
39	48,40
38	46,00
37	43,71
36	41,51
35	39,41
34	37,40
33	35,48
32	33,64
31	31,89
30	30,21
29	28,62
28	27,09
27	25,64
26	24,24
25	22,93
24	21,68
23	20,48
22	19,33
21	18,25
20	17,22
19	16,25
18	15,31
17	14,43
16	13,59
15	12,82
14	12,03
13	11,32
12	10,64
11	10,01
10	9,39
9	8,82
8	8,28
7	7,76
6	7,28
5	6,82
4	6,39
3	5,98
2	5,60
+ 1	5,23
0	4,89
− 1	4,55
2	4,22
3	3,92
4	3,64
5	3,37
6	3,13
7	2,90
8	2,69
9	2,49
10	2,31
11	2,14
12	1,98
13	1,83
14	1,70
15	1,58
16	1,46
17	1,35
18	1,25
19	1,15
20	1,05
21	0,95
22	0,86
23	0,78
24	0,71
25	0,64

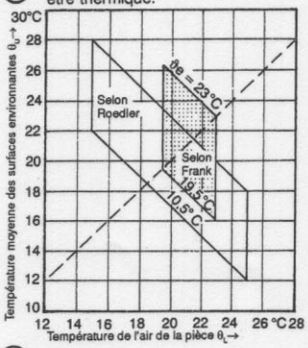
Teneur max. en eau d'un m³ d'air (en g).



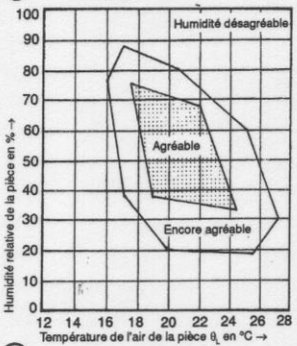
① Les facteurs dont dépend le bien-être thermique.



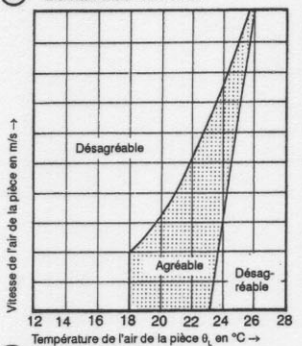
② Murs dégageant de la chaleur.



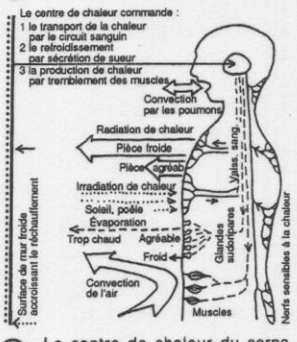
③ Domaine de bien-être.



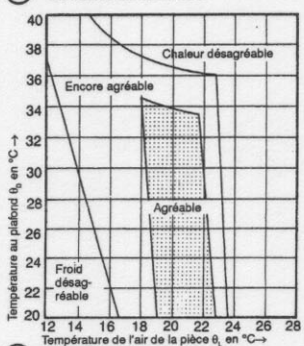
④ Domaine de bien-être.



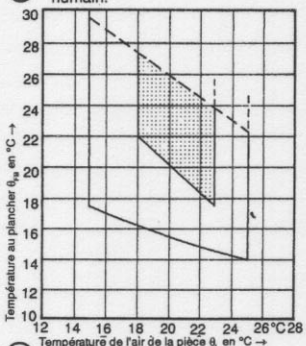
⑤ Domaine de bien-être.



⑥ Le centre de chaleur du corps humain.



⑦ Domaine de bien-être.



⑧ Domaine de bien-être.

Teneur en eau de l'air en g/kg	Qualité de l'air respiré	Sensation à la respiration
0 à 5	Très bon	Léger, frais
5 à 8	Bon	Normal
8 à 10	Satisfaisant	Encore supportable
10 à 20	De plus en plus mauvais	Pesant, lourd
20 à 25	Déjà dangereux	Chaud et humide
Supérieur à 25	Inapte	Insupportable
41	Teneur en eau de l'air respiré à 37°C (100 %)	
Supérieur à 41	Eau condensée dans les alvéoles pulmonaires	

D'après les formules recommandées par le Comité international des Poids et Mesures, la valeur numérique de la densité de l'air humide est donnée par l'équation

$$\rho = [\,3{,}4853 + 0{,}0144\,(x_{CO_2} - 0{,}04)\,] \times 10^{-3}\,\frac{p}{Z \times T}\,(1 - 0{,}378\,x_v)$$

Cette équation peut aussi se mettre sous la forme $\rho = (\rho_v + \varphi A)[1 + 0{,}041\,(x_{CO_2} - 0{,}04)]$

⑨ Taux d'humidité de l'air pour l'air respiré.

Commentaires sur l'ambiance climatique dans un espace clos

De même qu'il règne un climat à l'extérieur, il existe un climat à l'intérieur des locaux avec des valeurs mesurables concernant la pression atmosphérique, la température de l'air, la vitesse aérodynamique de l'air ainsi que « l'ensoleillement interne », c'est-à-dire la température de rayonnement. Il en résulte un climat intérieur agréable lorsqu'il existe une harmonie entre ces facteurs, ce qui profite à la capacité d'effort et à la santé de l'homme.

Le bien-être thermique s'installe quand une économie régulière de la chaleur corporelle trouve son équilibre, c'est-à-dire quand le corps arrive à régulariser la température avec un minimum d'efforts physiques (le bien-être s'installe). On se sent bien lorsque la diminution de chaleur du corps concorde effectivement avec la déperdition de chaleur de son environnement. Le flux thermique se produit de la surface chaude vers la surface froide.

Mesures de régulation de température prises par le corps

Production de chaleur : irrigation sanguine de la peau, accélération de la circulation sanguine, dilatation des vaisseaux sanguins, tremblements musculaires.
Diminution de chaleur : sécrétion de sueur.

Flux thermique entre le corps et son environnement

Flux thermique interne : du centre du corps vers la peau selon la circulation sanguine.
Flux thermique externe : transmission thermique par les pieds, convection thermique (vitesse de l'air, air de la pièce et différence de température entre les surfaces couvertes et découvertes du corps), flux de chaleur (différence de température entre la surface du corps et la surface des parties environnantes), évaporation et respiration (surface du corps, différence de pression de vapeur entre la peau et son environnement externe).

Notions sur les échanges de chaleur

Conduction thermique : transmission de chaleur par contact direct.
La conductibilité thermique du cuivre par exemple est élevée, celle de l'air est faible (matériaux d'isolation poreux). Convection = Transport de chaleur. L'air se réchauffe au contact avec un corps chaud (par exemple radiateur), monte, se refroidit au niveau du plafond et redescend. L'air circule et entraîne des poussières et des particules en suspension. Plus le vecteur de la chaleur (par exemple l'eau dans un radiateur) circule vite, plus rapide est l'écoulement de la circulation. Rayonnement de chaleur : les surfaces des corps chauds émettent un rayonnement qui dépend de la température de la surface. Il est proportionnel à la puissance 4 de la température absolue de la surface, c'est-à-dire qu'il est 16 fois plus grand quand la température double. La longueur d'onde du rayonnement change aussi avec la température. Elle est d'autant plus courte que la température de la surface rayonnante est plus grande. À partir de 500 °C, la chaleur devient visible en tant que lumière. Le rayonnement en dessous de la limite du visible s'appelle rayonnement thermique infrarouge. Il rayonne dans toutes les directions, traverse l'air sans le chauffer mais sera absorbé par les corps compacts, ou réfléchi. L'absorption du rayonnement échauffe ces corps compacts (y compris le corps humain). Cette absorption de la chaleur par le corps est pour des raisons physiologiques la plus agréable pour l'homme et aussi la plus saine (poêle de faïence). Climat agréable : février/mars, 2 200 m d'altitude, – 5 °C, air sans poussière et sec, ciel bleu foncé, soleil brillant sur la neige. Climat désagréable à haute température de radiation : plein été (zones tropicales), ciel couvert, température de l'air supérieure à 30 °C, grande ville avec air contenant des poussières, forte humidité et chaleur étouffante.

Température basse de rayonnement. Recommandations pour l'aménagement de l'ambiance climatique dans un espace clos.

Température de l'air et des surfaces environnantes.
Des températures de 20 à 24 °C sont agréables en été et de 21 °C (± 1 °C) en hiver. La température des surfaces environnantes ne devrait pas s'écarter de plus de 2 à 3 °C de la température de l'air. Une modification de la température de l'air peut, dans une certaine mesure, être équilibrée par une modification des températures de surface (diminution de la température de l'air - augmentation de la température des surfaces). Diagramme ! Une trop grande différence de température entraîne une circulation d'air trop importante. Il existe des surfaces critiques (limites) pour toutes les fenêtres. Il faut éviter les circulations importantes de chaleur au niveau du sol sur les pieds (température au sol supérieure à 17 °C). La sensation d'avoir chaud ou froid aux pieds est propre aux humains et n'est pas une qualité du sol. Un pied nu ressent la chaleur et le froid uniquement en fonction du revêtement du sol et de son épaisseur, un pied couvert les ressent en fonction du revêtement et de la température au sol. La température de surface du plafond dépend de la hauteur de la pièce. La température ressentie par l'homme résulte approximativement de la moyenne entre la température de l'air de la pièce et celle des surfaces environnantes.

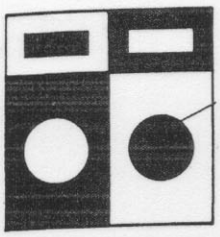
Air et circulation d'air. La circulation d'air sera ressentie comme un courant d'air qui provoque dans ce cas un refroidissement local du corps.

Température de l'air et humidité relative de l'air. Une humidité relative de l'air de 40 à 50 % est agréable. Des particules de poussière commencent à voler pour les faibles humidité (inférieures à 30 %).

Air frais et changement d'air. Une ventilation contrôlée est optimale. Elle est moins bonne quand elle est fortuite et (ou) permanente. La teneur en CO_2 de l'air doit être remplacée par de l'oxygène. Il ne faut pas dépasser une teneur volumique en CO_2 de 0,10 % . Pour cela il faut renouveler l'air 2 à 3 fois par heure dans les pièces d'habitation et les chambres. Le besoin en air frais de l'homme s'élève à environ 32 m³ / h.
Renouvellement d'air dans les pièces d'habit.: 0,8 fois le volume par pers. par heure.

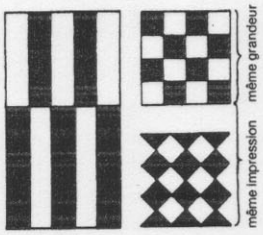
Teneur en eau absolue	Humidité relative de l'air	Température	Description
2 g/kg	50 %	0 °C	Beau jour d'hiver Climat pr soins des poumons
5 g/kg	100 %	4 °C	Bel automne tardif
5 g/kg	40 %	18 °C	Très bon climat pr les pièces
8 g/kg	50 %	21 °C	Bon climat pour les pièces
10 g/kg	70 %	20 °C	Climat des pièces trop humide
28 g/kg	100 %	30 °C	Forêt tropicale pluvieuse

⑩ Quelques valeurs d'humidité relative pour comparaison.

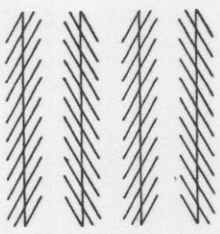


Un cercle noir apparaît, vu d'une certaine distance, environ un cinquième plus petit qu'un cercle blanc de même dimension.

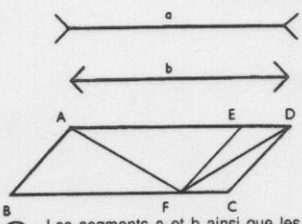
① Les surfaces et corps noirs paraissent plus petits que les corps blancs de même grandeur ; les hommes vêtus de noir paraissent plus sveltes, et vêtus de blanc plus gros qu'ils ne le sont en réalité. Cela est valable pour tous les éléments des constructions.



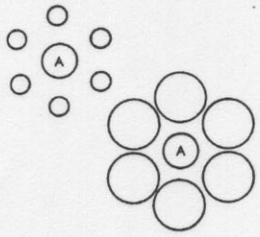
② Lorsque l'on a besoin d'une impression d'égalité entre les surfaces noires et blanches, ces dernières doivent être diminuées en conséquence. Une couleur claire à côté d'une couleur sombre fait apparaître celle-ci encore plus sombre.



③ Sur ce dessin, les lignes verticales, parallèles en réalité, apparaissent concourantes du fait des hachures obliques.



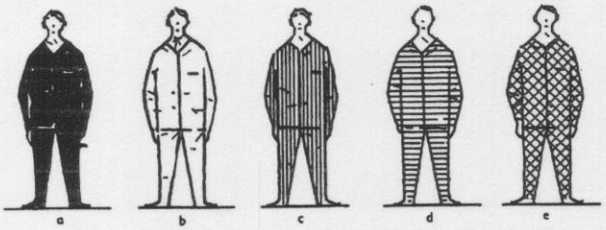
④ Les segments a et b ainsi que les segments A-F et F-D semblent inégaux, les premiers par suite de l'adjonction d'attributs minimes et les seconds par suite de leur incorporation dans des surfaces différentes.



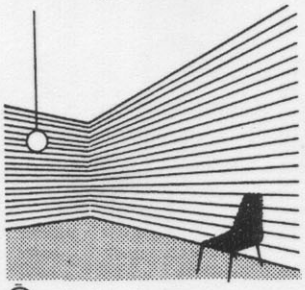
⑤ Les cercles au milieu des deux groupes de cercles paraissent de grandeurs différentes à l'œil, bien qu'ils aient le même diamètre (grandeur relative).



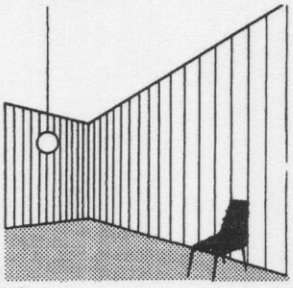
⑥ Deux personnages de la même grandeur dessinés dans une perspective semblent de taille différente s'ils ne suivent pas les règles de la perspective.



⑦ La couleur et les dispositions du tissu des vêtements modifient l'apparence de l'homme. Le noir amincit (a) car il absorbe la lumière. Le blanc grossit (b) car il la diffuse. Les rayures verticales allongent (c), les rayures horizontales élargissent, les quadrillages allongent et élargissent (e).

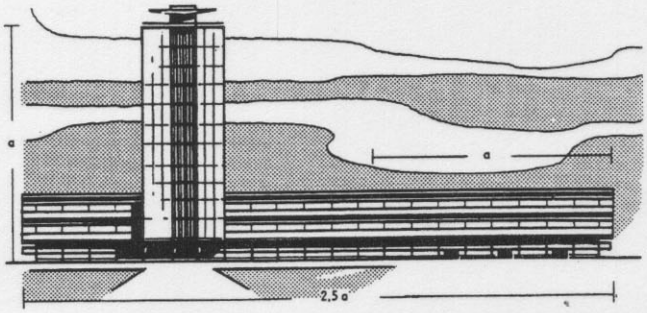


⑧ Effet dynamique.

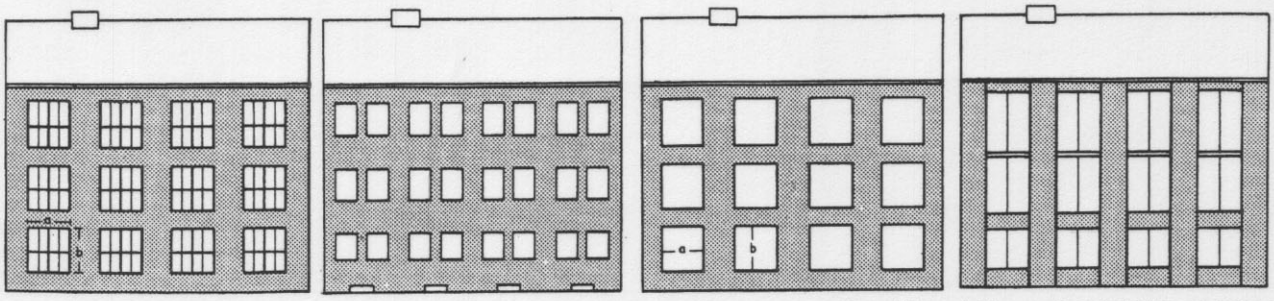


⑨ Effet statique.

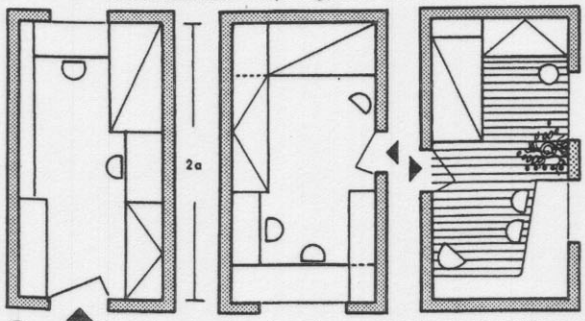
Des pièces et coins égaux semblent non seulement de taille inégale mais encore donnent une impression différente lorsqu'ils sont subdivisés différemment.



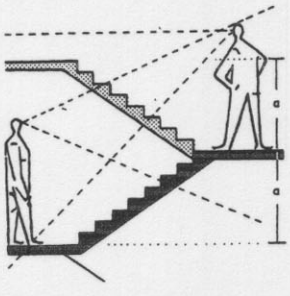
⑩ Dans les éléments verticaux, les dimensions semblent à l'œil faire plus d'effet que les mêmes dimensions dans les éléments horizontaux.



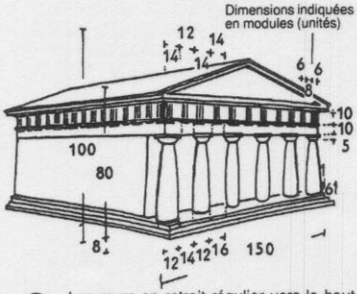
⑪ — ⑭ La structure architectonique (vert., horiz. ou mixte) mise à part (fig. 10), le rapport des échelles se trouve déjà modifié par celui des ouvertures des fenêtres aux surfaces de mur restantes, bien que la grandeur des bâtiments et la hauteur des étages soient les mêmes (la disposition des petits bois peut y contribuer d'une manière décisive).



⑮ — ⑰ Des pièces de même dimension peuvent avoir un aspect totalement différent du fait de la disposition des fenêtres, des portes et du mobilier. L'une (fig. 15) a l'aspect d'un boyau, l'autre (fig. 16) semble plus courte par suite de la disposition transversale du lit et de la table de travail devant la fenêtre. La situation des fenêtres sur le grand côté (fig. 17) et le mobilier correspondant font paraître cette pièce plus large que profonde.

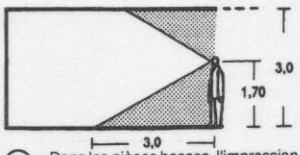


⑱ Par la seule situation du point de vue, un bâtiment semble plus haut vu d'en haut que d'en bas. Il s'y ajoute, si l'on regarde vers le bas, un sentiment d'insécurité qui fait tout paraître plus haut que depuis une situation assurée, le regard tourné vers le haut.

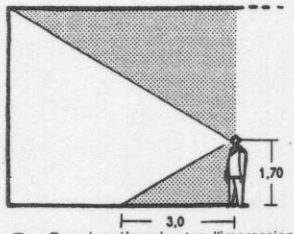


⑲ Les murs en retrait régulier vers le haut apparaissent verticaux, les marches, corniches et bandeaux incurvés vers le haut apparaissent horizontaux.

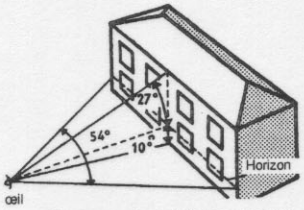
MESURE DES OBJETS TELS QU'ILS APPARAISSENT



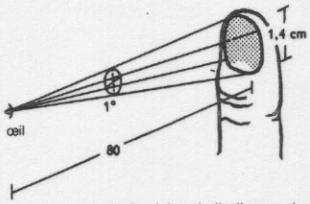
① Dans les pièces basses, l'impression de l'espace est ressentie d'un seul coupe d'œil (image embrassée).



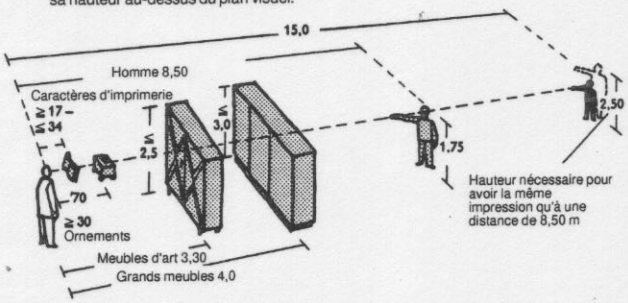
② Dans les pièces hautes, l'impression de l'espace est ressentie par l'œil en parcourant cet espace de bas en haut (image parcourue).



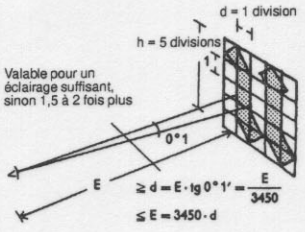
③ Le champ visuel de l'homme, la tête immobile mais l'œil mobile, mesure 54° en largeur, 27° au-dessus du plan des yeux et 10° en-dessous. La distance minimale pour avoir une vue complète du bâtiment, égale la largeur du bâtiment ou le double de sa hauteur au-dessus du plan visuel.



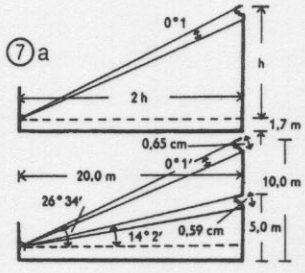
④ Le champ de vision de l'œil normal immobile embrasse une circonférence déterminée par 1°, c'est-à-dire approximativement la surface de l'ongle du pouce de la main allongée.



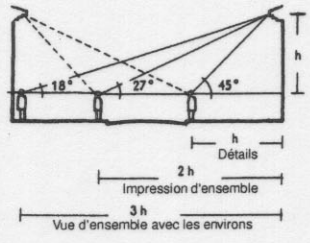
⑤ L'œil ne voit exactement les différences que dans une circonférence de 0°1' = champ de lecture, ce qui conditionne l'éloignement limite du détail à discerner. Cet éloignement E doit être inférieur au détail(d) / tan 0°1' = d/ 0,000 291 soit la grandeur du détail d ≥ E x tan 0°1'.



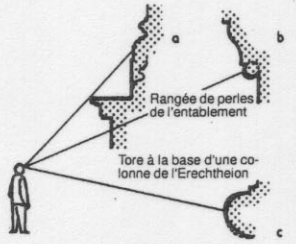
⑥ Si une inscription doit encore être lisible à une distance de 700 m par exemple, la largeur des caractères (d'après fig. 5) doit être ≥ 700 x 0,000 291 = 0,203 m; la hauteur normale h est en général cinq fois plus grande que d = 5 x 0,203 = 1,015.



⑦ La dimension des détails de bâtiments discernables se calcule facilement d'après (fig. 6), une fois que la distance normale des structures à l'œil est calculée par trigonométrie.



⑧ Pour la largeur des rues qui doit donner lieu à la fois à une vue d'ensemble et à l'appréciation des détails, on doit prendre en considération les distances ci-dessus.



⑨ Les parties des bâtiments situées au-dessus des saillies, pour être vues, doivent être suffisamment hautes (voir a). Les différentes parties de la corniche peuvent, par déformation, présenter à l'œil une surface plus grande (voir b et c).

On divise l'activité de l'œil en vision et en appréciation. La vision sert d'abord à notre sécurité corporelle, l'appréciation commence où la vision cesse; elle conduit à la jouissance des « images » trouvées par la vision. Suivant que l'œil reste immobile sur l'objet ou le parcourt, on distingue l'image embrassée (d'un coup d'œil) et l'image parcourue. L'image embrassée se présente dans une surface sensiblement circulaire dont le diamètre est égal à la distance de l'œil à l'objet. À l'intérieur de ce «champ visuel» les objets apparaissent à l'œil «d'un seul coup d'œil» (fig. 3).

L'image embrassée idéale est équilibrée. L'équilibre est la première qualité de la beauté architectonique.

Des physiologues sont en train d'élaborer la théorie d'un sixième sens, sens d'équilibre ou sens statique, qui serait à la base de nos perceptions esthétiques du fait que nous trouvons belles les choses et les rapports symétriques, harmoniques (p.34-37) ou équilibrés.

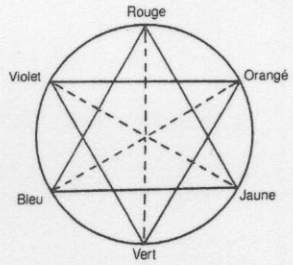
En dehors de ce cadre, l'œil reçoit ses impressions par l'image parcourue. L'œil qui parcourt l'objet reçoit ses impulsions de mouvement le long des résistances qu'il rencontre en largeur ou en profondeur. Il ressent de telles résistances se répétant à des distances égales ou périodiques comme une mesure ou un rythme qui exercent un charme semblable à celui que l'oreille ressent de la musique (« architecture, musique gelée »).

Dans un espace fermé, la sensation est également causée par l'image embrassée ou l'image parcourue (fig. 1 et 2). Une pièce dont nous reconnaissons la limite supérieure (plafond) dans l'image embrassée donne une sensation de sûreté, mais aussi, dans les pièces en longueur, une impression d'oppression. Pour les plafonds hauts que l'œil ne perçoit qu'après un mouvement vers le haut, la pièce semble illimitée et grandiose, sous réserve que les distances des murs, et par conséquent les proportions générales, aillent de pair.

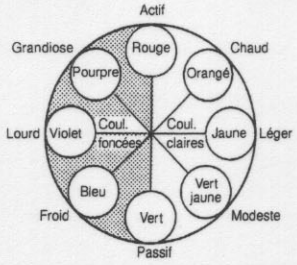
Il faut remarquer en l'occurrence que l'œil subit des illusions d'optique. Il évalue mieux les largeurs que les profondeurs ou les hauteurs; ces dernières semblent toujours plus grandes qu'en réalité. C'est ainsi que, comme l'on sait, une tour apparaît toujours beaucoup plus élevée vue d'en haut que vue d'en bas (p.31, figures 10 et 18). Les arêtes verticales donnent l'impression de surplomber et les arêtes horizontales, celle d'être incurvées au milieu (p. 31 figure 10 et p.31, figures 1 et 9).

Il faut en tenir compte, sans tomber pourtant dans l'excès inverse (style baroque), p. ex. en augmentant l'illusion de perspective par la fuite oblique des fenêtres et des chambranles (cathédrale de St-Pierre à Rome), ou même par des chambranles, voûtes, etc., peintes en perspective. Le facteur principal pour le calcul des dimensions est la grandeur du champ visuel (fig. 3), éventuellement du champ de vision distancée (fig. 4), et, pour le discernement exact des détails, la grandeur du champ de lecture (fig. 5 et 6).

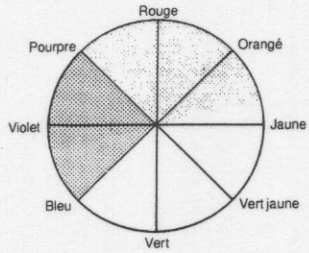
L'éloignement pour ce dernier détermine la grandeur du détail à discerner. Les Grecs se sont appuyés précisément sur ce fait ; ils ont déterminé ainsi, à différentes hauteurs, les dimensions des moindres moulures sous les frontons des temples, de façon que, pour un éloignement de 27° (fig. 7a) ils remplissent un champ de lecture de 0°1' (fig. 7) comme l'a montré Maertens; voir à ce sujet les figures 3 à 9 qui s'inspirent de son livre. De là se déduisent aussi les distances du livre au lecteur (variables suivant la grosseur des caractères), de l'acteur au spectateur, etc.



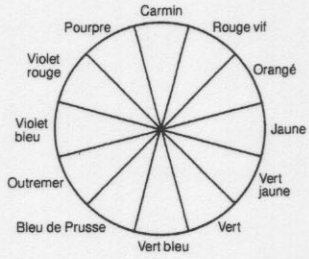
① Le cercle naturel des couleurs (d'après Gœthe) : triangle rouge, bleu, jaune : couleurs fondamentales dont le mélange donne théoriquement toutes les couleurs ; triangle opposé : vert, orange, violet = couleurs mélangées de première classe résultant du mélange des couleurs fondamentales.



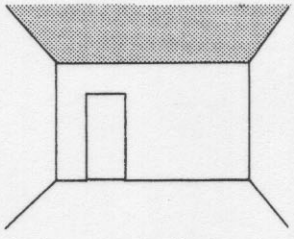
② Couleurs foncées et claires et leur action sur l'homme.



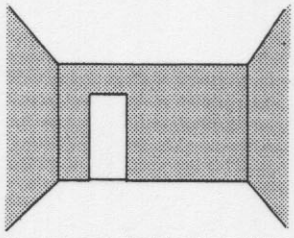
③ Couleurs légères et couleurs lourdes (à ne pas confondre avec les couleurs foncées et les couleurs claires (fig. 2), car à côté de l'élément foncé, l'élément rouge naturel est aussi décisif sur le sentiment de lourdeur).



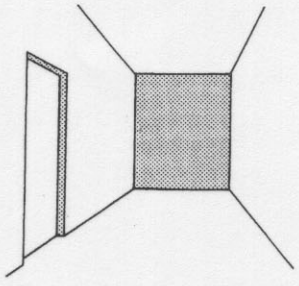
④ Le cercle des douze couleurs.



⑤ Les couleurs foncées donnent une impression de lourdeur. Les pièces ont un aspect plus bas lorsque les plafonds sont foncés.



⑥ Les couleurs claires donnent une impression de légèreté. Les pièces semblent plus hautes lorsque les murs foncés se détachent sur les plafonds plus clairs.



⑦ Les pièces longues semblent plus courtes quand les murs transversaux les limitant ressortent fortement.



⑧ Le blanc en tant que couleur directrice, par exemple dans les entreprises, laboratoires, etc.

Les couleurs sont des forces qui agissent sur l'homme et engendrent la sensation de bien-être ou de malaise, l'activité ou la passivité. Dans les entreprises, bureaux ou écoles, la coloration peut augmenter ou réduire le rendement, dans les cliniques, elle peut hâter la convalescence des malades. L'influence de la couleur est **indirecte** par son action physiologique propre à élargir ou à rétrécir le pièces et ainsi, par l'intermédiaire de l'action d'espace, d'oppresser ou de libérer (figures 5 et 7). Elle est également **directe** par les forces actives (impulsions) émises par les diverses couleurs (figures 2 et 3). L'orange a la plus grande force d'impulsion ; elle est suivie par le jaune, le rouge, le vert et le pourpre. Le bleu, le bleu vert et le violet (couleurs froides et passives) ont la plus faible force d'impulsion.

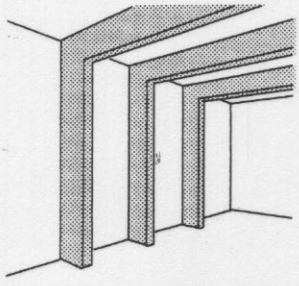
Les couleurs riches en impulsions ne conviennent que pour les petites surfaces et les couleurs pauvres en impulsions au contraire pour les grandes surfaces. Les couleurs chaudes augmentent l'activité, stimulent et, dans certaines circonstances, excitent. Les couleurs froides rendent passif, calment ou modifient l'intimité. Le vert détend les nerfs. L'action des couleurs dépend en outre de la clarté et du lieu où elle s'exerce.

Les couleurs chaudes et claires, agissant du haut, stimulent l'esprit ; de côté, réchauffent et rapprochent ; du bas, allègent et soulèvent.

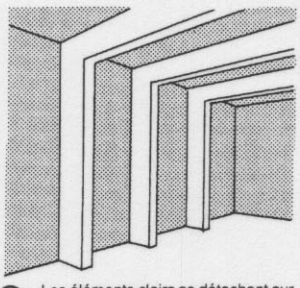
Les couleurs chaudes et sombres, agissant du haut, isolent, donnent de la majesté ; du côté, enveloppent ; du bas, assurent la marche et la préhension.

Les couleurs froides et claires, agissant du haut, illuminent et détendent ; du côté, dirigent ; du bas, rendent lisse et incitent à courir.

Les couleurs froides et sombres, agissant du haut, donnent une sensation de menace ; de côté, une sensation de froid et de tristesse ; du bas, une sensation de lourdeur et d'attirance. Le blanc est la couleur de la pureté, de la propreté et de l'ordre absolus. Dans la structure colorée des pièces, le blanc joue un rôle important pour séparer les autres groupes de couleurs les uns des autres pour les neutraliser et, de ce fait, en éclairant, animer et subdiviser. En tant que couleur d'ordre, le blanc est utilisé pour signaler les surfaces, délimiter les magasins et dépôts, tracer les lignes de démarcation et de signalisation routière (fig. 8).



⑨ Les éléments foncés se détachant devant des murs plus clairs donnent une impression de force.



⑩ Les éléments clairs se détachant sur un fond foncé donnent une impression plus légère, surtout lorsqu'ils sont apparemment surdimensionnés.

Clarté des surfaces

Valeurs entre le blanc théorique (100 %) et le noir absolu (0 %)

Papier blanc	84	Brun clair	env. 25	Bleu turquoise pur	15	Plaque de Solnofen	env. 50
Blanc de chaux	80	Beige pur	env. 25	Vert gazon	env. 20	Couleur pierre moyenne	35
Jaune citron	70	Brun moyen	env. 15	Vert tilleul, pastel	env. 50	Asphalte sec	env. 20
Crème	env. 70	Rose saumon	env. 40	Gris argent	env. 35	Asphalte mouillé	env. 5
Ivoire	env. 70	Rouge écarlate	16	Gris crépi à la chaux	env. 42	Chêne foncé	env. 18
Jaune or, pur	60	Vermillon	20	Gris béton sec	env. 32	Chêne clair	env. 33
Jaune paille	60	Carmin	10	Bois de construction	env. 38	Noyer	env. 18
Ocre clair	env. 60	Violet profond	env. 5	Brique jaune	env. 32	Pin clair	env. 50
Jaune de chrome pur	50	Bleu clair	40-50	Brique rouge	env. 18	Feuille d'aluminium	83
Orangé pur	25-30	Bleu ciel profond	30	Brique hollandaise foncée	env. 10	Tôle d'acier galvanisé	16

PROPORTIONS

MESURES DE BASE

Il existe depuis l'antiquité des conventions concernant les dimensions pour la construction. Des indications précises et essentielles remontent au temps de Pythagore. Pythagore partait du principe que les rapports numériques relatifs à l'acoustique devaient être aussi visuellement harmonieux. De là est issu le rectangle de Pythagore (fig. 1) qui implique toutes les proportions d'intervalles harmonieuses (rapports harmonieux) et qui exclut aussi les deux rapports non harmonieux : seconde et septième.

Les dimensions des pièces doivent être déduites de ces proportions de nombres. Les équations de Pythagore, ou selon le cas de Diophante, donnent des groupes de nombres (figures 2, 3 et 4) qui doivent être utilisés pour la largeur, la hauteur et la longueur des pièces. Ces groupes de nombres peuvent être calculés avec la relation $a^2 + b^2 = c^2$:

$a^2 + b^2 = c^2$

$a = m\,(y^2 - x^2)$

$b = m.\,2.\,x.\,y$

$c = m\,(y^2 + x^2)$

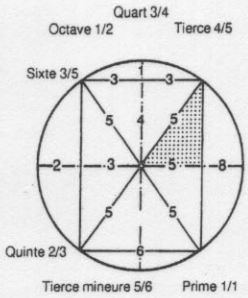
De là, on tire : x et y : chiffres entiers

x plus petit que y

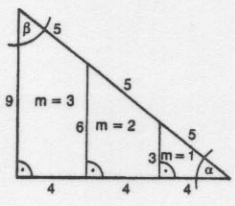
m : fact. de multiplication, ou selon le cas, de division

Les formes géométriques citées par Platon et Vitruve sont aussi d'une importance primordiale : le cercle, le triangle (fig. 5) et le carré (fig. 6) à partir desquels on peut tracer des lignes polygonales. D'autres lignes polygonales (par exemple à 7 côtés (fig. 9) ou à 9 côtés (fig. 10)) peuvent être construites, mais seulement de façon approximative ou par superposition. Ainsi on peut construire un polygone à 15 côtés (pentadécagone) (fig. 8) par superposition d'un triangle équilatéral et d'un pentagone. Le pentagone (fig. 7) ou pentagramme (pentacle) a, de la même manière que le décagone qui en provient, une relation naturelle avec la « section d'or » (p.37, figures 11 et 12). Mais ses proportions spéciales ont été rarement utilisées jadis.

Les lignes polygonales sont nécessaires pour les projets et la construction de bâtiments dits « ronds ». Pour la détermination des grandeurs les plus importantes : rayon, corde et hauteur du triangle (p.35-36, figures 13 et 14).



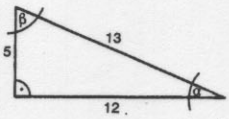
① Le rectangle de Pythagore inclut toutes les proportions d'intervalle et exclut les disharmonieuses : deuxième et septième.



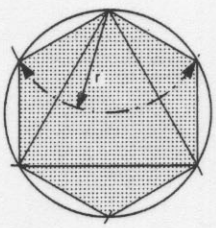
② Triangle de Pythagore.

α	a	b	c	β	m	x	y
36°87'	3	4	5	53°13'	1	1	2
22°62'	5	12	13	67°38'	1	2	3
16°26'	7	24	25	73°74'	1	3	4
28°07'	8	15	17	61°93'	0,5	3	5
12°68'	9	40	41	77°32'	1	4	5
18°92'	12	35	37	71°08'	0,5	5	7
43°60'	20	21	29	46°40'	0,5	3	7
31°89'	28	45	53	58°11'	0,5	5	9

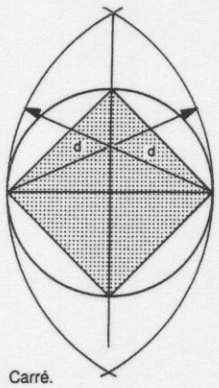
③ Relation entre les nombres à partir des équations de Pythagore (sélection).



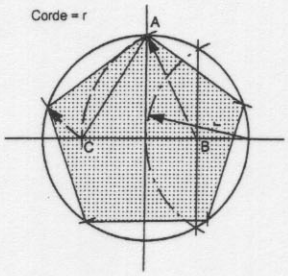
④ Exemple.



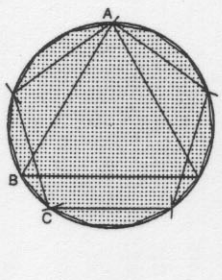
⑤ Triangle équilatéral et hexagone.



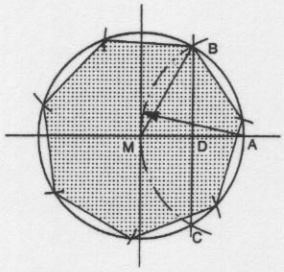
⑥ Carré.



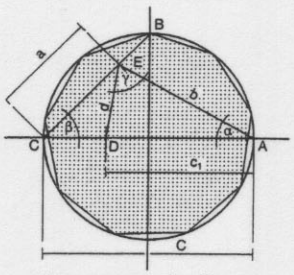
⑦ Pentagone.
Bissection du rayon ≈ B,
arc depuis B avec AB ≈ C,
A – C ≈ côté du pentagone.



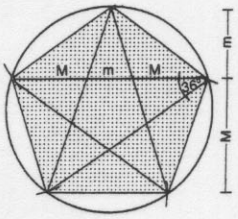
⑧ Pentadécagone $BC = \frac{2}{5} - \frac{1}{3} = \frac{1}{15}$.



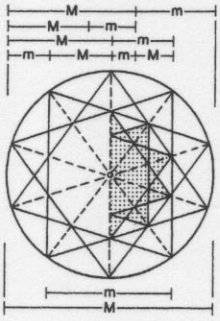
⑨ Heptagone approximatif. BC coupe perpendiculairement AM en D en le divisant en deux. BD est approximativement le 1/7 de la circonférence.



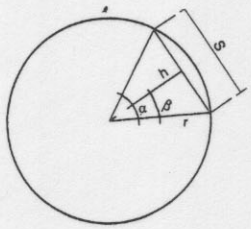
⑩ Nonagone approximatif.
L'arc de cercle de rayon AB à partir de A coupe AC en D et donne AD = c1.
L'arc de cercle de rayon CA/2 à partir de C coupe BC en E et donne CE = a.
La distance DE correspond approximativement au 1/9 de la circonférence ≈ d.



⑪ Pentagone et « section d'or ».



⑫ Décagone et « section d'or ».



⑬ Calcul de la dimension d'une ligne polygonale (p. 36).

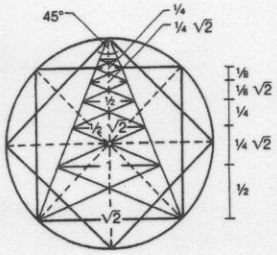
$h = r \cdot \cos\beta$

$\frac{S}{2} = r \cdot \sin\beta$

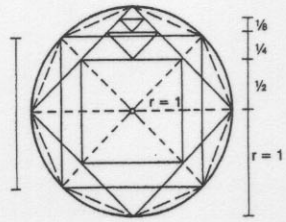
$S = 2 \cdot r \cdot \sin\beta$

$h = \frac{S}{2} \cdot \text{cotang}\beta$

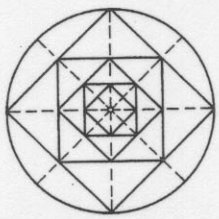
⑭ Formules de calcul (fig. 13).



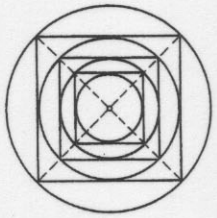
① Triangle π/4 selon A. v. Drach.



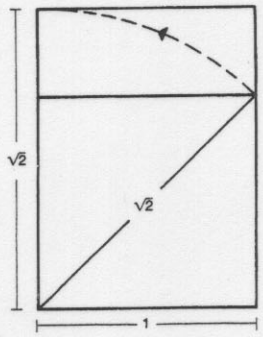
② Carrés réalisés à partir d'un octogone (figures 2 à 4).



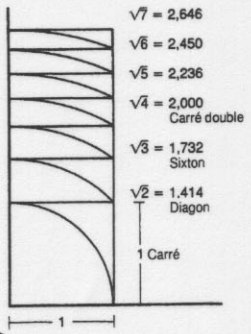
③



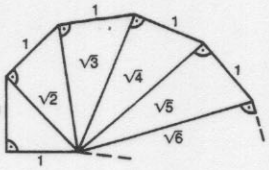
④



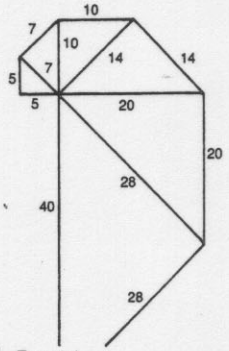
⑤ Rectangle 1/√2.



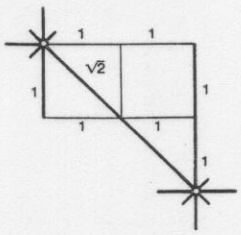
⑥ Succession des racines carrées.



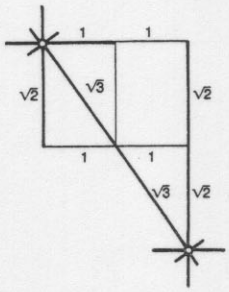
⑦ Relations entre racines carrées.



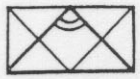
⑧ Escargot.

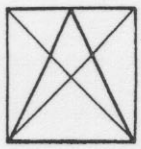


Exemple pour des coordinations non rectangulaires (p.55).
⑨ Structure tridimensionnelle : construite à partir de √2 et √3 (p. 88).



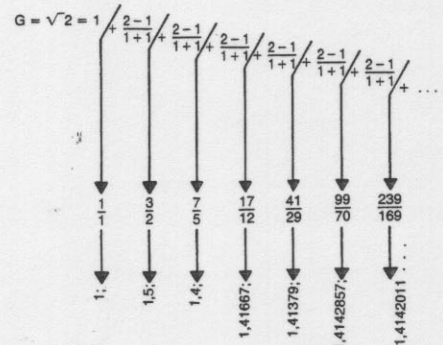
⑩ √3.





Le triangle isocèle rectangle avec un rapport 1/2 entre la base et la hauteur est le triangle de quadrature.
L'architecte Knauth a utilisé avec succès pour ses travaux d'élaboration des proportions de la cathédrale de Strasbourg le triangle isocèle dont la base et la hauteur correspondent à un carré. Le triangle π/4 (fig. 1) de A. v. Drach est un peu plus pointu que celui prescrit, car sa hauteur est déterminée à partir du sommet du carré obtenu par rotation de π/4. Ceci a été appliqué aussi avec succès par l'inventeur, à des détails et des appareils. À part toutes ces figures, les proportions relatives à l'octogone peuvent être trouvées sur de nombreuses constructions anciennes, d'après les recherches de L. R. Spitzenpfeil. Le triangle appelé « triangle-diagonal » sert ici de base. La hauteur du triangle est égale à la diagonale du carré construit sur la demi- ligne de base (figures 2, 3 et 4).
Le triangle rectangle ainsi construit (fig. 5) a des côtés dans un rapport 1/ √2. Il s'ensuit que la division ou la multiplication par 2 du triangle conserve le même rapport des côtés. Des suites géométriques avec ces proportions procurent des échelonnements à l'intérieur d'un octogone (figures 2 à 4) et la succession des racines carrées de 1 à 7 (figure 6).
La relation entre la racine carrée de tous les nombres est indiquée (fig. 7). Le procédé d'analyse des facteurs permet l'usage des racines carrées pour l'installation d'éléments non rectangulaires. Mengeringhausen a développé la structure tridimensionnelle MERO en construisant à partir des valeurs approximatives des racines carrées. Le principe est celui de l' « Escargot » (spirale) (figures 8, 9 et 10).
Les imprécisions des angles droits seront compensées par le raccord fileté des poutrelles au niveau des nœuds d'assemblage. Un calcul approché différent des racines carrées $\sqrt{n}$ de tous les nombres pour des éléments non rectangulaires conduit à des fractions continues (p. 37) de la forme G, avec

$$\sqrt{n} = 1 + \frac{n-1}{1+G}$$



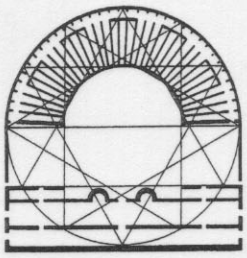
√2 = 1,4142135

1	1	1	1
0,5	2	3	1,5
0,6	5	7	1,4
0,58333 ...	12	17	1,41667 ...
0,58621 ...	29	41	1,41379 ...
0,5857143 ...	70	99	1,4142857 ...
0,5857989 ...	169	239	1,4142011 ...
0,5857865 ...		√2	1,4142135 ...

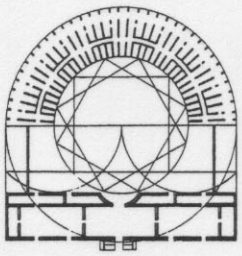
⑪ Fraction continue √2.

PROPORTIONS

APPLICATIONS

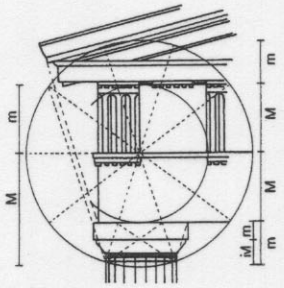


① Théâtre romain d'après Vitruve.

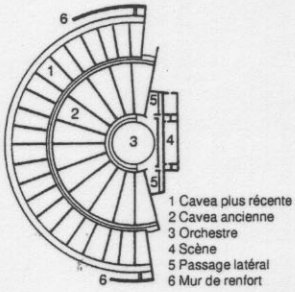


② Théâtre grec d'après Vitruve.

Vitruve décrit l'application des relations géométriques et dimensionnelles en tenant compte des indications précédentes. D'après ses re-cherches, le théâtre romain, par exemple est construit à partir d'un triangle qui a été tourné quatre fois (fig. 1), le théâtre grec d'un carré tourné trois fois (fig. 2). Les deux constructions donnent un dodécagone. Cela se remarque à la montée des escaliers. Moessel prouvera la proportion à partir de la « Section d'or » (fig. 3), bien que cela soit improbable. Le seul théâtre grec dont le plan soit basé sur un pentagone, se trouve à Epidaure (fig. 4).

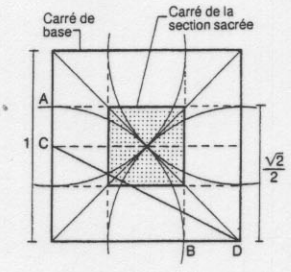


③ Proportions d'un fronton de temple dorique construit à partir de la section d'or. Selon Moessel.

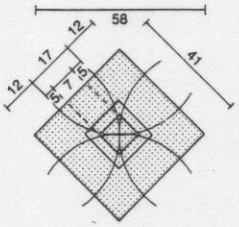


④ Théâtre à Epidaure.

Un site d'habitation récemment découvert dans la ville antique d'Ostie, ancien port de Rome, est connu comme un principe de plan selon la « Section sacrée ». Ce principe repose sur la division par deux de la diagonale d'un carré. Lorsque l'on relie les points où les arcs de cercle de longueur $\sqrt{2}/2$ recoupent les côtés du carré, on obtient une grille comportant neuf parties. Le carré au milieu s'appelle le carré de la « Section sacrée ». L'arc AB possède, à 0,6 % près, la même longueur que la diagonale CD du demi carré de base. Ainsi la « Section sacrée » constitue une méthode approchée pour une quadrature de cercle (figures 5 à 8). L'ensemble du complexe de construction a été construit avec ces proportions depuis le plan de situation jusqu'aux détails d'aménagement.



⑤ Section sacrée. Bâtiments dans l'antique Ostie.

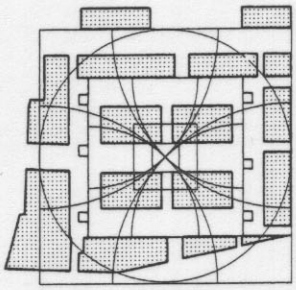


x	x	y/x ($\sqrt{2}$ = 1,4142...)
1	1	1
2	3	1,5
5	7	1,4
12	17	1,4/66...
24	41	1,4/37...

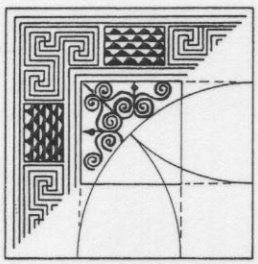
⑥ Principe géométrique.

Palladio donne dans ses quatre livres sur l'architecture une clé géométrique qui repose sur les indications de Pythagore. Il utilise les mêmes relations d'espace (cercle, triangle, carré etc.) et les mêmes harmonies pour ses constructions (figures 9 et 10).

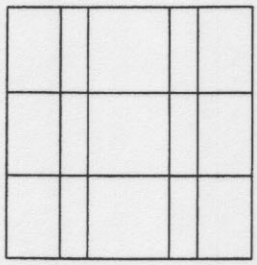
On trouve une semblable conformité auprès des vieilles civilisations de l'Orient dans des règles formulées de façon tout à fait claire (fig. 11). Ainsi les Hindous dans leur « Manasara », les Chinois dans leur modulation selon le « Toukou » et surtout les Japonais avec leur méthode « Kiwariho », ont créé des systèmes de construction qui garantissent une évolution traditionnelle et offrent d'énormes avantages économiques.



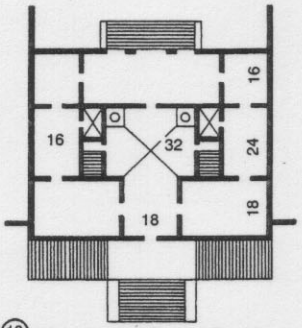
⑦ Plan d'ensemble.



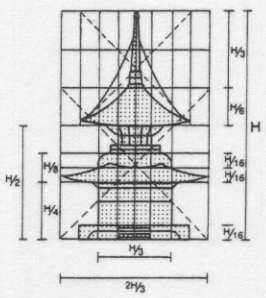
⑧ Mosaïque au sol dans une maison de l'antique Ostie.



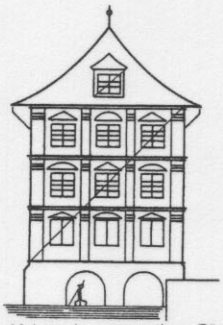
⑨ Clé géométrique des villas de Palladio.



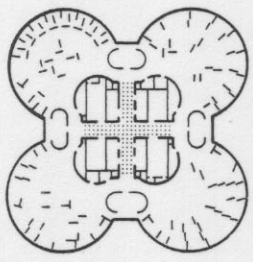
⑩ Palladio. Villa Pisani à Bagodo.



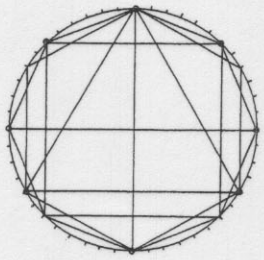
⑪ Pavillon du trésor japonais.



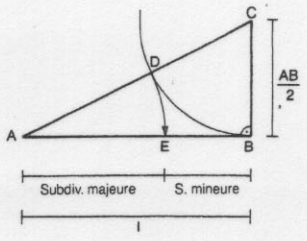
⑫ Maison des corporations Rügen à Zurich.



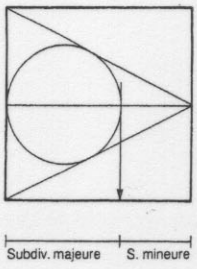
⑬ Plan d'ensemble du bâtiment BMW à Munich.



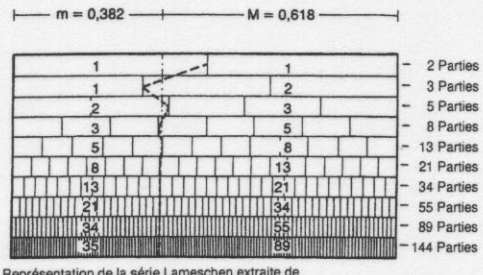
⑭ Système de coordination octogonal pour soutènement des carrés sectionnés en six éléments de façade. Polygone à 48 côtés construit à partir d'un triangle.



① Construction géométrique de la «Section d'or».

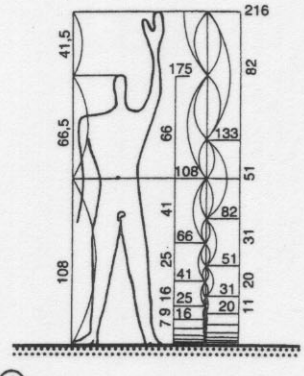


② Relation entre carré, cercle et triangle.



Représentation de la série Lameschen extraite de «Bauordnungslehre» (Neufert).

③ Fraction continue : Section d'or.



$$G = 1 + \frac{1}{G}$$

$$G = 1 + \frac{1}{1+\frac{1}{1+\frac{1}{1+\frac{1}{1+\frac{1}{1+\frac{1}{1+\frac{1}{1\ldots}}}}}}}$$

④ Figure donnant les proportions.

Valeurs exprimées en système métrique			
Série Rouge : RO		Série Bleue : BL	
Centimètres	Mètres	Centimètres	Mètres
95280,7	952,80		
58886,7	588,86	117773,5	1177,73
36394,0	363,94	72788,0	727,88
22492,7	224,92	44985,5	449,85
13901,3	139,01	27802,5	278,02
8591,4	85,91	17182,9	171,83
5309,8	53,10	10619,6	106,19
3281,6	32,81	6563,3	65,63
2028,2	20,28	4056,3	40,56
1253,5	12,53	2506,9	25,07
774,7	7,74	1549,4	15,49
478,8	4,79	957,6	9,57
295,9	2,96	591,8	5,92
182,9	1,83	365,8	3,66
113,0	1,13	226,0	2,26
69,8	0,70	139,7	1,40
43,2	0,43	86,3	0,86
26,7	0,26	53,4	0,53
16,5	0,16	33,0	0,33
10,2	0,10	20,4	0,20
6,3	0,06	7,8	0,08
2,4	0,02	4,8	0,04
1,5	0,01	3,0	0,03
0,9		1,8	0,01
0,6		1,1	

⑤ Séries des valeurs numériques illimitées, selon le Modulor de Le Corbusier.

Au 18ème siècle et plus tard, on a préféré des coordinations dimensionnelles additives et à des coordinations dimensionnelles harmoniques. De là provient le système octamètrique (p.52 et suiv.). C'est seulement avec la coordination modulaire qu'est revenue la compréhension pour des proportions harmoniques (p.34, figures 13 et 14). Système de coordination et dimensions coordonnées (p.56).

L'architecte Le Corbusier a développé un système de proportions basé sur la «Section d'or» et sur les dimensions du corps humain. La «Section d'or» d'un segment de droite peut être déterminée soit de manière géométrique soit par formules. La «Section d'or» signifie qu'un segment peut être divisé de telle façon que la longueur totale du segment soit proportionnelle à sa subdivision la plus grande, de même que la plus grande par rapport à la plus petite (fig. 1).

Cela signifie : la relation $\frac{I}{\text{subdiv. majeure}} = \frac{\text{subdiv. majeure}}{\text{subdiv. mineure}}$

fait apparaître le rapport de proportion entre le carré, le cercle et le triangle (fig. 2). On peut aussi établir la «Section d'or» d'un segment à partir de la fraction continue G = 1 + 1 / G. C'est la fraction continue régulière infinie la plus simple (fig. 3).

Le Corbusier repéra trois dimensions du corps humain qui constituent une suite selon la «Section d'or» connue sous le nom de suite de Fibonacci. Le pied, le plexus solaire, la tête, l'extrémité des doigts de la main levée. Tout d'abord, Le Corbusier partit de la hauteur moyenne connue de l'européen = 1,75 m (p. 26 et 27), qu'il subdivisa selon la «Section d'or» suivant les dimensions 108,2 - 66,8 - 41,45 - 25,4 (fig. 4).

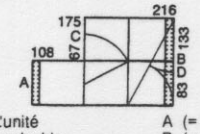
Comme cette dernière mesure correspondait pratiquement à 10 pouces, il trouva ainsi une correspondance avec le pouce anglais, ce qui en revanche ne fut pas le cas pour des dimensions supérieures.

C'est pourquoi Le Corbusier partit de 6 pieds anglais = 1828,8 mm comme dimension du corps humain.

Par subdivision selon la «Section d'or», il constitua une série rouge vers le haut et vers le bas (fig. 5).

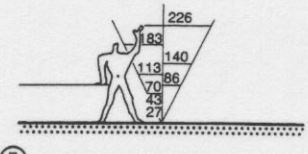
Comme la progression de cette série est trop rapide pour l'usage pratique, il constitua en outre une série bleue en partant de 2,26 m (hauteur à la pointe des doigts le bras levé), ce qui donne des valeurs double de celles de la série rouge (fig. 5).

Le Corbusier transforma (ainsi) les valeurs des séries rouges et bleues en dimensions utilisables dans la pratique (fig. 8).

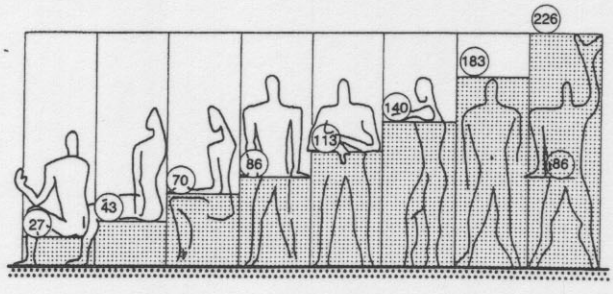


L'unité A (= 108)
Le double B (= 216)
L'extension Ø de A = C (= 175)
La réduction Ø de B = D (= 83)

⑥



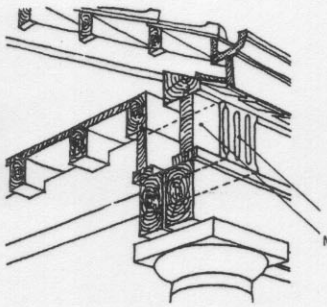
⑦ Le Modulor.



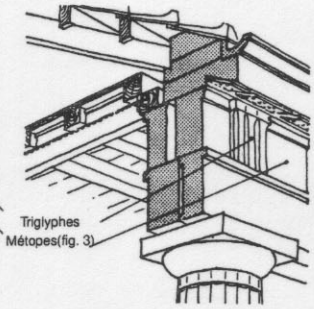
⑧ Mesures rattachées à la stature humaine, selon le Modulor de Le Corbusier.

ÉLÉMENTS DE CONSTRUCTION

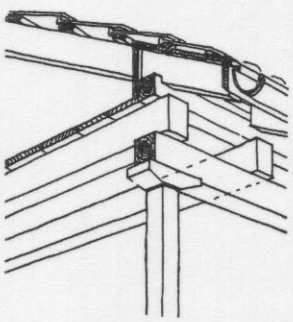
EN FONCTION D'UNE MISE EN ŒUVRE RATIONNELLE



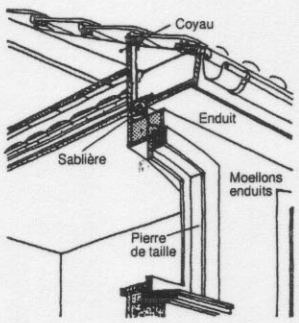
① A l'origine, construction en bois qui servit de base aux formes des temples grecs.



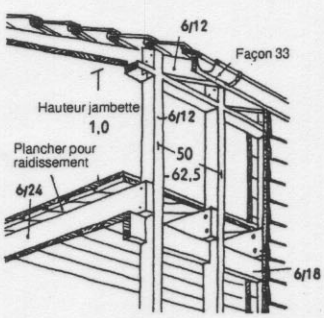
② Les formes en pierres, telles qu'elles ont été développées par les Grecs à partir de (fig. 1).



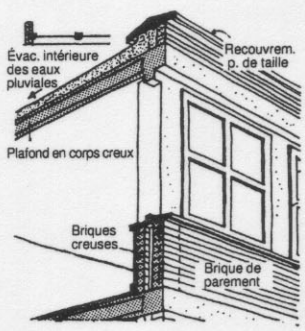
③ La construction en bois semblable à (fig. 1), telle qu'on la trouve encore couramment aujourd'hui.



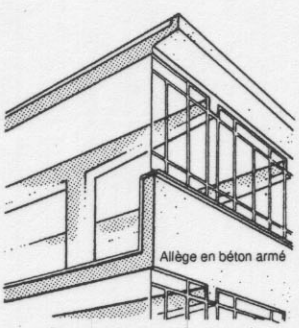
④ La construction en moellons demande des encadrements en pierre de taille soigneusement travaillée.



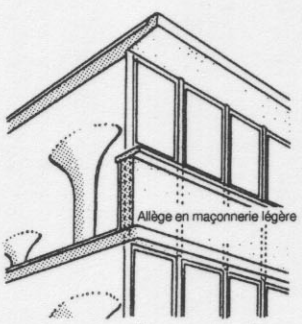
⑤ Construction avec ossature en bois cloué, rationnelle, peu coûteuse, mais sans personnalité, à dissimuler derrière un coffrage ou un enduit.



⑥ Construction en béton armé avec appuis dans le mur extérieur, devant lesquels court un soubassement soutenu par un plancher en porte-à-faux.



⑦ Construction en béton armé avec consoles sur poteaux en retrait, poutres en saillies et fenêtres en bande; le meilleur système des points de vue statique et économique.



⑧ Poteaux en béton armé, en forme de champignons avec de légères armatures en fer dans le mur extérieur entre les fenêtres (p.40).

Au début de la civilisation, les premières formes furent conditionnées par différentes techniques : l'action de lier, de nouer, de corder, de tresser et de tisser.

Ensuite apparaissent les constructions en bois qui, dans presque toutes les civilisations, furent la base des formes architecturales et notamment des temples grecs (fig. 1 et 2).

Ces notions sont relativement récentes, et nombreux sont les exemples à prouver leur exactitude.

Uhde a consacré à ces questions une importante étude dans laquelle il démontre d'une manière particulièrement convaincante que la source de l'architecture mauresque, notamment de l'Alhambra de Grenade, doit être recherchée dans les constructions en bois. En revanche l'ornementation des parois intérieures des édifices mauresques dérive des techniques du tissage (comme les bracelets et les colliers de perles des édifices grecs), même lorsqu'elle a été imprimée dans le plâtre à l'aide de patrons ou incrustée comme les « azulejos » (plaquettes de couleur émaillées). Dans certaines chambres de l'Alcazar de Séville, on aperçoit distinctement comment le plâtre est « noué » aux angles, exactement comme l'étaient autrefois les tapis couvrant les parois des tentes. Dans le cas présent, la forme née de la technique des tentes a été simplement traduite en plâtre.

Les formes issues de la matière, de la technique et des besoins sont, toutes conditions égales par ailleurs, analogues sinon identiques, dans tous les pays et dans tous les temps. Wersin a illustré naguère cette « permanence des formes » par des exemples concluants. Les objets usuels en Europe et en Asie orientale, qu'ils datent de 3 000 av. J.C. ou de l'époque contemporaine, se ressemblent étrangement.

Lorsque l'on change de matériaux, de technique et d'usage, une forme nouvelle apparaît nécessairement. Tel est le principe de la différence des formes architecturales à travers le temps et l'espace, bien que les ornementations puissent parfois alourdir les formes fondamentales, issues des conditions données, au point de les rendre méconnaissables (baroque).

Aujourd'hui, devant les édifices anciens, nous sommes à nouveau intéressés par le problème de l'origine de la forme artistique, plus que par celui de ses résultats. Chaque genre de construction finit par trouver sa forme que l'on se contente ensuite de perfectionner et d'affiner. Aujourd'hui encore, nous luttons pour arriver à l'expression du béton, du fer et du verre. Pour les constructions massives et les usines, on a déjà réussi à trouver des formes convaincantes dans leur nouveauté ; ainsi le besoin de grandes surfaces vitrées met clairement en relief le système de construction et donne un caractère très net à de telles constructions (fig. 6).

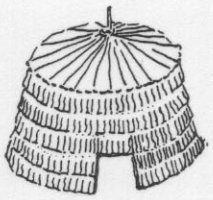
La claire représentation des éléments d'une construction, en conformité avec les problèmes techniques que chacun d'eux soulève, donne la possibilité de découvrir des formes neuves dans les détails comme pour l'ensemble. C'est là le rôle important des architectes.

Il est faux de croire que notre époque n'a pour mission que de déterminer soigneusement les plans des constructions, afin que les temps à venir en déduisent les formes pures. Tous les architectes doivent au contraire, en utilisant les immenses possibilités techniques de leur temps, discerner les possibilités artistiques qui s'y trouvent et créer ainsi des œuvres architecturales nées de l'esprit de leur époque (p. 41). Cela suppose du goût, de la maîtrise de soi, une compréhension du cadre, une grande souplesse pour harmoniser la construction avec l'espace et la technique et pour l'insérer dans l'ensemble, avec en plus des dons de technicien, d'organisateur et de commerçant.

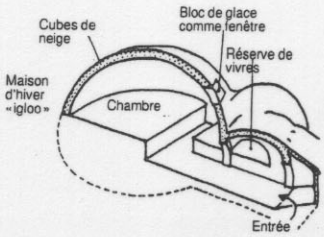
Même des artistes consommés, pourvus d'un instinct de création, « ayant quelque chose à dire », sont soumis à des règles de ce genre et influencés par la « mode ».

Plus sont claires l'intelligence de l'artiste et sa conception du monde, plus son œuvre est mûrie, solide et durable, et plus sa beauté résistera à l'épreuve du temps, comme tout art véritable.

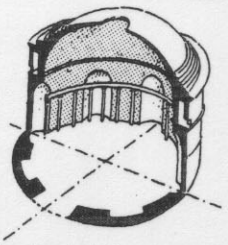
VOÛTES



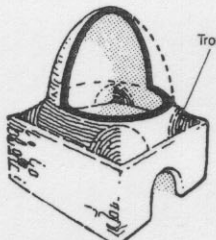
① Le primitif construit sa hutte ronde avec des matériaux trouvés sur place, pierres et lianes ; il la revêt de feuilles, de paille, de joncs, de peaux de bêtes, etc.



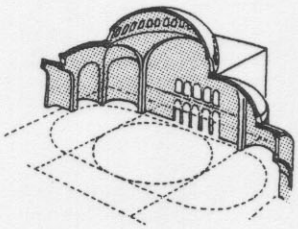
② L'Esquimau bâtit sa maison d'été d'une manière analogue avec des peaux tendues par des fanons de baleines ; fenêtres en boyaux de chiens de mer, souvenir des « wigwams » de leur pays d'origine. La maison d'hiver « igloo » est semblable à celle-ci.



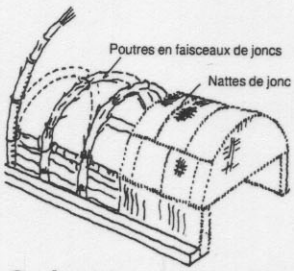
③ Les Romains bâtirent les premières coupoles de pierre au Panthéon, sous la forme la plus pure, sur un plan circulaire.



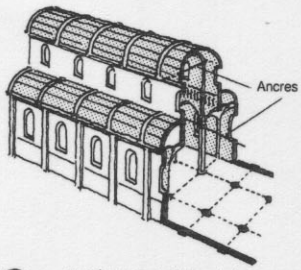
④ En Perse, les Sassanides (VI[e] siècle) partirent de plans carrés pour construire leurs premières coupoles. Le passage du carré au cercle, s'effectuait par des « trompes ».



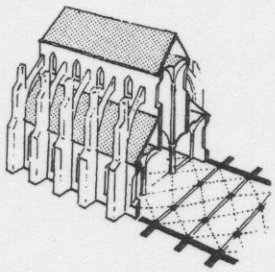
⑤ Il y a 1400 ans des architectes byzantins ont élevé à partir d'un schéma rectangulaire le dôme de Sainte-Sophie. Sa construction, vue de l'extérieur, est clairement compréhensible, mais vue de l'intérieur elle est masquée (dématérialisée) par des effets d'optiques.



⑥ Outre la forme circulaire, on trouve dans plusieurs pays une couverture en forme de tonneau, réalisée avec des poutres en faisceaux de joncs recouvertes de nattes de jonc (Mésopotamie).

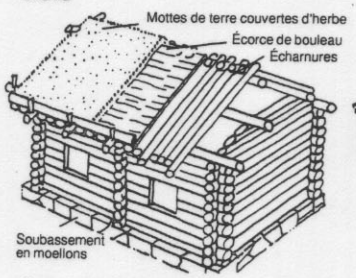


⑦ ... en pierre tout d'abord du temps des Romains, puis plus tard dans l'architecture romane (exemple : église de Sibenik en Yougoslavie).

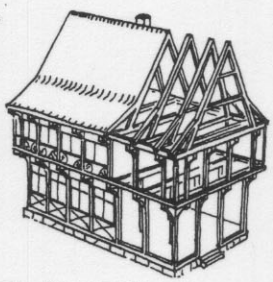


⑧ Partant de la voûte croisée (interpénétration de deux voûtes en plein cintre), on construisit dans la période gothique en utilisant des arcs en ogive, d'audacieuses voûtes en étoile et voûtes réticulées dont les dispositifs d'équilibrage des contraintes constituent la caractéristique (contreforts et arcs-boutants).

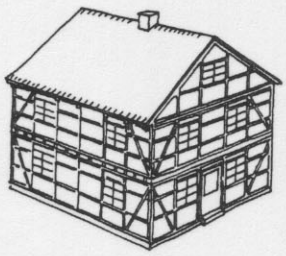
BOIS



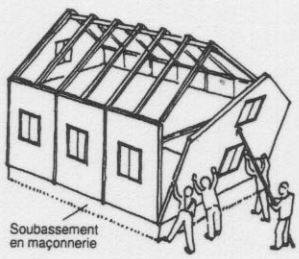
⑨ Les chalets dans tous les pays riches en bois, ont la même forme, conditionnée par leur construction même.



⑩ Dans des régions plus pauvres en bois s'est développé un genre de construction à poteaux (poteaux isolés, fenêtres entre les po-teaux et étrésillonnement dans les allèges des fenêtres).

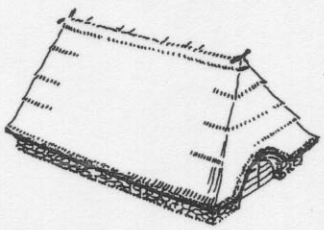


⑪ En opposition avec la précédente, cette construction comporte des pans en biais avec des fenêtres isolées, renforts dans les angles, remplissage en clayonnage d'osier et d'argile.

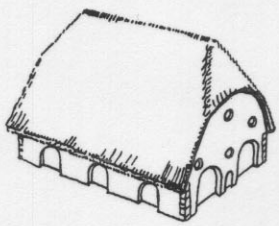


⑫ Cette construction en panneaux tire sa forme des panneaux qui, préparés en atelier, s'assemblent rapidement et à peu de frais. En Suède, de tels panneaux ont deux niveaux.

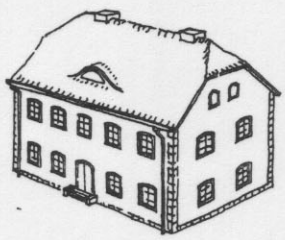
PIERRE



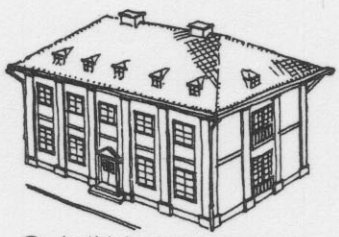
⑬ Les constructions en pierre ordinaire sans mortier ne permettent qu'un soubassement peu élevé ; c'est pourquoi la première maison de pierre consistait presque uniquement en un toit avec une entrée basse.



⑭ Les moellons taillés permettent des murs plus hauts, l'utilisation du mortier rend possible le pignon en pierre avec ouvertures cintrées.



⑮ Plus tard, on encadre les ouvertures et on maçonne les angles en pierre de taille soigneusement travaillée ; on remplit les murs restants avec de la maçonnerie en moellons irréguliers que l'on enduit.

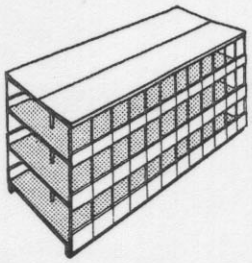


⑯ Le désir d'avoir des fenêtres toujours plus grandes dans les bâtiments urbains conduit aux constructions à piliers, qui correspondent aux constructions à supports en bois (fig. 10).

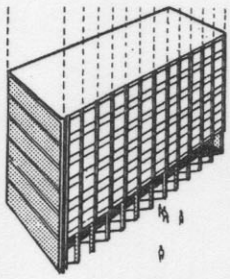
Au début, la manière de construire conditionne toujours la forme de la construction ; ensuite, lorsque le mode de construction a évolué, on conserve cette forme rigoureuse, bien qu'elle n'ait plus de raison d'être.

On en trouve de nombreux exemples depuis les sépultures lyciennes en pierre, souvenir de constructions en bois, jusqu'aux automobiles de la fin du XIX[e] siècle, copiées sur les fiacres à chevaux (y compris l'emplacement du fouet).

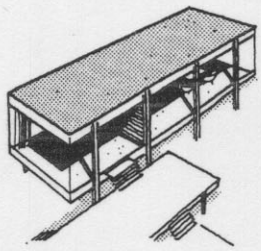
ACIER



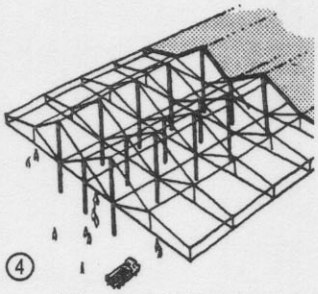
①



②



③ Arch. : L. Mies van der Rohe

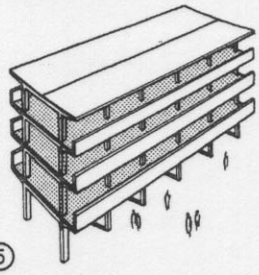


④

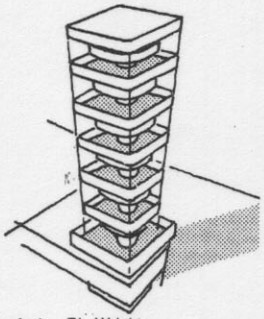
Les constructions exclusivement en acier permettent d'obtenir les formes d'aspect plus léger avec des poteaux à peine visibles (fig. 1), elles ne peuvent toutefois pas être admises partout. A quelques exceptions près, on autorise les poteaux acier extérieurs nus (fig. 2).

En liaison avec des poutres extérieures visibles, on obtient ainsi des formes particulièrement légères et cependant solides donnant de grands espaces libres, presque sans limites (fig. 3). Les halls légers, ouverts, avec peu de poteaux et des toits fortement saillants, sont du domaine de la construction en acier ou en aluminium (fig. 4).

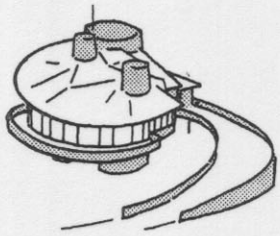
BÉTON ARMÉ



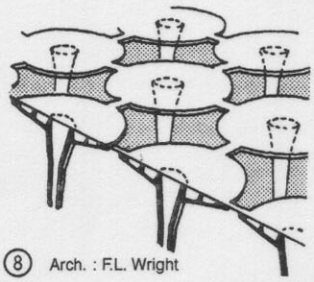
⑤



⑥ Arch. : F.L. Wright



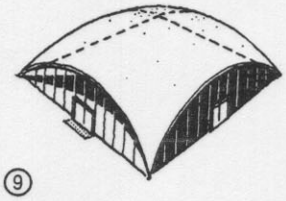
⑦ Arch. : F.L. Wright



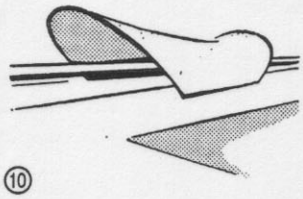
⑧ Arch. : F.L. Wright

Pour de nombreuses constructions la réglementation exige des modes de construction avec une bonne résistance au feu, de sorte que les éléments d'acier nécessairement enrobés ont l'aspect du béton armé (fig. 5). La caractéristique en est une surface de planchers fortement en porte-à-faux sur des poutres (fig. 5) ou saillants autour d'une tour (fig. 6) ou d'une maison (fig. 7) ou des toits en champignon (fig. 8).

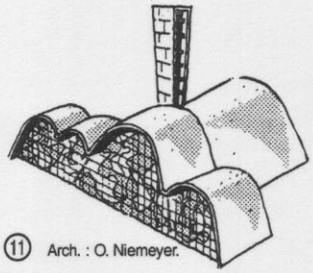
TOITS MONOCOQUES



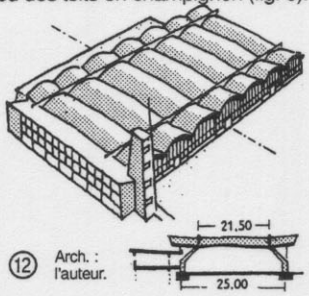
⑨



⑩



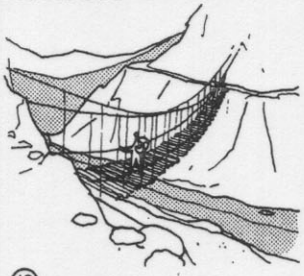
⑪ Arch. : O. Niemeyer.



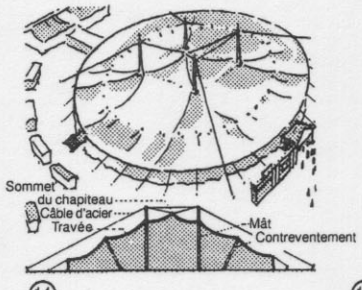
⑫ Arch. : l'auteur.

La distribution des contraintes en tous sens dans le béton armé des surfaces, permet les constructions monocoques sous forme de coupole avec arêtes (fig. 9), de coque de forme longitudinale (fig. 10), de voûte transversale étagée rythmiquement (fig. 11) ou d'une série de voûtelettes avec supports obliques au point neutre (fig. 12).

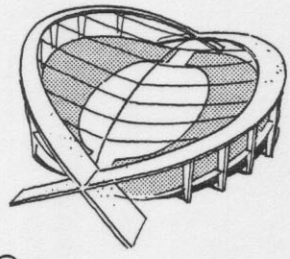
TOITS SUSPENDUS



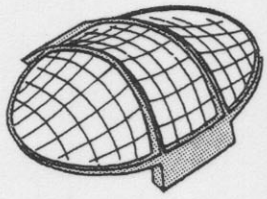
⑬



⑭



⑮ Arch. : M. Novicki avec M. Deitrick



⑯

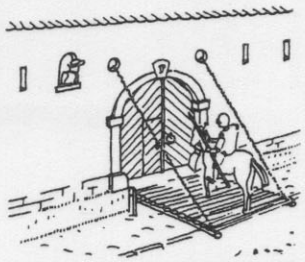
Les ouvrages suspendus étaient déjà un mode de construction connu des primitifs pour de grandes portées (fig. 13). Le chapiteau du cirque est la forme légère la plus connue des surfaces suspendues (fig. 14).

Les surfaces suspendues modernes, en béton armé, en liaison avec des poutres de bordure raidies, offrent des constructions économiques et impressionnantes (fig. 15), avec possibilités de porte-à-faux (fig. 16).

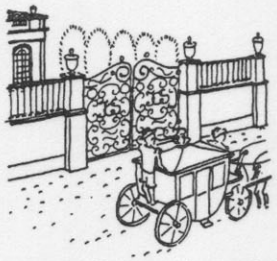
Notre époque recommença a développer les formes à partir de la construction en les configurant, non seulement matériellement par ses connaissances statiques, mais en s'inspirant de l'essence profonde des nouveaux modes de construction, tout en cherchant à en déduire une expression formelle appliquée aux problèmes posés.

La différence décisive réside ici dans la recherche de la forme issue de la construction, contrairement au dix-neuvième siècle qui utilisait les formes précédentes comme « décoration » en soi, comme de simples attributs sans âme dans n'importe quelle construction, qu'il s'agisse de pierre, de bois ou de plâtre.

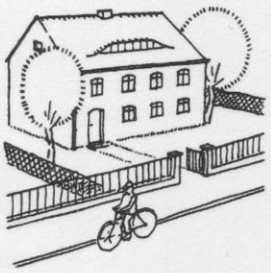
LES ABORDS



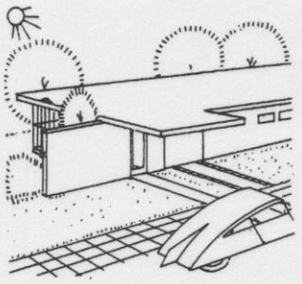
① Vers 1500, la maison ou la ville étaient entourées de murs avec de lourdes portes.



② Vers 1700, le mur et la porte devenaient une clôture à l'aspect accueillant.

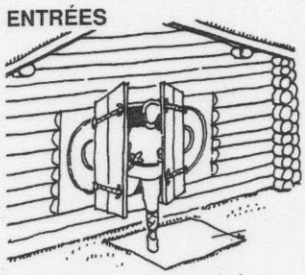


③ Vers 1900, la maison se trouve à l'intérieur d'un espace clos par des grilles peu élevées.

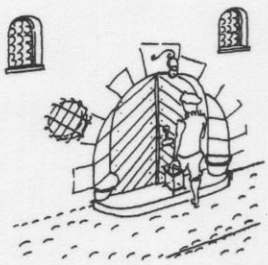


④ Au début du XX[e] siècle les clôtures ont tendance à disparaître (surtout en Amérique); la maison est située dans un vaste terrain, librement implantée entre les arbres.

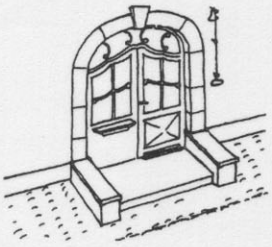
ENTRÉES



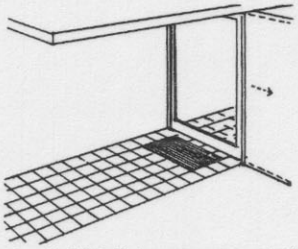
⑤ Vers l'an 1000, il y avait des portes basses à seuils hauts dans des maisons en rondins (pas de fenêtres, la lumière venant par le toit ouvert).



⑥ Vers 1500, portes lourdes à heurtoirs, fenêtres grillagées.



⑦ Vers 1700, portes à meneaux attrayants et vitres transparentes, sonnette.

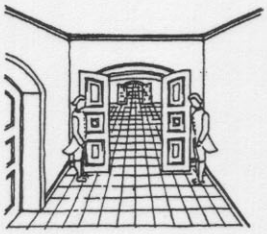


⑧ Au XX[e] siècle, un passage abrité mène de l'automobile à la porte en verre armé qu'un œil électrique fait coulisser en annonçant simultanément le visiteur.

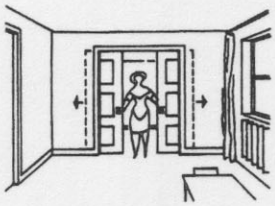
COMMUNICATIONS ENTRE LOCAUX



⑨ Vers 1500, des portes lourdes, des cellules que le jour éclaire parcimonieusement, sol couvert de planches larges et courtes.



⑩ Vers 1700, larges portes à doubles vantaux, salles en enfilade, parquets.

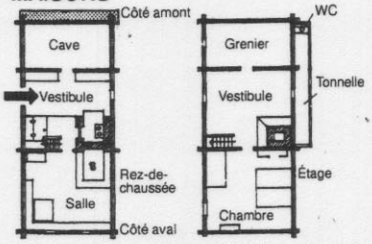


⑪ Vers 1900, portes escamotables, linoléums, fenêtres à glissières, stores à tringles.

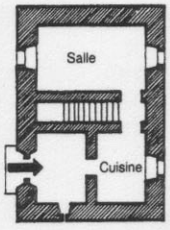


⑫ Au XX[e] siècle, pièces modulables, cloisons à glissières électriques et fenêtres coulissantes, marquises mobiles pour protéger du soleil.

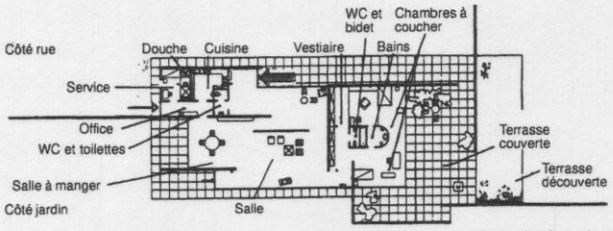
MAISONS



⑬ La maison en bois vers 1500 dépend du paysage, du mode de construction (maison en rondins) et du genre de vie (petites fenêtres).



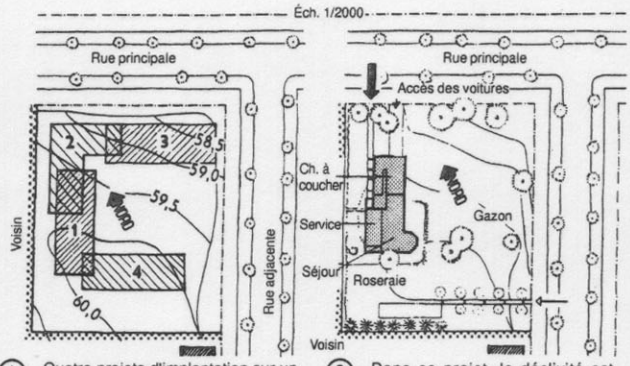
⑭ Maison en pierre vers 1500. Les murs épais (protection contre l'ennemi et contre le froid) prennent autant de place que les pièces elles-mêmes.



⑮ La maison vers l'an 2000 : ossature fine en acier, murs et cloisons indépendants des points d'appui, non chargés, avec assemblages garantissant une meilleure protection contre les intempéries, la transmission du son et le froid. Entre les chambres, salle à manger et entrée, pas ou peu de portes, mais seulement des séparations.
Arch. : Mies v.d. Rohe

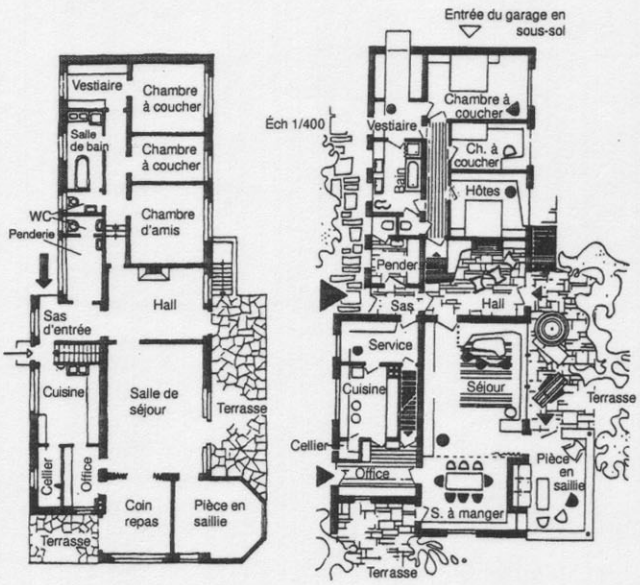
Depuis le XV[e] siècle, époque des procès de sorcellerie, de superstition et des forteresses, un essor technique et économique ainsi qu'une évolution intellectuelle ne cessent de se développer jusqu'à l'époque contemporaine. En examinant les maisons et leurs différentes parties, et les objets qui expriment les coutumes des siècles intermédiaires, il est facile de se représenter l'évolution des hommes vers la conscience et la liberté, et des constructions vers la clarté et la légèreté. Pour l'homme de notre temps, la maison n'est plus une forteresse, un abri contre des ennemis, des brigands ou des diables, mais un cadre harmonieux où s'insèrent la vie et les choses, cadre ouvert librement sur la nature et cependant protégé des éléments. Le cadre est conçu différemment suivant les individus; chacun peut exprimer, selon sa puissance créatrice, ce qu'il voit et ce qu'il sent, mais il doit le faire au moyen de formes et par une mise en œuvre judicieuse. Les idées de ceux qui projettent une construction sont donc essentielles.

Beaucoup de maîtres d'ouvrage et d'architectes pensent et sentent selon des formules anciennes; d'autres, en minorité, adoptent d'emblée des formules modernes. Par la fusion de ces deux tendances, les maîtres d'ouvrage et les architectes trouveront ensemble des solutions heureuses.



① Quatre projets d'implantation sur un terrain de 3 000 m² orienté au N-E. Le projet 4 avait été prévu par le propriétaire. Le projet 1 a été adopté (fig. 2).

② Dans ce projet, la déclivité est située correctement au S-E devant la maison, les communs à l'Ouest, l'accès des personnes et des voitures sur la rue au Nord.



③ Avant-projet de la maison avec des lacunes : vestiaire et sas d'entrée trop grands, salle de bain et office trop petits, marches dangereuses dans le couloir, cuisine sans vue sur l'entrée.

④ Avant-projet (fig. 3) sans lacunes. Meilleure distribution des pièces. En raison de la pente du terrain, les chambres à coucher sont à 2,5 m au dessus du sol tandis que le garage est de plain-pied.
Arch. : E. Neufert

Le programme de construction

C'est l'expression des besoins du futur utilisateur, aussi reste-t-il de la responsabilité du maître d'ouvrage même si, compte tenu de l'importance des éléments techniques, il lui est recommandé d'être assisté d'un architecte s'il ne possède pas les services ou les compétences nécessaires.

Le programme tient compte de cinq points essentiels :

1. *Besoins*
   Recensement des surfaces et volumes nécessaires, tracé du schéma des liaisons entre ces éléments, exigences particulières.
2. *Terrain*
   Caractéristiques physiques, plan, situation, superficie, desserte (voirie, eau, gaz, électricité, égoûts, téléphone, télévision), relief, nature du sous-sol, niveau de la nappe phréatique.
   Voir géomètre, E.D.F.., G.D.F., P. et T., cadastre, mairie.
   Caractéristiques d'urbanisme, constructibilité, règles d'implantation et d'aspect, servitudes publiques et privées (mairie, notaire).
3. *Équipement souhaité*
   Chauffage, climatisation, équipement électrique et sanitaire, caractéristique des machines ou équipements particuliers, voire des meubles souhaités.
4. *Enveloppe financière*
   Fonction des possibilités de financement du maître d'ouvrage. Le coût total est la somme des éléments suivants : terrain plus frais d'acquisition, coût de construction, coût des branchements de la voirie et des réseaux divers, équipements particuliers, aménagements paysagers, honoraires, taxes fiscales et parafiscales.
5. *Délais de réalisation*

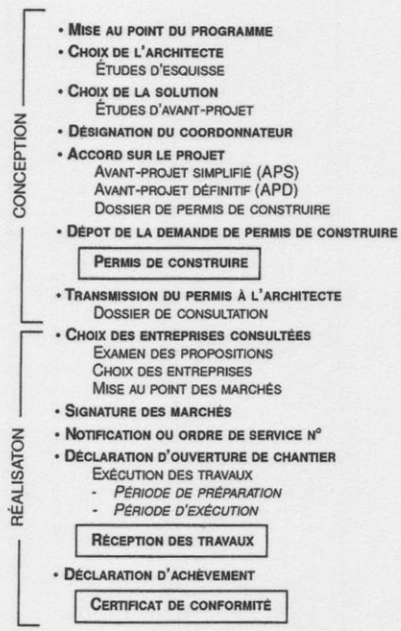
Méthodologie d'une opération de construction

En général, une opération de construction répond aux besoins en locaux (travail, logement ou loisirs) d'un maître d'ouvrage, qui en confie la réalisation à un tiers. Même ainsi simplifié à l'extrême, ce schéma pose cinq questions essentielles :

1. *Expression des besoins et des possibilités de financement* en fonction du site : c'est le **programme**.
2. *Définition des ouvrages* : c'est la **conception**.
3. *Choix des constructeurs* : ce sont les **marchés de travaux.**
4. *Réalisation conformément aux prévisions* : c'est la **direction des travaux.**
5. *Livraison des ouvrages et du règlement des litiges éventuels* : c'est la **réception des ouvrages.**

Ce schéma théorique, dans la réalité se complexifie du fait de l'environnement législatif et réglementaire, de l'insertion technique et paysagère dans le site, de l'évolution technologique des équipements et des méthodes de construction.

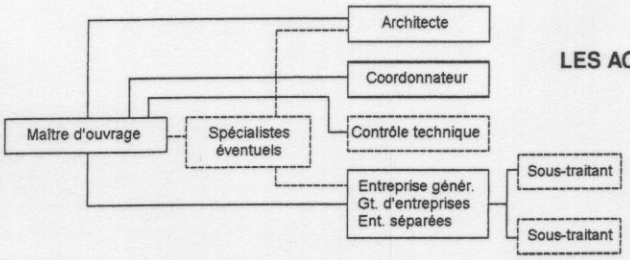
En France, deux régimes juridiques organisent les opérations de construction selon la personnalité du maître d'ouvrage : la **Maîtrise d'ouvrage publique** et la **Maîtrise d'ouvrage privée**. Malgré des différences de forme, le processus est généralement celui représenté au schéma ci-dessous.



⑤ Étapes schématiques du processus de construction.

En France, le Code de l'Urbanisme dispose qu'à l'exception des ouvrages n'ayant pas le caractère de construction, des travaux de réparation ou d'aménagement intérieur et des travaux ordonnés par voie de justice, toute construction doit faire l'objet d'une déclaration préalable ou d'un Permis de Construire.

Par ailleurs, la Loi n° 77-2 sur l'Architecture impose de faire appel à un architecte (dans les limites fixées par les articles 3 à 5) pour établir le projet de construction. De même, la Loi n° 93 - 1418 organise l'hygiène et la sécurité et impose (avec un régime spécial pour les particuliers) la désignation d'un coordonnateur (pouvant être l'architecte) pour tout chantier avec présence d'au moins deux entreprises. Ceci n'est qu'un exemple de la complexité croissante des relations entre les acteurs de de l'acte de construction dont il importe de bien saisir le rôle.



① Schéma des relations entre les intervenants.

Le maître d'ouvrage

C'est la personne pour le compte de qui les travaux sont effectués. Lorsqu'il s'agit de constructions publiques, c'est la personne morale pour laquelle l'ouvrage est construit.

RÔLE : • définir le programme et le financement,
• choisir les participants à l'opération,
• définir les conditions administratives de la réalisation,
• recevoir les ouvrages.

Le maître d'ouvrage peut se faire assister pour ces tâches par un mandataire en droit privé et (pour les personnes publiques) dans certaines conditions (loi M.O.P. n° 85.704 du 12 juillet 1985) par un mandataire ou par un conducteur d'opération.La personnalité (publique ou privée) du maître d'ouvrage détermine le formalisme à respecter.

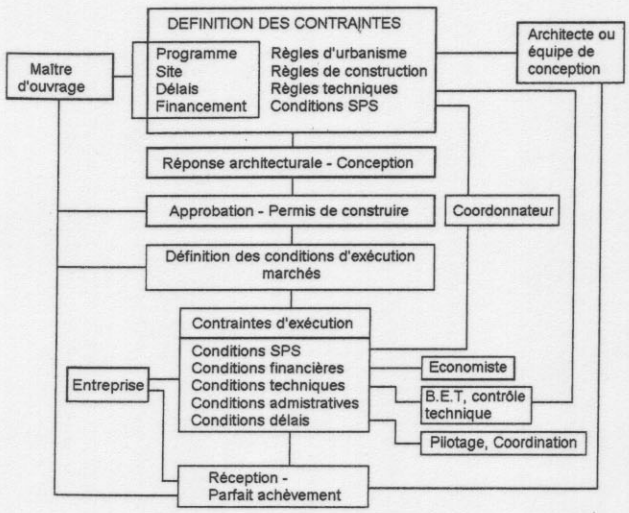
L'architecte ou l'équipe de maîtrise d'œuvre

Il est responsable de la conception du projet et peut effectuer d'autres missions pour le compte du maître d'ouvrage en fonction du contrat.

RÔLE : • Maîtrise d'ouvrage privée : au minimum dossier de permis de construire,
• Maîtrise d'ouvrage publique : au minimum missions de base définies au décret n° 93.1268 du 29 novembre 1993

Pour ces missions, l'architecte peut se faire assister par des techniciens (B.E.T., ingénieurs conseils, économistes, etc.) avec lesquels il forme une équipe de maîtrise d'œuvre.

Pour éviter des confusions fréquentes, nous désignerons par « architecte » les responsables de la conception.



② Domaines d'intervention des différents acteurs de la construction.

Le coordonnateur SPS

Il doit coordonner les mesures de sécurité et de protection de la santé. Il a un contrat distinct avec le maître d'ouvrage.

RÔLE : • Stade conception :
- élaborer le plan général de coordination (s'il est requis),
- constituer le dossier d'interventions ultérieures,
- ouvrir le registre journal de la coordination,
- définir les sujétions de protection.

• Stade exécution :
- organiser les activités simultanées ou successives,
- veiller à l'application des mesures définies,
- tenir à jour le plan général de coordination,
- compléter le dossier d'interventions ultérieures,
- communiquer les consignes de sécurité,
- présider le C.I.S.S.C.T. (Collège inter-entreprises de sécurité, santé et conditions de travail) et en établir le règlement (lorsque le C.I.S.S.C.T. est requis).

Le coordonnateur doit avoir une qualification (niveau 1, 2 ou 3) suivant l'effectif global du chantier.

Le contrôleur technique

Son intervention est obligatoire dans les cas énumérés aux articles L III-23 à L III-26 et R III-29 à R III-42 du Code de la Construction et de l'Habitation.

RÔLE : contribuer à la prévention des aléas techniques.

Il est lié au maître d'ouvrage par un contrat spécifique.

Les entrepreneurs

Ils ont passé un marché avec le maître d'ouvrage. Ils sont chargés de la réalisation matérielle du projet, soit pour l'ensemble de la construction (entreprise générale), soit pour les corps d'état dans lesquels ils sont spécialisés. Responsable de ses ouvrages, l'entrepreneur agit sous la direction générale de l'architecte (également chargé de vérifier la conformité de la réalisation aux documents du marché), mais également du coordonnateur et du contrôleur technique. L'entrepreneur peut également se faire aider par des sous-traitants.

• *Le sous-traitant* réalise pour le compte de l'entrepreneur principal une partie des travaux (interdiction de sous-traiter la totalité). Il n'est en principe lié qu'à l'entrepreneur mais doit être agrée par le maître d'ouvrage. Il peut demander à être payé directement par le maître d'ouvrage des travaux qu'il a exécutés.

Les spécialistes éventuels

Bureaux d'études techniques, ingénieurs conseils, économistes de la construction, architectes d'intérieur, spécialistes divers selon la spécificité de la construction, coordinateur, pilote, etc., peuvent être indifféremment liés au maître d'ouvrage, à l'architecte ou à l'entrepreneur.

POUR ÉVITER TOUT LITIGE, il est important que :
• Les liens contractuels soient bien établis.
• Les rôles particuliers et domaines spécifiques soient précisés.
• Il doit bien être précisé qu'il n'y a pas de hiérarchie ni de subordination entre ces divers intervenants. Le seul donneur d'ordre est le Maître d'ouvrage.
• En conséquence, toute modification aux différents contrats doit faire l'objet d'avenant signé par le Maître d'ouvrage.
• Au cas où des modifications interviendraient – que ce soit sur des points précisés au marché ou non – tous les intervenants devront en être avertis.

Les études préliminaires sont un préalable indispensable à une réalisation satisfaisante. Elles nécessitent une connaissance parfaite des besoins et de leur évolution probable compte-tenu de la pérennité des ouvrages. Les modifications en cours d'études – et encore plus au stade de la réalisation – sont toujours très coûteuses et rarement satisfaisantes.
Bien que les chantiers soient rarement comparables, ils posent tous les mêmes types de problèmes. Aussi des questionnaires et imprimés complétés dès le début des études permettent-ils de gagner du temps et de n'omettre aucune des informations nécessaires.
Les questionnaires proposés ci-après, éventuellement complétés ou modifiés, peuvent être utiles, ne serait-ce qu'à titre indicatif.

Questionnaire pour le dossier de commande

Dossier de commande n° :
Donneur d'ordre (commettant) :
Commande :
Auteur du dossier :
Copie pour :

I. Renseignements sur le maître d'ouvrage

1. Quelle est l'importance de l'établissement ? Situation financière ? Taux d'emploi ? Capital global ? Où peut-on obtenir des renseignements ? } Confidentiel
2. Comment se passe sa gestion des affaires ? } Confidentiel
3. Qui est pour nous le responsable? Qui est son représentant ? Qui décide ?
4. Quels sont les désirs particuliers du maître d'ouvrage dans le domaine artistique ?
5. Quelle est sa position à l'égard de l'architecture en général ? A l'égard de notre manière de construire en particulier ?
6. Quelles sont les particularités personnelles du maître d'ouvrage à respecter ?
7. Qui est susceptible de créer des difficultés ? Pourquoi ? Quelle importance peuvent-elles avoir ?
8. Le maître d'ouvrage envisage-t-il la publication ultérieure des plans de son bâtiment ?
9. Les dessins doivent-ils être compréhensibles par les profanes ?
10. Qui a été auparavant le conseiller en architecture du client ?
11. Pour quelle raison l'architecte précédent n'a-t-il pas obtenu la commande ?
12. Le maître d'ouvrage projette-t-il de construire d'autres bâtiments plus tard ? Lesquels ? De quelle importance ? Quand ? Les projets sont-ils établis ? Y a-t-il des chances d'obtenir la prochaine commande ? Quelles sont les démarches déjà entreprises à ce sujet ? Avec quel résultat ?

II. Conventions concernant les honoraires

1. Quels sont les arrangements à la base du calcul des honoraires ?
2. Quelle proportion du montant total des travaux sera approximativement acceptée ?
3. Le calcul des honoraires sera-t-il basé sur l'évaluation du prix de la construction ?
4. Avec quel prix de référence sera-t-il calculé ?
5. Devons-nous prendre les travaux de finition ?
6. A-t-on signé un contrat ou seulement la confirmation par écrit des accords ?

III. Personnes et entreprises en rapport avec la commande

1. Avec qui doit-on mener les pourparlers préliminaires ?
2. Qui est compétent et dans quel domaine particulier ?
3. Qui vérifie les factures ?
4. Quel système de commande et de vérification doit être appliqué ?
5. Peut-on passer les commandes directement au nom du maître d'ouvrage ? Jusqu'à concurrence de quelle somme ? Existe-t-il une autorisation écrite à cette effet ?
6. Quels sont les entrepreneurs recommandés par le maître d'ouvrage ?
   Corps d'état ... Adresse... Téléphone... Correspondant...
7. Un conducteur de travaux est-il nécessaire ? Souhaité ? Agé ou jeune ? Pour le temps de la construction ou temporairement ?
8. Le maître d'ouvrage est-il d'accord avec nos définitions sur la situation juridique du conducteur de travaux ?
9. Le maître d'ouvrage met-il à disposition des locaux comme locaux de chantier ? Aménagements, téléphone ?

IV. Divers

1. Le terrain est-il clôturé ? Doit-on commander une clôture de chantier ? Peut-elle être louée comme support pour des publicités ? Où doit-on afficher le panneau de construction ? Quelles inscriptions y apposer ?
2. Adresse exacte de la nouvelle construction ? Son nom ultérieur ?
3. Adresse de la gare la plus commode (la plus proche) ?
4. Adresse de la poste la plus accessible (la plus proche) ?
5. Y a-t-il le téléphone sur le chantier ? Quand et comment peut-on l'utiliser ? Y-a-t'il un téléphone à proximité ?
6. Quelles sont les horaires de travail des ouvriers ?

V. Données de construction

1. Qui a établi le programme de construction ? Est-il complet ? Doit-il être complété par nous ou par quelqu'un d'autre ? Doit-il être approuvé à nouveau par le maître d'ouvrage avant le commencement du projet ?
2. Quelles sont les constructions déjà existantes ou à bâtir qui seront en rapport avec notre construction ?
3. A quels règlements locaux ou d'État est-elle soumise ? Urbanisme ?
4. Quels sont les ouvrages spécialisés sur ce type de construction ? Que trouve-t-on à ce sujet dans notre documentation ?
5. Où a été réalisé un édifice semblable pouvant servir de modèle ?
6. A qui s'adresser pour le visiter ? Est-on déjà en relation avec cette personne ?

VI. Bases de la réalisation

1. Quel est l'aspect des environs ? Paysage ? Existence d'arbres ? Climat ? Orientation ? Direction du vent ?
2. Quelle est la forme des bâtiments existants ? Avec quels matériaux sont-ils réalisés ?
3. Existe-t-il des photos des alentours de la construction (avec indication du point de la prise de vue) ? Les a-t-on commandées ?
4. A quoi doit-on avoir égard en particulier pour établir la forme du bâtiment ?
5. Quelles sont les hauteurs des constructions déjà existantes et de leurs étages ? Alignement des rues ? Alignement des constructions ? Rues futures ? Végétation (type, dimensions)?
6. Quels sont les installations ultérieures dont on doit dès maintenant tenir compte?
7. Un plan d'aménagement général est-il souhaité ?
8. Existe-t-il des règlements locaux concernant l'aspect extérieur des bâtiments à cet endroit ?
9. Qui est le contrôleur pour le permis de construire du point de vue artistique ? Quelles sont ses idées à ce sujet ? Est-il indiqué de lui présenter l'avant-projet afin d'en discuter ?
10. Quel est le lieu de réclamation le plus haut placé ? Quelle serait la marche à suivre ? Durée d'une réclamation ? Comment sera-t-elle examinée par ce service ?

VII. Bases techniques

1. Quel est le type de sous-sol dans la région ?
2. A-t-on entrepris des recherches sur le sous-sol du chantier ? Dans quel endroit précis ? Avec quels résultats?
3. Quel est le degré de résistance du sous-sol ?
4. Niveau de la nappe phréatique ? Niveau haut ? Niveau le plus haut ?
5. Le terrain a-t-il déjà été bâti ? Avec quoi ? Combien de niveaux ? Profondeur du sous-sol ?
6. Quel type de fondations recommander ?
7. Quel procédé de construction doit-on employer ?
   En particulier :
   Sol du sous-sol : type de construction, charge, par quoi, revêtement, peinture de protection, protection envers les eaux souterraines ?
   Plafond du sous-sol : type de construction, charge, par quoi, revêtement ?
   Plafond du rez-de-chaussée : matériau, charge, par quoi, revêtement ?
   Couverture : type de construction, charge, par quoi, revêtement, peinture de protection, quelle couverture, gouttières, tuyaux de descente à l'intérieur ou à l'extérieur ?
8. Quelle isolation prévoir ? Contre le bruit ? Horizontalement ? Verticalement ? Contre les vibrations ? Contre la chaleur ? Horizontalement ? Verticalement ?
9. Comment sont construits les supports ? Les murs extérieurs ? les murs intérieurs ?
10. Quel type d'escalier ? Charge ?
11. Quelles fenêtres ? Acier ? Bois ? Plastique ? Bois/aluminium ? Nature du vitrage ? Battement à l'extérieur ou à l'intérieur ? Simple ? A survitrage ? A vitrage double ?
12. Quelles portes ? En bois ? À huisserie en acier ? Contreplaqué ? Acier ? Avec butoir en caoutchouc ? Ignifugées ? Résistantes au feu ? Avec fermeture ?
13. Quel type de chauffage ? Combustible ? Durée de réserve ? Chauffage au mazout ? Chauffage électrique ? Chauffage au gaz ? Réservoir d'eau de pluie pour remplissage ?
14. Quelle système de production d'eau chaude ? Quantité requise ? À quelle époque ? À quels endroits ? Constitution chimique de l'eau potable ? Prévoir une installation d'adoucissement d'eau ?
15. Quel type d'aération ? Circulation d'air ? dans quelles pièces ? Extraction des gaz ? Ventilation mécanique ?
16. Quel type de refroidissement ? Système à glace ?
17. Quelle adduction d'eau ? Ø de la conduite d'amenée ? Ø des tuyaux des pompes à incendie locales ? Pression de la canalisation d'eau ? Est-elle soumise à de fortes variations ? Lesquelles ? Prix de l'eau au mètre cube ? Y a-t-il des robinets à l'extérieur ?
18. Quelle évacuation d'eau ? Raccordement aux conduites locales ? Où ? Ø de la conduite principale ? Profondeur sous terre ? Où vont les eaux usées ? L'écoulement par infiltration est-elle possible ? Opportun ? Permis ? Filtre individuel ? Filtre mécanique et aussi biologique à prévoir ?
19. Quel Ø a la canalisation de raccordement du gaz ? Rendement ? Prix au mètre cube ? Réduction de prix pour consommation élevée ? Existe-t-il des règlements particuliers pour les déplacements ? Aération ?
20. Quel éclairage ? Type de courant ? Tension ? Possibilités de raccordement ? Limite de consommation ? Prix du kW au tarif d'éclairage ? Tarif force ? Tarif de nuit de ... à ... ? Prix réduits pour grosse consommation ? Transformateur ? Station haute-tension ? Source propre d'énergie ? Diesel, turbine à vapeur, éolienne ?
21. Où faire le branchement pour le téléphone ?
22. Quel dispositif d'appel ? Sonnette ? Lumière ? Dispositif de commande ?
23. Quel type d'ascenseur ? Charge importante ? Déchargement par le fond ou latéral ? Vitesse ? Machinerie en haut ou en bas ?
24. Autres moyens de transports ? Dimensions ? Parcours ? Puissance ? Poste pneumatique ?
25. Vide-ordures et vidoirs ? Où ? Dimensions ? Pour quelles ordures ? Déchets à incinérer ? Papiers ?
26. Divers.

VIII. Eléments pour l'établissement des plans

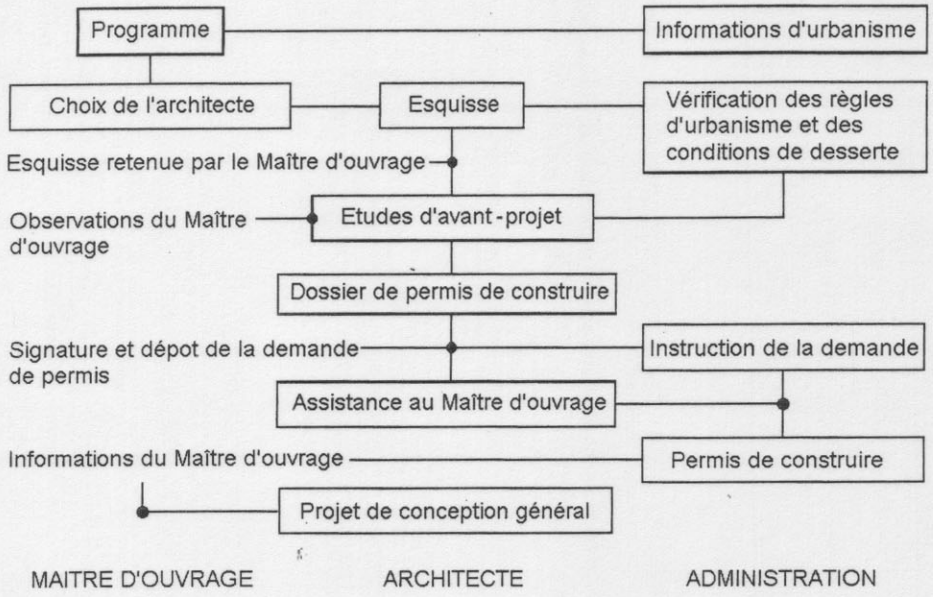
1. A-t-on consulté le cadastre ? A-t-on pris copie ? Qu'y a-t-il de remarquable pour l'établissement des plans ?
2. Existe-t-il un plan de la localité ? Est-il commandé ? Avec indications concernant la circulation ?
3. Existe-t-il un plan de situation ? Est-il commandé ? Est-il agréé par l'administration ?
4. Existe-t-il un relevé de géomètre ? Est-il commandé ?
5. Le plan d'adduction d'eau est-il clairement établi ?
6. Le plan d'évacuation d'eau est-il clairement établi ?
7. Les conduites de gaz sont-elles bien indiquées sur le plan ?
8. Les canalisations électriques sont-elles bien indiquées sur le plan ? Certifié par la société responsable ?
   Câble souterrain ou aérien ?
9. Le plan des façades des maisons voisines est-il relevé ? Leur type de construction indiqué (plan d'urbanisation) ?
10. Y a-t-il un point repère pour le plan coté, établi de façon incontestable et indiqué comme définitif ?
11. Un plan d'installation du chantier est-il exigé ?
12. Où faut-il faire la demande pour le permis de construire ? En combien d'exemplaires faut-il le préparer ? Sous quelle forme ? Dimensions du papier ? Copies ? Comment doivent être mis en couleur les plans (prescription pour les dessins de plans) ?
13. Quels sont les exigences pour la présentation des évaluations fixées ? Qui est admis comme bureau de contrôle ? Qui intervient (quel service désigne cette personne) ?

IX.Eléments de base pour l'attribution des travaux

1. Éloignement du terrain à bâtir de la gare de marchandises ?
2. Existe-t-il un embranchement vers le terrain à bâtir ? Voie normale, étroite ? Quelles sont les possibilités de déchargement ?
3. Comment sont les voies d'accès ? Nécessité de chemin en rondins, en madriers ? Voie d'accès provisoire ?
4. Existence d'emplacements pour le dépôt de matériaux ? ... m² en terrain découvert ? ... m² en terrain couvert ? Hauteur par rapport au terrain ? Possibilité pour plusieurs entrepreneurs de travailler ensemble ?
5. Le maître d'ouvrage se charge-t-il lui-même de certaines fournitures et de certains travaux ? Lesquels ? Nettoyage ? Surveillance ? Travaux concernant le jardin ?
6. Peut-on envisager de payer d'avance, un paiement comptant ? Ou quels délais de paiement et quels montants prévoir ?
7. Quels sont les matériaux utilisés localement ? Matériaux particulièrement bon marché sur place ? Prix ?

X. Délais pour l'achèvement de(s) :

1. Esquisses pour discussion avec les collaborateurs ?
2. Esquisses pour discussion avec le maître d'ouvrage ?
3. Avant-projet (échelle) avec devis estimatif ?
4. Projet (échelle) ?
5. Devis ?
6. Dépôt des plans pour permis de construire avec calculs et informations ordinairement exigées ?
7. Durée probable de la demande de permis de construire ? Voie hiérarchique ? Possibilités d'accélérer les démarches ?
8. Plans de construction viables ?
9. Lancement des consultations ?
10. Remise des offres ?
11. Contrats ? Calendrier des travaux ?
12. Commencement des travaux ?
13. Réception du gros œuvre ?
14. Réception des travaux ?
15. Règlement définitif ?



① Organisation théorique de la conception

Les étapes de la conception

Selon qu'il s'agit d'un maître d'ouvrage public ou privé, la terminologie des diverses étapes peut différer. Néanmoins, elles sont sensiblement les mêmes et l'organisation des opérations privées tend à se rapprocher de celle des opérations publiques.

Le choix de l'architecte

• En matière de travaux privés, il n'est pas réglementé. Toutefois les règles professionnelles fixées par le Décret n° 80-217 du 20/3/80 font obligation de passer un contrat préalable librement discuté et fixant les missions de l'architecte. Des contrats-types existent.

• En matière de travaux publics, le choix de l'architecte obéit aux règles fixées par le Code des marchés publics et notamment du Décret n° 93-1269. Ce choix peut être :

- non réglementé pour les marchés inférieurs à 300 000 F,
- basé sur l'examen des compétences et moyens entre 300 et 450 000 F,
- basé sur l'examen des compétences, moyens et références entre 450 et 900 000 F,
- négocié après concours au-dessus de 900 000 F.

Noter que certains maîtres d'ouvrage de statut privé (S.E.M., HLM) ont une marge plus importante ne comprenant qu'un seuil de 700 000 F.

Enfin, compte tenu des conditions d'examen, le contenu du dossier candidature, sa présentation et sa pertinence, sont essentiels pour être retenu.

A. L'esquisse (ou le diagnostic en cas de réhabilitation) commence par l'analyse du programme, l'examen des données juridiques et financières, la reconnaissance du site et, pour le diagnostic, l'établissement d'un état des lieux architectural et technique. En possession de tous ces éléments, l'architecte donne une première réponse au moyen de croquis exprimant la volumétrie d'ensemble, les plans des niveaux significatifs et, éventuellement, des détails caractéristiques.

Cette première réponse est le résultat d'un processus itératif propre à chaque architecte qui, à partir du programme, détermine un ou des volumes à construire et des relations entre les divers éléments qui se mettent en scène réciproquement. Ce processus consiste à sélectionner les solutions répondant aux exigences urbanistiques et constructives les mieux adaptées à l'environnement, aux critères de choix du maître d'ouvrage et de l'architecte, au caractère à donner à la construction, à l'orientation, aux vues, aux possibilités d'accès et de raccordement aux équipements publics, etc.

B. Les études d'avant-projet : après approbation de l'esquisse, l'architecte, au stade de l'avant-projet sommaire (APS), précise la conception générale en plans et en volumes, vérifie la compatibilité de l'esquisse avec les diverses contraintes, propose des dispositions techniques, établit un calendrier sommaire des travaux et une estimation provisoire de leur coût.

L'avant-projet définitif (APD) : après approbation de l'APS, l'architecte dresse les plans, coupes et façades de l'ouvrage, établit une notice descriptive précisant les matériaux utilisés, détermine les surfaces détaillées de tous les éléments du programme, arrête certains choix d'équipements et établit une estimation définitive à 10 % près. Le niveau de définition des plans correspond à des documents graphiques à l'échelle 1/100e, avec détails significatifs au 1/50e.

C. Le dossier de demande de permis de construire (voir l'imprimé n° PC 158 distribué en Mairie) : établi en principe en quatre exemplaires (cinq si consultation des services) sur un formulaire type, auquel sont joints des dossiers constitués de :

• plan de situation du terrain, plan de masse avec indication des raccordements aux réseaux, plan des plantations maintenues ou supprimées ;

• plans et façades des ouvrages, coupe avec indication du terrain naturel et traitement des espaces extérieurs ;

- documents photographiques et graphiques permettant d'apprécier l'impact visuel de la construction dans l'environnement ;
- une notice relative à l'impact visuel du projet dans le paysage ;
- éventuellement une étude d'impact.

Ce dossier est complété les cas échéants par une demande de permis de démolir.

La durée d'instruction du permis de construire est en principe de 2 mois, pouvant être portée à 3 ou 5 mois s'il y a consultation de services ou de Commission Nationale.

Des documents complémentaires peuvent être exigés pour vérifier

- les règles de sécurité pour ies immeubles de grande hauteur ou recevant du public et ERP ;
- les règles d'accessibilité aux handicapés.

Le dossier dit "paysager" (pièces n° 3, 4, 5) peut être "allégé".

Le permis de construire sanctionne l'observation des règles suivantes :

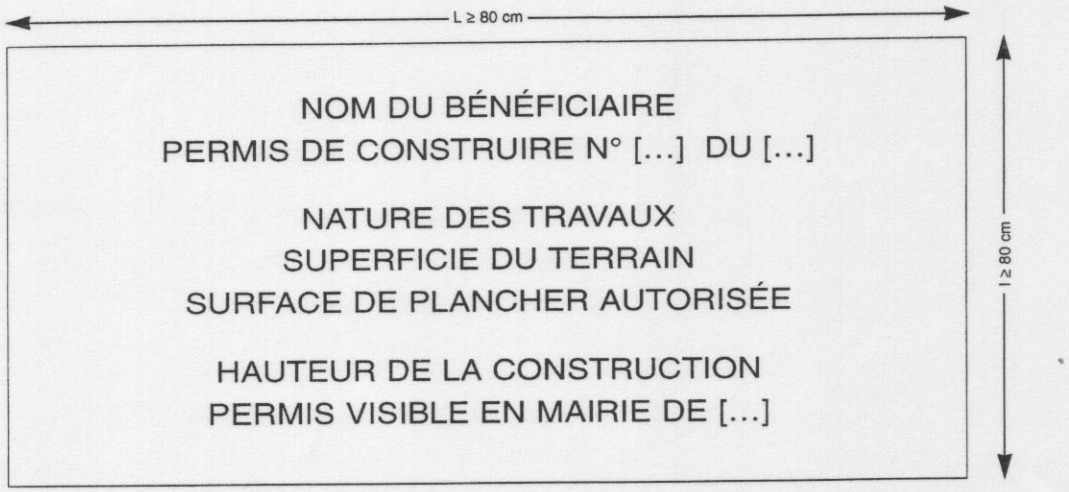
– Règlement National d'Urbanisme (RNU) et prescriptions "Paysage" "Littoral" "Montagne".
– Règles locales d'urbanisme.
– Règles de protection du patrimoine architectural.
– Règles de protection de l'environnement.
– Règles de sécurité :
  I.G.H. et E.R.P.,
  exposition aux risques naturels prévisibles,
  périmètres de protection.
– Règles de voirie.
– Règles relatives à l'hygiène.

Mais il ne vise ni les règles de construction visées au Code de la Construction et de l'Habitation,

ni les servitudes de droit privé,
ni les règles de Droit Public indépendant de l'Urbanisme.

Le Permis de Construire n'est en principe délivré qu'au Maître d'Ouvrage. Aussi est-il nécessaire que celui-ci le transmette dès réception, ainsi que les prescriptions éventuelles dont il peut être assorti. De même il doit être, dès sa délivrance, procédé à son affichage sur le terrain et en mairie.

Recours : les tiers "ayant intérêt à agir" peuvent recourir pendant deux mois contre le Permis de Construire.



② Panneau et mentions obligatoires sur le terrain

La préparation de la consultation des entreprises

Le projet de conception générale

Le dossier de permis de construire définit de façon précise l'enveloppe construite et l'aspect extérieur du bâtiment et de ses abords. Toutefois c'est un document administratif destiné à vérifier le respect des règles générales d'urbanisme, mais qui est insuffisant techniquement. A ce stade il reste à préciser les formes des différents éléments de la construction :

- déterminer l'implantation et l'encombrement de tous les éléments de structure et de tous les équipements techniques,
- indiquer les tracés des alimentations et évacuations des fluides,
- coordonner ces ouvrages,
- décrire en détail les ouvrages et les repérer,
- établir un coût prévisionnel par corps d'état,
- déterminer le délai global de réalisation.

Les documents graphiques nécessaires sont généralement établis au 1/50^{e} et au 1/20^{e} à 1/2 pour les détails.

L'assistance pour passation du marché de travaux (AMT)

Le projet de conception générale (PCG) ainsi établi servira de base pour les études des entrepreneurs sur le plan technique. Toutefois les prix dépendent aussi des conditions du marché sur le plan administratif et financier. Pour cela, quel que soit le régime juridique sous lequel les travaux sont réalisés, les éléments à préciser sont les suivants :

1. Des éléments généraux techniques ou administratifs appelés "cahier des clauses"

   Droit Public : CCAG ou cahier des clauses administratives générales ;
   CCTG ou cahier des clauses techniques générales.

   Droit Privé : CCAG ou cahier des clauses administratives générales (Norme AFNOR PO 3001) ;
   CCT ou cahier des clauses techniques.

   Ces documents :
   - fixent l'organisation des relations entre les intervenants,
   - déterminent les documents à établir,
   - organisent la vie du chantier, les paiements, le règlement des contestations, les conditions générales de règlement et de résiliation des marchés.

2. Des éléments particuliers propres à chaque chantier, ce sont les CCAP et CCTP, clauses administratives et techniques parti-

culières, qui peuvent être réunies en un seul document, le Cahier des Clauses Particulières (CCP). Ces documents :

– donnent une description précise des prestations à réaliser,
– précisent les articles des Cahiers des Clauses Générales auxquels il est dérogé,
– contiennent les stipulations particulières que les docments généraux ne peuvent préciser :

contractants, lieu des travaux,
propriété du terrain ou des constructions,
énumérations des documents annexes au marché,
engagements réciproques de l'Entrepreneur et du Maître d'Ouvrage,
modalités de paiement, clauses de révision de prix, modifications,
délais d'exécution et pénalités de retard,
fréquence des rendez-vous de chantier,
échantillons et essais,
dispositions d'hygiène et de sécurité du chantier,
conventions inter-entreprises,
assurances, interventions de spécialistes,
clauses d'arbitrage,
conditions de réalisation des études d'exécution,
etc.

3. Des documents permettant de comparer les offres des entreprises
   – cadre de décomposition des offres des entreprises
4. La possibilité de présenter en variante des techniques ou matériaux différents.
5. Les conditions dans lesquelles seront appréciées les offres des entreprises et les critères de jugement.

Modalités des prix

Le prix d'un ouvrage peut être arrêté selon plusieurs modalités :

– *au forfait* si un chiffre global a été arrêté "*ne varietur*", dans ce cas, les prix détaillés fournis sont donnés à titre indicatif pour, en particulier, la vérification des situations de travaux ;
– *sur devis* si un devis détaillé avec indication des prix unitaires a été fourni et accepté ;
– *sur bordereau de prix* ou sur série de prix avec ou sans rabais lorsque les quantités à mettre en œuvre ne peuvent être fixées à l'avance ;
– *sur dépenses contrôlées* (surtout en marchés publics) : les prestations exécutées sont réglées en appliquant aux dépenses effectivement constatées une marge définie par contrat.

Dévolution des marchés

Les ouvrages nécessaires à l'édification d'un bâtiment mettent en œuvre des techniques diverses. Ces techniques sont généralement appliquées par des entreprises spécialisées (plomberie, serrurerie, couverture, charpente, chauffage, etc.). Par ailleurs, les devis descriptifs et estimatifs sont presque toujours rédigés par corps d'état.

Il peut être plus avantageux, en fonction de la taille et de la technicité du chantier ainsi que de l'importance relative des différents corps d'état, de fractionner le marché en différents lots. Il existe donc plusieurs types de marchés.

- Les marchés par lots séparés dans lesquels les entreprises seront chacune titulaire d'un marché et travailleront en même temps que d'autres entreprises sur le chantier.

  Dans ce cas, une coordination entre les entreprises devra être prévue.

  Noter que, selon l'importance des travaux, des spécialités différentes, mais en général de même nature, peuvent figurer dans le même lot (par exemple plomberie, chauffage, charpente, menuiserie).
- Les marchés en entreprise générale dans laquelle il y a un seul titulaire qui pourra éventuellement sous-traiter (avec l'agrément du maître d'ouvrage) une partie des travaux.
- Les marchés en groupement d'entreprises dans lequel plusieurs entreprises se regroupent pour faire une offre commune, présentée par un mandataire commun. Ce type de marché est aussi appelé co-traitance. Cependant, chacune des entreprises du groupement est elle-même titulaire d'un marché (et doit donc être en mesure de répondre aux critères et aux obligations définis dans les documents de consultation).

  Ces entreprises groupées peuvent être :

  conjointes,
  ou
  solidaires si chacune d'elles est engagée par la totalité du marché.

  Elles doivent être liées entre elles par une "convention inter-entreprises".

Réalisation pratique de la consultation

A. Sélection des entreprises

a) Maître d'ouvrage privé

Dans ce cas, il n'y a pas de règles précises. Le maître d'ouvrage, conseillé par l'architecte, peut demander une proposition aux entrepreneurs de son choix sous formes particulières. Il est cependant recommandé de :

– s'assurer de la qualification de l'entreprise (certificats délivrés par les groupements professionnels), examen des moyens et des références ;
– vérifier la réalité et l'étendue des risques couverts par l'assurance professionnelle ;
– recueillir toutes les informations utiles sur l'organisation, les méthodes de travail, le respect habituel des délais, les partenaires habituels des entreprises pressenties.

b) Maître d'ouvrage public

Les maîtres d'ouvrages publics obéissent en principe aux règles édictées par le CMP (Code des Marchés Publics) . Celui-ci définit de façon précise les règles de passation des marchés et de consultation des entreprises.

En ce qui concerne la consultation des entreprises, le formalisme est différent selon le montant du marché. En particulier, les marchés de travaux dont le montant est inférieur à 300 000 F sont passés librement. Les autres doivent faire l'objet d'une publicité (voir CMP) qui doit contenir :

– l'identification de l'administration concernée,
– l'objet et les caractéristiques principales du marché,
– la procédure de passation,
– le nombre limité éventuel de candidats admis,
– les justifications de qualité et de capacité à produire,
– la date limite de réception des candidatures,
– le lieu, jour et heure de l'adjudication ou de l'appel d'offre,
– le lieu où retirer le dossier de consultation et le montant du cautionnement éventuel,
– le délai de validité des offres,
– la date d'envoi à la publication.

Les supports de publication sont également déterminés en fonction du montant du marché.

B. Dossier de consultation

Il comprend :

- le règlement de consultation (facultatif en marché privé ou de moins de 300 000 F),
- l'acte d'engagement (ou soumission),
- les cahiers des charges,
- les documents graphiques (PCG),
- les devis descriptifs et/ou estimatifs,
- le délai global des travaux,
- les informations techniques disponibles (sondages, ouvrages enterrés, etc.).

Choix des entreprises

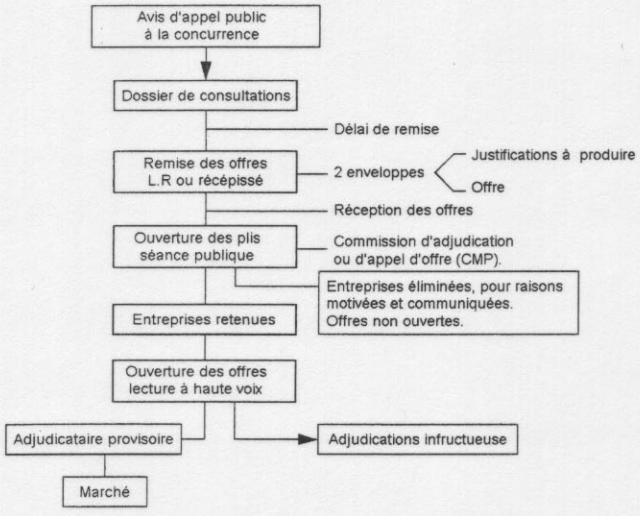
Cas des marchés publics

Adjudication

En droit Public, le premier type de choix des entreprises est l'adjudication.

Forme : fixée par CMP.

Support : fixé par CMP.



③ Schéma de l'attribution des marchés selon CMP - Cas de l'adjudication

Noter que des dispositions spéciales s'appliquent en cas de travaux soumis à publicité élargie à la CEE.

Appel d'offres

Le mode principal d'attribution de marché est celui de l'appel d'offres :

- *appel d'offres ouvert* : tout candidat peut faire une offre ;
- *appel d'offres restreint* : seuls les candidats répondant à des conditions peuvent le faire ;
- *appel d'offres avec concours* ;
- *appel d'offres sur performance* (procédure restreinte).

Si l'appel d'offres est ouvert, il y a avis d'appel public à la concurrence (voir CMP).

Le mécanisme est sensiblement le même que celui de l'adjudication mais

- les ouvertures des plis n'ont pas lieu en séance publique ;
- les offres sont examinées au regard des critères suivants :
  - prix des prestations,
  - coût d'utilisation,
  - valeur technique des prestations.

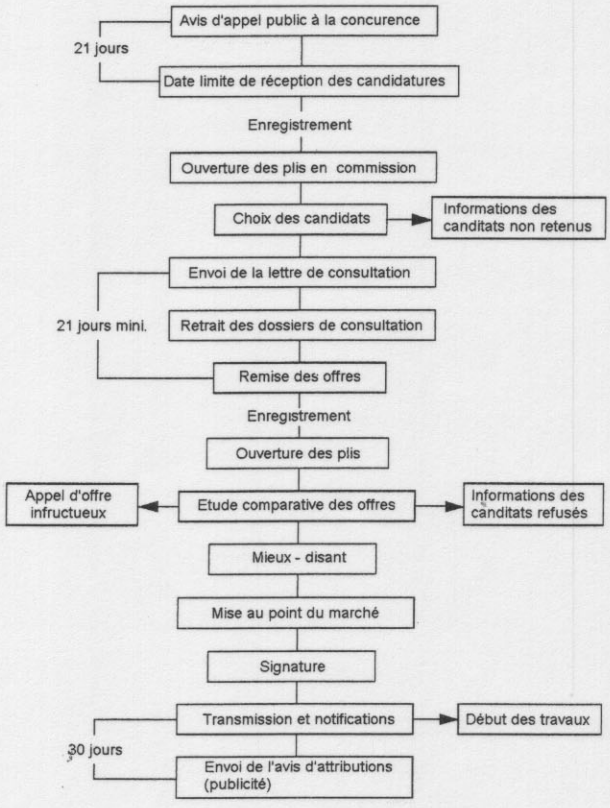
Le mode préférentiel d'attribution de marché est celui de l'appel d'offres :

- garanties professionnelles et financières des candidats,
- délai d'exécution ;

on peut également prendre en compte les critères additionnels suivants :

- qualité architecturale,
- sécurité des chantiers,
- prise en compte de l'environnement,
- autres critères liés à la politique de l'emploi.

L'examen de ces critères peut être effectué par des techniciens après ouverture des offres sous réserve que les pièces essentielles soient enregistrées dans un PV.



④ Schéma d'appel d'offres restreint

Cas des marchés privés

Il n'existe pas de réglementation particulière en dehors de celles édictées par les documents du marché.

Origine des délais

A compter de la notification du marché (marchés publics) ou de l'Ordre de Service n°1 (marchés privés)

Généralement, les Cahiers des Clauses Administratives Générales prévoient à l'intérieur du délai global d'exécution une période de préparation et une période d'exécution.

Période de préparation

Durée : 2 mois en marchés publics (CCAG Travaux)
3 mois en marchés privés (NFP 03.001)

Contenu : Préparation administrative.
Désignation du coordonnateur (si différente de la conception).
Mesures de coordination, d'hygiène et de sécurité.
Préparation matérielle du chantier.
Schéma d'organisation du chantier.
Organisation relationnelle.
Etudes et plans spécifiques d'exécution.
Examen de cohérence et visa éventuel.
Mise en place du compte inter-entreprises (compte prorata).
Calendrier d'exécution.

Préparation administrative

Préalablement au début des travaux, il est nécessaire

- d'adresser en Mairie la déclaration d'ouverture du chantier ;
- d'adresser aux organismes de prévention (Inspection du Travail, CRAM, OPPBTP) l'avis d'ouverture du chantier et, pour certains chantiers, la déclaration préalable obligatoire ;
- d'adresser les demandes particulières pour occupation du domaine public, travaux à proximité d'ouvrages de transport et de distribution ;
- d'ouvrir les différents registres obligatoires : registre unique du personnel, registre des mises en demeure, registre unique d'hygiène et de sécurité ;
- de consulter les différents services pour les raccordements de voirie et des réseaux divers.

Désignation du coordinateur

Si celui-ci est différent du coordonateur du stade conception, il devra effectuer les opérations énumérées (p. 43).

Préparation matérielle du chantier

- Mise en place de la clôture et du panneau de chantier.
- Exécution des travaux de voirie provisoire de chantier et de raccordements aux réseaux.
- Vérifier l'obtention du permis de démolir éventuel avant de procéder aux démolitions nécessaires.
- Le cas échéant, faire établir un état des lieux préalables des constructions voisines pour éviter toute contestation ultérieure.
- Procéder au montage des installations de chantier (bureaux, vestiaires, dépôts, etc.).

Schéma d'organisation du chantier ou plan d'installation du chantier

Tracé du plan d'installation avec indication :

- des voiries et réseaux de chantier,
- des zones de stockage des matériaux,
- des installations fixes de chantier (bureaux, vestiaires, sanitaires),
- des emplacements du matériel (grues, bétonnières, silo à ciment, agrégats, ferraillage),
- prévoir les dispositifs de sécurité et de protection de la santé sur le chantier,
- des emplacements de stationnement (personnel de chantier, des entreprises, des participants aux rendez-vous de chantier) et cheminements pour accès aux différents ouvrages.

Ce plan devra tenir compte des phases successives d'aménagement en fonction du plan :

- désignation des arbres à protéger, marquage des fûts à abattre,
- clôture de chantier.

Organisation relationnelle du chantier

- Le bureau de chantier devra être suffisamment vaste pour recevoir tous les participants aux réunions, être chauffé, équipé d'une grande table, de sièges, du téléphone, de placards ou d'armoires pour ranger les différents documents de chantier, de panneaux d'affichage (à prévoir largement).
- Les documents à afficher :
  - les plannings,
  - les plans tenus à jour,
  - le dernier compte rendu de chantier,
  - la liste des entreprises avec n° de téléphone,
  - un graphe mentionnant les personnes à informer avec leur rôle sur le chantier.
- Le règlement de chantier définit l'organisation du chantier : présentation des participants, fonctionnement de l'organisation (responsable, clés des différents locaux, etc.).

Etudes et plans spécifiques d'exécution

Ils doivent définir de façon précise :

- les caractéristiques générales des matériels : poids et surcharges à prévoir, types de fixation, réservations éventuelles, suggestions de mise en place et d'accès pour entretien ;
- les dispositions particulières, en particulier les raccordements avec les ouvrages dépendants d'autres lots, les alimentations éventuelles avec leurs caractéristiques, les protections ;
- l'indication affichée des mises à jour des plans et le "bon pour exécution éventuel" ;
- le planning d'exécution et de pose, les délais de livraison des différents matériels.

Examen de cohérence et visa

Il est destiné à vérifier la cohérence et la possibilité de juxtaposition des différents ouvrages tant sur le plan des risques éventuels que de l'encombrement, des suggestions d'intervention et d'entretien, de l'aspect architectural.

Il peut être effectué successivement par plusieurs personnes (technicien de l'entreprise, B.E.T., bureau de contrôle), mais l'examen de cohérence final doit être effectué par l'architecte qui apposera son visa.

Il ne faudra jamais perdre de vue l'enchaînement des opérations de mise en place, les épreuves et essais, la pose de protections et leur enlèvement.

Le compte inter-entreprises

Les installations de chantier (bureaux, vestiaires et locaux de personnel, échaufaudages et moyens lourds de manutention) constituent une source de dépenses d'intérêt général qui doit donc être prise en compte par l'ensemble des entreprises.

Traditionnellement, ce compte était alimenté par les entreprises au prorata du montant de leur marché (d'où son nom de compte prorata). Il est toujours la source de nombreuses difficultés au moment du règlement définitif des comptes. Il est donc nécessaire de le prévoir dès la mise en place des marchés. Des documents types existent mais pour qu'ils soient applicables, il est nécessaire de les imposer dans le Cahier des Clauses Administratives Particulières.

- Mise en place : pendant le délai de préparation du marché, il faudra cependant prévoir qui fait les premières avances et met en place les installations de chantier.
- Dépenses à prévoir :
  - les installations permanentes de chantier,
  - les frais de chauffage et d'entretien de ces installations,

- les prestations de service, gardiennage de chantier, frais d'électricité, de téléphone, les taxes de voirie, le nettoiement,
- les provisions pour imprévus : aléas climatiques, dégâts d'origine inconnue.

– Dispositions du compte inter-entreprise :
- il est souhaitable qu'une convention soit signée par toutes les entreprises participant au chantier,
- que les règles de fonctionnement soient clairement définies ainsi que les attributions des gestionnaires de ce compte, les règles comptables, l'inscription au compte des dépenses et les conditions de répartition ainsi qu'une clause d'arbitrage.

La mise en place du calendrier détaillé d'exécution

Elle a pour but la planification du déroulement des travaux.

Objectifs et risques concernant la planification d'un ouvrage.

Elle vise deux points critiques :
– **contrôle, métré et décomptes des travaux,**
– **planification du déroulement des travaux** à l'aide de méthodes de management (disponibilité des hommes, des machines et du matériel au bon moment, en quantité adéquate et au bon endroit).

Principales ressources : techniques de planification des travaux, techniques de planification du temps, adaptées à ces différentes méthodes.

Une mauvaise surveillance de la construction, un manque de contrôle, peut conduire à une réalisation insatisfaisante, des défauts (visibles / cachés), des décomptes incorrects, des surcoûts, des risques pour les hommes (accidents) et le matériel. Un management peu satisfaisant du projet, un manque de coordination entraîne des retards de construction / coûts supplémentaires.

Moyens et instruments pour la planification d'un ouvrage.

Les missions du maître d'œuvre définies dans le marché de maîtrise d'œuvre se répercutent sur les plans (plans d'exécution, plans de détail, dessins particuliers) et les pièces constitutives des marchés.

Les techniques de planification des travaux / planification du temps utilisent différents modes de représentation :

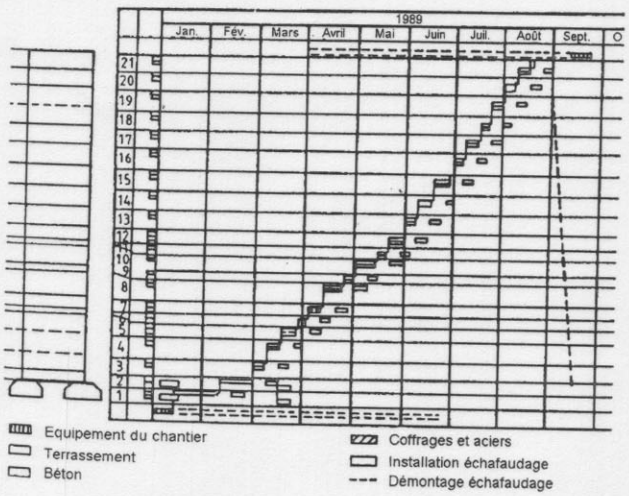
– *Diagrammes en barres* (planning à barres) représentent en coordonnées rectangulaires le déroulement des travaux (axe Y = axe des ordonnées) en fonction du temps de construction correspondant (axe X = axe des abscisses). La durée (détermination à partir de valeurs issues de l'expérience / des évaluations) des différentes opérations est déterminée par la longueur des barres correspondantes (tracées horizontalement).

Les étapes successives de construction devraient être représentées à la suite les unes des autres. Les listes de travaux (= listes pour la description du déroulement des travaux = liste d'investigation) aident à la mise en place des plannings en barres et rendent possible les comparaisons entre la prévision et la réalité.

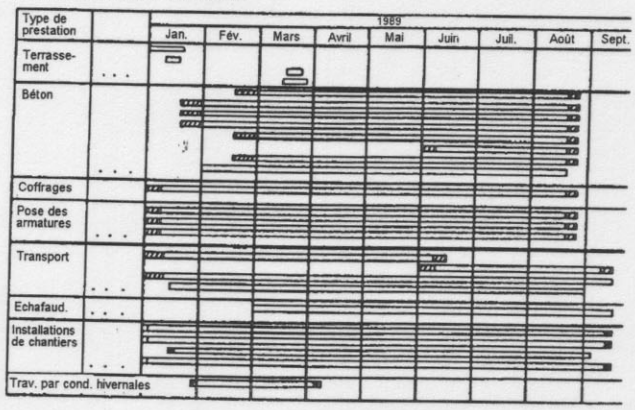
Avantages des plannings en barres : vision globale, clarté, lisibilité facile (représentation proportionnelle au temps).

Inconvénients des plannings en barres : prise en compte globale, non différenciation des étapes d'un processus, représentation difficile des enchaînements / relations de dépendance des étapes des travaux (le planning en barres ne permet pas d'apprécier si le déroulement critique / non critique modifiant la durée d'une étape, entraîne la modification de la durée de la somme des étapes).

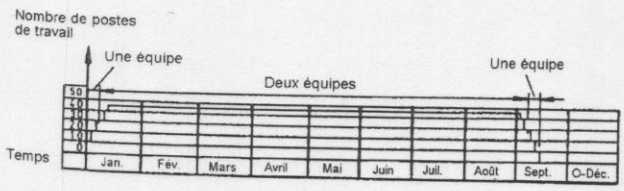
Programme de construction



Programme concernant le matériel

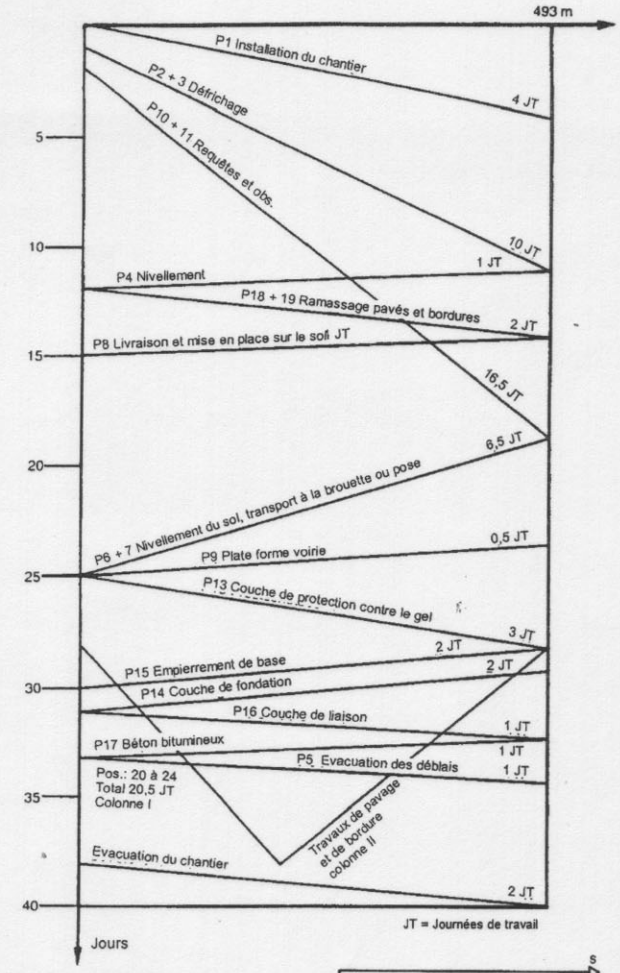


Plan des échéances avec subdivision en opérations particulières.

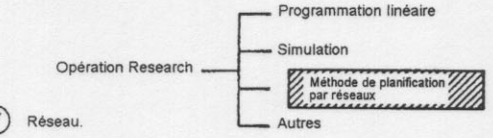


N° d'identification	Partie de construction	Etape	Unité	Quantité	Dépense h/P	Σh	Durée heure/temps (jour, semaine, mois)	Comparaison	
								Estimé	
								Effectué	
								Estimé	
								Effectué	
								Estimé	
								Effectué	

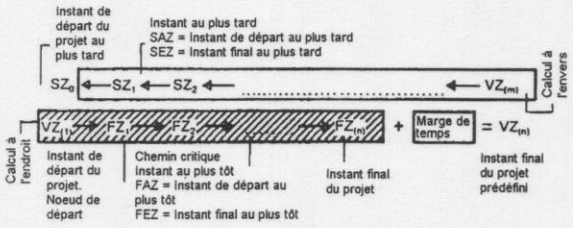
⑤ Liste des tâches



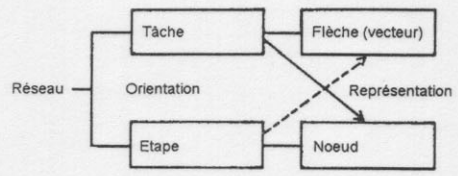
⑥ Planning des délais de construction.



⑦ Réseau.



⑧ Calcul en réseau.



⑨ Orientation par réseau.

Domaine d'application : représentation des processus de construction sans spécification particulière de fabrication, planification de certains processus de fabrication (programme de construction), planning d'emploi (programme pour le personnel / programme pour les appareils) (fig.5).

– *Diagrammes en lignes* (diagrammes de vitesse, de trajet ; quantité par rapport au temps) représentent en coordonnées rectangulaires, sur un axe (dépendant de la tâche) les unités de temps (selon choix) et dans l'autre direction les unités de longueur (plus rarement des quantités de travaux). La vitesse de production (angle résultant quantité / temps), les écarts en temps et en espace par rapport au déroulement optimal, sont perceptibles.

Avantage : concrétisation de la vitesse et de la distance critique.

Inconvénient : confusion dans le cas de superposition de différents processus de travail (spatial et temporel pour des déroulements de travaux sans spécification de fabrication particulière). *Domaine d'application* : représentation du déroulement d'un travail avec des spécifications particulières de fabrication (longueur, hauteur ; par exemple routes, galeries etc., tours, cheminées etc.) (fig.6).

– *Réseaux* : Résultat de la méthode de planification par réseaux (branche de l'*Operation Research* (fig.7) servant à l'analyse, la représentation, la planification, la conduite et le contrôle des tâches. En tenant compte au maximum des différents paramètres dont l'influence est importante (temps, coût moyens utilisés, etc.), on montre la dépendance des différentes tâches les unes par rapport aux autres.

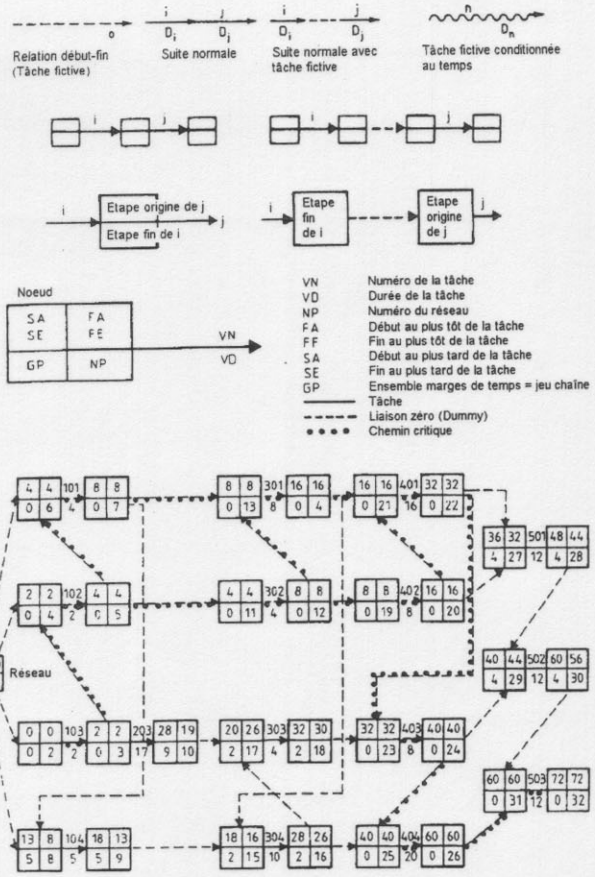
Le calcul de ces réseaux se fait à partir du moment de départ du projet et permet d'établir la date au plus tôt du début et de la fin pour le départ de toutes les étapes (D = durée, intervalle de temps début/fin de la tâche). Résultat = parcours/temps le plus long (parcours critique)/ date de la fin du projet. Des marges de temps prévues en avance et incorporées donnent (par addition) la date prédéfinie de la fin du projet, la date au plus tard (date au plus tard du début, date au plus tard de la fin) pour le départ de toutes les étapes (calcul à l'envers), la date au plus tard du début du projet, selon le cas la marge de temps globale des différentes étapes/tâches (GP = date au plus tard SZ – début au plus tard, date de la fin SAZ / SEZ moins date au plus tôt ; date du début au plus tôt, date de la fin FAZ/FEZ (fig.8).

Des orientations différentes de réseaux (tâches/étapes) et des représentations différentes (flèches, nœuds) conduisent à trois types fondamentaux de réseaux (fig.9).

1. *Méthodes de planification par réseau à flèches - tâches* (Critical Path Method, CPM).

Elle classe les flèches (bords) des tâches. Les nœuds représentent les étapes du début et de la fin de la tâche. La relation fondamentale concernant l'ordre (= dépendance quantifiable entre étapes/tâches) dans la méthode CPM est la suite normale (relation concernant l'ordre de la fin d'une tâche au début de la tâche suivante ; fin d'étape A = début d'étape/tâche B). Le modèle de temps est déterminé (c'est-à-dire qu'on attribue à la tâche une évaluation concrète de temps). Les tâches se développant en parallèle et dépendant les unes des autres, les dépendances mutuelles de tâches partielles comme condition d'une tâche ultérieure seront représentées au moyen de tâches fictives (lien zéro, dummy, relation d'ordre dans le réseau de flèches des tâches avec écart de temps nul) (fig.10 et 11).

Les contenus des plans de réseaux de flèches de tâches livrent en retour la liste des processus (liste des activités individuelles avec indications de temps correspondantes) (fig.12).

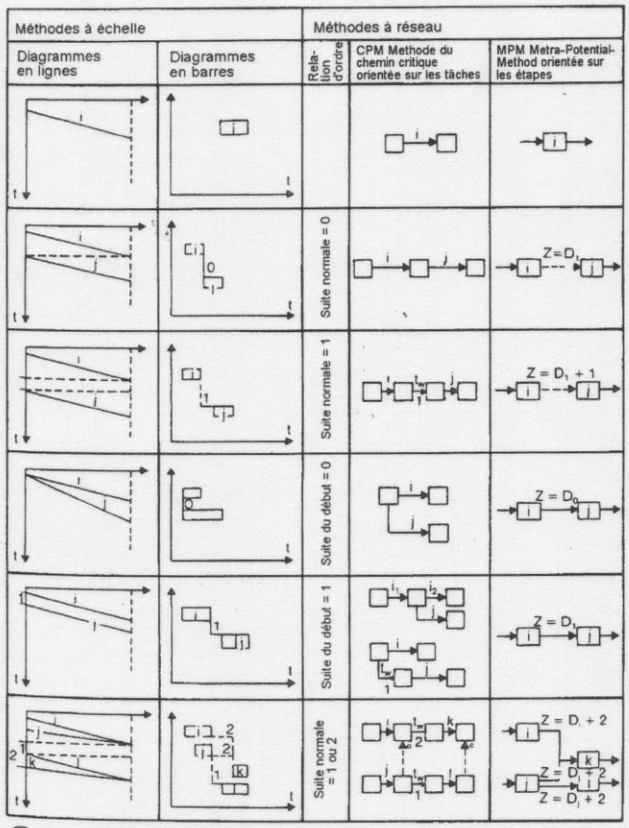


(10) Méthode de planification par réseau à flèches-tâches.

Processus			Instant		Dummy		Au plus tôt		Au plus tard		Marge globale(1)
N°	Description abrégée	Durée	de Etape n°	à	de Etape n°	à	Début	Fin	Début	Fin	
103	Fouille P2	2	2	3	1	2	0	2	0	2	0
102	Fouille P1	2	4	5	1u. 3	4	2	4	2	4	0
101	Fouille W1	4	6	7	1u. 5	6	4	8	4	8	0
104	Fouille W2	5	8	9	1u. 7	8	8	13	13	18	5
203	Fond. sur pieux	17	3	10			2	19	11	28	9
302	Fondation P1	4	11	12	5	11	4	8	4	8	0
301	Fondation W1	8	13	14	7u.12	13	8	16	8	16	0
304	Fondation W2	10	15	16	9u.14	15	16	26	18	28	2
303	Fondation P2	4	17	18	10u.16	17	26	30	28	32	2
402	Pot. béton P1	8	19	20	12	19	8	16	8	16	0
401	Pot. béton W1	16	21	22	14u.20	21	16	32	16	32	0
403	Pot. béton P2	8	23	24	18u.22	23	32	40	32	40	0

[1] ≙ Env. jeu de la chaine

(12) Liste de processus (CPM) voir figure 10.



(11) Comparaison des formes de représentation des différentes techniques de processus.

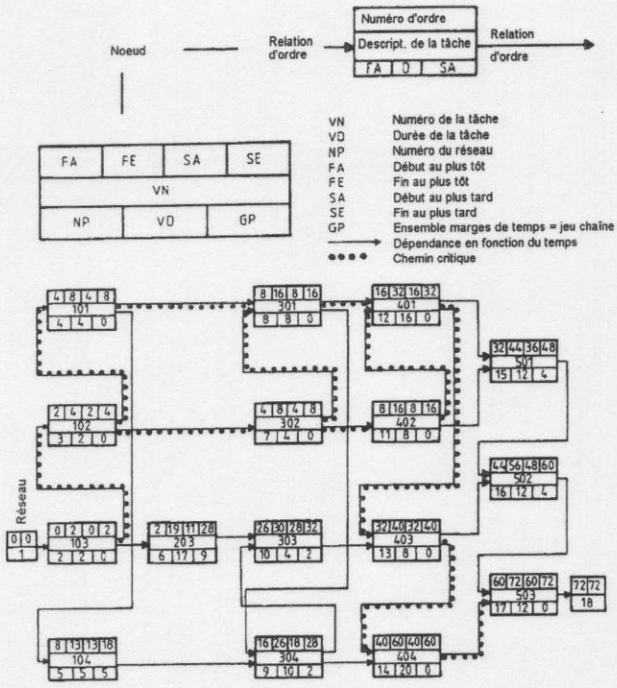
2. *Méthodes de planification par réseau à nœuds - tâches* (Metra Potential Method, MPM).
   Les nœuds représentent des tâches. Les flèches donnent en retour les relations d'ordre. La relation fondamentale concernant l'ordre dans la méthode MPM est la suite chronologique (relation concernant l'ordre du début d'une tâche au début de la tâche suivante ; début d'étape A = début d'étape B). Le modèle de temps est déterminé (voir ci-dessus CPM). Les contenus des réseaux de nœuds de tâches livrent en retour la liste des tâches (voir CPM) (fig.11 à 14).
3. *Méthodes de planification par réseau à nœuds - étapes* (Program Evaluation and Review Technique, PERT).
   Les nœuds représentent des étapes (événements). Les flèches donnent en retour les relations d'ordre. Le modèle de temps est normalement stochastique (= détermination des intervalles de temps entre les étapes par calcul de probabilité). Les modèles géométriques des méthodes PERT + CPM peuvent conduire à des représentations mixtes (tâches comme flèche, étape comme nœud).
   En théorie, un réseau par flèches d'étapes est envisageable, mais il n'existe aucune méthode pratique.

Avantages / inconvénients / domaines d'application des diverses méthodes de planification par réseau :

Des réseaux préconçus avec des modèles de temps déterministes (CPM/MPM) conviennent le mieux à la direction / contrôle de la réalisation de travaux (point difficile des tâches particulières). Les réseaux orientés sur les étapes (PERT) servent plutôt à une planification d'encadrement avec vue d'ensemble / (étapes = bornes).

Les réseaux à nœuds de tâches (MPM) sont plus faciles à construire / à modifier (dissociation entre planification du déroulement et planification du temps) mais donnent en retour un plus grand nombre de conditions que les réseaux de flèches de tâches (CPM) ; néanmoins en pratique la méthode CPM est plus utilisée ; plus ancienne, plus largement développée, 70 à 80 % des relations d'ordre apparaissant dans les plans de réseau.

Les réseaux sont en général très détaillés mais peu concrets (de là : représentation supplémentaire des résultats sous forme de diagrammes / planning-barres, voir ci-avant). L'informatique est spécialement prédestinée pour les réseaux importants (pour l'établissement des réseaux, introduction pure et simple des données correspondantes de la liste des tâches). Des logiciels appropriés sont disponibles (principalement : CPM).



(13) Planification par réseau (CPM)

N°	Description de l'ouvrage	Durée	Précédent	Au plus tôt		Au plus tard		Marge globale (1)
				Début	Fin	Début	Fin	
103	Fouille P2	2		0	2	0	2	0
102	Fouille P1	2	103	2	4	2	4	0
101	Fouille W1	4	102	4	8	4	8	0
104	Fouille W2	5	101	8	13	13	18	5
203	Fond. sur pieux	17	103	2	19	11	28	9
302	Fondation P1	4	102	4	8	4	8	0
301	Fondation W1	8	101, 302	8	16	8	16	0
304	Fondation W2	10	104, 301	16	26	18	18	2
303	Fondation P2	4	203, 304	26	30	28	32	2
402	Pot. béton P1	8	302	8	16	8	16	0
401	Pot. béton W1	16	301, 402	16	32	16	32	0
403	Pot. béton P2	8	303, 403	40	60	40	60	0
501	Superstruct. W1-P1	12	401, 402	32	44	36	48	4
502	Superstruct. P1-P2	12	403, 501	44	56	48	60	4
503	Superstruct. P2-W2	12	404, 502	60	72	60	72	0

(1) ≙ Env. jeu de la chaîne

(14) Liste de processus (MPM) voir figure 13.

Période d"exécution

C'est pendant cette période que sera effectivement réalisé l'ouvrage projeté. Elle s'articulera autour de cinq préoccupations principales :

– réaliser l'ouvrage dans les délais prévus : c'est la gestion des délais ;
– réaliser l'ouvrage de façon techniquement irréprochable : gestion de la qualité ;
– réaliser l'ouvrage conformément aux dispositions prévues ;
– réaliser l'ouvrage pour la dépense prévue ;
– réaliser l'ouvrage dans de bonnes conditions de sécurité.

Dans ce but, un certain nombre d'outils et de méthodes ont été mis au point.

Gestion des delais

L'enchaînement des tâches en fonction des temps d'exécution conditionne les interventions successives des entreprises. Tout retard a des conséquences sur les tâches suivantes et peut désorganiser totalement le travail des autres entreprises. Il faudra donc :

- contrôler fréquemment le planning pour pointer l'état d'avancement,
- prendre des mesures correctives dès qu'un retard est constaté,
- procéder aux recalages nécessaires au cas où le rattrappage serait impossible,
- relancer les entreprises défaillantes de façon ferme,
- tenir le compte des intempéries, après avoir défini dès le départ les conditions dans lesquelles le travail sera impossible,
- tenir à jour dans le bureau de chantier le pointage hebdomadaire de l'avancement du chantier et le noter dans le journal de chantier de façon à déterminer les responsabilités éventuelles.

Gestion de la qualité

C'est une des attributions principales de l'architecte, éventuellement après avoir pris connaissance des remarques du Contrôleur Technique. Elle est inséparable de l'obligation de visiter le chantier.

Visites de chantier

Elles devront revêtir deux aspects :

- des visites régulières avec l'entrepreneur,
- des visites inopinées.

Au cours de ces visites, il faudra contrôler les détails et le mode d'exécution des ouvrages et noter ces observations,

il faudra également vérifier la conformité des travaux par rapport aux documents du marché et par référence aux plans et devis.

Vérifier en particulier les cotes, les niveaux, les états de surface.

Aides à la Gestion de la Qualité

La référence constante au sujet de la qualité est celle aux "Règles de l'Art". Toutefois, cette notion est floue car non codifiée. Pour avoir une définition plus précise de ces règles, on a établi un certain nombre de normes et de règles qu'il est recommandé de rendre obligatoires dans les documents du marché lorsque celui-ci est privé.

Ces normes définissent :

- les caractéristiques des différents matériaux de construction ;
- les conditions techniques d'exécution des travaux ou Cahiers des Clauses Techniques (CCT) appelés également D.T.U. (Documents Techniques Unifiés) ;
- des Règles de Calcul permettant de dimensionner les ouvrages ;
- des Cahiers des Clauses Spéciales (CCS) fixant des clauses technico-administratives destinées en particulier à définir les limites normales des prestations et les obligations vis-à-vis des autres corps d'État.

Ce dernier point est primordial, les litiges à résoudre dans ce domaine en cours de chantier étant presque toujours dus aux points de raccordement entre corps d'état différents.

Ces documents peuvent être commandés à l'AFNOR (Tour Europe 92049 PARIS LA DEFENSE CEDEX).

On peut également consulter le catalogue CSTB (4, avenue du Recteur Poincarré 75782 Paris Cedex 16).

- Il existe également pour les produits moins traditionnels des règles de mise en œuvre, ainsi que des recommandations du fabricant conditionnant l'application des garanties.

La normalisation s'étend et il existe des documents Normatifs Européens (EN) et Mondiaux (ISO).

Gestion financière du chantier

Les documents administratifs du marché fixent le contenu des prix, le mode d'établissement et la fréquence des demandes d'acompte, les conditions d'actualisation et de révision des prix. Les dérives les plus fréquentes sont dues en général aux imprévisions et aux modifications intervenant en cours de chantier.

- a) *En Marchés Publics* : l'entrepreneur est tenu de se conformer strictement aux ordres de service qui modifient les marchés et qui font, après négociation, l'objet d'un avenant.
  b) *En Marché Privé* : seul un avenant permet de modifier le marché (Norme NF P 03-001).
- *Modifications demandées par le Maître d'ouvrage* : elles correspondent à une modification du programme à cause de ses imprécisions, de la recherche d'économies ou de modifications techniques souvent dues aux difficultés de lecture des plans et de leur visualisation dans l'espace ou à des modifications demandées par les futurs occupants.
- *Modifications demandées par l'entrepreneur* : très souvent, elles sont dues à des problèmes de fondations ou de venues d'eau après exécution des terrassements, elles peuvent également avoir pour origine des événements imprévisibles (difficultés d'approvisionnement, abandon de fabrication du matériel choisi, etc.).
- *Forme des documents* : les avenants sont préparés par l'architecte après négociation de prix. Il est signé par le maître d'ouvrage et l'entrepreneur (sauf en Marché Public ou le CCAG Travaux laisse à l'architecte la signature des ordres de service). Les modifications entraînées par les ordres de service sont quantifiées et vérifiées par des constatations ou attachements établis contradictoirement.
  Il est souhaitable de tenir à jour l'ensemble des travaux modificatifs ou supplémentaires au moyen d'un état-navette.

ETAT DES TRAVAUX MODIFICATIFS					
DEMANDE PAR	DATE	NATURE DE LA MODIFICATION	ENTREPRISE CONCERNEE	NUMERO	MONTANT

- *Situations de travaux* : se reporter aux documents du marché pour ce qui concerne les situations, leur fréquence, leur présentation, les délais de vérification et de règlement, les conditions de règlement des approvisionnements, l'actualisation et la révision des prix.
  Trois méthodes principales permettent d'établir les demandes d'acompte :
  - *décomposition du prix forfaitaire* : on établit chaque mois l'état des travaux effectués, travaux détaillés dans le bordereau de décomposition du prix forfaitaire joint au marché ;
  - *décomposition en millièmes* : l'entreprise décompose son marché en fonction des tâches du planning auxquelles on attribue une valeur en 1/1 000 ou en 1/10 000 du montant du marché ;
  - *décomposition en points* : analogue au système précédent. On attribue un nombre de points à chaque tâche, chaque point ayant une valeur définie (1 000 F, 10 000 F, etc.).

Conditions de sécurité :

Le coordonnateur SPS a organisé sur le chantier la prévention des accidents et défini les mesures de sécurité.

Pour les chantiers dont le volume est supérieur à 10 000 hommes-jour réunissant plus de dix entreprises, il doit organiser et présider le Collège interentreprises de Sécurité, de Santé et des Conditions de Travail (C.I.S.S.C.T.) (voir Code du Travail, art. L 235 et R. 238 et les circulaires d'application).

Les réunions de chantier

- *But* : informer et prendre toutes les décisions nécessaires, notamment en cas de difficulté imprévisible, examiner les ouvrages exécutés pour en vérifier la conformité aux pièces du marché et leurs conditions techniques d'exécution, suivre l'avancement des travaux et décider des mesures nécessaires au respect du délai global d'exécution, organiser le travail des différents corps d'état et leurs interventions successives.
- *Fréquence* : elle dépend de l'avancement du chantier et de l'urgence des situations à traiter. En général, elle est hebdomadaire et peut être plus fréquente en début et en fin de travaux.
- *Points à traiter* :
  1. Pointage des présences et absences.
  2. Approbation du dernier procès-verbal :
     - examen de l'application des décisions prises,
     - observations ou rappels aux responsables.
  3. Contrôle de l'avancement des travaux :
     - avancement,
     - effectifs sur chantiers,
     - approvisionnements,
     - retards et responsabilités,
     - mesures à prendre (rappel ou modification du planning).
  4. Problèmes techniques :
     - approbation de plans de détail et demandes de plan,
     - examen des problèmes et discussion,
     - décisions.
  5. Avenants et modifications éventuelles.
  6. Remise des situations.
  7. Dépenses en compte interentreprises.
  8. Préparation de la prochaine réunion :
     - personnes à convoquer,
     - problèmes à traiter,
     - ordre du jour.
  9. Signature éventuelle de documents.
- *Visite de chantier* : elle se fait en général à l'issue de la réunion, mais ce n'est pas obligatoire. Il est possible qu'elle ait lieu avant la réunion. Ceci est fonction des points à traiter, éventuellement des conditions météorologiques. Une pratique fréquente et efficace est de procéder à une visite des points critiques avant de traiter en commun des points délicats, puis de procéder ensuite à la visite en présence des entrepreneurs concernés.
- *Comptes rendus* : les comptes rendus des réunions de chantier doivent être établis immédiatement et diffusés le plus rapidement possible à toutes les personnes concernées par la construction, même s'ils ne l'ont pas été par la réunion.

L'achèvement du chantier

La réception des travaux

L'achèvement des travaux et la livraison du bâtiment est l'un des points les plus critiques du processus de construction. Concrétisée par la réception des travaux, acte unilatéral du maître d'ouvrage, elle est prononcée contradictoirement et a de nombreuses conséquences :

1. elle transfère la garde de l'ouvrage au maître d'ouvrage (assurances),
2. elle est le point de départ des diverses garanties légales,
3. elle exonère l'entrepreneur des vices de constructions et des défauts de conformité apparents qui n'ont pas fait l'objet de réserves,
4. elle permet la libération des garanties financières,
5. elle permet de vérifier le délai global de construction dont le dépassement est sanctionné par des pénalités de retard.

Pour ces raisons, le formalisme aux cahiers des Clauses Administratives et Particulières doit être respecté.

Mécanisme de la réception

Marchés Publics

1. L'entrepreneur avise l'architecte de la date de l'achèvement.
2. Dans les 20 jours, l'architecte convoque l'entrepreneur.
3. On procède contradictoirement :
   a) à la vérification de la conformité des ouvrages réalisés,
   b) aux épreuves éventuellement prévues au C.C.A.P.,
   c) à la constatation éventuelle des imperfections par corps d'état,
   d) à la constatation éventuelle du repli du chantier,
   e) à la constatation de l'achèvement des travaux.
   On en dresse immédiatement un P.V.
4. Dans les 5 jours, l'architecte avise l'entrepreneur s'il propose ou non la réception, la date de réception proposée, ainsi que les réserves éventuelles.
5. Le maître d'ouvrage a alors 45 jours pour notifier sa décision. En l'absence de notification, la réception est réputée prononcée.

Marchés privés

1. L'entrepreneur avise l'architecte et le maître d'ouvrage de la date d'achèvement.
2. Dans les 15 jours, le maître d'ouvrage fixe, après avis de l'architecte, une date située au maximum 20 jours après la demande de l'entrepreneur.
3. On procède contradictoirement aux mêmes opérations qu'en marché public, et on en dresse procès-verbal, signé du maître d'ouvrage et visé par l'architecte.

L'entrepreneur dispose alors de 20 jours pour éventuellement contester. S'il y a des réserves, il devra faire en sorte qu'elles puissent être levées dans les 90 jours. En cas de non-exécution, elles pourront être exécutées à ses risques et périls par une autre entreprise après mise en demeure infructueuse.

Au moment de la réception, il faudra veiller tout particulièrement aux problèmes posés par les nettoyages et la gestion des clés ainsi qu'aux raccordements, aux services publics (eau, gaz, électricité, téléphone, télévision).

La réception pourra être refusée ou acceptée, sans réserves ou avec réserves. Dans ce cas, l'entrepreneur a, sauf dispositions contraires, 90 jours pour réparer les imperfections signalées. Elle peut également être acceptée sous réserve d'épreuves (ce peut être le cas pour le chauffage ou le conditionnement d'air, par exemple).

Si l'entrepreneur conteste la décision prise, il dispose en principe de 20 jours pour le faire.

Conséquences de la réception

- Transfert de la garde de l'ouvrage : à partir de la réception, le maître d'ouvrage a la garde de l'ouvrage. Il devra donc prendre à partir de ce jour toutes précautions, en matière de gardiennage et d'assurance.
- Point de départ des garanties légales : ces garanties sont au nombre de trois :
  1. Garantie de parfait achèvement : elle couvre tous les désordres, qu'ils soient signalés lors de la réception ou notifiés ensuite pendant 1 an. Cette garantie n'est due que par l'entrepreneur.
  2. Garantie de bon fonctionnement (ancienne garantie biennale) : elle couvre pendant au moins 2 ans les éléments d'équipement non indissociablement liés au gros-œuvre. Le délai de 2 ans constitue un délai minimal pouvant être augmenté contractuellement.
  3. Responsabilité décennale : c'est une présomption de responsabilité à l'encontre des constructeurs pendant 10 ans à compter de la date de réception qui couvre les dommages affectant la solidité de l'immmeuble ou le rendant impropre à sa destination, ainsi que les équipements indissociablement liés. On ne peut s'en exonérer. Elle ne couvre que les vices non apparents à la réception (v. art. 1792 et 2.270 du Code Civil et Loi du 4 janvier 1978).
- Remise du Dossier des Ouvrages Exécutés

  Ce dossier doit comprendre toutes les notices, plans, recommandations d'entretien, P.V. d'essais et certificats, les schémas renseignés de toutes les canalisations, câbles et gaînes.

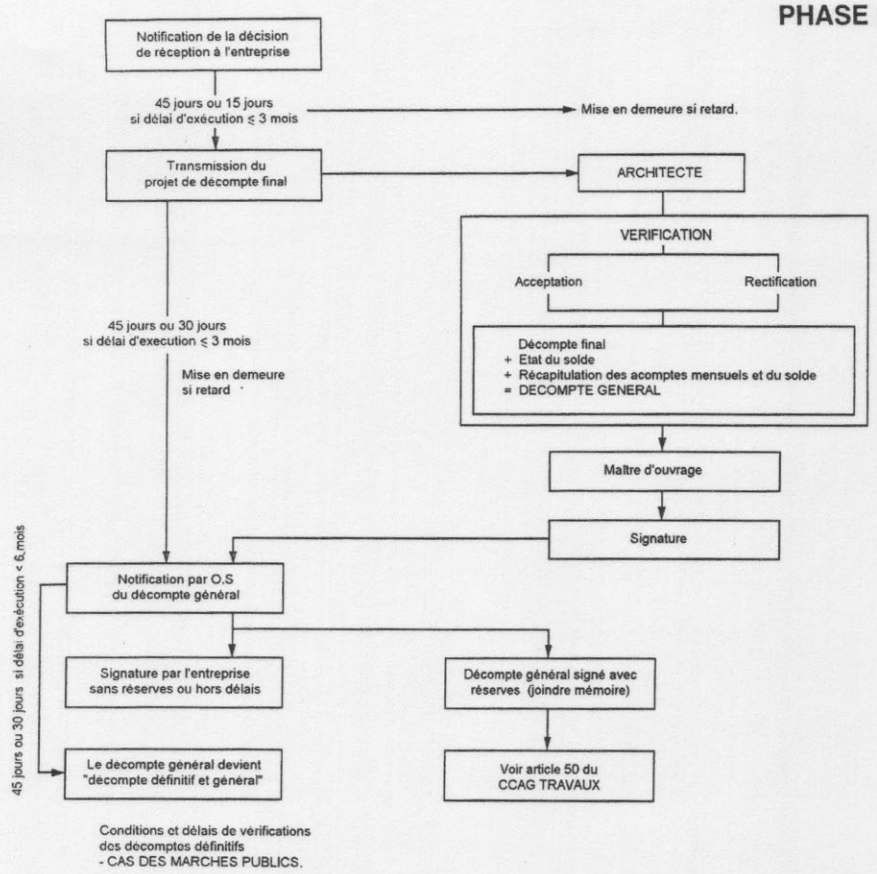
  Il est en général réuni par l'architecte à partir des documents remis par les entrepreneurs.
- Décompte définitif des travaux et libération des garanties financières

  Le décompte définitif des travaux reprend l'ensemble des sommes dues aux entreprises (marché et avenants, primes éventuelles, déduction faite des pénalités ou retenues) révisées selon les conditions fixées au marché. Le projet de décompte de chaque lot établi par l'entrepreneur est remis à l'architecte qui le vérifie et le transmet au maître d'ouvrage (fig.15 et 16).

  Les garanties financières (cautionnement ou retenues de garantie) sont libérées à l'issue du délai de garantie (sauf opposition) dans les conditions suivantes :

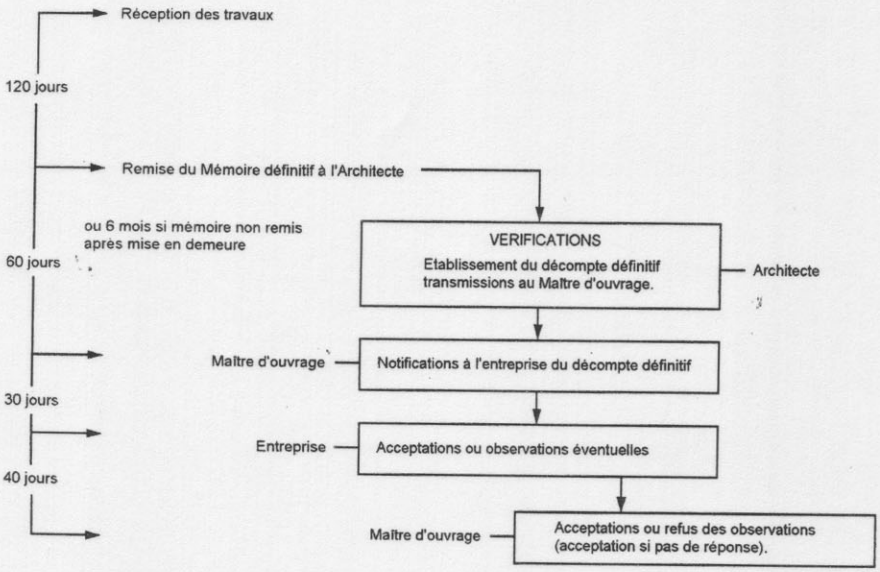
  • Marchés publics :
    a) cautionnements : restitution après main levée,
    b) retenue de garantie : mandatée dans les 30 jours ;

  • Marchés privés : restitution un an après la date de la réception par le consignataire.



Conditions et délais de vérifications des décomptes définitifs - CAS DES MARCHES PUBLICS.

⑮ Marchés publics



Conditions et délais de vérifications des mémoires définitifs : CAS DES MARCHES PRIVES (NF P 03.001)

⑯ Marchés privés

L'après-réception

Dans les 30 jours de l'achèvement des travaux, la déclaration d'achèvement de travaux devra être déposée en mairie par le bénéficiaire des travaux. L'architecte attestera de la conformité au Permis de Construire.

La mairie délivrera (ou refusera) alors dans les 3 mois le certificat de conformité après récolement éventuel.

De même, il peut être procédé en cours de construction ou dans les deux ans qui suivent le dépôt de la déclaration d'achèvement à un contrôle du respect du Règlement de Construction.

– *Opposition à la libération des garanties*

Dans le cas où l'entrepreneur ne remplirait pas ses engagements (travaux nécessaires à la levée de réserves, ou non exécution de reprise de désordres signalés, par exemple) une mise en demeure doit lui être faite si elle est restée infructueuse :

- Marchés publics : on retiendra le montant des travaux de remise en état nécessaire ou, le cas échéant, il sera établi un ordre de reversement ;
- Marché privé : il sera fait opposition motivée auprès de la caution ou du consignataire. A l'issue du délai de garantie, la libération de ces sommes nécessitera une main-levée.

– *Les pénalités*

Leur application est souvent source de conflits. Rappelons que le Juge peut modérer ou augmenter la peine convenue s'il la trouve excessive ou dérisoire.

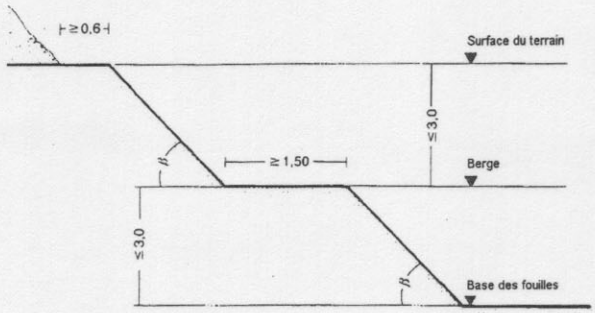
– *Les litiges*

Le règlement à l'amiable est toujours préférable. Les marchés privés prévoient très souvent une clause d'arbitrage, mais il existe aussi des solutions judiciaires (réception judiciaire, résiliation judiciaire, etc.). En marchés publics, il existe un Comité Consultatif de Règlement amiable si l'on veut éviter de saisir le Tribunal Administratif.

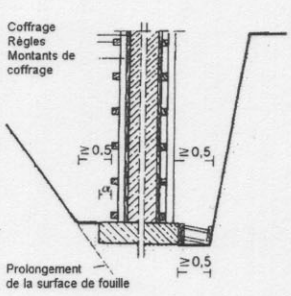
Rappelons également qu'il ne peut y avoir conflit que s'il y a contrat. Un architecte ne pourra que saisir le maître d'ouvrage s'il ne peut obtenir d'un entrepreneur des travaux conformes aux documents du marché.

AVERTISSEMENT

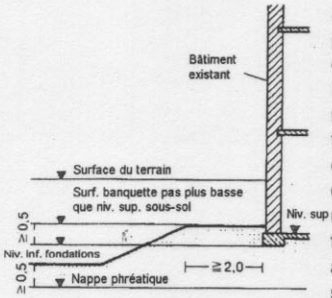
Les méthodes et procédures exposées ci-avant à partir de la page 42, ont pour but de décrire les pratiques actuelles les plus courantes. Elles ne sauraient être utilisées comme guide et considérées comme prévalant sur les textes officiels, les contrats et pièces des marchés, dont le contenu peut différer de celui décrit dans ces pages.



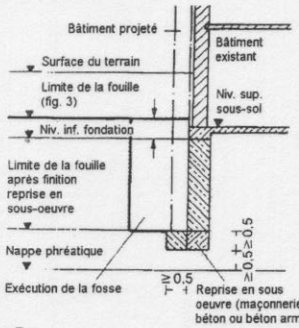
① Talus de fouille avec berge (banquette) pour bloquer les parties susceptibles de s'ébouler.



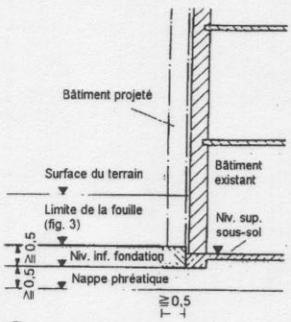
② Directives de coffrage



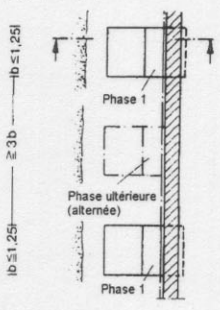
③ Sécurité des bâtiment voisins existants



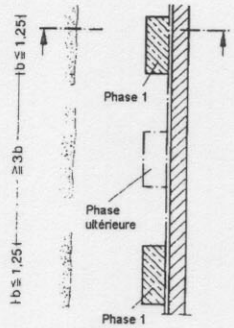
④ Reprise en sous-oeuvre, (fig. 5, coupe).



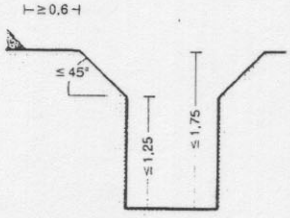
⑥ Fondations en coupe (fig. 7).



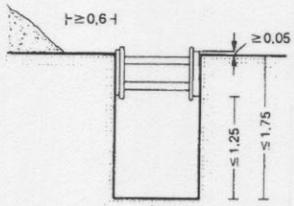
⑤ Vue de dessus de la figure 4.



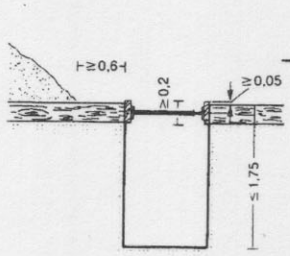
⑦ Vue de dessus de la figure 6.



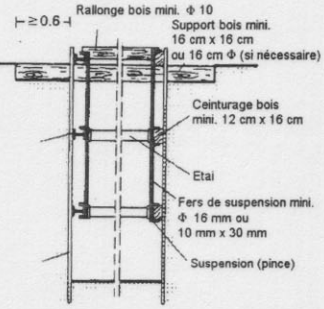
⑧ Fossé avec bords talutés



⑨ Fossé partiellement bloqué



⑩ Fossé avec planches d'étaiement



⑪ Coffrage vertical

Reconnaissance ; examen, analyse.

De fausses estimations sur les fondations et sur la situation de la nappe phréatique, de même que sur le comportement des fondations choisies, conduisent, la plupart du temps, à des dommages techniques et économiques irréparables.

Les dommages concernant les fondations :

par refoulement latéral du sol dû à leur poids, peuvent entraîner le déplacement latéral ou l'engloutissement du corps des fondations dans le sol, ce qui entraîne la défaillance complète des fondations ; affaissements par écrasement du sol d'assise sous les fondations par leur poids et/ou par les charges provenant du voisinage, produisant des déformations et dommages (fissures) dans les édifices. Les normes de base pour les fondations suffisent dans les cas normaux dans la mesure où il existe des renseignements pratiques locaux suffisants sur la nature du sol dans le périmètre de construction, pour déterminer le dimensionnement des fondations de surface (fondation simple, semelles filantes, fondation sur radier) et des fondations profondes (fondation sur pieux). Si de tels renseignements manquent, il faut procéder le plus tôt possible à une reconnaissance de sol, en faisant appel de préférence à un spécialiste du sol, par observation/prospection des couches (fouille à la main/à la pelleteuse), par forages (tarière, forage par rotation, forage carotté) avec prélèvement d'échantillons et sondages. Leur quantité et leur profondeur dépendent des renseignements recueillis sur la topographie et l'ouvrage.

Niveau de la nappe phréatique : installation de piézomètres dans les forages et mesures régulières (fluctuations du niveau).

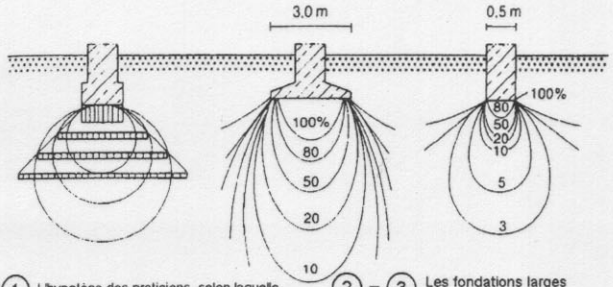
Examen d'échantillons d'eau souterraine du point de vue de leur agressivité sur le béton. Analyse d'échantillons du sol du point de vue de la composition des constituants, de la teneur en eau, de la consistance, du poids spécifique, de la compressibilité, de la résistance au cisaillement et de la perméabilité.

Les sondages fournissent des renseignements continus de compacité et de résistance mécanique sur la profondeur explorée.

Les résultats des analyses et les expertises relatives aux fondations sont à porter intégralement à la connaissance du responsable des travaux :

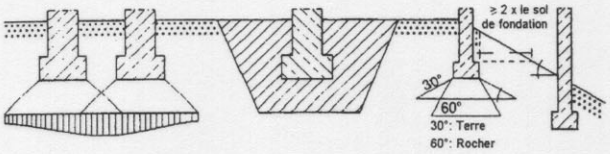
Description du sol (de la roche), classification des travaux de terrassement, valeurs caractéristiques concernant la conception des fondations, formations géologiques avec suite des couches et leur matériau, rapports avec l'eau souterraine, profondeur des fondations et des fouilles, dimensions des fouilles.

Forme de protection des bords de fouille, protection des ouvrages enterrés, etc.



(1) L'hypothèse des praticiens, selon laquelle la pression se répartit dans un angle de 45° est fausse. Selon Kögler-Scheiding (B), les lignes d'égale pression (isobares) sont sensiblement circulaires.

(2) – (3) Les fondations larges produisent des contraintes supplémentaires plus importantes que les fondations étroites pour une même pressionsur le sol.



(4) Le chevauchement des zones d'influence des fondations entraine un danger de tassement avec fissuration. Important pour les nouveaux bâtiments construits à proximité d'anciens bâtiments.

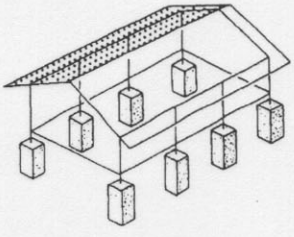
(5) La fondation sur un lit de sable de 0,80 à 1,20 m de hauteur, rapporté en couches de 15 cm et damé, répartit la charge sur une surface plus importante.

(6) Fondation à flanc de coteau. Lignes de répartition de pression = pente du sol de fondation

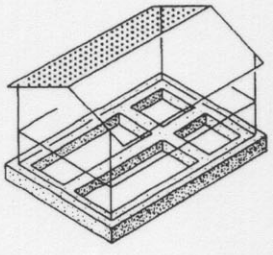
Les analyses de sol doivent préparer les données pour une conception et une exécution de la construction techniquement et économiquement irréprochable. Selon le type d'ouvrage, le sol est à considérer comme base de construction (fondation) ou comme matériau de construction (terrassement). Agencer les constructions selon les rapports de sol (quand cela est possible suivant la législation du bâtiment et la réglementation architecturale de la ville) (contournement d'un îlot marécageux par exemple). Fonction également du type de bâtiment, configuration des fondations : plots (fig.7), semelles filantes (fig.8), radier (fig.9), pieux (fig.10). La répartition de la compression dans les fondations ne doit pas dépasser un angle de 45° pour un ouvrage de maçonnerie et un angle de 60° pour un ouvrage en béton. Les fondations en maçonnerie sont plus rares à cause de leur coût plus important. Les fondations en béton non armé sont utilisées pour de petits bâtiments. Les fondations en béton armé sont employées dans le cas d'encorbellements plus importants et de pression sur le sol plus forte. Pour absorber les efforts de pression, les fondations reçoivent une armature. Le béton armé, comparativement au béton comprimé, permet une économie en hauteur, en poids et en profondeur de fouille. Configuration des fondations au niveau des joints de dilatation, des constructions déjà existantes ou des limites (fig.13).
Coupe sur dalle de fondation (fig.14) pour des charges admissibles peu importantes du sol à bâtir quand les fondations par plots ou semelles filantes ne sont pas suffisantes. Fondations hors gel ≥ 0,80 m et fonction des régions.

Amélioration de la charge admissible des terrains à bâtir :

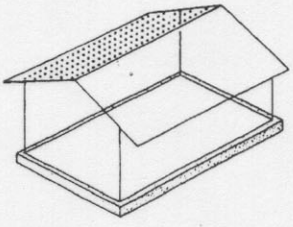
– système par pression à secousses, avec un appareil oscillant (vibreur) ; compactage dans un cercle de 2,3 à 3 m ; distance des centres de secousses environ 1,5 m. Le sol sera rempli. L'amélioration dépend de la granulométrie et de la stratification initiale ;
– pieux de compactage, bouchons remplis de granulats de différentes granulométries sans liant ;
– consolidation et densification du sol : injection de ciment (non applicable dans le cas de sols cohérents et attaquant le ciment), de produits chimiques (solutions d'acide silicique, chlorure de calcium), pétrification immédiate et durable mais applicable seulement à des sous-sols quartzeux (graviers, sables ainsi que roches peu cohérentes).



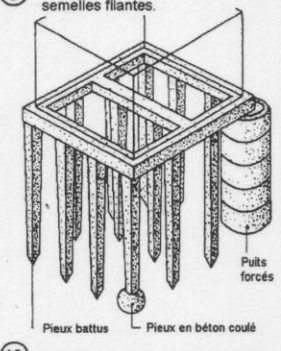
(7) Fondations par plots pour construction légères sans sous-sol



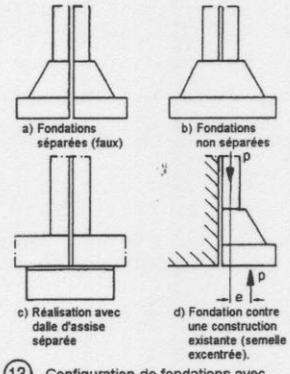
(8) Fondations les plus courantes: semelles filantes.



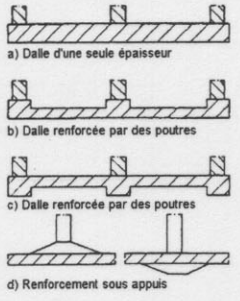
(9) Radier général en béton armé.



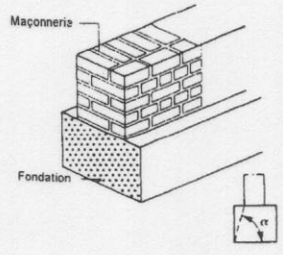
(10) Fondation sur pieux et puits forcés.



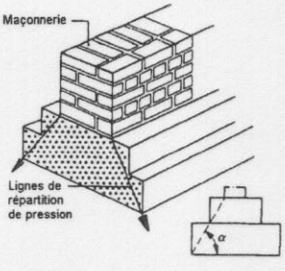
(13) Configuration de fondations avec joint de rupture ou de dilatation.



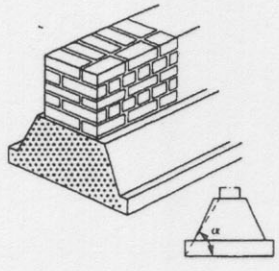
(14) Coupes sur dalles de fondation.



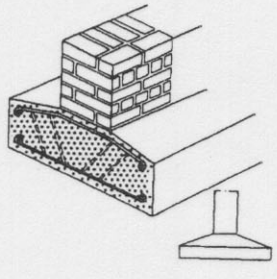
(11) Simple fondation en béton maigre.



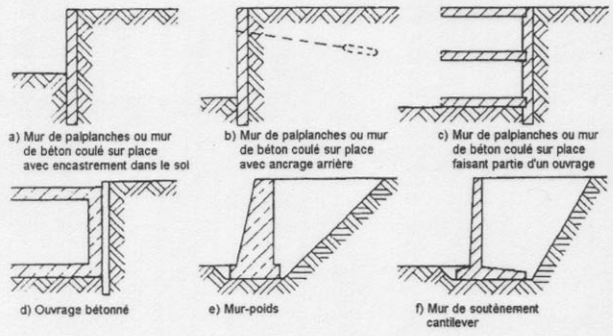
(12) Fondation élargie en gradins de béton non armé.



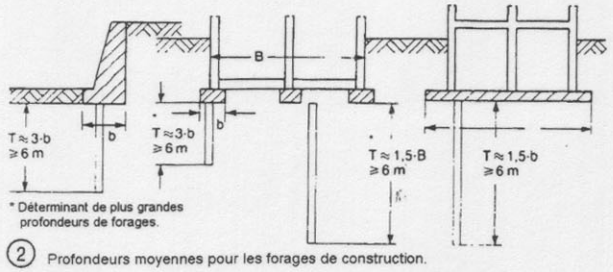
(15) Fondation biseautée en béton non armé.



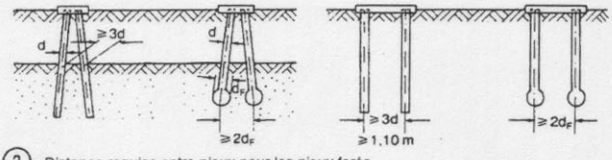
(16) Fondation plus large en béton armé.



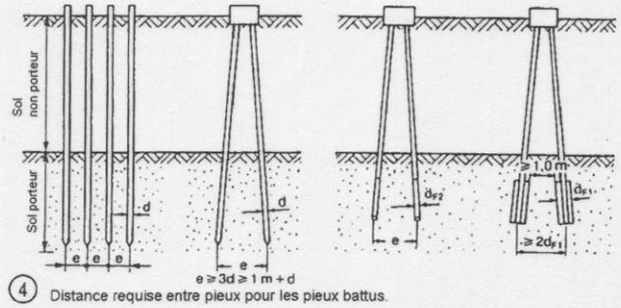
(1) Ouvrages pour lesquels il faut par principe calculer la poussée active des terres



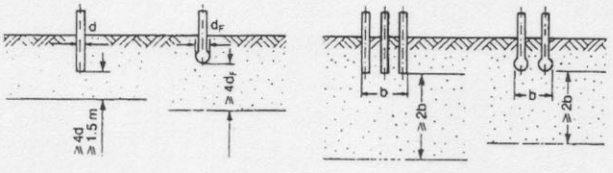
(2) Profondeurs moyennes pour les forages de construction.



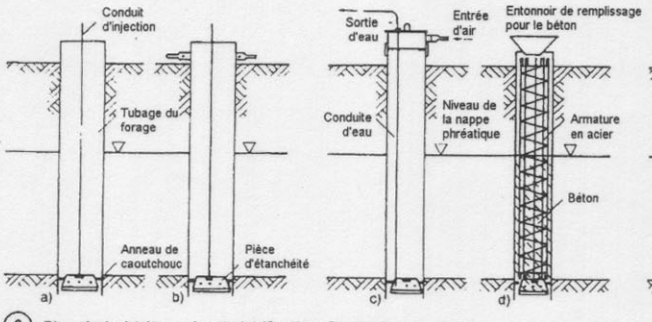
(3) Distance requise entre pieux pour les pieux forés.

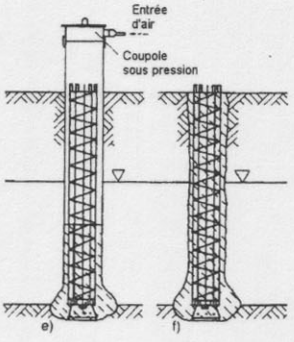


(4) Distance requise entre pieux pour les pieux battus.



(5) Profondeur requise des terrains porteurs sous des pieux forés.





(6) Pieux forés à béton précontraint (Système Brechtel).

Habituellement on détermine la charge admissible du terrain pour calculer la poussée active appliquée aux constructions (fig.1). La catégorie, la nature, l'extension, la stratification et l'épaisseur des couches du sol doivent être déterminées au moyen de sondages et de forages de reconnaissance dans la mesure où les expériences locales ne donnent pas suffisamment de renseignements (distance entre points de forage moins de 25 m). Pour les fondations sur pieux, il faut calculer les profondeurs de forage à partir du plan passant par les pieds des pieux (fig.2). Les profondeurs de reconnaissance peuvent être réduites de 1/3 selon le procédé de dimensionnement des mesures (profondeur T = 1,0 ou 2 × diamètre du pieu, mais supérieure à 6,0 m). Distance nécessaire entre pieux forés (fig.3), entre pieux battus (fig.4). Les valeurs mentionnées ne sont pas valables pour des cloisons de palplanches porteuses ou des cloisons de pieux forés, complètement traversantes. Pour les profondeurs nécessaires concernant les sols porteurs sous les pieux forés (fig.5), sous les pieux forés en béton compressé selon le système Brechtel (fig.6).

Fondations sur pieux, notions de base : la pression exercée sur un pieu peut être transmise au terrain résistant à l'écrasement par frottement de la surface du pieu, par pression de la pointe ou par les deux. La manière dont est transmise la pression dépend du sol et de l'état des pieux.

Fondations sur pieux à pointe portante : la transmission de la charge s'effectue sur le terrain résistant à l'écrasement par les pointes des pieux et en plus par frottement de le surface du pieu.

Fondations sur pieux flottants : les extrémités des pieux n'arrivent pas jusqu'au sol résistant à l'écrasement. Les couches à faible portance sont rendues plus compactes par battage des pieux.

Manière de transmettre la charge : les pieux à frottement qui transmettent leur charge essentiellement par frottement de leur surface avec les couches périphériques, les pieux à pointe portante qui transmettent leur charge au sol de construction surtout par la pression de leur pointe (dans ce dernier cas le frottement avec la surface du pieu est sans importance). La pression admissible sur la pointe est augmentée en élargissant la base de quelques pieux bétonnés sur place.

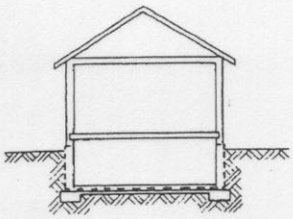
Position des pieux dans le sol : pieux de fondation qui sont debout sur toute leur longueur dans le sol, pieux longs, pieux libres dont la partie inférieure seule est enterrée et dont l'extrémité supérieure est libre, ce qui les expose à des phénomènes de flambage.

Matériaux : bois, acier, béton, béton armé et béton précontraint.

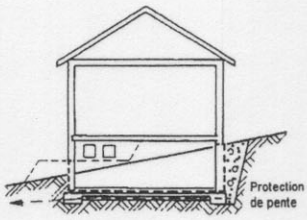
Implantation des pieux dans le sol : enfoncement par battage, par pression, introduction dans un trou de forage, enfoncement par vissage et par moyens hydrauliques. On fait la différence entre les pieux qui rendent le sol plus compact, ceux qui exercent une poussée dans le sol ou ceux qui allègent le sol. Manière dont l'effort est exercé sur les pieux : les pieux soumis à des efforts axiaux, pieux à tension, qui, soumis à une tension, transmettent la pression dans la terre par frottement de leur surface. Les pieux à pression qui, soumis à une pression, transmettent la charge dans le sol de la construction par la pression de leur pointe et le frottement de leur surface. Les pieux soumis à des efforts de ceinturage comme par exemple les grands pieux forés qui sont chargés horizontalement.

Fabrication et installation : Les pieux préfabriqués, en éléments préfabriqués ou à l'état fini sont livrés sur le lieu d'utilisation et sont enfoncés dans le sous-sol par battage, par lançage (injection d'eau) par vibration, par pression, par vissage ou installés dans des trous de forage préparés d'avance. Les pieux bétonnés sur place sont fabriqués dans une cavité faite dans le sol : pieux forés, pieux battus, pieux tubulaires sous pression et pieux vibrés. Les pieux de fondation mixtes sont assemblés à partir d'éléments préfabriqués et d'éléments fabriqués sur place.

Les pieux fabriqués sur place ont l'avantage que leur longueur peut être déterminée seulement pendant leur construction, selon les résultats concernant l'enfoncement, observés au cours des travaux de forage par examen des couches de sol recoupées par forage.



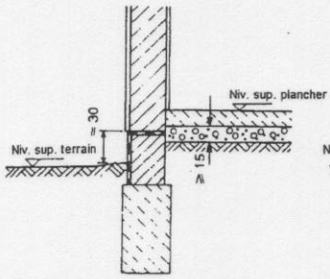
① Etancher le sous-sol horizontalement et verticalement contre l'humidité du terrain (fig. 7 à 14)



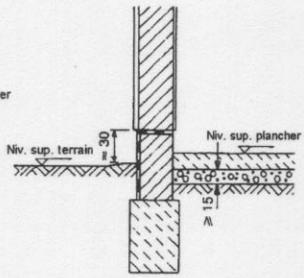
② En terrain incliné, étancher particulièrement bien le côté amont et évacuer par drainage l'eau qui en provient (fig. 5 et 6)

De nos jours les sous-sols sont de moins en moins utilisés comme lieux de stockage mais plutôt comme lieux d'activités de loisir ou comme pièces supplémentaires d'habitation et comme pièces de travail. Il s'en suit le souhait d'une augmentation de confort et d'une amélioration du climat de l'espace clos du sous-sol. Ce souhait est conditionné par l'étanchement du sous-sol contre l'humidité de l'extérieur. Pour les bâtiments sans sous-sol, les murs intérieurs et extérieurs doivent être protégés contre l'humidité ascendante par un étanchement horizontal (fig.3 à 6). Pour les murs extérieurs la hauteur d'étanchement doit atteindre 30 cm au-dessus du niveau du sol (fig.3 à 6). Pour les constructions avec des murs de sous-sol maçonnés, il faut prévoir dans les murs extérieurs au moins deux couches d'étanchement horizontales (fig.7 et 8). Pour les murs intérieurs, on peut se passer de la couche supérieure.

On utilise, pour l'étanchement horizontal dans les murs, des bandes bitumées pour toits, des bandes d'étanchement, des bandes d'étanchement pour toits et des bandes d'étanchement en matière synthétique. Selon le type de remplissage derrière les pièces de travail et selon l'étanchement, il faut prévoir une couche de protection sur la surface du mur (fig.12 à 14). Il ne faut pas verser de gravats, de gravillons ou de cailloux contre les surfaces de mur étanchées.

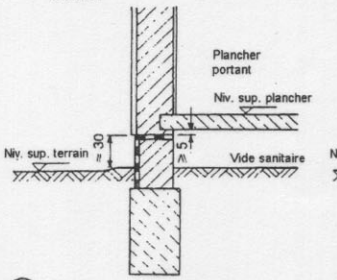


③ Etanchement de bâtiment sans sous-sol avec peu d'exigences concernant l'utilisation de la pièce; remblai à hauteur de l'étanchéité du mur.

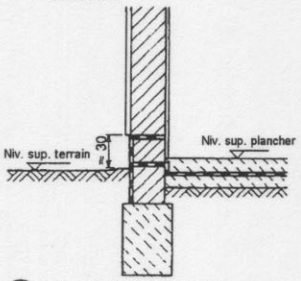


④ Etanchement de bâtiment sans sous-sol avec peu d'exigences concernant l'utilisation de la pièce; plancher à hauteur du niveau du terrain.

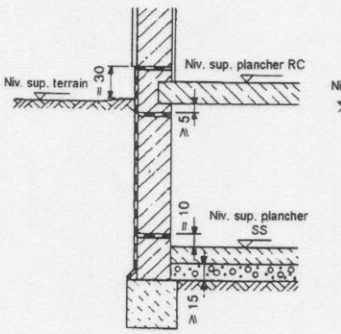
Apparition de l'eau sous forme de:	Demande d'étanchement contre:	Type d'étanchéité
Humidité du sol	Effet capillaire dans les éléments de construction verticaux	Couche d'étanchéité contre l'humidité du sol
Condensation Eaux usées	Eau d'infiltration (sans pression) le long des surfaces inclinées du corps de construction	Etanchéité contre l'eau d'infiltration
Eau souterraine	Pression hydrostatique	Etanchéité résistant à la pression de l'eau



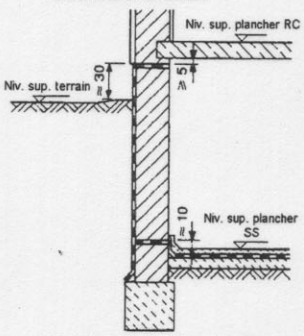
⑤ Etanchement de bâtiment sans sous-sol; plancher sur vide sanitaire.



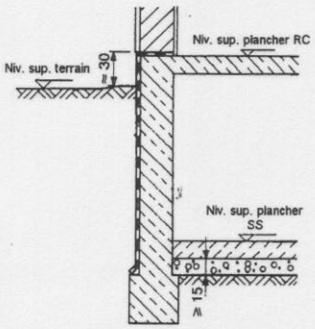
⑥ Etanchement de bâtiment sans sous-sol; plancher bas au niveau de la surface environnante du terrain.



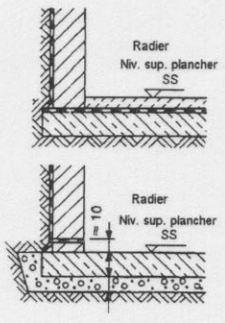
⑦ Etanchement de bâtiment sur sous-sol; murs en maçonnerie sur semelle filante.



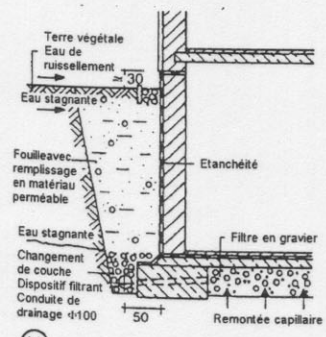
⑧ Etanchement de bâtiment sur sous-sol avec peu d'exigences concernant l'utilisation de la pièce (murs en maçonnerie sur semelle filante)



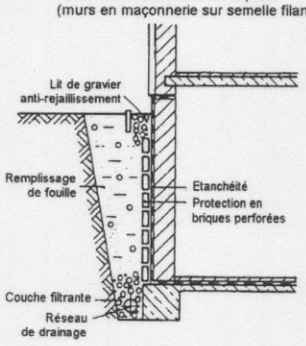
⑨ Etanchement de bâtiment sur sous-sol; murs en béton



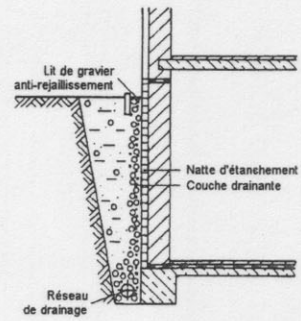
⑩ Etanchement de bâtiment sur sous-sol; murs en maçonnerie sur radier.



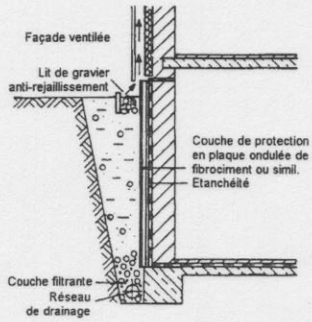
⑪ Drainage et étanchement.



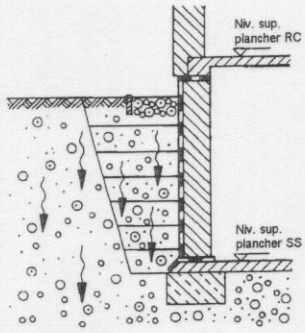
⑫ Mur de protection en briques perforées.



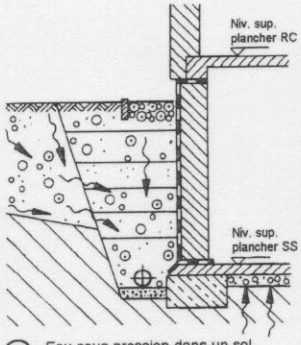
⑬ Etanchement par natte.



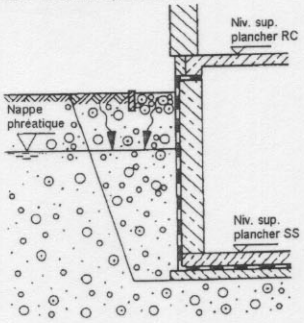
⑭ Couche de protection en plaques de fibrociment ou simil.



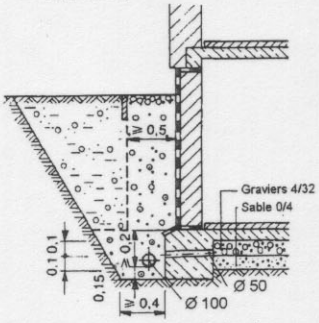
① Humidité du sol dans terrain fortement perméable



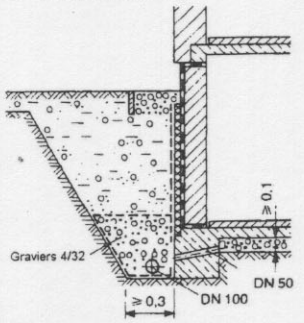
② Eau sous pression dans un sol faiblement perméable



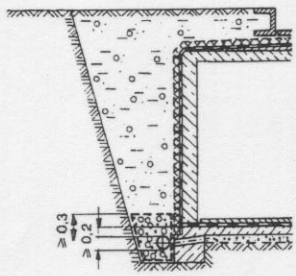
③ Eau sous pression dans un sol avec nappe phréatique



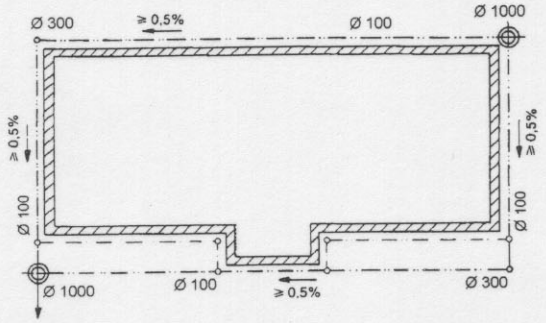
④ Drainage avec couche drainante minérale



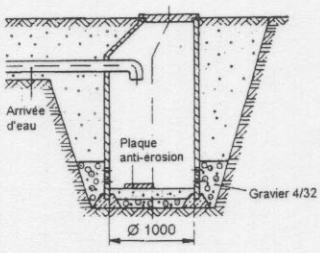
⑤ Drainage avec éléments drainants.



⑥ Drainage avec construction située en profondeur.



⑦ Exemple de disposition des drains et de l'équipement de contrôle et de curage pour un drainage périphérique.



⑧ Puisard de drainage pour écoulement faible

Symbole	Elément	Matériau
	Couche filtrante	Sable Géotextile
	Couche drainante	Gravier (élém. séparés) Bloc et plaque drainants (élém. composites) Natte drainante
	Séparation protection	Film Chape
	Etanchéité	
	Conduit de drainage	Tuyau (nett. et contrôle) Regard (nett. et contrôle)

⑨ Symboles pour éléments de construction

Le drainage est un assèchement du sol par couches drainantes et conduits de drainage afin d'éviter la formation d'eau sous pression. Cependant il ne doit pas se produire un débourbage des petites particules du sol (drainage filtrant).

Une installation de drainage est composée de drains, de dispositifs de contrôle et de curage ainsi que d'un écoulement. Drain est un terme global pour un conduit et une couche de drainage.

Si un mur nécessite un drainage (voir selon les cas les figures 1 à 3) :

– si l'humidité du sol se manifeste seulement dans un sol fortement perméable,

– si l'eau qui apparait peut être éliminée par drainage de sorte que l'eau subsistante ne soit pas sous pression,

– si l'eau sous pression, en général sous la forme de nappe phréatique, s'accumule ou si une évacuation de l'eau sous pression n'est pas possible par drainage.

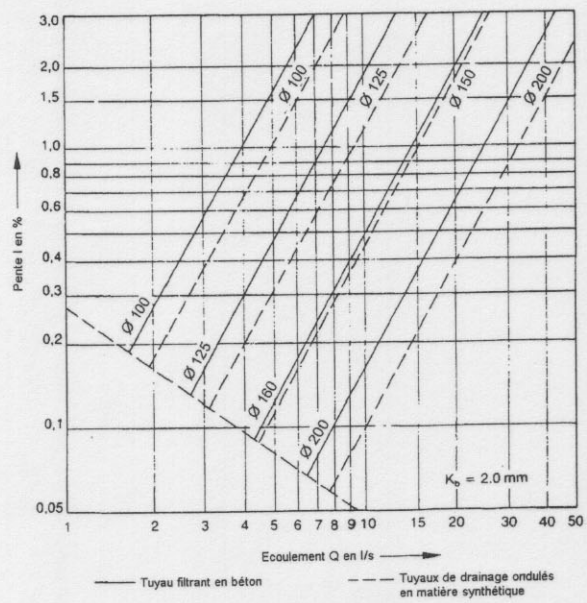
Situation	Matériau	Ep. en mm
Devant les murs	Gravillon	≥ 0,50
	Couche filtrante granulométrie 0/4 et couche drainante granulométrie 4/32	≥ 0,10 ≥ 0,20
	Gravier granulométrie 4/32 et géotextile	≥ 0,20
Sur des planchers	Gravier granulométrie 4/32 et géotextile	≥ 0,50
Sous des dalles au sol	Couche filtrante granulométrie 0/4 et couche drainante granulométrie 4/32 Gravier granulométrie 4/32 et géotextile	≥ 0,10
Autour des conduits de drainage	Sable grossier (grave) Couche drainante granulométrie 4/32 et couche filtrante granulométrie 0/4 Gravier granulométrie 4/32 et géotextile	≥ 0,15 ≥ 0,10 ≥ 0,10

Mise en œuvre et épaisseur de la couche de drainage pour des matériaux de construction minéraux.

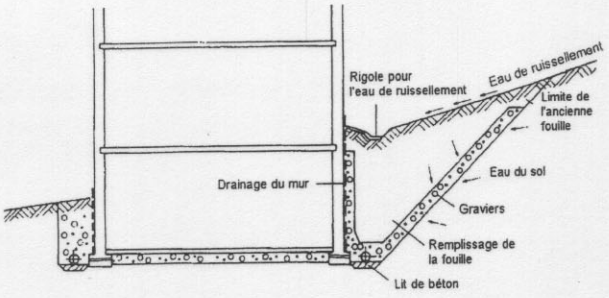
Section nominale des conduits de drainage DN 100, pente 0,5 %.

Section nominale des tuyaux de curage et tuyaux de contrôle DN 300.

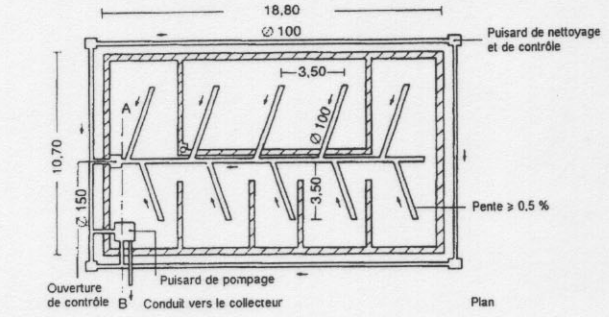
Section nominale des puisards de curage, de contrôle et de reprise DN 1 000.



⑩ Abaque pour le dimensionnement des conduits de drainage



① Les murs des bâtiments construits sur une pente doivent être bien drainés.



② Drainage de surface par conduits de drainage et drainage périphérique avec voie d'écoulement artificielle.

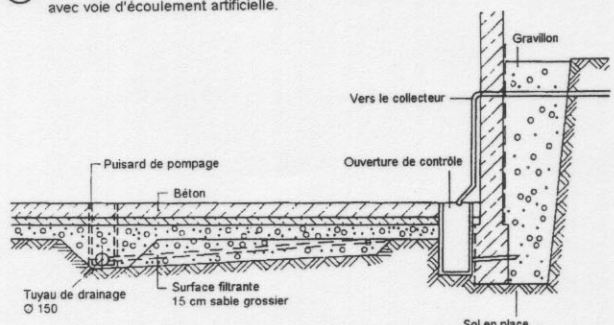
Quand le sol de fondation n'absorbe pas et ne laisse pas filtrer les précipitations aussi vite que les remblais, alors il y a retenue d'eau, l'eau se met en charge et l'étanchement est soumis à la pression de l'eau. Il faut prévoir en conséquence des drainages pour l'évacuation de l'eau (fig.1 à 3) ou un étanchement pour eau sous pression (fig .4 à 13).

Eau sous pression.

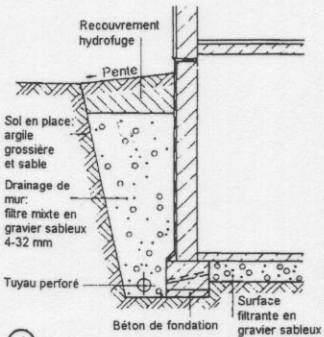
Lorsque des éléments de construction baignent dans la nappe phréatique, il faut prévoir des couches d'arrêt formant une pellicule d'étanchement fermée, résistant à la pression de l'eau, sur la semelle de fondation et sur les murs latéraux. La conception d'un étanchement contre l'eau sous pression présuppose que l'on connaît le type de sol de fondation, le niveau supérieur de la nappe phréatique et la teneur de ses composantes chimiques. Disposer la couche de protection jusqu'à 30 cm au-dessus du niveau maximal de la nappe phréatique. Pour l'étanchement, on utilise plusieurs couches d'étanchement à base de bitume, des étanchements métalliques ou des feuilles de matière plastique.

Exécution : Après avoir abaissé le niveau de l'eau en dessous du sol de la cave, construire un mur de protection sur le sol et le crépir pour recevoir la couche d'étanchement. Réaliser ensuite la dalle en matériau armé et les murs porteurs de la cave qui vont comprimer la couche d'étanchement. Veiller à arrondir les angles (fig.6 et 7).

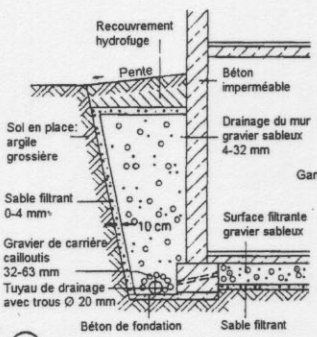
L'étanchement doit former une cuvette fermée ou doit entourer de tous côtés l'édifice. En règle générale, il se trouve du côté de la construction exposé à la pluie (fig.6 et 7). Dans le cas d'un étanchement intérieur, la construction (recouvrement extérieur) doit supporter entièrement la pression de l'eau (fig.12).



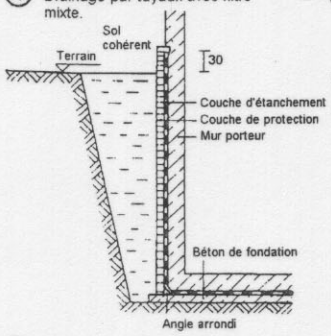
③ Coupe AB (fig. 2)



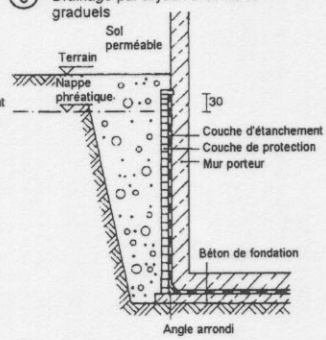
④ Drainage par tuyaux avec filtre mixte.



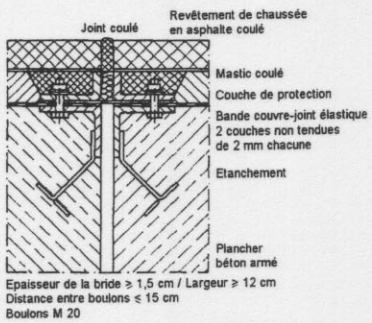
⑤ Drainage par tuyaux avec filtres graduels



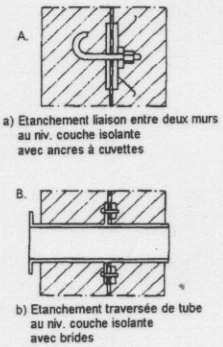
⑥ Etanchement d'une cuve contre l'eau sous pression



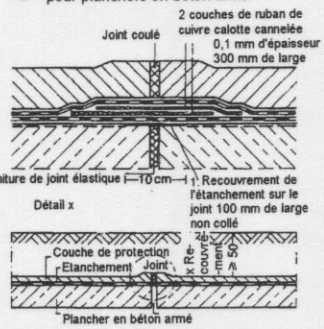
⑦ Etanchement d'une cuve contre l'eau sous pression



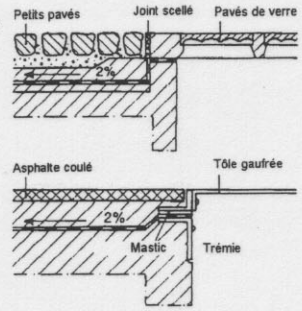
⑧ Etanchement d'un joint de dilatation pour planchers en béton armé.



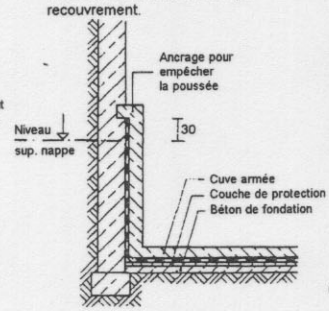
⑨ Détails: étanchement entre deux murs



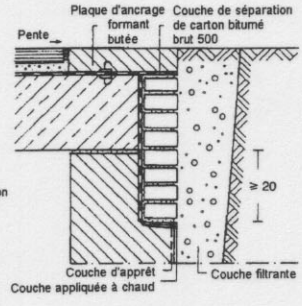
⑩ Etanchement d'un joint de dilatation pour planchers en béton armé. Protection contre la chaleur par recouvrement.



⑪ Couche de protection au niveau d'un raccordement d'une baie et d'une trémie.



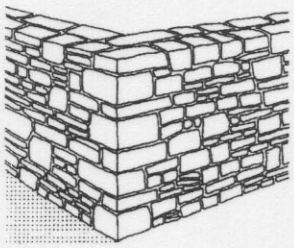
⑫ Etanchement contre les eaux souterraines, réalisé postérieurement à la construction.



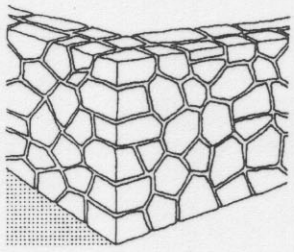
⑬ Etanchement de l'extrémité d'un appui par un mur avec remblayage.

MAÇONNERIE

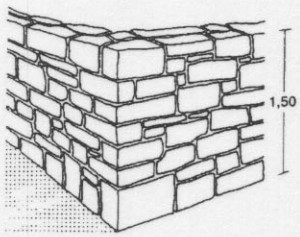
EN PIERRES NATURELLES



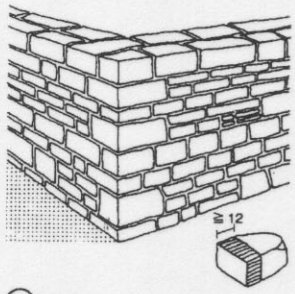
(1) Mur en pierres sèches.



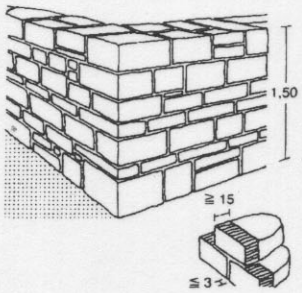
(2) Mur cyclopéen.



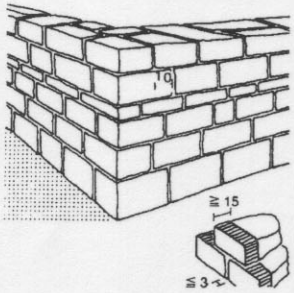
(3) Mur en moellons.



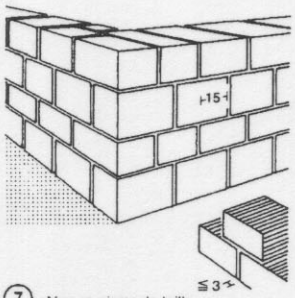
(4) Mur à lits de pierres dressées au marteau.



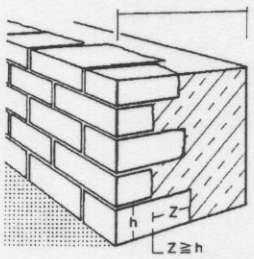
(5) Mur à lits de pierres irréguliers.



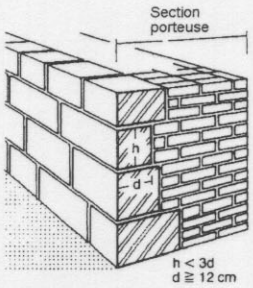
(6) Mur à lits de pierres réguliers.



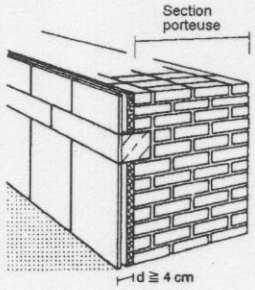
(7) Mur en pierre de taille.



(8) Mur composite.



(9) Mur composite avec une section entièrement porteuse.



(10) Revêtement en dalles non porteur.

Les murs de pierres naturelles sont appelés, selon la manière dont ils sont façonnés, murs de mœllons, murs cyclopéens, murs à lits de pierres, murs en pierre de taille, murs composites (fig.1 à 10).
Les pierres d'origine sédimentaire doivent être posées à plat dans leur position d'origine (fig.1, 3 et 4). Cela est plus joli et paraît plus naturel. C'est aussi plus logique du point de vue statique, car le plus souvent le poids agit verticalement. Les pierres d'origine volcanique conviennent pour des ouvrages cyclopéens (fig.2). La longueur des pierres ne devrait pas dépasser le quart ou le cinquième de leur hauteur. La détermination des dimensions des pierres est d'une importance déterminante pour les plans à l'échelle. Il faut veiller à ce que les appareils de pierre soient corrects de tous les côtés. L'appareil constitué uniquement de pierres naturelles doit avoir un aspect artisanal dans toute sa section.
Il faut absolument,
a) qu'il n'y ait jamais plus de trois joints à la fois qui se croisent en un point sur la face avant et sur la face arrière,
b) qu'un joint vif ne traverse pas plus de deux lits,
c) qu'il y ait au moins une pierre d'assise pour deux pierres de parement ou bien que les pierres d'assise et de parement alternent,
d) que l'épaisseur (profondeur) des pierres d'assise soit égale à environ une fois et demi la hauteur du lit, mais au moins égale à 30 cm,
e) que l'épaisseur (profondeur) des pierres de parement soit à peu près égale à la hauteur du lit,
f) que le décalage des joints soit ≥ 10 cm pour un ouvrage composé de lits de pierre et de 15 cm pour un ouvrage en pierre de taille (fig.5, 6 et 7),
g) que les pierres les plus grosses soient disposées aux angles (fig.1 à 6). Les surfaces visibles (non fonctionnelles sont à jointoyer par la suite. Arasement pour l'équilibre statique tous les 1,5 à 2 m (hauteur de l'échafaudage). Joints d'épaisseur ≤ 3 cm selon la rugosité et selon l'ouvrage. Utiliser du mortier de chaux ou du mortier de ciment bâtard car le mortier de ciment pur teint certaines pierres. Pour des ouvrages composites, inclure les pierres de taille de l'appareil de façade dans la section porteuse si l'épaisseur de celle-ci est ≤ 12 cm (fig.9). Le revêtement en dalles de 2,5 à 5 cm d'épaisseur (travertin, calcaire coquillier, granit, etc.) ne doit pas être inclus dans la section porteuse) et les dalles doivent être tenues par des ancrages inoxydables fixés dans le mur de support avec un écartement de 2 cm (fig.10).

Groupe	Type de pierre	Résistance maxi. à la compression en daN/cm² (MN/m²)
A	Pierres calcaires, travertin, tufs volcaniques	200 (20)
B	Grès tendre (avec liant argileux)	300 (30)
C	Pierres en calcaire compact (dur), dolomie (y compris marbre), laves basaltiques et pierres semblables.	500 (50)
D	Grès quartzeux (avec liant silicieux), grauwacke et pierres semblables.	800 (80)
E	Granite, syénite, diorite, porphyre quartifère, mélaphyre, diabases ...	1200 (120)

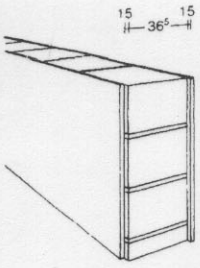
(11) Contrainte de rupture à la compression de différentes sortes de pierre.

	Type d'ouvrages en maçonnerie	Groupe de mortier	Groupe selon tableau (11) A	B	C	D	E
1	Ouvrages en moellons	I	2 (0,2)	2 (0,2)	3 (0,3)	4 (0,4)	6 (0,6)
2		II/IIa	2 (0,2)	3 (0,3)	5 (0,5)	7 (0,7)	9 (0,9)
3		III	3 (0,3)	5 (0,5)	6 (0,6)	10 (1,0)	12 (1,2)
4	Murs à lits de pierre	I	3 (0,3)	5 (0,5)	6 (0,6)	8 (0,8)	10 (1,0)
5	dressée au marteau	II/IIa	5 (0,5)	7 (0,7)	9 (0,9)	12 (1,2)	16 (1,6)
3		III	6 (0,6)	10 (1,0)	12 (1,2)	16 (1,6)	22 (2,2)
7	Murs à lits de pierres	I	4 (0,4)	6 (0,6)	8 (0,8)	10 (1,0)	16 (1,6)
8	réguliers et	II/IIa	7 (0,7)	9 (0,9)	12 (1,2)	16 (1,6)	22 (2,2)
9	irréguliers	III	10 (1,0)	12 (1,2)	16 (1,6)	22 (2,2)	30 (3,0)
10	Murs en pierre de taille	I	8 (0,8)	10 (1,0)	16 (1,6)	22 (2,2)	30 (3,0)
11		II/IIa	12 (1,2)	16 (1,6)	22 (2,2)	30 (3,0)	40 (4,0)
12		III	16 (1,6)	22 (2,2)	30 (3,0)	40 (4,0)	50 (5,0)

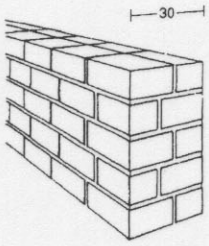
(12) Valeurs de base de la tension de compression admissible pour les ouvrages de maçonnerie en pierres naturelles en daN/cm² (MN/m²).

	Elancement ou élancement équivalent								
1	10	8 (0,8)	10 (1,0)	12 (1,2)	16 (1,6)	22 (2,2)	30 (3,0)	40 (4,0)	50 (5,0)
2	12	6 (0,6)	7 (0,7)	8 (0,8)	11 (1,1)	15 (1,5)	22 (2,2)	30 (3,0)	40 (4,0)
3	14	4 (0,4)	5 (0,5)	6 (0,6)	8 (0,8)	10 (1,0)	14 (1,4)	22 (2,2)	30 (3,0)
4	16	3 (0,3)	3 (0,3)	4 (0,4)	6 (0,6)	7 (0,7)	10 (1,0)	14 (1,4)	22 (2,2)
5	18			3 (0,3)	4 (0,4)	5 (0,5)	7 (0,7)	10 (1,0)	14 (1,4)
6	20					3 (0,3)	5 (0,5)	7 (0,7)	10 (1,0)

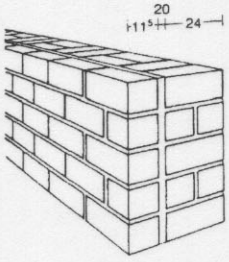
(13) Contrainte de compression admissible pour les ouvrages en maçonnerie de pierre naturelle en daN/cm² (MN/m²).



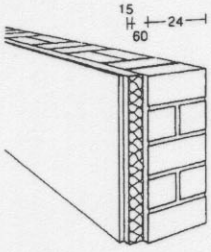
(1) Enduite, à simple paroi.



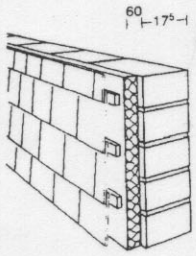
(2) Apparente, à simple paroi.



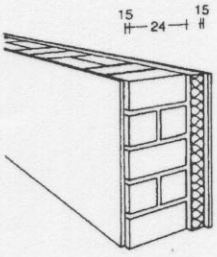
(3) A double paroi avec maçonnerie de parement.



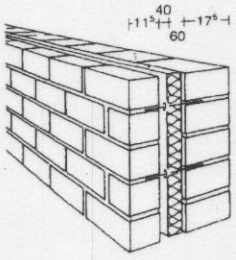
(4) A simple paroi avec peau isolante.



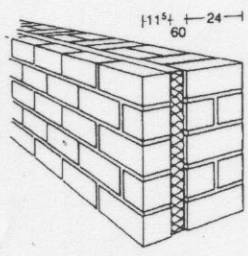
(5) A simple paroi avec façade rideau.



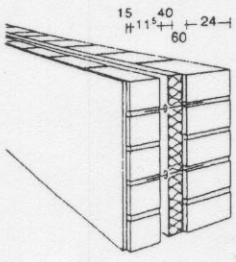
(6) A simple paroi avec isolation du côté intérieur.



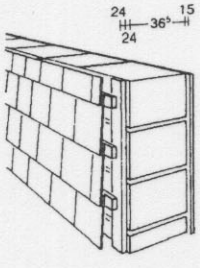
(7) A double paroi avec couche d'air.



(8) A double paroi sans couche d'air.



(9) Avec ou sans couche d'air, enduit.

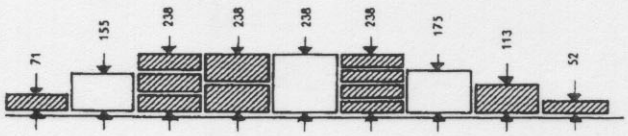


(10) Habillage en plaques sur maçonnerie à haute isolation.

Tous les ouvrages de maçonnerie doivent être exécutés avec alignement horizontal et alignement vertical, tout en respectant les règles d'assemblages. Dans un ouvrage à double paroi (fig.7 et 9) le plancher doit s'appuyer seulement sur la paroi interne. Les parois doivent être reliées par au moins 5 ancrages de 3 mm de diamètre par mètre carré. Écartement des ancres : 25 cm suivant la verticale et 75 cm suivant l'horizontale.

Désignation		Longueur en cm	Largeur en cm	Hauteur en cm
Format mince	DF	24	11,5	5,2
Format normal	NF	24	11,5	7,1
1 1/2 format normal	1½NF	24	11,5	11,3
2 1/2 format normal	2½NF	24	17,5	11,3

(11) Format des blocs.



(12) Hauteurs des briques et dépendances des unes par rapport aux autres.

Epaisseur des murs de sous-sols en cm	Hauteur h en m du terrain au dessus du sol de la cave pour une charge sur la paroi latérale (charge constante)	
	≧ 50 kN/m	< 50 kN/m
36,5	2,50	2,00
30	1,75	1,40
24	1,35	1,00

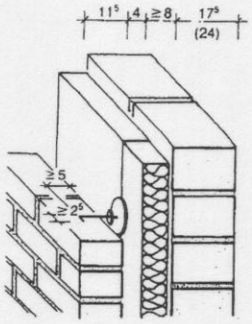
(13) Epaisseurs minimales des murs de sous-sol.

Epaisseur en cm du mur porteur à raidir	Hauteur en m de l'étage	Mur raidisseur pour les étages comptés à partir du haut 1 à 4 / 5 et 6		Distance en m	Longueur
		Epaisseur en cm			
		≧11,5	≧17,5		
11,5 ≦d <17,5 17,5 ≦d <24	≦3,25			≦4,50 ≦6,00	≧1/5 de la hauteur
24 ≦d <30 30 ≦d	≦3,50 ≦5,00			≦8,00	

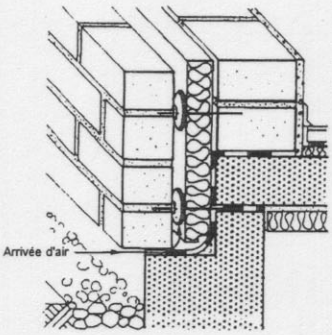
(14) Epaisseurs, distances et longueurs des murs raidisseurs.

Dimensions en cm		Epaisseur du mur en cm				
		11,5	17,5	24	30	≧ 36,5
Réservations dans un appareil maçonné	Largeur	–	≦ 51		≦ 63,5	≦ 76
	Ep. restante du mur	–	≧ 11,5		≧ 17,5	≧ 24
Rainures fraisées		Epaisseur du mur				
	Largeur	≦ 2	≦ 3	≦ 4	≦ 5	≦ 6
	Profondeur					
Distance mini des réservations et rainures		199				
Distance des ouvertures		≧ 36,5				
Distance des raccordements de mur		≧ 24				

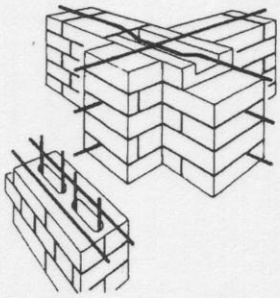
(15) Réservations et rainures verticales dans des murs raidisseurs ou des murs à raidir, autorisées sans justifications.



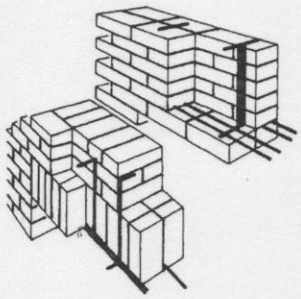
① Ouvrage de maçonnerie à double paroi avec isolation centrale et sans couche d'air.



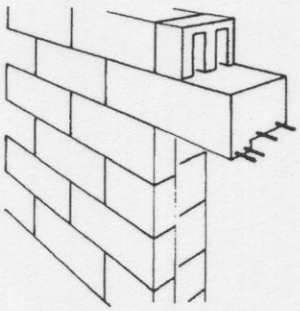
② Raccordement en pied de mur avec couche d'air.



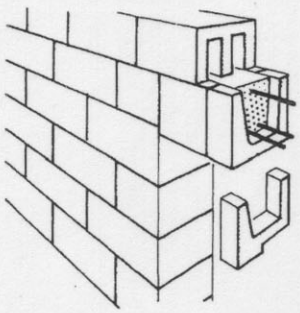
③ Liaison en croix pour ouvrage de maçonnerie en blocs de béton léger.



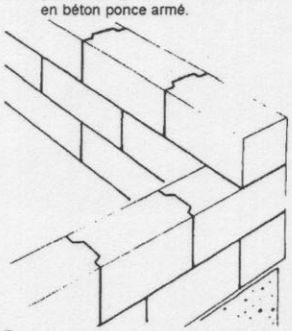
④ Linteau de porte ou de fenêtre en maçonnerie armée.



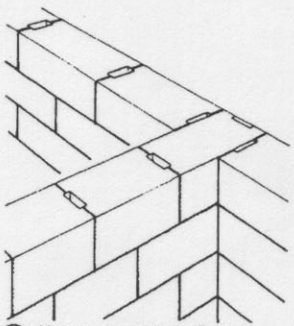
⑤ Maçonnerie en blocs de béton léger (blocs creux) avec linteau de porte en béton ponce armé.



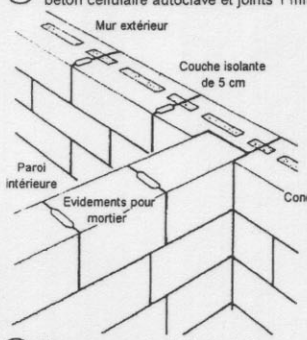
⑥ Maçonnerie en parpaings creux avec linteau en parpaing en forme d'auge.



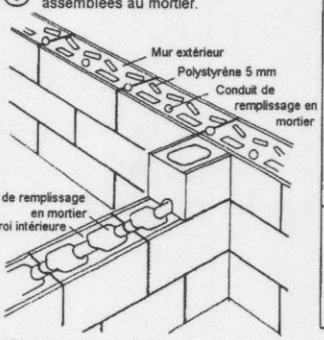
⑦ Maçonnerie en parpaings collés de béton cellulaire autoclavé et joints 1 mm.



⑧ Maçonnerie en briques Poroton assemblées au mortier.



⑨ Blocs avec couche isolante de 5 cm et avec évidements remplis de mortier.



⑩ Assemblage d'un mur en parpaings avec isolation et conduits de mortier.

Un ouvrage de maçonnerie doit être consolidé par des murs raidisseurs et par des planchers. Les murs raidisseurs renforcent les angles des murs porteurs (p.65, fig.14). Ils sont à considérer comme murs porteurs s'ils doivent porter plus que leur propre poids sur un étage. Les murs non porteurs sont des parois qui sont soumises uniquement à leur propre poids et qui ne servent pas au renforcement d'un angle. Les réservations et rainures sont soit fraisées, soit construites dans l'appareil de maçonnerie. Réservations horizontales et obliques à ouvrir seulement sur moins de 14 cm pour une épaisseur supérieur à 24 cm sous enduit spécial, sinon justification par calcul (p.65, fig.15). Prévoir des ancrages dans tous les murs extérieurs et murs de refend pour réduire les charges horizontales. Pour les constructions de plus de deux niveaux complets ou plus de 18 m de long, quand les terrains de fondation l'exigent, ou pour des murs avec des ouvertures grandes ou nombreuses. Surtout si la somme des largeurs d'ouvertures dépasse 60% de la longueur du mur ou dans le cas d'une largeur des fenêtres de plus de 2/3 de la hauteur d'étage dépassant 40% de la longueur du mur.

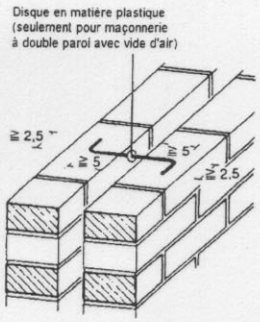
Eléments	Longueurs [1] en m			Lits	Hauteurs en m par épaisseur des blocs en mm					
	A	O	V		52	71	113	155	175	238
1	0,115	0,135	0,125	1	0,0625	0,0833	0,125	0,1666	0,1875	0,25
2	0,240	0,260	0,250	2	0,1250	0,1667	0,250	0,3334	0,3750	0,50
3	0,365	0,385	0,375	3	0,1875	0,2500	0,375	0,5000	0,5625	0,75
4	0,490	0,510	0,500	4	0,2500	0,3333	0,500	0,6666	0,7500	1,00
5	0,615	0,635	0,625	5	0,3125	0,4167	0,625	0,8334	0,9375	1,25
6	0,740	0,760	0,750	6	0,3750	0,5000	0,750	1,0000	1,1250	1,50
7	0,865	0,885	0,875	7	0,4375	0,5833	0,875	1,1666	1,3125	1,75
8	0,990	1,010	1,000	8	0,5000	0,6667	1,000	1,3334	1,5000	2,00
9	1,115	1,135	1,125	9	0,5625	0,7500	1,125	1,5000	1,6875	2,25
10	1,240	1,260	1,250	10	0,6240	0,8333	1,250	1,6666	1,8750	2,50
11	1,365	1,385	1,375	11	0,6875	0,9175	1,375	1,8334	2,0625	2,75
12	1,490	1,510	1,500	12	0,7500	1,0000	1,500	2,0000	2,2500	3,00
13	1,615	1,635	1,625	13	0,8125	1,0833	1,625	2,1666	2,4375	3,25
14	1,740	1,760	1,750	14	0,8750	1,1667	1,750	2,3334	2,6250	3,50
15	1,865	1,885	1,875	15	0,9375	1,2500	1,875	2,5000	2,8125	3,75
16	1,990	2,010	2,000	16	1,0000	1,3333	2,000	2,6666	3,0000	4,00
17	2,115	2,135	2,125	17	1,0625	1,4167	2,125	2,8334	3,1875	4,25
18	2,240	2,260	2,250	18	1,1250	1,5000	2,250	3,0000	3,3750	4,50
19	2,365	2,385	2,375	19	1,1875	1,5833	2,375	3,1666	3,5625	4,75
20	2,490	2,510	2,500	20	1,2500	1,6667	2,500	3,3334	3,7500	5,00

[1] A = Dimensions hors-tout, O = Dimension ouverture, V = dimension saillie

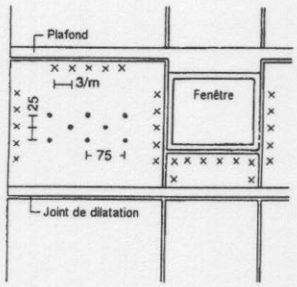
⑪ Tableau de dimensions pour ouvrages en maçonnerie.

Format des blocs	Format des blocs	Dimension en cm L I H	Nombre de lits par mètre de hauteur	Epaisseur du mur en cm	Par m² de mur: Nombre de blocs	Par m² de mur: Litres de mortier	Par m³ de maçonnerie: Nombre de blocs	Par m³ de maçonnerie: Litres de mortier
Blocs creux (jusqu'à 10% de mortier en moins pour les blocs pleins)	DF	24×11,5×5,2	16	11,5	66	29	573	242
				24	132	68	550	284
				36,5	198	109	541	300
	NF	24×11,5×7,1	12	11,5	50	26	428	225
				24	99	64	412	265
				36,5	148	101	406	276
	2DF	24×11,5×11,3	8	11,5	33	19	286	163
				24	66	49	275	204
				36,5	99	80	271	220
	3DF	24×17,5×11,3	8	17,5	33	28	188	160
				24	45	42	185	175
	4DF	24×24×11,3	8	24	33	39	137	164
	8DF	24×24×23,8	4	24	16	20	69	99
Bloc plein ou creux	Bloc plein ou creux	49,5×17,5×23,8	4	17,5	8	16	46	84
		49,5×24×23,8	4	24	8	22	33	86
		49,5×30×23,8	4	30	8	26	27	88
		37×24×23,8	4	24	12	26	50	110
		37×30×23,8	4	30	12	32	42	105
		24,5×36,5×23,8	4	36,5	16	36	45	100

⑫ Quantité de matériaux de construction pour ouvrages de maçonnerie.



① Ancrage métallique pour mur extérieur en maçonnerie à double paroi.



② Ancrage de la paroi extérieure (p. 65 et 66).

Epaisseur du mur en cm	17,5	11,5
Hauteur de l'étage en m	≦3,25	
Charge mobile en daN/m² compris supplt. p. cloisons légères	≦ 275	
Nombre d'étages entiers	4[1)2)]	2[3)]

Seulement autorisé comme support continu entre planchers de portée ≤ 4,50 m, où la plus petite portée est déterminante pour les planchers suivant deux axes [3)]. Une seule ouverture de largeur < 1,25 m est autorisée entre les murs de refend raidisseurs.

[*)] Y compris éventuellement les niveaux avec des murs de 11,5 cm d'épaisseur.

[2)] Si les planchers continus dans deux directions axiales sont exécutés suivant deux axes, alors les valeurs suivant les directions d'axes, caractérisées par la plus petite charge de plancher, seront augmentées d'un coefficient 2.

[1)] Les charges particulières centrales lors de la construction du toit sont autorisées quand la transmission de la charge dans le mur est prouvée. Ces charges doivent être ≤ 3000 daN pour des murs de 11,5 cm d'épaisseur et ≤ 5000 daN pour des murs de 17,5 cm d'épaisseur.

③ Murs intérieurs porteurs avec épaisseur de moins de 24 cm; conditions d'utilisation.

Epaisseur de mur en cm	Valeur autorisée de la surface à recouvrir en mètres carrés pour une hauteur au dessus du sol de: 0 à 8 m		8 à 20 m		20 à 100 m	
	ε = 1,0	ε ≧ 2,0	ε = 1,0	ε ≧ 2,0	ε = 1,0	ε ≧ 2,0
11,5[1)]	12	8	5	5	6	4
17,5	20	14	13	9	9	6
≧ 24	36	25	23	16	16	12

④ Surface de recouvrement des murs extérieurs non porteurs (seulement mortier IIa ou III).

Désignation	Densité kg/m³	Murs extérieurs	Murs sépar. logements et cage d'escalier
Blocs creux en béton léger à deux et trois alvéoles	1000 1200 1400	300 365 490	300 240 240
Bloc plein en béton léger	800 1000 1200 1400 1600	240 300 300 365 490	300 300 240 240 240
Blocs en béton-gaz	600 800	240 240	365 365
Béton-gaz durci sous pression	800	175	312,5
Eléments de grande dimensions avec argile expansée, schiste argileux, pierre ponce naturelle, lave bulleuse sans sable silicieux	800 1000 1200 1400	175 200 275 350	312,5 312,5 250 250
Béton léger à structure poreuse avec additifs non poreux comme gravier	1600 1800 2000	450 625 775	250 250 250
Comme ci-dessus, mais avec additifs poreux	1200 1400 1600	275 325 425	250 250 250

⑤ Epaisseur minimale des murs extérieurs, des cloisons d'habitations et des murs de cages d'escaliers avec un enduit des deux côtés.

Maçonnerie apparente. C'est une maçonnerie de parement réalisée en association avec le remplissage. Chaque couche doit avoir plus de 2 rangées de blocs entre lesquels est disposé un joint longitudinal, continu, de 2 cm d'épaisseur, décalé par couche et réalisé au mortier, sans vides.
Les parements font partie des sections transversales porteuses (p.65).

Maçonnerie à double paroi sans vide d'air. L'épaisseur de la partie intérieure seule concerne les tensions ; l'épaisseur de la partie intérieure plus la demi-épaisseur de la paroi extérieure concerne l'élancement et la distance de renforcement.

Maçonnerie à double paroi avec isolation centrale. La couche d'air peut être complètement remplacée par un matériau d'isolation spécialement adaptée.

Maçonnerie à double paroi avec vide d'air. Épaisseur minimale de la paroi intérieure (fig.6). L'épaisseur de la paroi extérieure doit être supérieure à 11,5 cm et l'épaisseur du vide d'air égale à 6 cm. Connexion des parois par ancrages (fig.1 et 2). La paroi extérieure doit s'appuyer sur toute sa surface et être étançonnée au minimum tous les 12 m.
Le vide d'air doit commencer à partir de 10 cm au-dessus du sol et continuer sans interruption jusqu'au toit.
Les parois extérieures doivent être pourvues, en haut et en bas, d'ouvertures d'aération d'une surface de 150 cm² chacune. Prévoir des joints de dilatation verticaux pour la couche de parement, au moins dans les angles de la construction , et des joints horizontaux aux endroits où elle repose (fig.2).

Maçonnerie armée. Épaisseur de mur de plus de 11,5 cm, classe de résistance mécanique du matériau ≥ 12, mortier III. Joints avec armature ≤ 2 cm. Acier Ø ≤ 8 mm aux joints de croisement ≤ 5 mm.

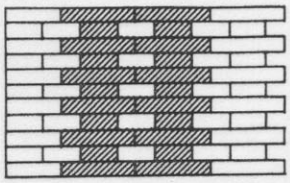
Types de murs. Épaisseurs de murs. Il faut justifier l'épaisseur requise des murs du point de vue statique.
On peut s'en passer si l'épaisseur du mur choisie est évidemment suffisante.
Les paramètres concernant la protection des murs contre la chaleur, le bruit, l'incendie et l'humidité sont à prendre en considération pour le choix de l'épaisseur du mur.
Il faut prévoir un enduit extérieur ou tout autre protection contre les intempéries dans le cas de murs extérieurs en blocs non résistants au gel.
Les murs extérieurs sont principalement soumis à la pression ; les éléments de construction en forme de plaques sont indiqués pour recevoir des charges verticales, par exemple le poids des planchers, et des sollicitations horizontales, par exemple la force du vent.

Nombre de niveaux entiers autorisé, y compris les combles aménagés	2	≧3
Pour des planchers appuyés seulement sur des murs de refend à une seule paroi et pour des planchers massifs avec répartition latérale suffisante de la charge.	11,5[1)]	17,5
Pour tous autres planchers	24	24
1) Plus grande charge verticale mobile autorisée, y compris majoration pour cloisons légères	Ep = 275 daN/m²	

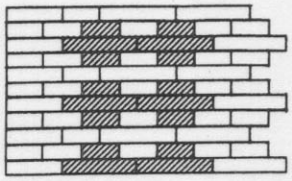
⑥ Epaisseur minimale de la paroi intérieure en cm dans le cas de murs extérieurs en maçonnerie à double paroi.

Epaisseur des murs porteurs à raidir (en cm)	Hauteur d'étage (en m)	Mur raidisseur Du 1er au 4ème étage complet épaisseur (en cm)	Du 5 au 6ème étage complet épaisseur (en cm)	Distance (en m)
≧11,5 <17,5 ≧17,5 <24	≦3.25	≧11,5	≧17,5	≧4,50 ≧6,00
≧24 <30 ≧30	≧3,50 ≦5,00			≦8,00

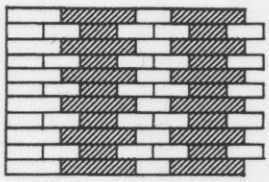
⑦ Epaisseurs et distances pour les murs raidisseurs.



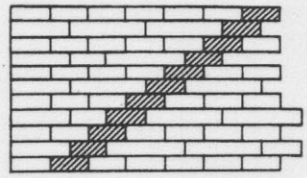
① Appareil vertical.



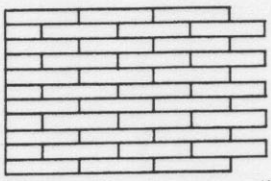
② Appareil croisé.



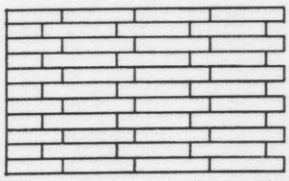
③ 1 panneresse, 1 assise de boutisses alternant avec assise de boutisses.



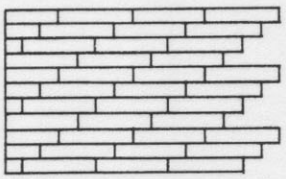
④ 2 panneresses, 1 assise de boutisses alternant avec assise de boutisses.



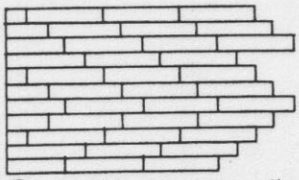
⑤ Appareil de panneresses avec décalage médian.



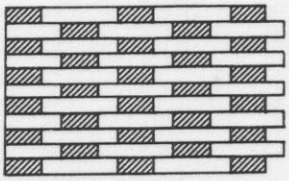
⑥ Appareil de panneresses avec décalage de 1/4.



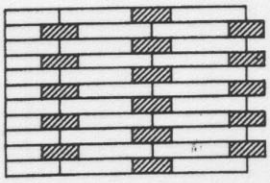
⑦ Appareil de panneresses avec décalage montant de 1/4.



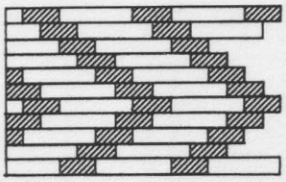
⑧ Appareil de panneresses avec décalage de 1/4 montant à droite et à gauche.



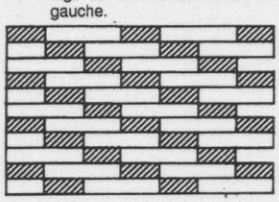
⑨ 1 boutisse, 1 panneresse alternant par assise.



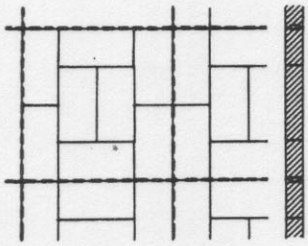
⑩ 1 boutisse, 2 panneresses alternant par assise.



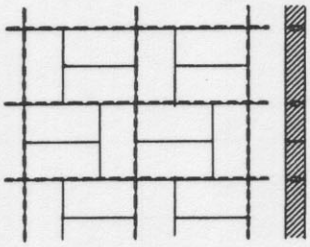
⑪ 1 boutisse, 1 panneresse alternant par assise avec décalage de 1/4 montant à droite et à gauche.



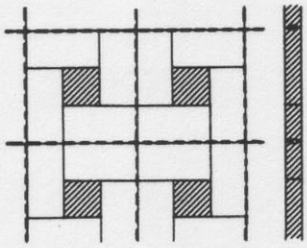
⑫ 1 boutisse, 1 panneresse alternant par assise avec décalage de 1/2 montant à gauche.



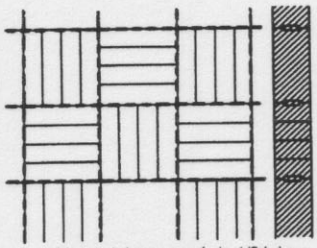
⑬ Mur armé système Pruss (épaiss. 1/4 brique) avec panneaux de 8 briques.



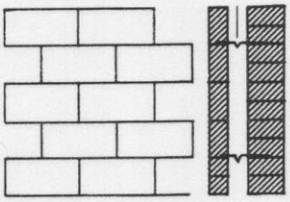
⑭ Comme ⑬ avec panneaux de 3 briques.



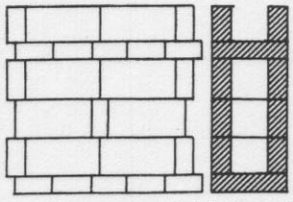
⑮ Comme ⑬, avec panneaux de 4 briques et 1/2 brique.



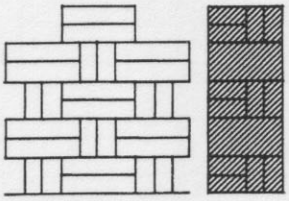
⑯ Mur de briques armé de 1/2 brique d'épaisseur avec panneaux de 4 briques.



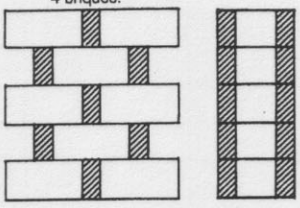
⑰ Revêtement sur champ ancré au mur intérieur avec interposition d'un matelas d'air.



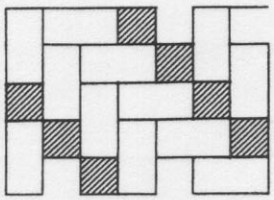
⑱ Mur creux composé de 2 cloisons de 1/4 de brique reliées par des assises de boutisses (séparant le matelas d'air) et ancrage par briques sur champ.



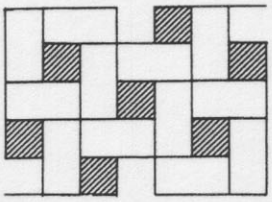
⑲ Mur de briques ornemental avec creux décalés.



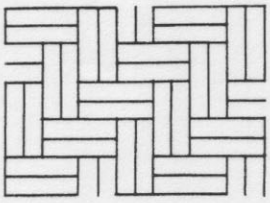
⑳ Mur creux composé de 2 cloisons de 1/4 de brique reliées par des briques d'ancrage sur champ.



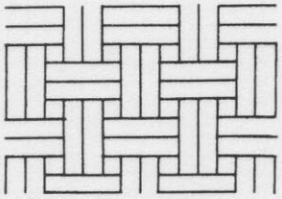
㉑ Dallage en briques et 1/2 briques (ou briques recuites).



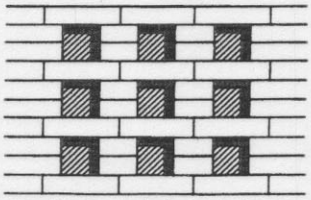
㉒ Comme ㉑, mais autre disposition (nombreuses variantes possibles).



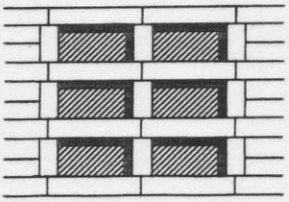
㉓ Sol fortement sollicité en briques sur champ (disposition en arêtes de poisson comme pour les parquets).



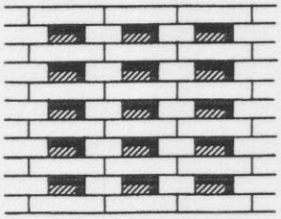
㉔ Comme ㉓, avec 1/4 de briques (treillis).



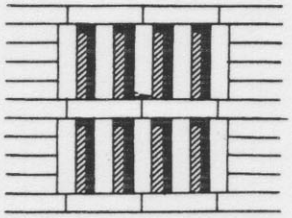
㉕ Maçonnerie ajourée pour éclairage ou ventilation (trous 1/2 x 1/2 briques).



㉖ Comme ㉕ (trous 1/2 x 3/4 brique).



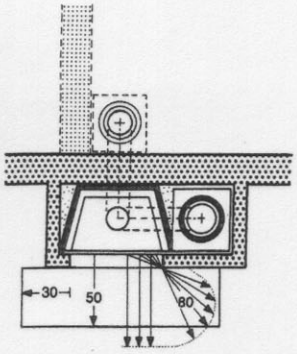
㉗ Comme ㉕ (trous 1/4 x 1/2 brique).



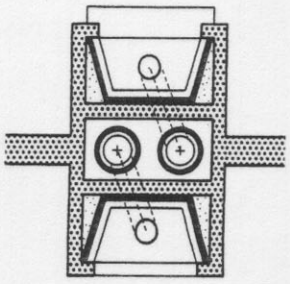
㉘ Comme ㉕ (trous 1 x 1/4 brique).

FOYERS OUVERTS

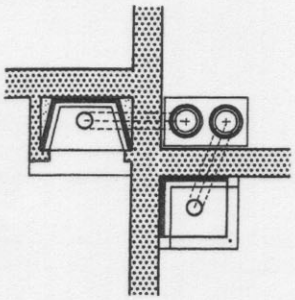
Chaque foyer de cheminée doit avoir son propre conduit de fumée (fig. 1 à 4). La dimension et la section du conduit d'un foyer de cheminée doivent être proportionnels l'un à l'autre (fig. 8). Foyer de cheminée et conduit doivent être construits à proximité immédiate l'un de l'autre (fig. 1 à 4). La hauteur efficace d'un conduit, prise depuis l'embouchure du conduit jusqu'au chapeau de cheminée, doit être supérieure ou égale à 4,5 m. Jonction de l'élément de raccordement au conduit de cheminée 45° (fig. 9 et 10). Ouverture d'appel d'air de l'extérieur. Disposer des ouvertures appropriées d'appel d'air dans le socle de la cheminée, sur le côté ou devant (fig. 7, 9 à 11). Utiliser seulement des bois pauvres en résine et des bois de hêtre, de chêne, de bouleau ou d'arbres fruitiers ayant peu de nœuds. Les foyers ouverts ne doivent pas être installés dans des pièces ayant une surface au sol inférieure à 12 m². Ils doivent recevoir de l'air de combustion de l'extérieur par les entrées d'air sur les fenêtres et le jeu bas sous les portes. Les conduits d'air sont préférables car ils amènent l'air de combustion jusqu'à proximité de l'ouverture du foyer (fig. 7). Une distance supérieure ou égale à 80 cm doit être respectée vers l'avant, le haut et les côtés entre l'ouverture du foyer et les éléments et matériaux de construction inflammables (fig. 6 et 7). Les foyers ouverts doivent être construits de façon stable et en matériau non inflammable. Le sol, les parois, l'âtre et le collecteur de fumée doivent être en pierres ou en dalles réfractaires. Les briques et les pierres pour la construction du conduit de cheminée doivent être appropriées. On utilise aussi du béton résistant au feu ou de la fonte grise. Le collecteur de fumée peut être en tôle d'acier, en laiton ou en cuivre de 2 mm.



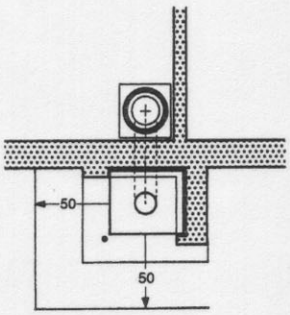
① Foyer ouvert sur un côté avec zone de sécurité.



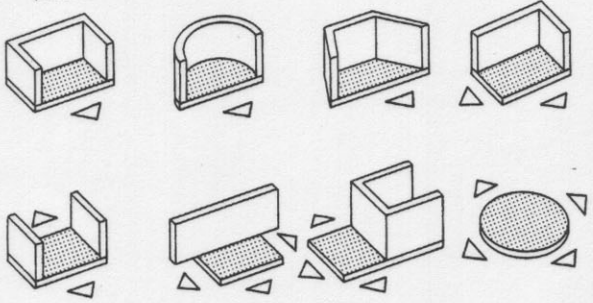
② Foyers ouverts sur un côté dans des pièces séparées.



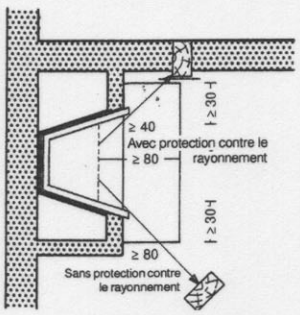
③ Foyers ouverts sur un côté et sur deux côtés dans des pièces séparées.



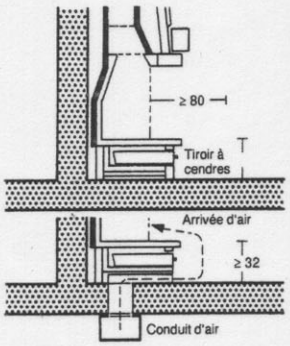
④ Foyer ouvert sur deux côtés avec zone de sécurité.



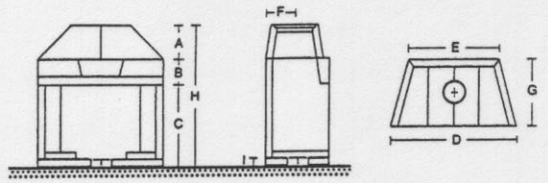
⑤ Formes de surface de rayonnement.



⑥ Distances entre l'ouverture de l'âtre et les éléments de construction en matériaux inflammables.

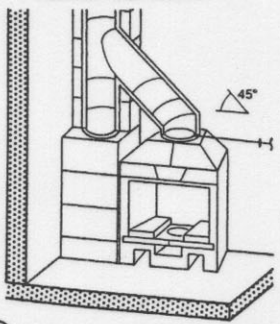


⑦ Sol protégé du feu devant l'ouverture de l'âtre. Entrée d'air.

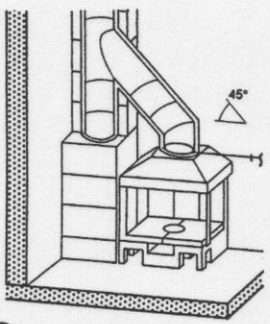


Type		Ouverture sur un côté					Ouv. sur 2 côtés			Ouv. sur 3 côtés		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Surface approx. de la pièce (m²)		Petite pièce	16–22	22–30	30–35	33–40	25–35	35–45	> 48	35–45	45–55	> 55
Volume approximatif (m³)		Petite pièce	40–60	60–90	90–105	105–120	60–105	105–150	> 150	105–150	150–200	> 200
Dim. de l'ouverture du foyer (cm²)		2750	3650	4550	5750	7100	5000	6900	9500	7200	9800	13500
Dim. libre de l'ouverture du foyer (cm)		60/46	70/52	80/58	90/64	100/71						
Ø (cm) du conduit correspondant		20	22	25	30	30	25	30	35	25	30	35
Dimensions respectives en cm	A	22,5	24	25,5	28	30	30	30	30	30	30	30
	B	13,5	15	15	21	21	–	–	–	–	–	–
	C	52	58	64	71	78	50	58	65	50	58	65
	D	72	84	94	105	115	77		108	77	90	114
	E	50	60	65	75	93	77	90	108	77	90	114
	F	19,5	19,5	22,5	26	26	27,5	30	32,5	27,5	30	32,5
	G	42	47	51	55	59	64	71	82	64	71	82
	H	88	97	104,5	120	129	80	88	95	80	88	95
	I	6	6	6	7	7	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	
Poids (kg)		165	80	310	385	470	225	300	405	190	255	360

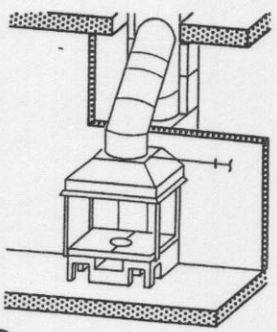
⑧ Calculs et dimensions concernant les foyers ouverts.



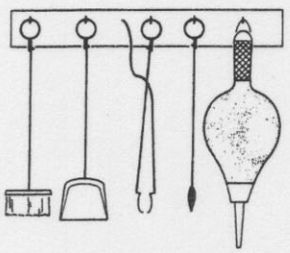
⑨ Foyer ouvert sur un côté.



⑩ Foyer ouvert sur deux côtés.

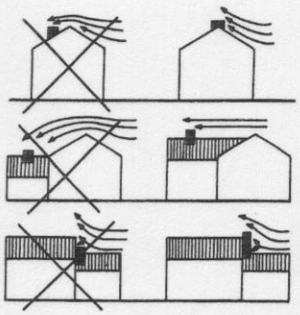


⑪ Foyer ouvert sur trois côtés.

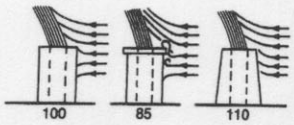


⑫ Ustensiles pour cheminée.

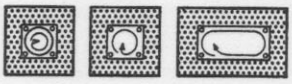
CONDUITS DE FUMÉE



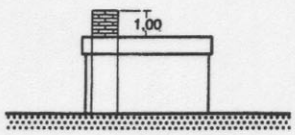
① Influence du vent sur le tirage des cheminées.

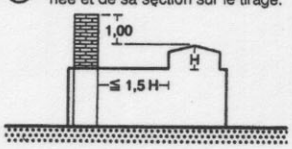


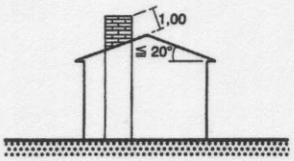
② ③ ④ Indices comparatifs de rendements.

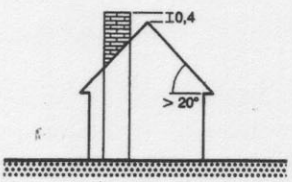


⑤ Influence de la souche d'une cheminée et de sa section sur le tirage.

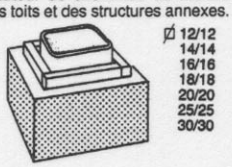




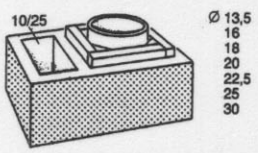




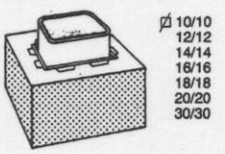
⑥ Hauteur de cheminée au-dessus des toits et des structures annexes.



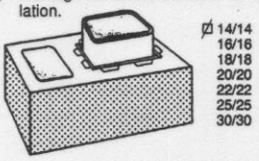
⑦ Montage de cheminée.



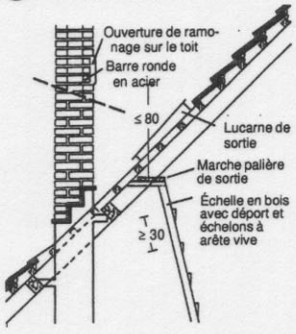
⑧ Montage de cheminée avec ventilation.



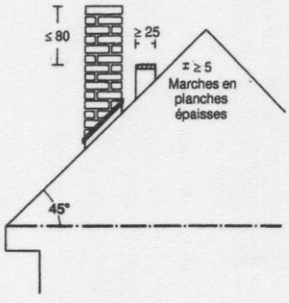
⑨ Montage de cheminée (aérée).



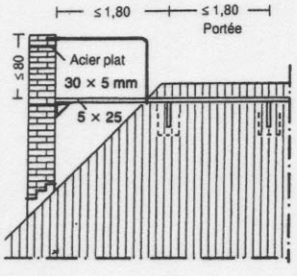
⑩ Montage de cheminée (aérée) avec ventilation.



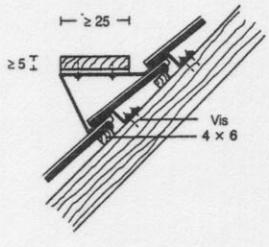
⑪ Lucarne de sortie avec échelle et marche palière.



⑫ Pour des pentes supérieures à 15°, nécessité de marches en planches épaisses.



⑬ Longueur et fixation des marches en planches épaisses.

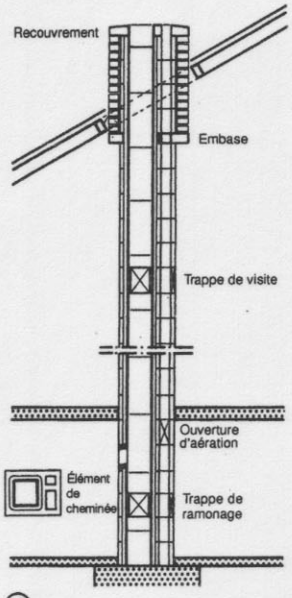


⑭ La fixation des marches est plus solide sur les chevrons que sur les lattes.

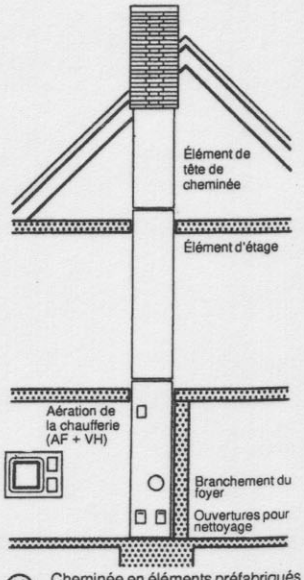
Les cheminées domestiques doivent posséder des conduits, à l'intérieur ou à l'extérieur des bâtiments, exclusivement destinés à conduire les gaz brûlés de l'âtre à travers le toit vers l'air libre. Il faut raccorder à une cheminée les foyers avec une puissance calorifique nominale de plus de 20 kW et les foyers à gaz de plus de 30 kW, chaque foyer dans des bâtiments de plus de 5 étages complets, chaque foyer ouvert, feu de forge, foyer avec âtre ouvert, chaque foyer avec brûleur et soufflerie.

Les cheminées doivent avoir une section libre circulaire ou rectangulaire. Section ≥ 100 cm² et plus petit côté 10 cm. Pour les cheminées en pierres ≥ 13,5 cm, le côté le plus long ne doit pas dépasser 1,5 fois le côté le plus court. La plus petite hauteur efficace de cheminée est 4 m. Pour les combustibles gazeux, hauteur ≥ 4 m. Sortie du conduit à ≥ 40 cm au-dessus de l'arête la plus haute du toit pour les toitures avec pente supérieure à 20°. Pour les toits avec pente inférieure à 20°, cette dimension doit être ≥ 1,00 m (fig. 6). Les cheminées qui se trouvent à proximité d'autres structures du toit, à une distance de 1 à 3 fois la hauteur de ces structures au-dessus du toit, doivent dépasser d'une hauteur ≥ 1 m le haut de ces structures. Les sorties de conduits au-dessus de toits possédant un parapet non fermé sur tous les côtés doivent dépasser ce parapet d'une hauteur ≥ 1 m. Chaque cheminée doit avoir une ouverture de nettoyage de largeur ≥ 10 cm et de hauteur ≥ 18cm. Cette ouverture doit se trouver à une distance ≥ 20 cm plus bas que le raccordement du foyer le plus bas. Les cheminées qui ne peuvent pas être nettoyées à partir de la sortie du conduit, doivent avoir une autre ouverture de nettoyage dans le comble ou sur le toit. Les matériaux de construction suivants peuvent être employés pour les cheminées à une seule paroi : éléments préfabriqués de béton léger, briques, briques pleines silico-calcaire, briques pleines de laitier granulé.

Cheminées à trois parois avec couche d'isolation et parement interne mobile. Pour le parement interne, éléments préfabriqués de béton léger ou argile réfractaire. Pour l'enveloppe extérieure, éléments préfabriqués en béton léger, briques, briques perforées, briques silico-calcaire, briques de laitier granulé. Crépir sur une épaisseur ≥ 5 à 10 mm les surfaces extérieures libres des cheminées se trouvant dans les combles jusqu'à la couverture du toit. Ne pas faire supporter des charges aux parois des cheminées. Les revêtements des souches de cheminées en dalles d'ardoise, en bardeaux d'ardoise, en plaques de fibrociment, en tôle de zinc ou de cuivre peuvent être fixés à la cheminée sur l'infrastructure au moyen de chevilles (pas de chevilles en bois). Les revêtements préfabriqués sont conseillés.



⑮ Montage d'une cheminée.



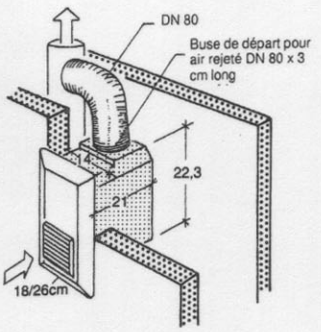
⑯ Cheminée en éléments préfabriqués (élément de la hauteur d'un étage).

Pour les besoins d'aération des locaux sanitaires dans les immeubles d'habitation ou autres tels que écoles, hôtels, restaurants et constructions semblables, les installations d'aération comme les systèmes de ventilation pour une pièce et pour plusieurs pièces avec un seul conduit de ventilation (fig. 1 et 2), doivent être calculées pour un renouvellement d'air d'au moins 4 fois par heure dans les pièces à aérer. Débit d'air suffisant pour salle de bain avec siège de WC, 60 m³/h et pour WC, 30 m³/h par siège. Chaque pièce intérieure à aérer doit avoir une amenée d'air non cloturée. La dimension de la surface traversée par l'air doit s'élever à 10 cm² par mètre cube de volume de pièce. Une valeur de 25 cm² est autorisée en prenant en considération la non-étanchéité de la porte. La température ne doit pas descendre en dessous de 22 °C dans les salles de bain compte-tenu de l'aération.

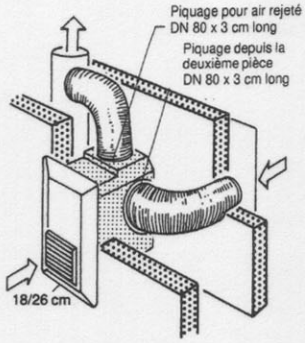
Vitesse de circulation d'air dans les zones de séjour ≥ 0,2 m/s. L'air d'évacuation doit être rejeté à l'air libre. Il peut être guidé, dans le cas d'installations d'aération individuelles, vers un comble non aménagé et constamment bien aéré. Chaque installation d'aération individuelle doit avoir son propre conduit principal (fig. 3 et 5).

Les installations centrales d'aération ont un conduit principal commun pour plusieurs zones de séjour (fig. 4 et 6).

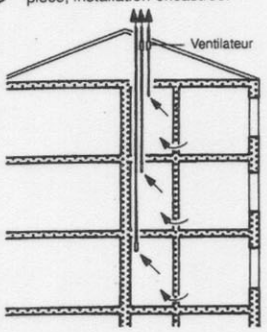
Le fonctionnement des aérations avec conduit collectif et mouvement ascendant thermique dépend essentiellement de la superficie du conduit par raccordements disponibles (fig. 9). Dispositifs avec conduit individuel statique (fig. 7) pour salle de bain et WC sans fenêtres vers l'extérieur jusqu'à 8 étages. Conduit d'aération de 150 cm² de section par pièce.



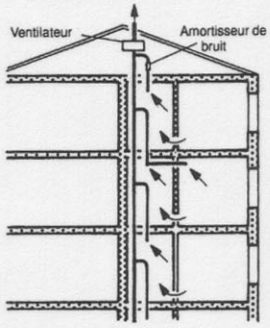
① Système d'aération pour une seule pièce, installation encastrée.



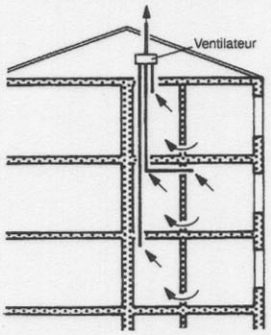
② Système d'aération pour deux pièces, installation encastrée.



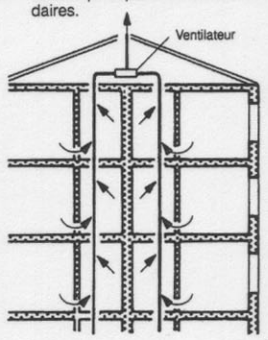
③ Système central d'aération avec évacuation de l'air rejeté sur le toit.



④ Système central d'aération avec conduit principal et conduits secondaires.



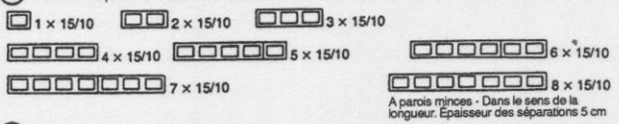
⑤ Système central d'aération avec conduits principaux séparés.



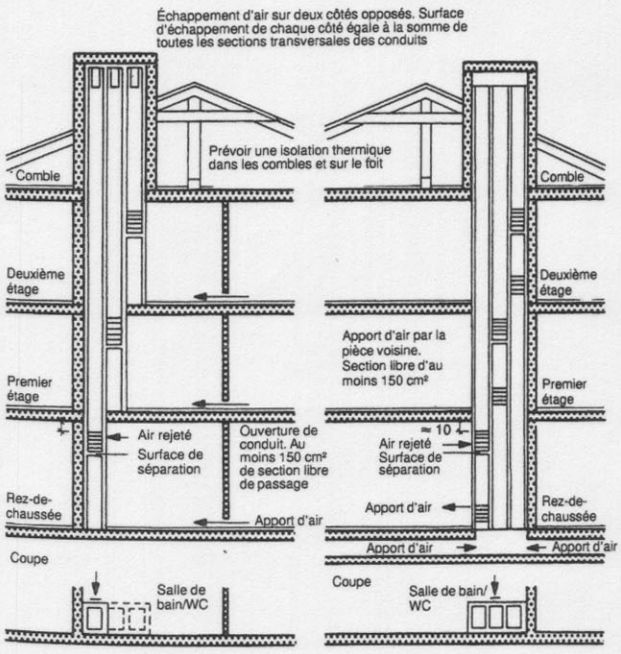
⑥ Système central d'aération avec plusieurs conduits principaux sans conduits secondaires.

Diamètre intérieur du conduit principal en cm²	Nombre de conduits secondaires autorisés pour une hauteur totale efficace normale			Dimension intérieure	
	Jusqu'à 10 m	10-15 m	> 15 m	Conduit principal en cm	Conduit second. en cm
340	5	6	7	20 × 17	9 × 17
400	6	7	8	20 × 20	12 × 20
500	8	9	10	25 × 20	12 × 20
340	5	6	7	20 × 17	2 × 9/17
400	6	7	8	20 × 20	2 × 12/20
500	8	9	10	25 × 20	2 × 12 × 20
340	5	6	7	2 × 20/17	9 × 17
400	6	7	8	2 × 20/20	12 × 20
500	8	9	10	2 × 25/20	12 × 20

⑨ Dimens. pour conduits collectifs d'aération avec mouvement ascendant thermique.

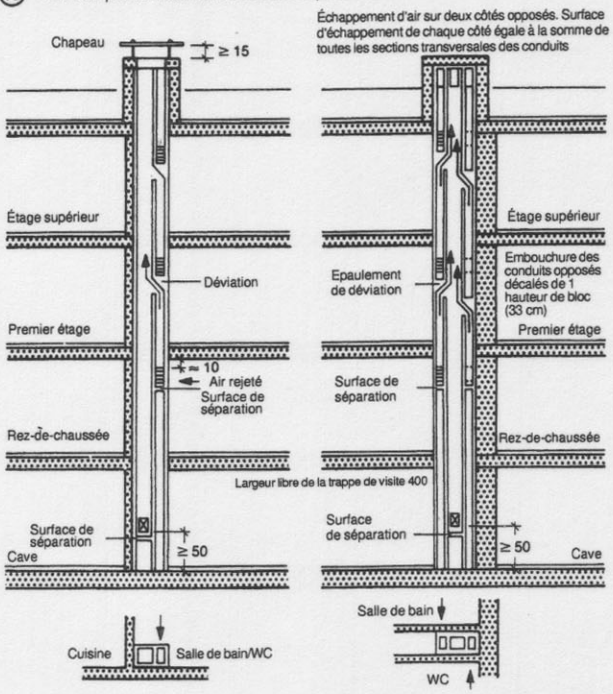


⑩ Aération par conduits individuels avec épaisseur de la cloison extérieure de 2,5 cm.



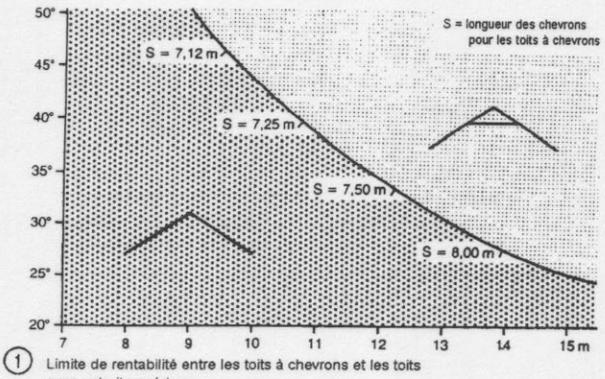
⑦ Système d'aération par conduits individuels. Système d'aération de Hambourg (Aération Berlinoise).

⑧ Système d'aération de Cologne (Air rejeté et apport d'air).

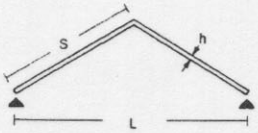


⑪ Système d'aération à conduit collectif avec un conduit principal et un conduit secondaire (statique).

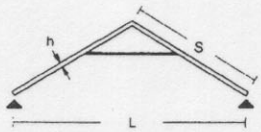
⑫ Exemple de réalisation avec un conduit principal et deux conduits secondaires (statiques).



(1) Limite de rentabilité entre les toits à chevrons et les toits avec entrait supérieur.



(2) Toit à chevrons.



(3) Toit avec entrait supérieur (faux-entrait).

Pente du toit en degrés	Portée L en m	Hauteur de l'élément h
30–60	10–20	$h \sim \frac{1}{30} \cdot S$
15–40	10–20	$h \sim \frac{1}{25} \cdot S$

Les toits à chevrons représentent la solution la plus économique pour les largeurs de construction réduites.

Les toits à entrait supérieur pour des pentes inférieures à 45° ne constituent jamais la meilleure solution économique, mais ils sont avantageux pour les toits à grande portée.

Les toits à simple poinçon sont toujours plus chers que les toits à chevrons, d'où leur emploi limité.

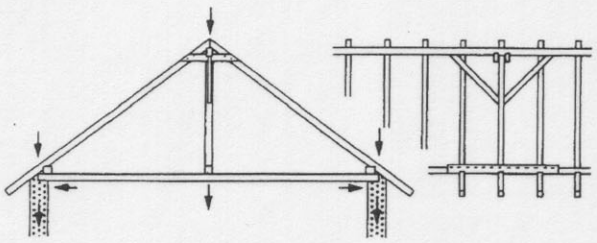
Les toits à deux jambettes représentent dans la plupart des cas le système de construction le plus économique.

Les toits à poinçon + jambettes n'intéressent que les constructions très large.

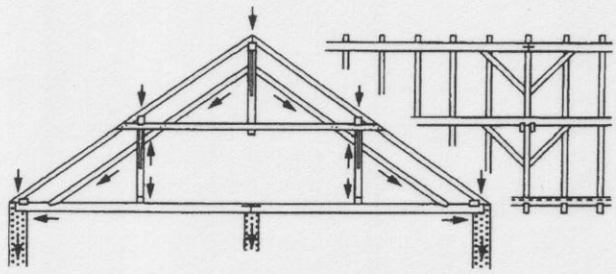
Les toits constituent la fermeture supérieure des constructions et protègent celles-ci contre les précipitations et autres agents atmosphériques (vent, froid, chaleur). Ils comprennent une partie portante et une couverture.

La partie portante dépend du matériau (bois, acier, béton armé), de la pente du toit, de la nature et du poids de la couverture, de la charge, etc. Pour déterminer la charpente, il faut tenir compte des hypothèses de charge (poids propre, charge mobile, charge due au vent et à la neige).

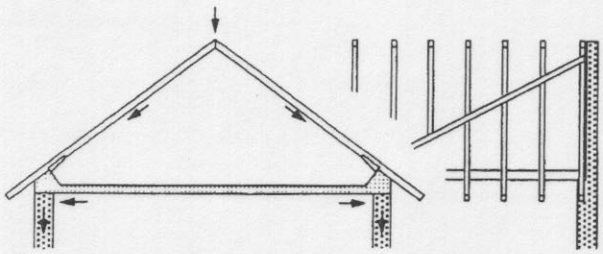
Il faut faire la distinction entre toits à pannes et toits à chevrons (fermettes). Les deux systèmes peuvent être combinés. Ils sont caractérisés par leur fonction respective d'élément porteur et par leur mode de répartition des charges, lequel a des conséquences pour la répartition dans le plan horizontal.



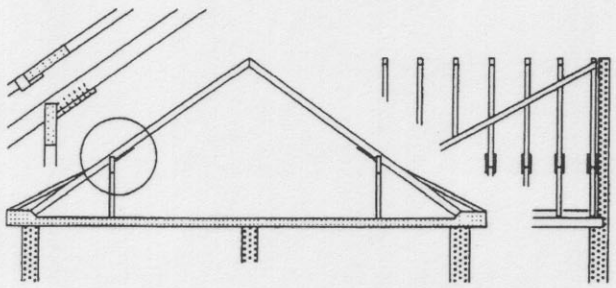
(4) Toits à pannes non entretoisées.



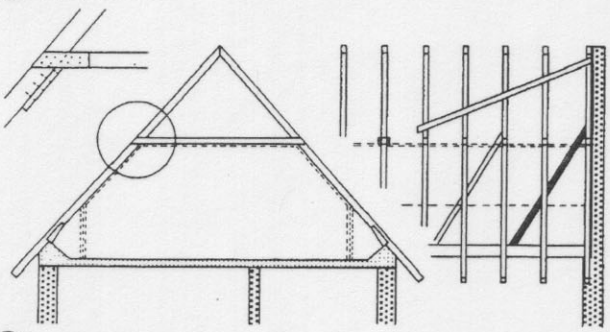
(5) Toits à pannes entretoisées.



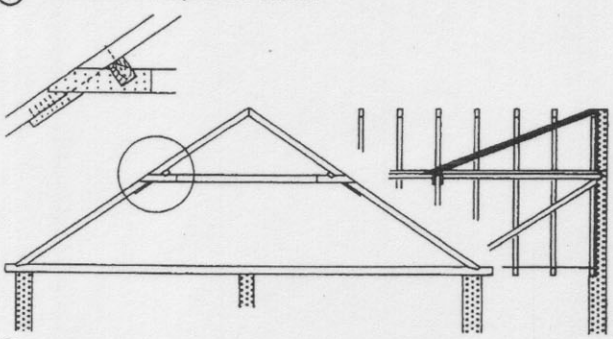
(6) Toits à chevrons.



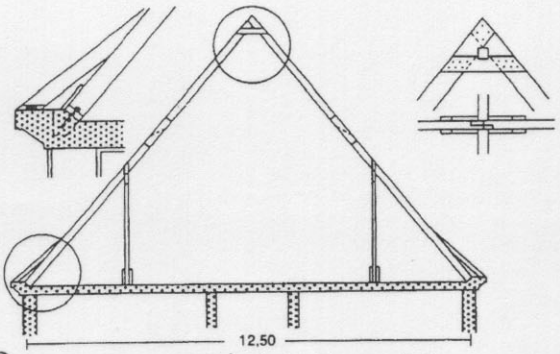
(7) Toits à chevrons avec jambettes verticales.



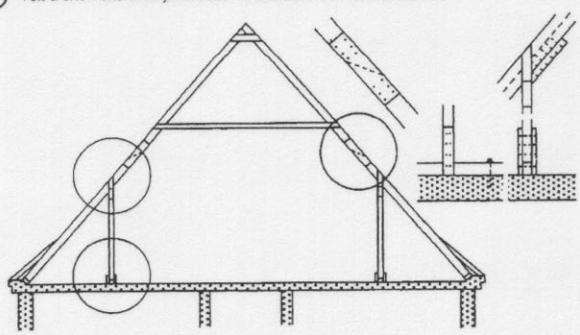
(8) Toits à entrait supérieur avec aménagement de combles.



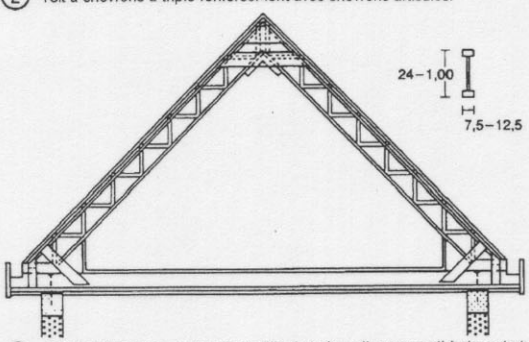
(9) Toit à entrait supérieur avec pannes.



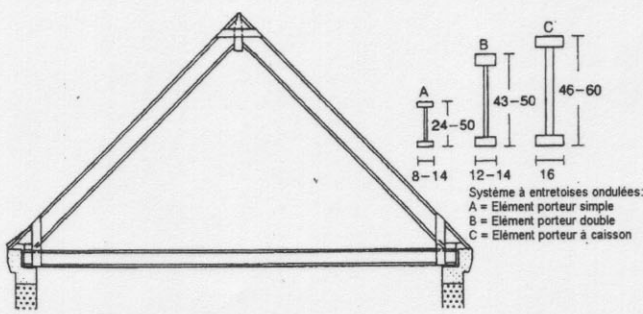
(1) Toit à chevrons avec jambettes verticales et chevrons articulés.



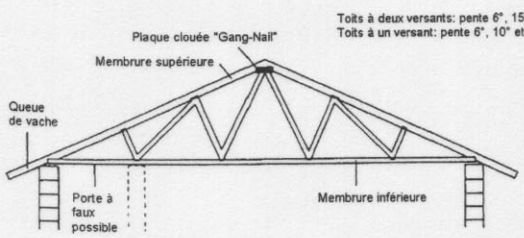
(2) Toit à chevrons à triple renforcement avec chevrons articulés.



(3) Toit à chevron en poutres en treillis de bois, collage garanti à vie, entretoises inclinées à 45°, aussi en poutres jumelées < 25 m.



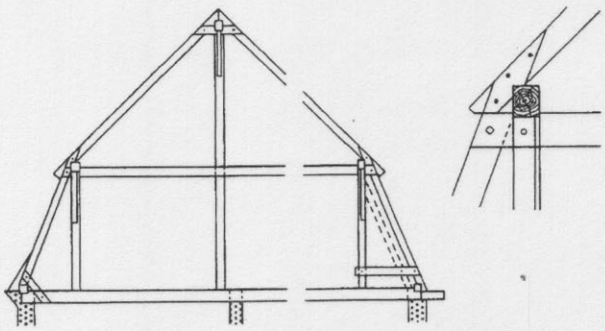
(4) Toit à chevrons en structure porteuse de bois collé et entretoises ondulées. Rapport entre la hauteur du profil et la portée: 1/15 - 1/20.



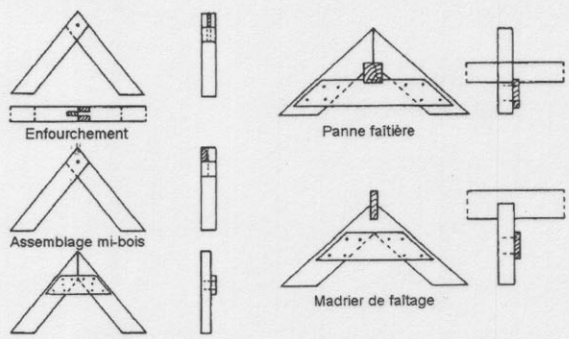
(5) Portique euro-préfabriqué selon le système " Gang-Nail ", dimensions octamétriques pour toits plats, toits à un versant et toits à deux versants.

Toit à pannes. Chevrons avec une fonction secondaire (section réduite, bois ronds possibles). Entraits concentrant les charges et les reportant vers les axes de fermes. Rangée d'appuis à l'intérieur ; modèle de configuration initiale du toit (p.72, fig.4) ; forme d'origine : charpente à poinçon de faîtage. Les toits à deux versants avec arbalétriers ont au moins un poinçon vertical au milieu du toit. Longueur des chevrons ≤ 4,5 m pour des constructions de largeur importante. Quand la longueur des chevrons est > 4,5 m, deux supports verticaux ou plus sont nécessaires.

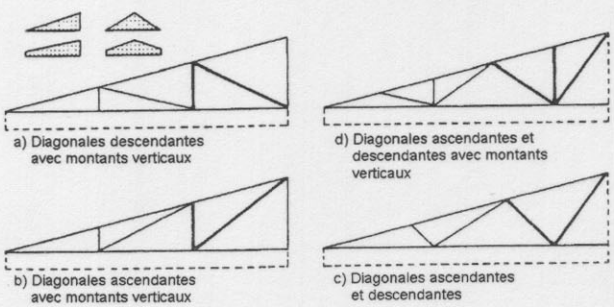
Toit à chevrons (fermette). (Principe du triangle indéformable) Possible dans une forme simple pour des longueurs réduites de chevrons (jusqu'à 7,5 m), sinon renforcement par entrait (p.72, fig.8). Système de construction par liaisons fortes et régulières, possible sans supports à l'intérieur du volume. Ancrage résistant à la traction entre les pieds des chevrons et les sablières (caractéristique extérieure d'un toit à chevrons ; report de la sablière sur la partie saillante des entraits — brisure) (p.72, fig.7).
Eliminer les toits à chevrons et les toits à entrait supérieur dans le cas de chiens assis importants. Si la longueur des chevrons est supérieure à 4,5 m, renforcer avec des entraits (p.72).
Toits à chevrons pour des largeurs de bâtiment jusqu'à env. 12,0 m ; longueur des chevrons jusqu'à 7,5 m ; longueur des entraits jusqu'à 4 m. Le toit à entrait supérieur est un cadre à trois articulations avec tirant.



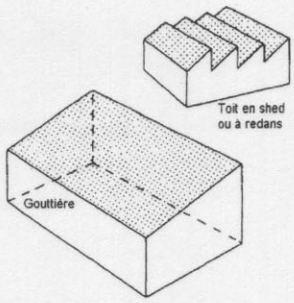
(6) Toit à la mansard



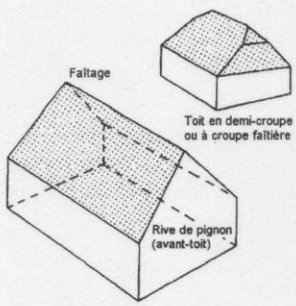
(7) Joint abouté avec éclisse



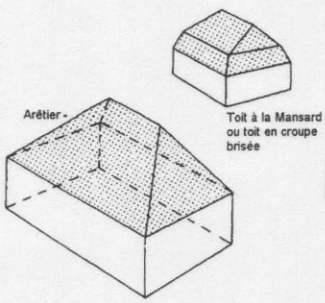
(8) Formes de fermes de bois et entretoisements.



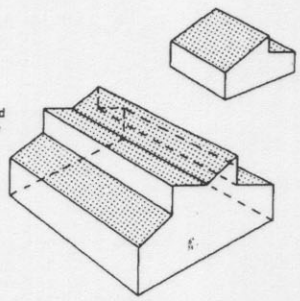
① Toit à un versant



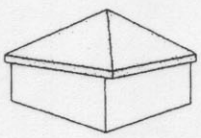
② Toit à deux versants



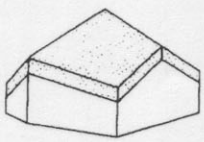
③ Toit en croupe



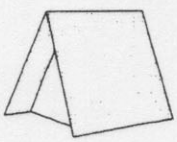
④ Toit combiné



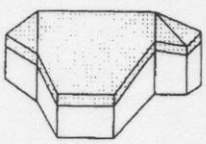
⑤ Toit en pavillon



⑥ Toit en pavillon sur plan polygonal



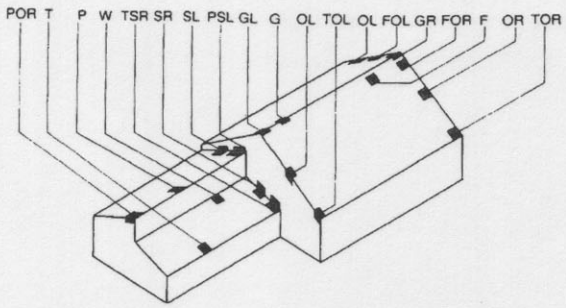
⑦ Maison-toit



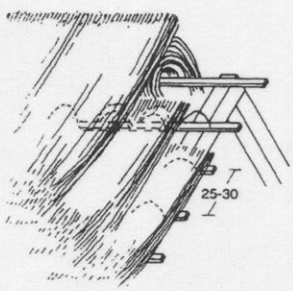
⑧ Toit à la Mansard sur plan polygonal

Toits de chaume : gerbes en paille de seigle ou de roseaux battus à la main, en longueur de 1,2 à 1,4 m, disposées sur des lattes distantes de 30 cm, la tête des tiges vers le haut, jusqu'à une épaisseur de 18 à 20 cm. La durée de vie est de 60 à 70 ans dans les régions ensoleillées, à peine la moitié dans les régions humides (fig.10).
Toits de bardeaux (fig.11) en chêne, mélèze, pin et plus rarement épicéa. Ardoises : sur un voligeage d'épaisseur ≥ 2,5 cm de planches de largeur ≥ 16 cm, protégé avec du carton 200 contre la pluie et le vent. Recouvrement 8 cm ou encore mieux 10 cm.
La " couverture allemande " a un aspect plus naturel (fig.12). Par contre les couvertures à éléments calibrés sont appropriés pour les ardoises reconstituées (plaques en fibrociment) (fig.13). Tuiles : tuiles plates, tuiles à emboîtement à double encoche, tuiles flamandes (fig.14, 16 et 17). Tuiles en béton avec étanchement faîte et arête (fig.15). Formes spéciales adaptées aux tuiles normalisées (fig.9). Tuiles moulées (fig.9).

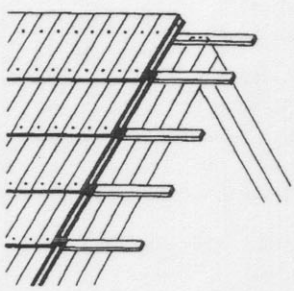
POR - Tuile de bordure de rive pour toit à un versant avec angle, à droite
T - Tuile d'égout
p - Tuile pour toit à un versant
W - Tuile de raccordement à un mur
TSR - Tuile d'égout pour raccordement latéral avec angle, à droite
SR - Tuile de rive latérale, à droite
SL - Tuile de rive latérale, à gauche
PSL - Tuile de rive latérale avec angle, à gauche pour toit à 1 versant
GL - Elément de faîtage, à gauche
G - Tuile de faîtage et d'arêtier
OL - Tuile de bordure de rive, à gauche
TOL - Tuile d'égout et de bordure de rive, à gauche
FOL - Tuile d'angle pour raccordement entre faîtage et bordure de rive, à gauche
GR - Tuile de faîtage et de début d'arête, à droite
FOR - Tuile d'angle pour raccordement entre faîtage et bordure de rive, à droite
F - Tuile de raccordement au faîtage
OR - Tuile de bordure de rive, à droite
TOR - Tuile d'égout et de bordure de rive, à droite
F - Tuile moulée pour milieu de toit
GZ - Tuile de verre



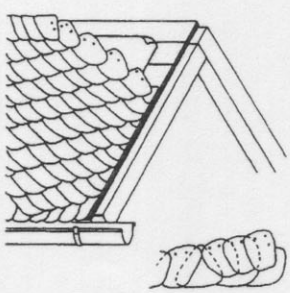
⑨ Tuiles moulées



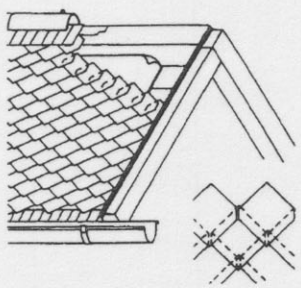
⑩ Toit de chaume en paille de seigle ou en roseaux 0,70 kN/m².



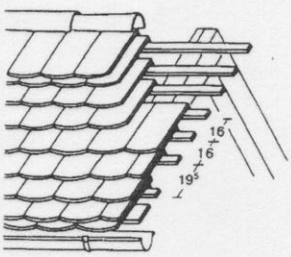
⑪ Toit de bardeaux 0,25 kN/m².



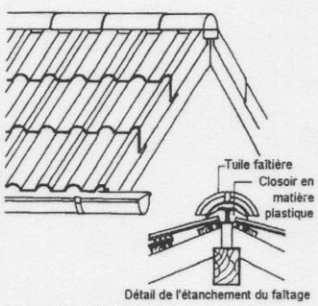
⑫ Toit en ardoises "à l'allemande" 0,45 à 0,50 kN/m²



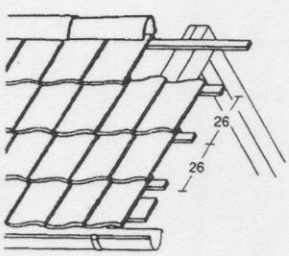
⑬ Toit en ardoises "à l'anglaise", aussi avec ardoises en fibrociment. 0,45 à 0,55 kN/m²



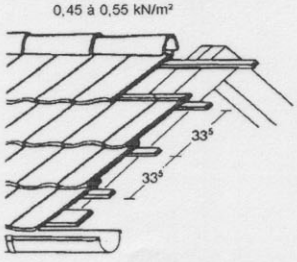
⑭ Toit double (tuiles plates). Couverture lourde, 0,60 kN/m², 33 à 44 tuiles au mètre carré.



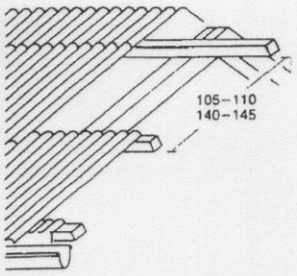
⑮ Toit en tuiles de béton. Pente 18° 0,60 à 0,80 kN/m²



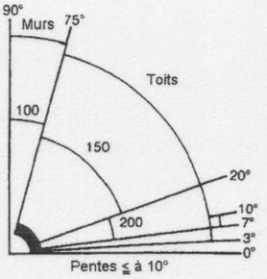
⑯ Toit en tuiles flamandes, léger. 0,50 kN/m²



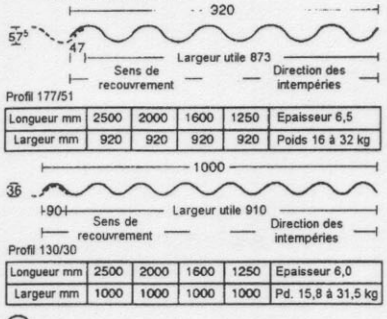
⑰ Toit à tuiles à emboîtement à double encoche. 0,55 kN/m²



① Toit en fibre-ciment ondulé avec éléments moulés pour faîtage et gouttière, 0,20 kN/m²



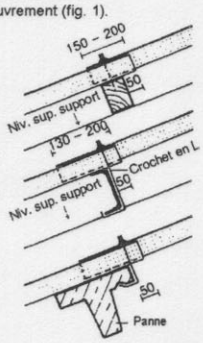
② Pente minimum de toit et recouvrement (fig. 1).



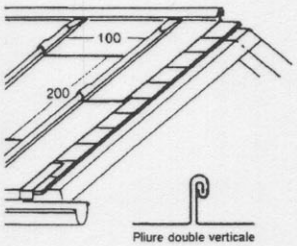
Longueur mm	2500	2000	1600	1250	Epaisseur 6,5
Largeur mm	920	920	920	920	Poids 16 à 32 kg

Longueur mm	2500	2000	1600	1250	Epaisseur 6,0
Largeur mm	1000	1000	1000	1000	Pd. 15,8 à 31,5 kg

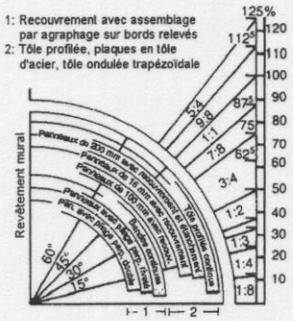
③ Plaques ondulées en fibrociment.



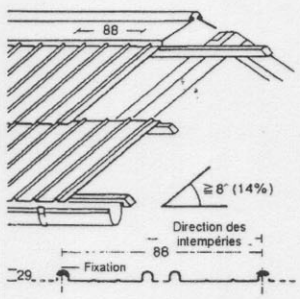
④ Modes de fixation



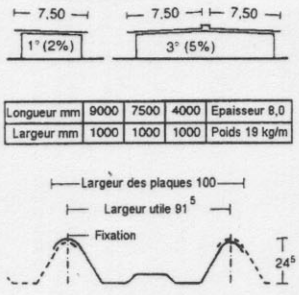
⑤ Toit en tôle avec recouvrement par pliure. 0,25 kN/m²



⑥ Pentes minimales de toit pour recouvrement avec différent types de tôle d'acier.

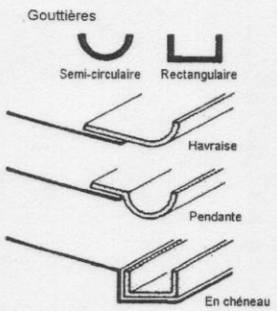


⑦ Couverture de plaques en tôle d'acier. 0,15 kN/m²



Longueur mm	9000	7500	4000	Epaisseur 8,0
Largeur mm	1000	1000	1000	Poids 19 kg/m

⑧ Grands éléments préfabriqués pour toit et murs .



⑪ Forme et position des gouttières.

Tôle de zinc, 0,7 mm mini.	(Zn)
Crochet de gouttière: feuillard galvanisé	(St2)
Tôle d'acier galvanisé à chaud et plombé	(St2)
Crochet de gouttière: feuillard galvanisé	(St2)
Tôle de cuivre	(Cu)
Crochet de gouttière: cuivre plat	(Cu)
Tôle d'aluminium	(Al)
Crochet de gouttière: feuillard garvanisé	(St2)

Désignation:
(par exemple: "gouttière pendante semi-circulaire 333 Zn 0,75 mm; avec crochets 333 St Zn")

⑫ Matériaux.

Toits en plaques ondulées de fibre-ciment avec distance entre les pannes de 0,70 à 1,45 m pour des plaques de 1,6 m de long, de 1,175 à 2,50 m pour des plaques de 2,50 m de long. Recouvrement respectivement de 150 et 200 mm (fig.1 et 2).

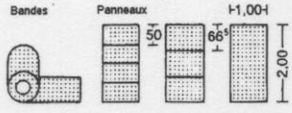
Toits en tôles de zinc, d'alliage de zinc et de titane, de cuivre, d'aluminium, d'acier galvanisé, etc. (fig.5 à 7). Avec tous éléments façonnés pour faîte, gouttière, rive de pignon, etc., tôles de cuivre, formats commerciaux (fig.9). Le cuivre possède le plus grand allongement à la rupture de toutes les couvertures métalliques. Pour cette raison il est avantageux pour les travaux de repoussage, pour la compression, l'étirage et l'écrasement. La patine caractéristique du cuivre est très appréciée. Les assemblages avec l'aluminium, l'alliage de zinc-titane et l'acier galvanisé sont à éviter. Par contre aucun inconvénient avec le plomb et l'acier inoxydable. Les toits en cuivre sont imperméables à la vapeur d'eau. Pour cette raison ils conviennent particulièrement aux toitures froides à double paroi (p.77 à 79).

Charge d'une toiture (calcul du poids en kN par m² de surface de toit).Couverture de toit pour 1 m² de surface de toit en pente sans chevrons, pannes ni poutres.

Couverture de tuiles en terre cuite et tuiles en béton. Le poids s'entend sans mortier mais avec les lattes. Pour le mortier, ajouter 0,1 kN/m².

Tuile plate en terre cuite et tuile plate en béton	
pour toit à éclisse compris éclisses ...	0,60
pour comble à tuiles plates ou toit double ...	0,80
Tuile mécanique ...	0,60
Tuile à emboîtement à double encoche, tuile reformée, tuile à emboîtement à une encoche, tuile de toit plat...	0,55
Tuile mécanique...	0,55
Tuile plate recourbée, tuile creuse...	0,50
Tuile...	0,50
Tuile de grand format (jusqu'à 10 au m²) ...	0,50
Tuile à emboîtement avec mortier (sans mortier 0,70) ...	0,90
Recouvrement métallique en aluminium (aluminium 0,7 mm d'épaisseur), voligeage compris ...	0,25
Toiture en cuivre avec double agrafage (feuille en cuivre de 0,6 mm d'épaisseur), voligeage compris ...	0,30
Toiture à assemblage par double agrafage sur bords relevés en tôle pliée (0,63 mm d'épaisseur), sous-couche en carton et voligeage compris ...	0,30
Toiture en ardoises avec recouvrement en ardoise à l'allemande sur voligeage, sous-couche en carton et voligeage compris	
avec de grands éléments (360 × 280 mm) ...	0,50
avec de petits éléments (env. 200 × 150 mm) ...	0,45
Toiture en ardoises à l'anglaise, lattage compris	
sur lattage avec double recouvrement ...	0,45
sur voligeage et carton, voligeage compris ...	0,55
Toiture en cuivre de style Allemagne ancienne sur voligeage et carton ...	0,50
avec double recouvrement ...	0,60
Toiture en tuiles d'acier (tôle de tuile galvanisée)	
sur lattage, lattes comprises ...	0,15
sur voligeage, sous-couche en carton et voligeage compris ...	0,30
Toiture en tôle ondulée (tôle d'acier galvanisé), matériel de fixation compris ...	0,25
Toiture en zinc avec baguette de recouvrement de tôle de zinc numéro 13, voligeage compris ...	0,30

Format commerciaux	Bandes	Panneaux
Longueur en m	30–40	2,0
Largeur max. en m	0,6 ((0,66)	1,0
Epaisseur en mm	0,1–2,0	0,2–2,0
Poids volumique kg/dm³	8,93	8,93



⑨ Dimensions commerciales et coupe des rouleaux de feuilles de cuivre pour recouvrement par bandes et par panneaux.

Surface de toit pour gouttières semi-circulaires (en m²)	Dimension recommandée de la gouttière (Ø en mm)	Largeur de coupe pour gouttière en tôle (en mm)
jusqu'à 25	70	200
de 25 à 40	80	200 (en 10 par.)
de 40 à 60	80	250 (en 8 par.)
de 60 à 90	125	285 (en 7 par.)
de 90 à 125	150	333 (en 6 par.)
de 125 à 175	180	400 (en 5 par.)
de 175 à 275	200	500 (en 4 par.)

Il faut par principe installer les gouttières avec une pente. Plus grande vitesse d'écoulement contre l'engorgement, la corrosion et le gel. Les crochets de gouttière sont en général en acier plat zingué de 20 à 50 mm de large et de 4 à 6 mm d'épaisseur.

⑬ Dimensions recommandées pour gouttières en fonction de la surface de toit correspondante.



Profondeur toit Gouttière/faîtage	Hauteur profilé 18–25 mm	26–50 mm
jusqu'à 6 m	10°(17,4%)	5°(8,7%)
6–10 m	13°(22,5%)	8°(13,9%)
10–15 m	15°(25,9%)	10°(17,4%)
plus de 15 m	17°(29,2%)	12°(20,8%)

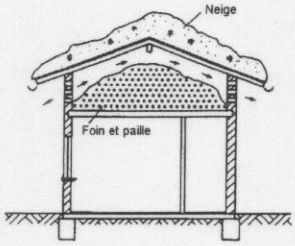
8–10°	200 mm avec joint de recouv.
10–15°	150 mm sans joint de recouv.
plus de 15°	100 mm sans joint de recouv.

⑩ Couverture en tôle ondulée pour pente minimale de toit avec recouvrement latéral.

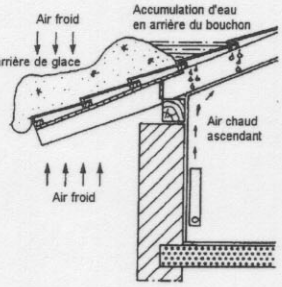
Surface de toit pour tuyaux ronds de desc. de gouttières (en m²)	Dimension recommandée du tuyau de descente (Ø en mm)	Largeur de coupe pour un tuyau en tôle (en mm)
jusqu'à 20	50	167 (en 12 par.)
de 20 à 50	60	200 (en 10 par.)
de 50 à 90	70	250 (en 8 par.)
de 60 à 100	80	285 (en 7 par.)
de 90 à 120	100	333 (en 6 par.)
de 100 à 180	125	400 (en 5 par.)
de 180 à 250	150	500 (en 4 par.)
de 250 à 375	175	
de 325 à 500	200	

Fixations avec colliers d'attache (anti-corrosion) dont la courbure intérieure correspond au tuyau. Distance minimale entre tuyau et mur 20 mm. Distance entre attaches 2,0 m.

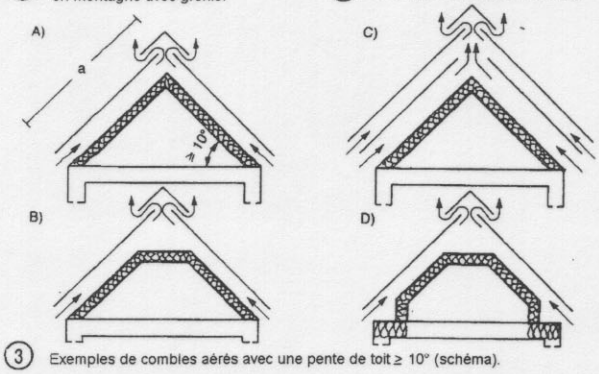
⑭ Dimensions recommandées pour tuyaux de descente de gouttières en fonction de la surface de toit correspondante.



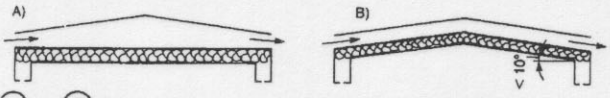
① Coupe sur une maison paysanne en montagne avec grenier



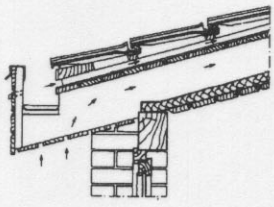
② Schéma d'un bouchon de neige



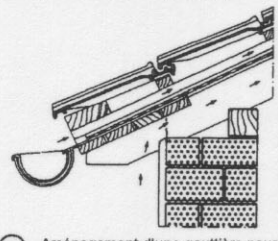
③ Exemples de combles aérés avec une pente de toit ≥ 10° (schéma).



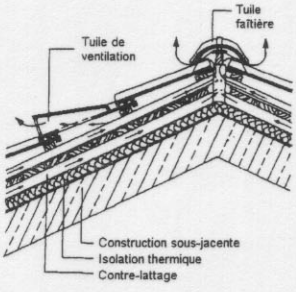
④ – ⑤ Exemples de combles aérés avec une pente de toit ≤ 10° (schéma).



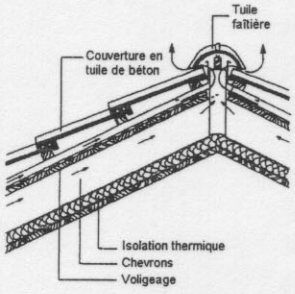
⑥ Aération des combles à travers les joints du voligeage en bois.



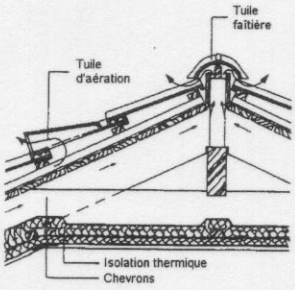
⑦ Aménagement d'une gouttière pour un toit froid à deux couches avec contre-lattage et feuilles tendues.



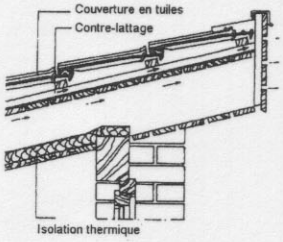
⑧ Toiture en béton



⑨ Toiture en bois

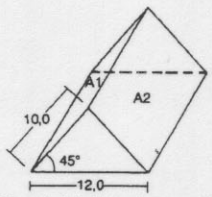


⑩ Toiture en bois avec plafond suspendu.

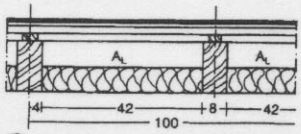


⑪ Toiture froide à double paroi. Ventilation des deux couches d'air à travers les fentes de la corniche.

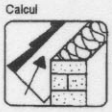
Dans les vieilles fermes, les combles non aménagés servaient d'entrepôt. Pour conserver les produits des récoltes (foin, paille et autres), les combles étaient ouverts au niveau des gouttières de telle sorte qu'ils étaient traversés par l'air froid extérieur. La température sous les toits était, en conséquence, à peine différente de celle de l'air extérieur (fig.1). Ainsi la neige restait répartie régulièrement sur toute la surface du toit. Les pièces habitées en dessous des combles étaient protégées du froid par les produits entreposés dans les combles. Si on chauffe des combles sans isolation thermique suffisante, la neige fond et il se forme des encorbellements de glace (fig.2). On peut y remédier en posant des matériaux thermiquement isolants sous la couverture du toit. Dans les combles aérés, il faut aménager des ouvertures sur des côtés opposés, ayant au moins une surface égale à 2% de la surface de toit à aérer pour que l'humidité puisse être évacuée. Cela correspond en moyenne à une hauteur de fente de 2 cm/m (fig.6 à 11).



⑫ Type de toit: dimensionnements pour un toit à deux versants.



⑬ Aménagement d'un toit: Isolation entre les chevrons. On prendra en considération la section des passages de l'aération entre l'isolation thermique et les feuilles tendues sur les chevrons.



Conditions :
≥ 2 ‰ de la surface du toit A_1 ou A_2 mais minimun de 200 cm^2 / m.

Procédure de calcul : AL – section d'aération

$$A_{L\ Goutti\grave{e}re} \geq \frac{2}{1000} \times 9{,}0 - 0{,}018\ m^2/m - 180\ cm^2/m$$

Mais puisque 180 cm^2 / m est inférieur à la section minimale exigée de 200 cm^2 / m, il faut prendre au moins 200 cm^2 / m.

Dimensionnement :

$$A_{L\ Goutti\grave{e}re} \geq 200\ cm^2/m.$$

Application :
Établissement de la hauteur de la fente d'aération continue de l'espace à aérer intégralement, en tenant compte d'une largeur de chevron de 8 cm pour A_L moins 200 cm^2 / m :

Hauteur :
Fente d'aération

$$H_L = A_{L\ exig\acute{e}} / \left[100 - (8+8)\right] = \frac{200}{84} \geq 2{,}4\ cm$$

Pour un toit à 2 versants avec une longueur de chevron inférieur à 10 m, il est acceptable de prendre pour la gouttière $A_{L\ Goutti\grave{e}re} \geq 200\ cm^2$ / m.
Pour un toit à 2 versants avec une longueur de chevrons supérieure à 10 m, la valeur acceptable est

$$A_{L\ Goutti\grave{e}re} \geq \frac{2}{1000} \times A_1\ cm^2/m \quad ou \quad \geq \frac{2}{1000} \times A_2\ cm^2/m$$



Conditions :
≥ 0,5 ‰ de la surface du toit $A_1 + A_2$
Procédure de calcul : A_L section d'aération

$$A_{L\ Faîte} = \frac{0{,}5}{1000}(9{,}0+9{,}0) - 0{,}009\ m^2/m - 90\ cm^2/m$$

Dimensionnement :

$$A_{L\ Faîte} - 90\ cm^2/m$$

Application :
Les éléments de faîtage avec section d'aération correspondent aux indications du fabricant.



Conditions :
Section libre minimale d'aération A_L = 200 cm^2.
Hauteur libre minimale 2 cm

Procédure de calcul :
Hauteur du volume d'aération :

$$A_{L\ exig\acute{e}} / \left[100 - (8+8)\right] = \frac{200}{86} - 2{,}4\ cm$$

Cependant il faut prendre en compte la place occupée par la feuille tendue sur les chevrons, c'est-à-dire que pour une place occupée de 2 cm, la hauteur entre la face supérieure de l'isolation et la face supérieure du chevron doit faire au moins 4,4 cm.



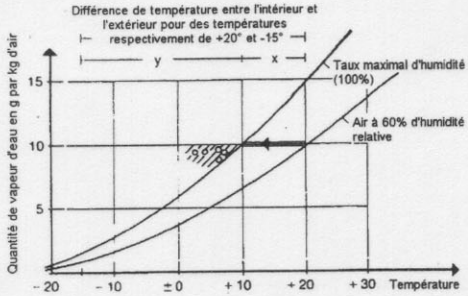
Conditions :
a = longueur des chevrons,
s_d = épaisseur de la couche d'air avec diffusion équivalente,
a ≤ 10 m ; $s_d \geq 2$ m,
a ≤ 15 m ; $s_d \geq 5$ m,
a > 15 m ; $s_d \geq 10$ m,
avec $s_d = \mu.s$ (m)
μ = vapeur d'eau.
Coefficient de résistance à la diffusion :
s = épaisseur de matériau (m)

Application :
a) Mousse dure polyuréthanne (PUR) de 8 cm d'épaisseur,
s = 8 cm soit 0,08 m,
μ = 30/100,
s_d = 30 x 0,08 = 2,4 m – s_d,
sd exigé = 2 m.
b) Natte isolante en fibre minérale avec feuille d'aluminium incorporée (sur demande du fabricant)
s = 8 cm,
s_d = 100 m , supérieur à sd exigé = 2 m.
En utilisant une isolation appropriée l'exigence de s_d = 2 m est remplie sans problème.
Il vaut mieux demander au fabricant l'épaisseur de la couche d'air équivalente s_d de chaque système d'isolation.

⑭ Exemple :
Calcul de la section d'aération pour un toit à deux versants.

Toiture en panneaux accessibles	2° à 4°
Toiture en pâte à bois à la magnésite	2,5° à 4°
Toiture en carton bitumé avec gravier	3° à 30°
Toiture en carton bitumé double	4° à 50°
Toiture en zinc à double agraphage sur bords relevés (bandes de zinc)	3° à 90°
Toiture en carton bitumé simple	5° à 15°
Toiture plane en tôle d'acier	12° à 18°
Toiture en tuiles à emboîtement à 4 encoches	18° à 50°
Toiture en bardeaux (écran en bardeaux 90°)	18° à 21°
Toiture en tuiles à emboîtement à double encoche	20° à 33°
Toiture en tôle ondulée de zinc et d'acier	18° à 35°
Toiture fibre-ciment ondulée	5° à 90°
Toiture en ardoise artificielle	20° à 90°
Toiture en ardoise double recouvrement	25° à 90°
Toiture en ardoise normale	30° à 90°
Toiture en verre	30° à 45°
Toiture en tuiles, toiture double	30° à 60°
Toiture en tuiles, combles à tuiles plates	35° à 60°
Toiture en tuiles, toiture en tuiles flamandes	40° à 60°
Toit à éclisse	45° à 50°
Toiture en roseaux et en chaume	45° à 80°

(1) Pentes des toits --> p.75.



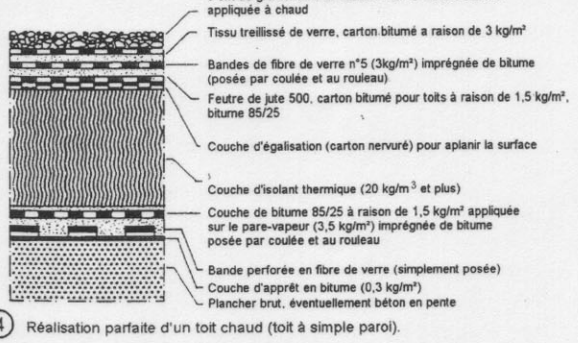
(2) 1. L'air humide se condense en eau lorsqu'il est refroidi en dessous de son point de rosée. La différence entre l'air dans une pièce et son point de rosée — qui dépend de la quantité de vapeur dans la pièce — peut être définie par le pourcentage " x " de la différence de température entre l'intérieur et l'extérieur (fig. 3).
2. La différence de température entre l'intérieur et l'extérieur se repartit sur les différentes couches de la construction et l'air correspondant à cette distribution suivant l'isolation thermique.
3. Si la quantité " x et y " qui représente la participation a l'isolement thermique des couches situées du côté intérieur du pare-vapeur reste inférieure au pourcentage " x ", la température du système d'étanchéité à la condensation reste au-dessus du point de rosée. Il ne peut pas se produire de condensation.

	Pièces d'habitation 20°C, 60°C humidité relative			Hall de piscine 30°C, 70°C humidité relative		
Température extérieure (%)	−12 25	−15 23	−18 21	−12 15	−15 14	−18 13

(3) Quantité maximale "x" relative à l'isolation thermique d'une construction que doivent avoir les couches du côté intérieur du pare-vapeur, y compris la couche d'air limite pour éviter la condensation.

Exemple :

Pièce d'habitation 20° / 60 % d'humidité relative		0,215 ≤ 23 % ; 100 % = 0,94 m² K/W.
Température extérieure	⁻15°, x = 23 %	
Dalle de béton 20 cm / Λ	= 0,095 m² K/W	Il n'y a pas de condensation sur le pare-vapeur
Couche d'air limite à l'intérieur 1/a	= 0,120 m² K/W	avec une couche isolante de polystyrène
Couches jusqu'au pare-vapeur	= 0,215 m² K/W	d'épaisseur ≥ 0,94 − 0,215 ≥ 0,725 ≥ 3 cm.



(4) Réalisation parfaite d'un toit chaud (toit à simple paroi).

Poids du toit	Résistance à la conductibilité thermique 1/Λ
100 kg/m² 50 kg/m² 20 kg/m²	0,80 m² · K/W 1,10 m² · K/W 1,40 m² · K/W

(5) Résistance à la conductibilité thermique 1/Λ pour toits plats.

Toiture froide (double paroi) (p.79) : Procédé avec couverture aérée par le dessous ; le cas des pentes inférieures à 10 % est critique en ce qui concerne l'aération. Il est résolu de nos jours au moyen d'un écran pare-vapeur .

Toiture chaude (simple paroi) de forme conventionnelle (fig.4) : Construction avec pare-vapeur ; à partir du bas : plancher, pare-vapeur, isolation thermique, étanchéité, couche de protection.

Toiture chaude (simple paroi) de type inversé (p.79) : Construction à partir du bas : plancher, étanchéité, isolation thermique avec matériau isolant éprouvé, couche de protection formant surcharge.

Toiture chaude (simple paroi) avec béton étanche (p.79) : Construction à partir du bas : isolation thermique, plaque en béton assurant l'étancheité et utilisée comme recouvrement — risqué ! Construction en plaques massives. À cause de la dilatation, elles doivent reposer sur des surfaces qui leur permettent de coulisser. Poser en conséquence un joint de glissement sur les murs porteurs tout le long de la dalle (p.78, fig.5 à 8). Construire aussi en conséquence les murs intérieurs (coller avant au plafond des bandes de polystyrène). Ce sont des conditions a respecter pour une réalisation parfaite. Il faut prévoir dans la construction, si on veut eviter les flaques d'eau, une pente de 1,5 % ou mieux de 3 %.

Pare-vapeur : Si possible en lés, avec une feuille d'aluminium de 0,2 mm d'épaisseur sur la couche de glissement constituée d'une bande perforée en fibre de verre (auparavant appliquer en couche d'apprêt d'une solution de bitume pour supprimer la poussière). Le pare-vapeur doit être situé assez bas pour que la condensation puisse se faire (fig.2 et 3). En dessous, couche de séparation et d'égalisation.

Couche d'isolation thermique : Utiliser de préférence des matières résistant aux dégradations (plastiques alvéolaires). Pour les caractéristiques (tableau fig.4) ; pose de deux couches ou fixation par rainures et languettes : les assemblages en trait de Jupiter sont les meilleurs (sur tous les bords).

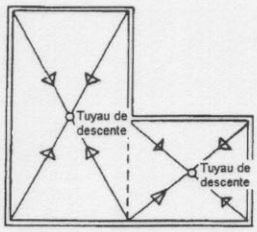
Couverture : Se fait au-dessus de la couche d'égalisation du pare-vapeur (carton nervuré ou couche isolante contre le cloquage), constituée de trois couches posées par coulée ou au rouleau : deux couches en bandes de tissu treillissé de verre textile et une couche intermédiaire en bandes de fibres de verre ; ou constituée de deux couches de bandes épaisses en bitume (d ≥ 5 mm) posées suivant le procédé suisse de soudage. L'étanchement au moyen d'une seule couche est admis mais offre des risques à cause de la faible épaisseur du recouvrement (usure mécanique possible) et des défauts possibles dans les joints (la deuxième couche apporte une sécurité supplémentaire).

Couche de protection : Étaler si possible une épaisseur de 5 cm de gravier de remblai de calibre 7 à 15 mm sur la double couche encore chaude de bitume de façon à empêcher la formation de cloques, d'éviter les variations brutales de la température extérieure ainsi que les contraintes mécaniques et les dégâts des rayons UV. On obtient une sécurité supplémentaire en plaçant des plaques de caoutchouc broyé de 8 mm d'épaisseur en dessous du remblai en gravier (ceci est a prévoir par principe pour toutes les terrasses et les jardins-terrasses).

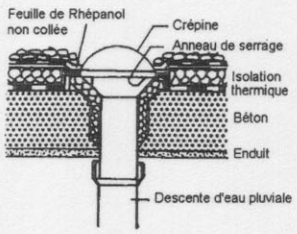
Détails essentiels : Assurer une double isolation thermique des passages à travers les toits (p.78, fig.1 à 4) au niveau du raccordement et au niveau du pare-vapeur ; les tuyaux d'écoulements isolés du point de vue calorifique avec un système de pare-vapeur (p.78, fig.4) empêchent les dégâts provoqués par la condensation ; une pente ≥ 3% vers les tuyaux d'écoulement est absolument nécessaire.

Il est inutile de pratiquer des orifices d'aération au niveau de la couche d'égalisation du pare-vapeur. Il faut réaliser avec soin des joints de glissement au bord du toit (p.78, fig.5 à 8). Les raccords latéraux en éléments préfabriqués d'aluminium ou de béton doivent être exécutés en conséquence (p.78, fig.5 à 8) ; les raccordements latéraux en zinc sont contraires à la réglementation technique (ils déchirent les couvertures). Les raccordements de mur doivent être faits à une hauteur ≥ 15 cm au-dessus de la surface d'écoulement ; fixer mécaniquement ; ne pas coller seulement (règle absolument obligatoire). Un plafond porteur en tôles à ondulations trapézoidales peut déchirer la couverture du toit sous l'action des vibrations ; prévoir des mesures pour augmenter la rigidité (tôle plus épaisse) pour diminuer les vibrations (remblai de gravier) et prévoir un recouvrement très résistant aux déchirures.

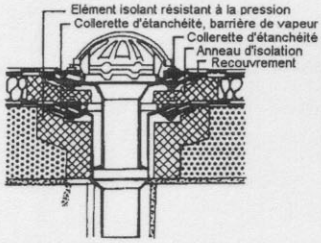
Le système pare-vapeur doit être toujours soudé sur place (à cause de la dissipation de la chaleur dans les tôles).



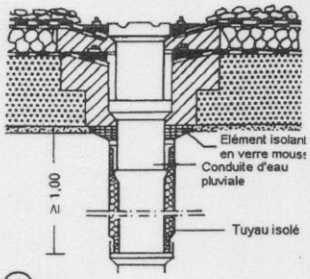
① L'écoulement des eaux du toit demande au moins deux descentes d'eau pluviale. Pente 3 %.



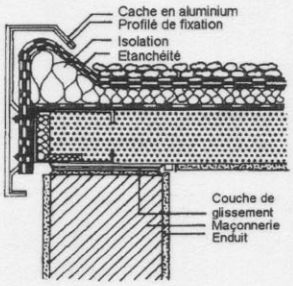
② Conduite d'eau pluviale pour toit plat en polyester renforcé de fibres de verre avec isolation thermique préfabriquée, ou mieux double isolation (fig. 3).



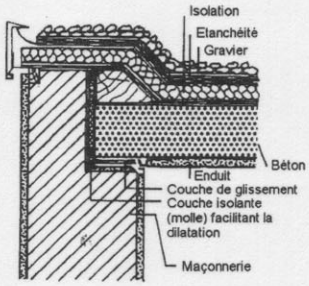
③ Conduite d'eau pluviale en deux parties avec collerette d'étanchéité et élément isolant en verre mousse dont la partie inférieure est prise dans le béton
Echelle : 1/10.



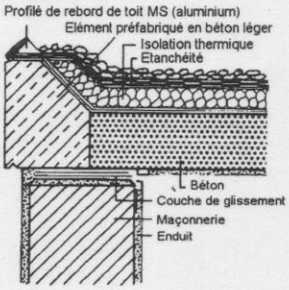
④ Avec tuyau de descente isolé



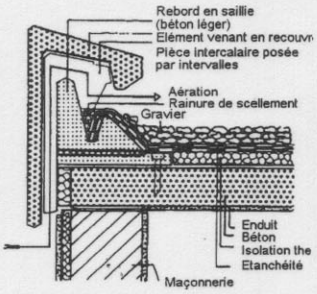
⑤ Bord de toit plat avec joint de glissement libre.



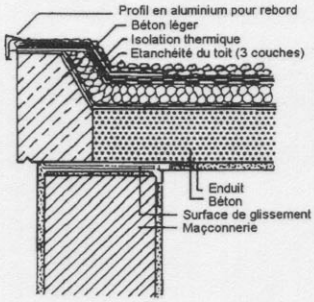
⑥ Bord de toit plat avec joint de glissement caché



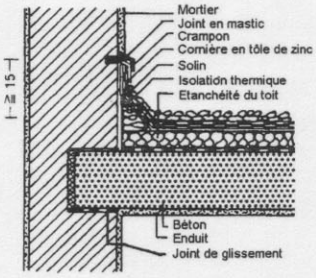
⑦ Rebord caché de toit (profil MS).



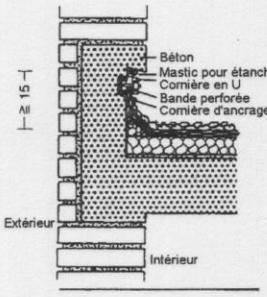
⑧ Profilé de rive en béton



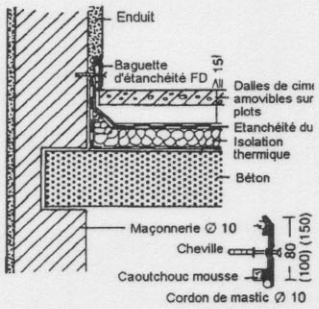
⑨ Couche de protection constituée d'un double lit de gravier ou mieux encore d'un gravelage.



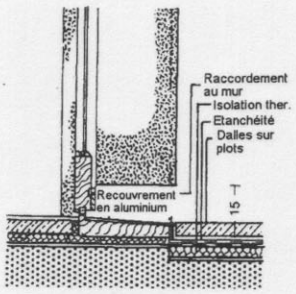
⑩ Raccordement au mur par cornière en tôle de zinc et solin.



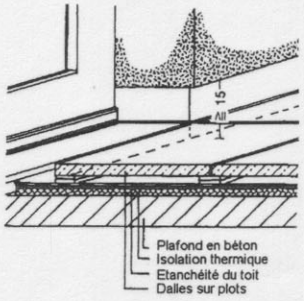
⑪ Raccordement bridé au mur avec cornière d'ancrage et cornière de fixation en U.



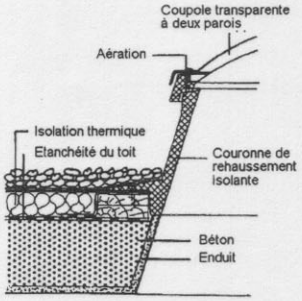
⑫ Raccordement au mur avec baguette d'étanchéité FD (résistant aux coups de pieds).



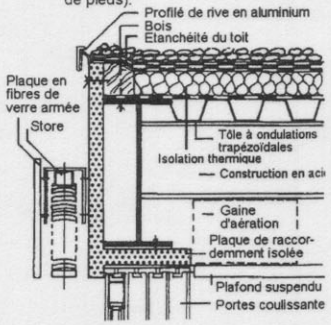
⑬ Raccordement de mur au niveau de la porte de terrasse.



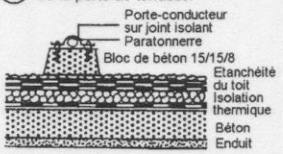
⑭ Pour le raccordement au mur, il vaut mieux que les plinthes aient la même hauteur que le socle de protection.



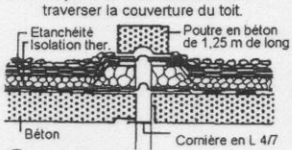
⑮ Coupole transparente à double paroi avec fente d'aération.



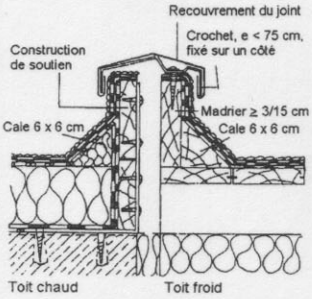
⑯ Bordure de toit d'une piscine couverte avec plaque de raccordement.



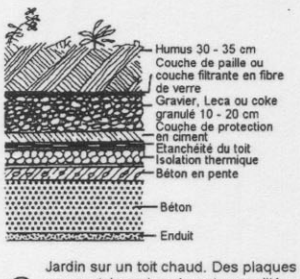
⑰ Implantation d'un paratonnerre au moyen d'un bloc de béton sans traverser la couverture du toit.



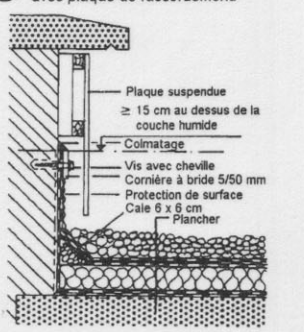
⑱ Joint de dilatation en saillie avec protection supplémentaire.



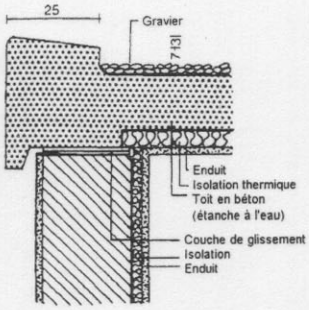
⑲ Joint de dilatation avec construction de soutien et couverture.



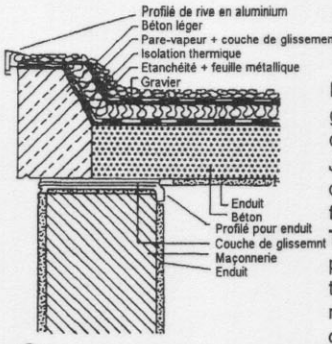
⑳ Jardin sur un toit chaud. Des plaques en caoutchouc broyé sont conseillées à la place de la couche de protection en ciment.



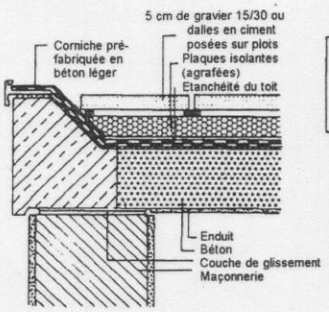
㉑ Raccordement d'un conduit de cheminée avec plaque suspendue.



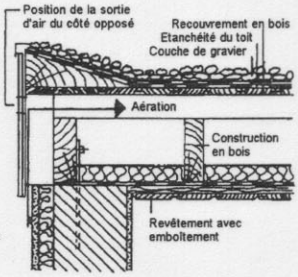
① Toiture terrasse, en béton, étanche à l'eau.



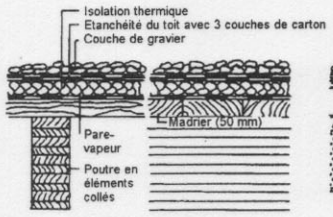
② Toit plat avec étanchéité par feuille métallique



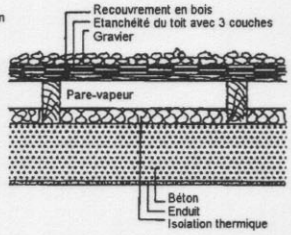
③ Toit plat inversé



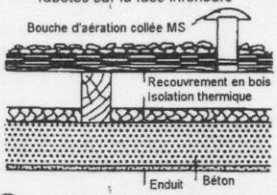
④ Toiture froide pour construction en bois



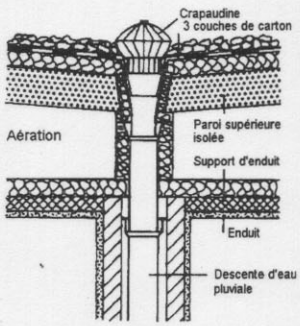
⑤ Toiture chaude avec poutres en éléments collés. Plancher en madriers rabotés sur la face inférieure



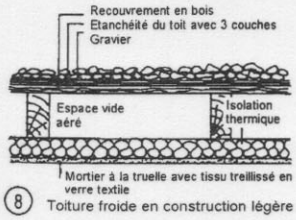
⑥ Toiture froide en contruction lourde



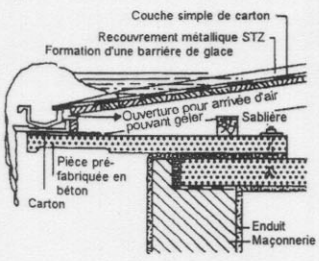
⑦ Aération supplémentaire pour toit froid de très grande surface et pour aération de parties se raccordant à des éléments situés plus haut



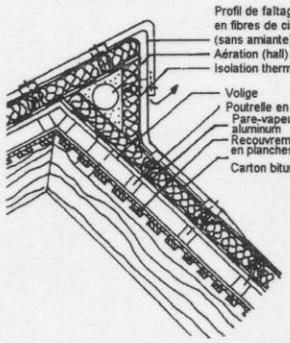
⑨ Passage d'une conduite d'eau pour un toit froid et plat à travers un espace vide isolé



⑧ Toiture froide en construction légère



⑩ Corniche préfabriquée. Le toit est trop débordant et les ouvertures d'arrivée d'air peuvent être obstruées par la glace



⑪ Aération du faîtage d'une toiture froide inclinée (piscine couverte)

Revêtement de terrasses (p.78, fig. 14) : Posés librement sur lit de gravier ou sur plots. *Avantage* : le plan d'écoulement se trouvant au dessous, il n'y a pas de risques de grand gel.
Jardin-terrasse avec couche de drainage constituée de plaques de drainage, de remblais d'argile expansée ou de graviers recouverts d'un filtre en fibres (p.78, fig. 20).

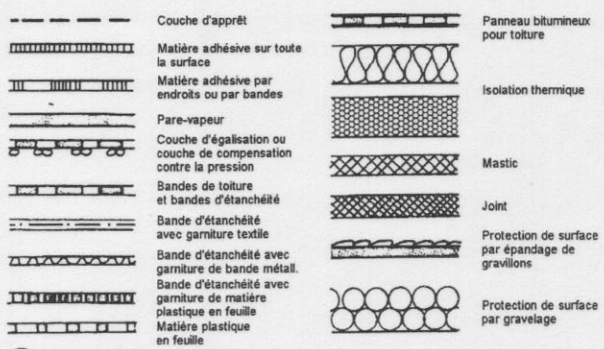
Toits sur piscine couverte, etc. : Aérer par l'arrière les plafonds suspendus ou chauffer l'espace vide. Utiliser le tableau (fig.3) au lieu du tableau (p.77, fig. 2). Usuellement la part de la résistance à la transmission de chaleur 1/k de toutes les couches jusqu'au pare-vapeur, couche d'air limite comprise, est au maximum de 13,5%.

Toits en bois : Solution simple et peu coûteuse. *Point important* : l'isolation thermique au-dessus de la couche de protection contre la condensation doit être plus épaisse que pour un toit massif, non seulement à cause du faible poids de cette couche, mais aussi parce que d'habitude la part des couches jusqu'au pare-vapeur (couche d'air limite + bois) est trop importante.

Toit inversé : Solution moins traditionnelle employée depuis ces dernières décennies (jusqu'à ce jour réalisable avant tout avec les différents produits alvéolaires à base de polystyrène seulement). La charge obtenue avec du gravier peut ne pas être suffisante dans nombre de régions dites "très froides", il vaut mieux poser des dalles. *Avantage*: étanchéité rapide à la pluie, dépistage facile des désordres, aucune limite d'emploi. L'isolation thermique est de 10 à 20 % plus épaisse que pour un toit chaud normal.

Toit en béton : Par suite de la "fausse position" de l'isolation thermique, il y a une certaine descente de condensation qui ne sèche toujours qu'en été. Ces toits sont déconseillés pour les zones humides.
Les risques dépendent fortement du soin apporté par le constructeur contre les fissures et des problèmes de fuites aux raccordements.

Toits froids : Toits froids sur toute leur surface, seulement avec pare-vapeur : résistance à la diffusion de la chaleur de la paroi intérieure ≥ 10 m. (p.110 à 116). La couche d'air est utilisée ici uniquement pour la compensation de pression de vapeur, comme pour les toits chauds, parce qu'elle est susceptible de fonctionner d'abord comme aération pour des pentes à partir de 10%. Ordre des couches (fig.6 et 8).
Important : la paroi intérieure doit être hermétique à l'air. Les couvertures à rainures et languettes ne le sont pas. Isolation thermique (p.77). Étanchéité comme pour les toits chauds (p.78).
Pente ≥ 1,5% , ou encore mieux 3% , important pour l'écoulement. Les descentes d'eaux pluviales doivent être aussi isolées à la traversée des couches d'air. Utiliser des tuyaux de descente isolés (fig. 9).
Il est nécessaire d'assurer la continuité du pare-vapeur (fixation par clous inévitable à travers l'épais recouvrement et le raccord au mur, surtout dans le cas de piscine couverte).
Il faut améliorer, au-dessous de la couche d'isolation thermique, le rapport température/amplitude des variations thermiques pour les constructions légères au moyens de couches supplémentaires (accumulation de chaleur).
Dans le cas où ce rapport est défavorable, le retour à des fluctuations importantes de la température extérieure entraîne un climat à l'intérieur désagréable. La possibilité d'amélioration ne dépend pas seulement de l'isolation thermique.
Lorsque les pièces sous une toiture froide sont ventilées mécaniquement, il faut toujours une sous-pression sinon l'air dans les espaces vides du toit sera comprimé.

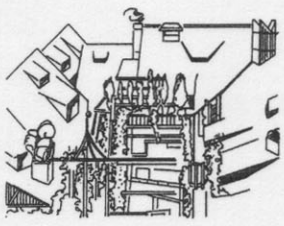


⑫ Symboles pour les travaux d'étanchéité des toits.

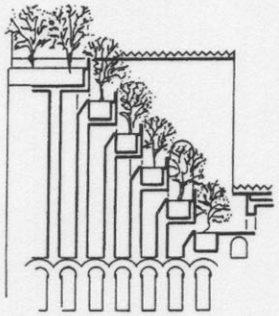
PLANTATIONS EN TOITURE-TERRASSE



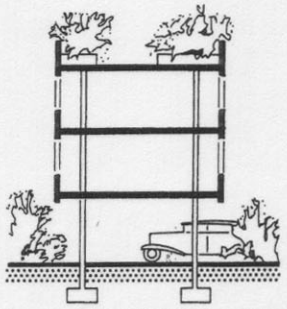
① Jardins-terrasses sur maisons de rapport : « Programme pour une nouvelle architecture ».



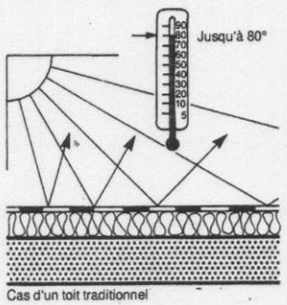
② Jardin-terrasses comme accumulation de plantes en pots sur balcons et terrasses.



③ Les jardins suspendus de Sémiramis à Babylone (au VI[e] siècle avant J.C.).

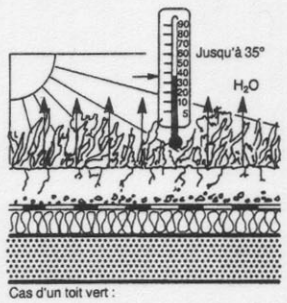


④ Les espaces verts perdus sont récupérés par la plantation de végétaux sur les toits.



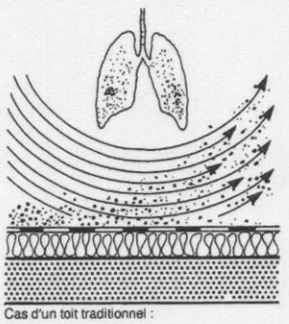
Cas d'un toit traditionnel

⑤ Air urbain surchauffé et sec (fig. 6).



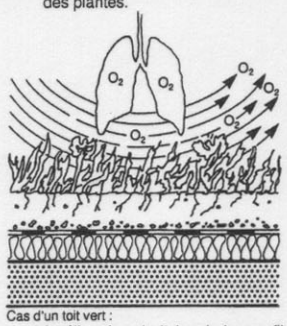
Cas d'un toit vert :

⑥ Air plus frais et plus humide grâce à l'énergie dépensée par l'évaporation des plantes.



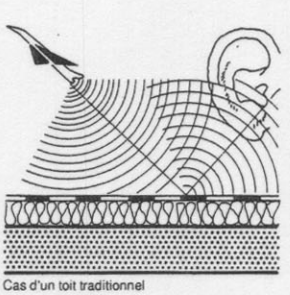
Cas d'un toit traditionnel :

⑦ Production de poussière et tourbillons de poussière (fig. 8).



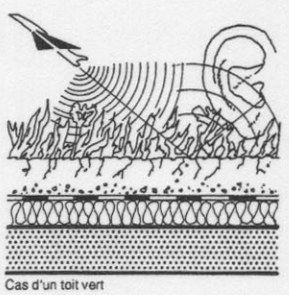
Cas d'un toit vert :

⑧ Amélioration de l'air urbain par filtrage et fixation des poussières et par production d'oxygène des plantes.



Cas d'un toit traditionnel

⑨ Réflexion sonore sur les surfaces « dures » (fig. 10).



Cas d'un toit vert

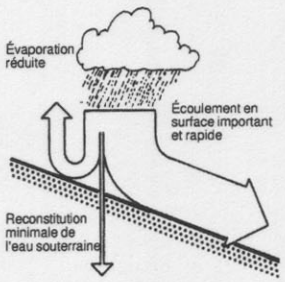
⑩ Absorption sonore par la surface molle des plantations.

Historique

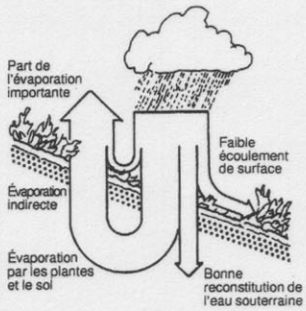
L'implantation des végétaux et les jardins sur les toits existaient déjà six siècles avant J.C. chez les Babyloniens. Vers 1890, les toits des fermes près de Berlin étaient, pour des raisons de protection contre les incendies, recouverts d'une couche d'humus sur laquelle étaient installées des plantes. Le Corbusier a redécouvert le « toit vert » presque oublié.

Qualités d'une implantation de végétaux sur un toit

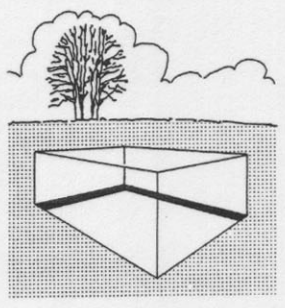
1. Isolation par la couche d'air entre les herbes et à travers la couche de terre par l'intermédiaire du tissu racinaire avec les mécanismes vivants microbiens (processus thermiques).
2. Insonorisation et possibilité d'accumulation thermique.
3. Amélioration de la qualité de l'air dans les zones d'accumulation de population.
4. Amélioration des micro-climats.
5. Amélioration du drainage urbain et du régime de l'eau dans la nature.
6. Avantages pour la physique de la construction. La couche protectrice d'herbe et de terre freine le rayonnement UV et les fortes variations de température.
7. Fixation des poussières.
8. Élément de décoration et amélioration de la qualité de vie.
9. Production de nouvelles surfaces vertes.



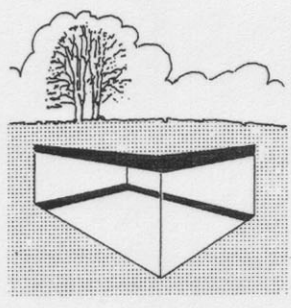
⑪ Répartition des précipitations sur une surface dure.



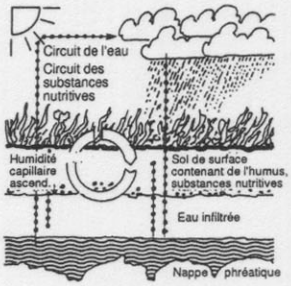
⑫ Répartition des précipitation sur une surface non construite.



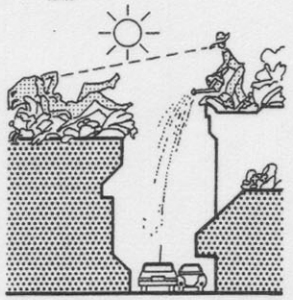
⑬ Avec chaque construction de maison, une partie de la nature est perdue (fig. 14).



⑭ Une grande partie de la surface perdue du sol peut être reconquise en plantant des végétaux sur les toits.

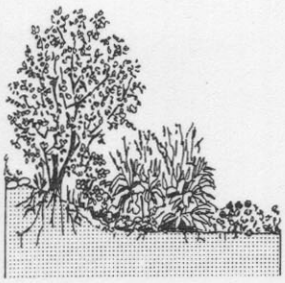


⑮ Circuit naturel de l'eau et des substances nutritives.



⑯ Valeur physique et psychique des surfaces vertes (le bien-être des hommes est influencé positivement par les surfaces vertes).

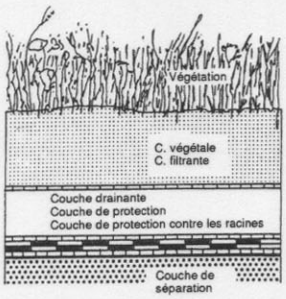
Pentes des toits : Pour les toits à deux versants, la pente ne devrait pas dépasser 25°. Pour les toits plats, elle devrait avoir au moins 2 à 3°.
Types de jardins en toitures-terrasses : Plantation intensive. Le toit devient un jardin-séjour avec des équipements constitués d'éléments de décoration comme des pergolas ou des loggias. Cela demande une attention et des soins constants.
Végétation : gazon, arbustes, boqueteau, arbres.
Plantation extensive : Elle repose sur une structure de sol composée d'une fine couche et demande un minimum de soin.
Végétation : mousse, herbe, plantes herbacées, plantes vivaces, bosquets.
Plantations mobiles : Les plantes en pots et autres récipients servent à garnir de verdure les terrasses de toits, les balustrades et balcons.
Irrigation naturelle par eau de pluie : L'eau sera retenue dans la couche de drainage et dans la couche de végétation.
Irrigation par emmagasinement : L'eau de pluie est retenue dans la couche de drainage et complétée mécaniquement si l'irrigation naturelle ne suffit pas.
Irrigation goutte à goutte : Des tuyaux goutte à goutte enterrés dans la couche de végétation ou la couche de drainage irriguent les plantes par temps de sécheresse.
Arrosage : Système d'arrosage au dessus de la couche de végétation.
Fertilisation : Les engrais peuvent être éparpillés sur la couche de végétation ou additionnés à l'eau dans le cas d'une irrigation artificielle.



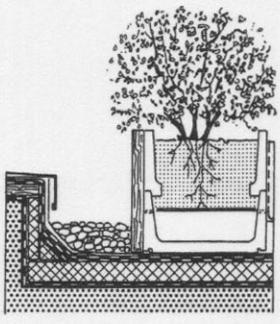
① Plantation intensive.



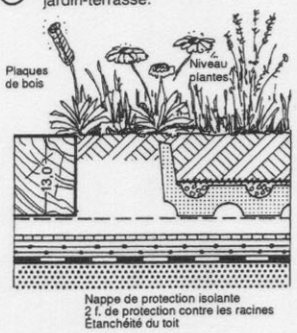
② Plantation extensive.



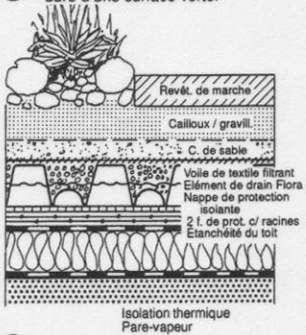
③ Organisation des couches pour un jardin-terrasse.



④ Élément de jardinière comme bordure d'une surface verte.



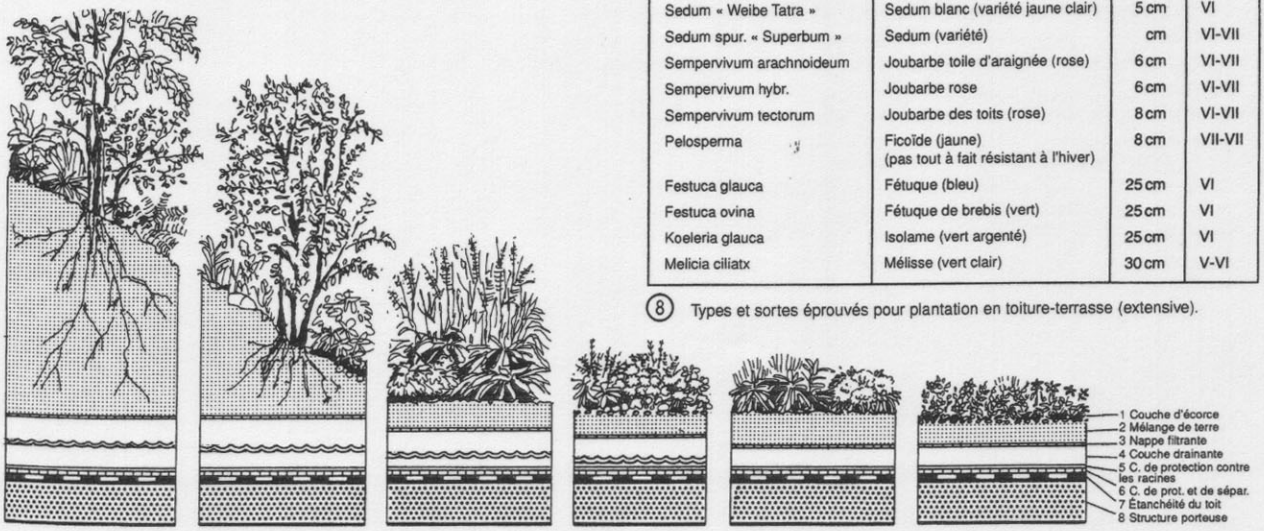
⑤ Plantations sur toiture-terrasse.



⑥ Plantations sur toiture-terrasse.

Nom botanique	Nom commun (couleurs de fleurs)	Hauteur	Florais.
Saxifraga Aizoon	Saxifrage (blanc-rose)	5 cm	VI
Sedum acre	Sedum brûlant (jaune)	8 cm	VI-VII
Sedum album	Sedum blanc	8 cm	VI-VII
Sedum album « Coral Capet »	Sedum blanc (variété)	5 cm	VI
Sedum album « Laconicum »	Sedum blanc (variété)	10 cm	VI
Sedum album « Micranthum »	Sedum blanc (variété)	5 cm	VI-VII
Sedum album « Murale »	Sedum blanc (variété)	8 cm	VI-VII
Sedum album « Cloroticum »	Sedum vert clair	5 cm	VI-VII
Sedum hybr.	Sedum jaune	8 cm	VI-VII
Sedum floriferum	Sedum doré	10 cm	VIII-IX
Sedum reflexum « Elegant »	Sedum de rocaille jaune	12 cm	VI-VII
Sedum sexangulare	Sedum délicat jaune	5 cm	VI
Sedum « Weibe Tatra »	Sedum blanc (variété jaune clair)	5 cm	VI
Sedum spur. « Superbum »	Sedum (variété)	cm	VI-VII
Sempervivum arachnoideum	Joubarbe toile d'araignée (rose)	6 cm	VI-VII
Sempervivum hybr.	Joubarbe rose	6 cm	VI-VII
Sempervivum tectorum	Joubarbe des toits (rose)	8 cm	VI-VII
Pelosperma	Ficoïde (jaune) (pas tout à fait résistant à l'hiver)	8 cm	VII-VII
Festuca glauca	Fétuque (bleu)	25 cm	VI
Festuca ovina	Fétuque de brebis (vert)	25 cm	VI
Koeleria glauca	Isolame (vert argenté)	25 cm	VI
Melicia ciliatx	Mélisse (vert clair)	30 cm	V-VI

⑧ Types et sortes éprouvés pour plantation en toiture-terrasse (extensive).



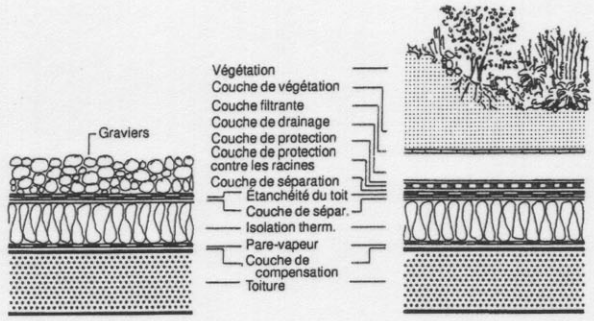
Haut. de croissance > 250 cm	Jusqu'à 250 cm	5 à 25 cm	5 à 20 cm	5 à 20 cm	5 à 10 cm
Haut. aménagée jus. 35 cm	19 à 35 cm	14 cm	12 cm	12 cm	10 cm
Charge surfacique 3,7 kN/m²	1,9 à 3,7 kN/m²	1,4 kN / m²	1,1 kN/m²	1,15 kN/m²	0,9 kN/m²
Réserve d'eau 170 l /m²	80 à 170 l/m²	60 l/m²	45 l/m²	40 l/m²	30 l/m²
Couche d'écorce - cm	- cm	- cm	1 cm	- cm	1 cm
Mélange de terre 23 cm	7 à 23 cm	5 cm	4 cm	7 cm	4 cm
Couche drainante 12 cm	12 cm	9 cm	7 cm	5 cm	5 cm
Arrosage manuel ou automatique	manuel ou automatique	manuel ou automatique	manuel	manuel	manuel

⑦ Différents types d'implantation végétale sur les toits.

PLANTATIONS EN TOITURE-TERRASSE

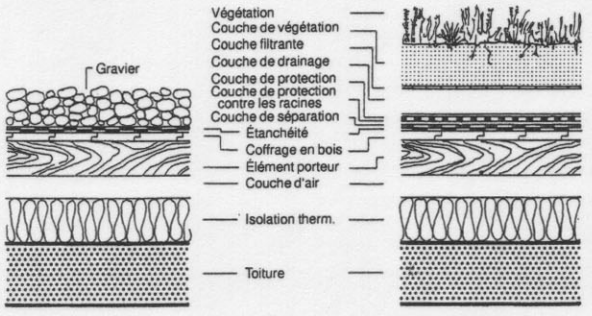
PRÉPARATION DE LA TOITURE

Couche de végétation : On utilise l'argile expansée et la terre allégée. Elles offrent : stabilité de construction, capacité d'aération du sol, d'emmagasinement de l'eau et de modelage du sol. Fonctions : réserve de substances nutritives, réaction du sol (valeur de PH), aération, réserve d'eau.
Couche filtrante : Elle est constituée de matériau filtrant et empêche le colmatage de la couche de drainage.
Couche de drainage : Elle empêche l'excès d'irrigation pour les plantes.
Matériau : nappes en fibres de textile, bandes en mousse alvéolaire, dalles en matière plastique, matériaux de protection.
Couche de protection : Elle protège pendant la phase de construction et contre les charges ponctuelles.
Couche de protection contre les racines : L'action des racines sera maintenue par des feuilles de PVC/ECB et de EPDM.
Couche de séparation : Elle sépare la construction porteuse de l'implantation végétale.
Exemples (fig. 1 à 8) : Ils montrent des structures de toitures plates avec des plantations en variante. Avant plantation, il faut s'assurer que la toiture est dans un parfait état et que les différentes couches peuvent remplir leur fonction. Contrôler soigneusement les surfaces de toiture du point de vue de leur état technique. Faire attention aux points suivants : préparation des couches (état), constitution des pentes, inégalités et fléchissement de la couverture. Étanchéité du toit (cloques, fissures), joints de dilatation, raccordement des bords, traversées (prises de lumière, coupoles transparentes, tuyaux), écoulements.
On peut aussi implanter des végétaux sur des toits à deux pentes. Les toits en pente (fig. 8 à 12) exigent, avant toute implantation végétale, un ouvrage préliminaire coûteux (risque de glissement, déshydratation).



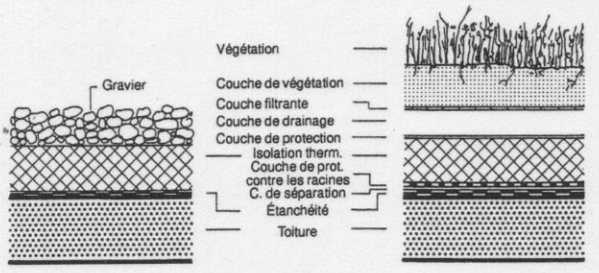
① Toiture chaude (fig. 2).

② Toiture chaude avec plantations.



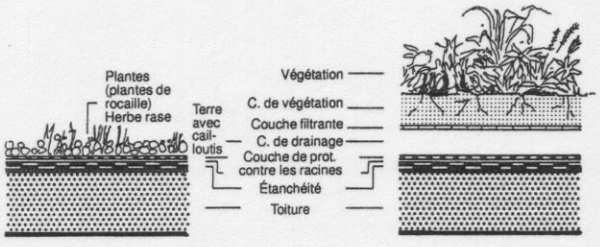
③ Toiture froide (fig. 4).

④ Toiture froide avec plantations.



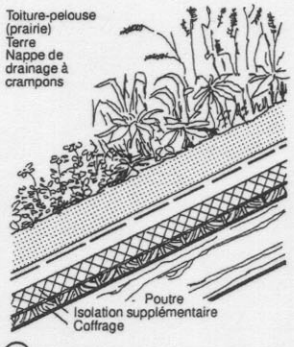
⑤ Toiture inversée (fig. 6).

⑥ Toiture inversée avec plantations.

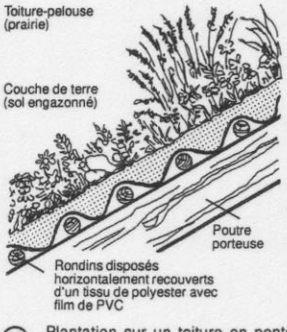


⑦ Plantations après construction et à moindre frais.

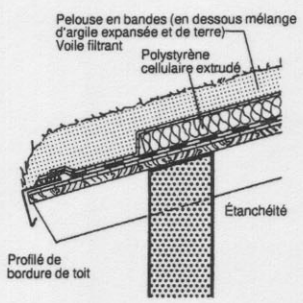
⑧ Plantation après construction (possible du point de vue construction et du point de vue statique).



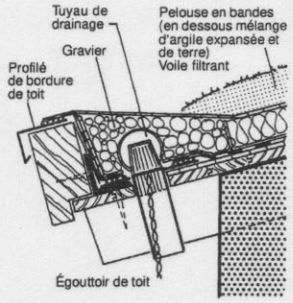
⑨ Plantation pour toiture en pente.



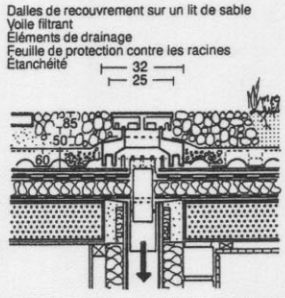
⑩ Plantation sur un toiture en pente raide.



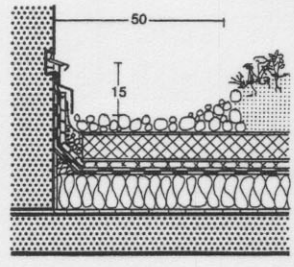
⑪ Détail d'une gouttière pour toiture inclinée avec végétation.



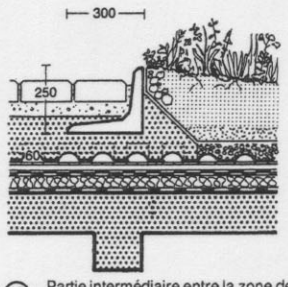
⑫ Détail de gouttière (fig. 11).



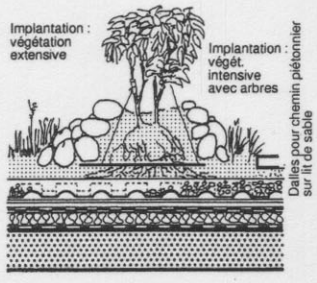
⑬ Regard de contrôle de l'écoulement de l'eau.



⑭ Raccordement mural avec bande de sécurité en graviers.



⑮ Partie intermédiaire entre la zone de végétation intensive et la voie de circulation.



⑯ Partie intermédiaire entre un chemin piétonnier et une zone de végétation intensive ou extensive.

PLANTATIONS EN TOITURE-TERRASSE

EXTRAITS DES DIRECTIVES DE L'ASSOCIATION POUR LES JARDINS-TERRASSE

Définitions des termes

1. Par implantation végétale extensive sur les toits, on entend des couches de protection qui demandent un certain entretien et qui remplacent par exemple les couches habituelles en gravier.
2. La surface de plantation doit se suffire largement à elle-même et les soins se rapportant à l'entretien doivent être réduits au minimum.

Domaine d'application

Les directives sont valables pour des surfaces de végétation qui n'ont pas de contact naturel avec la surface du sol, spécialement pour les toits, les garages en sous-sol, les abris ou autres.

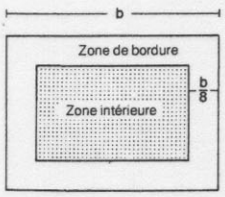
Règles fondamentales pour la planification et la réalisation des constructions

1. Dans le cas de plantation extensive, la constitution de la plantation assure la même fonction qu'une couche de protection dans le sens des directives concernant les toits plats.
2. La construction du toit, la statique, les intérêts physiques de la construction et les exigences techniques de la végétation doivent être accordés avec soin.
3. Comme charge pour assurer l'étanchéité du toit, il faut prendre le poids minimal par unité de surface selon le tableau ci-dessous issu des directives concernant les toits plats.
4.

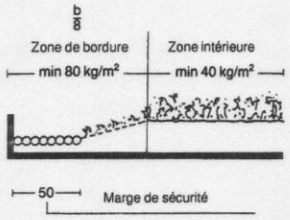
Hauteur de gouttière au-dessus du sol (en m)		Charge en bordure (en kg/m²)	Charge au centre (en kg/m²)
Jusqu'à 8	Au moins	80	40
De 8 à 20	Au moins	130	65
Au-dessus de 20	Au moins	160	80

5. Tributaire de la force du vent, le type de réalisation et le poids de la charge doivent s'adapter à la hauteur du bâtiment et à la surface du toit.
6. Dans les angles et au bord du toit, il faut tenir compte d'une charge d'aspiration plus importante suivant une largeur $b/8 \geq 1m$ et $\leq 2m$.

7.



8.



9. En principe toute plantation végétale devrait être réalisée de telle façon qu'on puisse l'entretenir facilement, c'est-à-dire que les endroits qui nécessitent des contrôles réguliers comme les accès sur le toit, les traversées, les joints de dilatation, les raccordements muraux, etc. doivent être facilement accessibles.
10. Dans ces zones, il doit exister une couche de protection en matériau non organique, de gravier par exemple, d'une largeur minimale de 50 cm.
11. Les zones doivent être reliées aux sorties de toits et peuvent ainsi recevoir l'écoulement continu provenant de l'excès d'eau issu de la surface de plantation.
12. Subdiviser les surfaces importantes de toit en zones d'écoulement d'eau séparées.

Exigences, fonctions et mesures constructives

1. Réaliser l'étanchéité du toit suivant les directives relatives aux toits plats.
2. L'aménagement relatif à l'implantation végétale ne doit pas empiéter sur les fonctions d'étanchéité du toit.
3. La séparation entre l'étanchement du toit et l'implantation végétale postérieure devrait être possible. Le contrôle de l'étanchéité du toit doit rester possible.
4. La couche de protection contre les racines doit protéger durablement l'étanchéité du toit.
5. L'étanchéité du toit (bandes de hauts polymères, par exemple) doit assurer pour des raisons de physique de construction, la fonction de protection contre les racines.
6. Dans le cas d'un toit étanché avec du bitume, utiliser des couches de protection contre les racines compatibles avec le bitume.
7. Avant dégradation mécanique, la couche de protection contre les racines doit être protégée par un recouvrement ; utiliser des fibres non dégradables car elles peuvent mettre en réserve l'eau et des substances nutritives.
8. La couche de végétation doit présenter une stabilité de structure importante, une bonne capacité d'amortissement et une stabilité vis-à-vis de la décomposition.
9. Le pH ne doit pas dépasser, dans le domaine acide, la valeur de 6.
10. La construction des couches doit être conçue pour absorber une quantité journalière d'eau de 30 l/m².
11. Le volume d'air dans les couches aménagées doit s'élever au moins à 20% en milieu saturé d'eau.

Surface de plantation et entretien

1. Les plantes sauvages et les herbes de la catégorie des herbes de dunes, des herbes de savane et des herbes de rocaille devraient être disposées en touffes en plantant bien entendu des pieds de végétaux qui se régénèrent d'eux-mêmes.
2. Les plantes seront réparties après avoir été précultivées, semées ou réparties en tant que boutures.
3. Entretien : au moins une inspection par an, au cours de laquelle on contrôle les ouvertures des toits, les bandes de sécurité, les raccordements et les finitions du toit et éventuellement on les nettoie.
4. Mousses et lichens ne sont pas comptés comme indésirables.
5. Éliminer les plantes indésirables.
6. Les plantes indésirables sont les pousses conduisant à des boqueteaux, surtout les saules, bouleaux, peupliers, érables et autres.
7. Il faut prévoir de tondre et de mettre de l'engrais régulièrement.
8. Suite à un changement d'environnement, un changement de végétation peut avoir lieu.

Protection contre le feu

1. Respecter les règles concernant la protection préventive contre le feu.
2. Les conditions sont remplies quand l'aménagement sur le toit est difficilement inflammable (catégorie M1 pour les matériaux de construction).

Toutes les plantations végétales ayant les caractéristiques requises conduisent à la succession de couches suivante :

Niveau végétal extensif : plantations, semailles, repiquage (plantes en container, en bandes et en plaques).

Couche souterraine de végétation : elle assure la stabilité de la plante et constitue une réserve d'eau et de substances nutritives ; elle permet l'échange des sels minéraux et des gaz et le maintien de l'eau. La couche de végétation doit avoir un volume de pores important pour échanger des gaz et retenir l'eau.

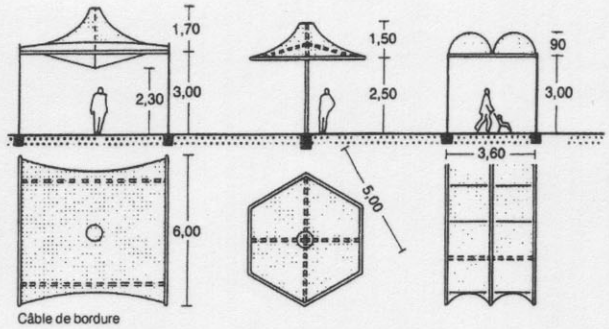
Couche filtrante : elle empêche l'entraînement des substances nutritives et les petites particules en dehors de la couche de végétation et le colmatage de la couche de drainage ; elle participe à l'équilibrage du flux d'eau.

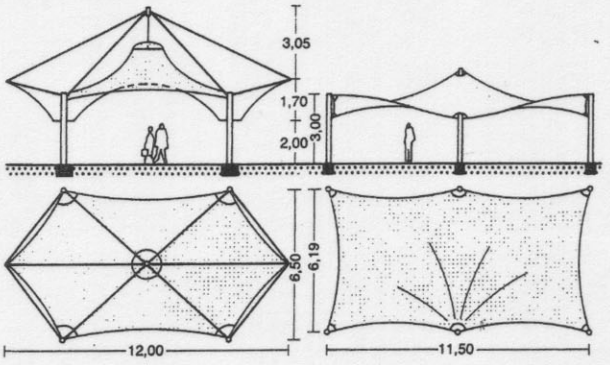
Couche de drainage : elle sert à évacuer l'excès d'eau et permet l'aération de la couche de végétation ; elle accumule l'eau et éventuellement la restitue.

Protection contre les racines : protection de la surface du toit contre l'érosion chimique et l'attaque mécanique des racines qui peuvent développer de très grandes forces destructrices pour aller chercher de l'eau et des substances nutritives.

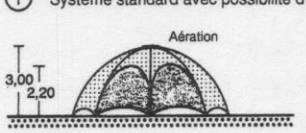
Aménagement du toit : la surface et les raccords doivent être imperméables de façon durable.

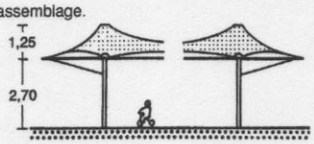
La formation d'eau de condensation doit être empêchée et évitée de façon efficace et durable.

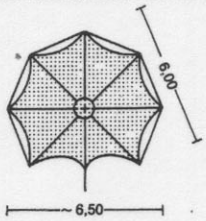




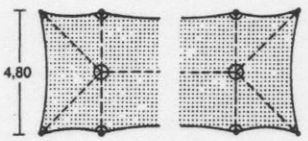
① Système standard avec possibilité d'assemblage.



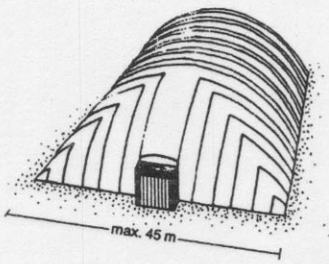


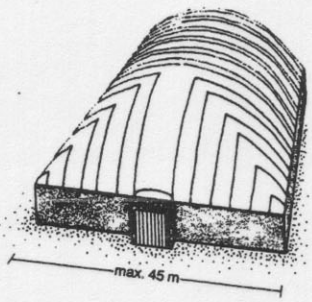


② Construction en coupole.

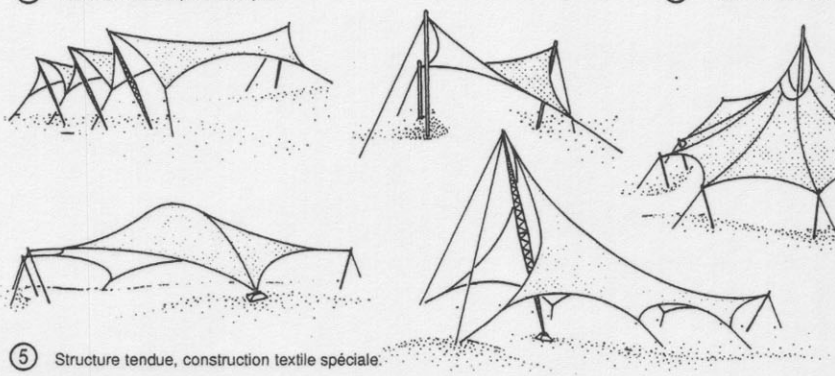


③ Couverture d'une surface.





④ Halls à structure pneumatique.



⑤ Structure tendue, construction textile spéciale.

La construction de tentes et de couvertures en textile est plus perfectionnée. À partir de tentes et de toits simples, on passe à la réalisation de différents types de construction techniquement complexes.

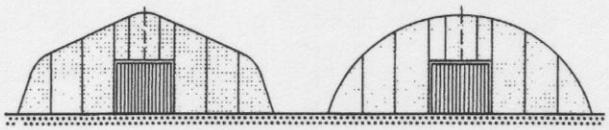
Matériaux : tissu en fibres artificielles (polyester) comme matériau porteur textile avec recouvrement sur les deux faces d'une couche de protection en PVC résistante à la corrosion.
Qualités : grande solidité (résistant à la neige et au vent), non dégradable, résistant aux agressions de l'environnement, imperméable à l'eau et à la poussière.
Poids : 800 à 1200 g/m².
Indice de transparence : de « opaque » à 50%.
Protection contre le feu : difficilement inflammable selon les normes.
Durée de vie : 15 à 20 ans.
Présentation : toutes teintes courantes, bonne stabilité de la couleur.
Façonnage : fabrication en rouleau de 1 à 3 m de largeur (largeur courante 1,5 m); longueur jusqu'à 200 m en continu; coupe selon la construction; assemblage par couture, soudure, collage, confection combinée ou serrage.

Système standard avec possibilité d'assemblage (fig. 1)**:**
Les unités standards peuvent être agrandies à l'infini de tous les côtés. Elles peuvent recouvrir différentes formes de surfaces : carré, rectangle, triangle, cercle.
Utilisation : couloirs de liaison, pavillons d'attente, abris de protection solaire, etc.

Halls à treillis (fig. 6 à 9) **:**
Treillis porteur en bois, acier ou aluminium sur lequel est tendue une toile de protection.
Utilisation : hall d'exposition, de stockage ou industriel.

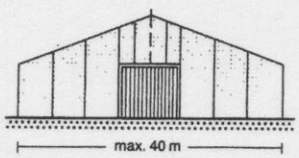
Structure pneumatique (fig. 4) **:**
L'enveloppe est portée par l'air légèrement comprimé. Des sas empêchent un échappement important de l'air porteur. La soufflerie peut être combinée avec un chauffage. Isolation supplémentaire grâce à une enveloppe interne (matelas d'air). Largeur = 45 m, longueur illimitée.
Utilisation : hall d'exposition, de stockage, industriel et sportif de même que couverture de piscine et de chantier de construction (chantier d'hiver).

Structures tendues (fig. 5) **:**
La toile est tendue par points et en ligne le long des bords à l'aide de câbles et de mâts. Pour une meilleure isolation, les toiles peuvent comporter plusieurs couches. Portée jusqu'à plus de 100 m.
Utilisation : halls d'exposition, industriels et sportifs, lieux de réunion, de rencontres sportives et abris de protection solaire.



⑥ Halls à treillis, halls temporaires.

⑦



⑧

⑥—⑧
Constructions temporaires avec treillis porteur en bois, acier ou aluminium. Portée max. 40 m. Préfabrication → montage rapide et faible coût de construction.

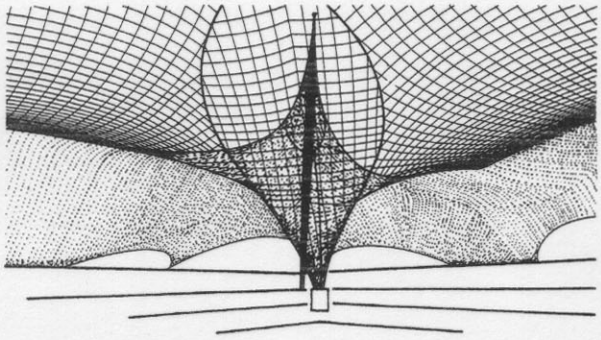
Les structures porteuses en réseaux de câbles offrent la possibilité de couvrir des surfaces importantes sans points porteurs et d'une grande légèreté. Le pavillon allemand à l'exposition universelle de Montréal en 1976 (fig. 1 et 2), le stade olympique à Munich en 1972 (fig. 3 à 8) ainsi que le hall de la patinoire dans le parc olympique à Munich (fig. 10 à 13) ont été réalisés suivant cette conception. Le projet concernant le club pour les étudiants de l'université et de l'école d'ingénieurs de Dortmund constitue aussi une proposition intéressante (fig. 9).

Les éléments de construction sont en général composés de pylônes en acier, d'un réseau de câbles d'acier, de grilles en acier ou en bois et d'un recouvrement en verre acrylique (plexiglas) ou en feuilles translucides renforcées par des matériaux synthétiques.

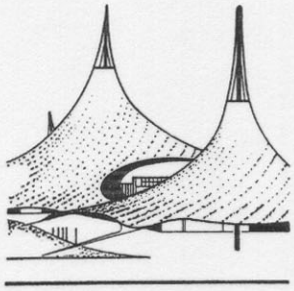
En bordure des structures porteuses en réseau de câbles, des gouttières, etc., les câbles sont disposés en forme de guirlandes, guidés sur les supports d'acier, mobiles et pour la plupart inclinés. Ils sont ensuite ancrés.

Des « appuis aériens » éléments porteurs mis à leur tour en tension, subdivisent les câbles porteurs principaux pour réduire les sections.

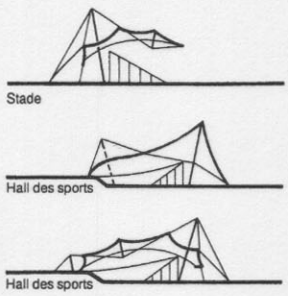
La transmission des forces des câbles tendus s'effectue principalement sur des pièces en fonte - axes d'ancrage, cosses de scellement, ancres de câbles, etc. La fixation des câbles peut être réalisée avec des écrous indesserrables ou avec des serre-câbles.



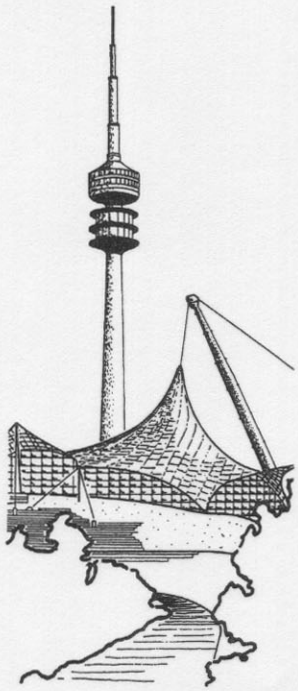
① Pavillon allemand. Exposition de Montréal 1976 . Arch. : R. Gutbrod et F. Otto.



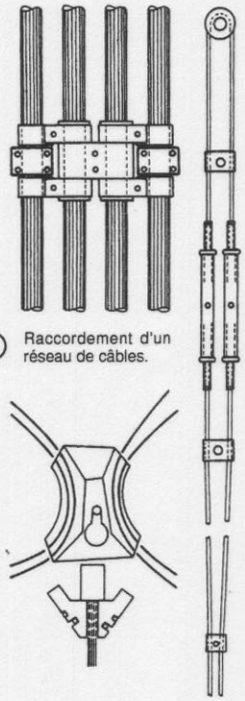
② Montréal 1976.



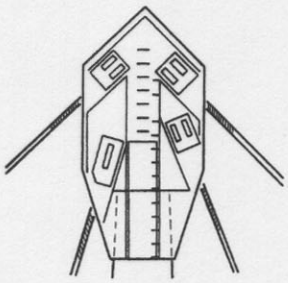
③ Parc olympique de Munich 1972.



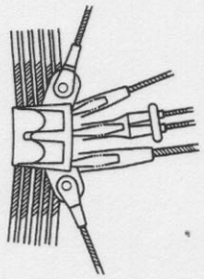
④ Stade olympique de Munich 1972. Arch.: Behnisch + Partner.



⑤ Raccordement d'un réseau de câbles.

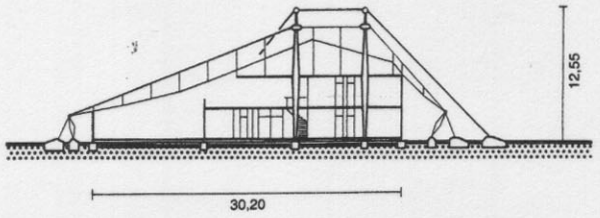


⑥ Transmission des forces du faisceau de torons à la poutre transversale d'une tête de pylône.

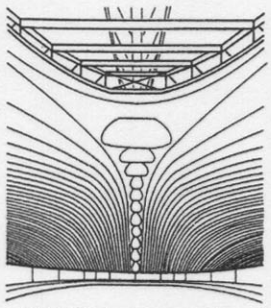


⑦ Point de renvoi au câblage de bordure.

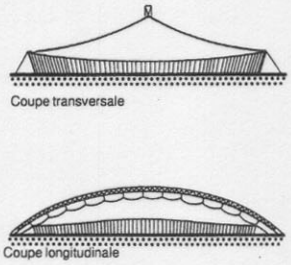
⑧ Étrier de renvoi d'un point haut.



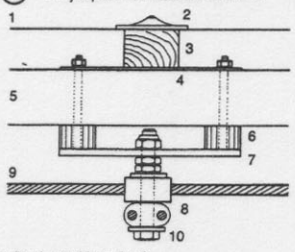
⑨ Projet pour un club d'étudiants. S. Caragiannadis et G. Bill.



⑩ Patinoire du parc olympique de Munich. Arch. : Kurt Ackermann et associés, 1983.

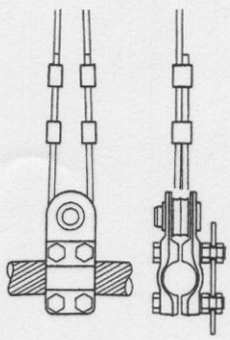


⑪ Coupes de la figure 10.



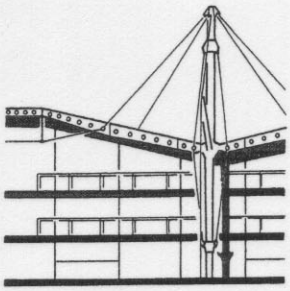
1. Couche supérieure du toit
Tissu en polyester recouvert de PVC
2. Disques BST
3. Latte 4x6 cm
4. Axe de jonction
5. Latte 6x6 cm
6. Dispos. pr maintenir à dist. la toile synth. h = 2,5 cm
7. Acier plat 300/60 x 8
8. Serre-câble
9. Câble 11,5 mm
10. Boulon

⑫ Serre-câble avec montage du toit.

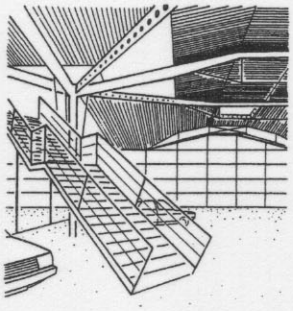


⑬ Fixation d'un câble de rive.

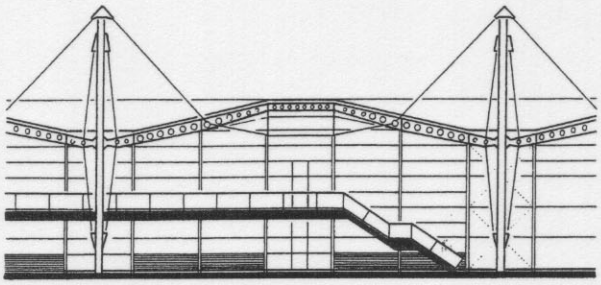
STRUCTURES HAUBANÉES



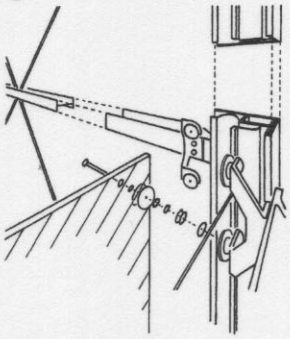
① Centre de vente Renault.
Swindon/Wiltshire.
Arch. : Norman Foster ass., Londres.



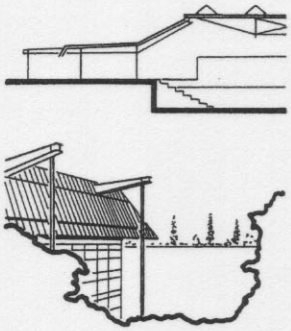
② Vue intérieure du hall d'exposition.



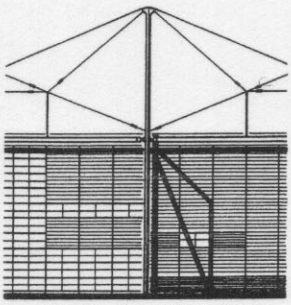
③ Vue extérieure avec galerie.



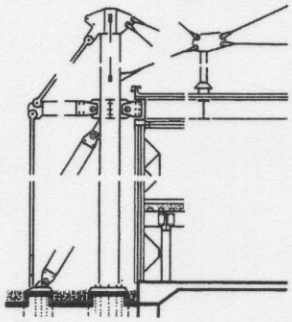
④ Détail du système de vitrage «Planar».



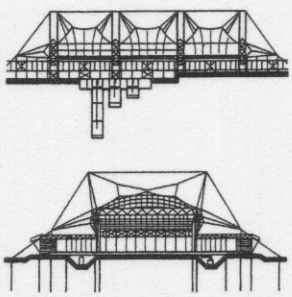
⑤ Hall des sports sur le Schäfferfeld à Lorch.
Arch. : Behnisch et associés, Stuttgart.



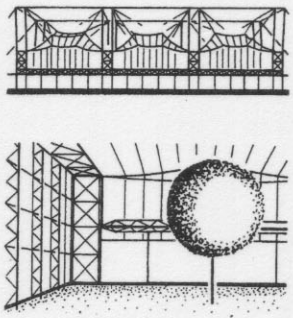
⑥ Usine Fleetguard à Quimper/France.
Arch. : Richard Rogers et associés, Londres.



⑦ Coupe sur façade.



⑧ Centre de recherche Schlumberger à Cambridge /Angleterre.
Arch. : Michael Hopkins et associés, Londres.



⑨ Perspective de l'espace intérieur / Jardin d'hiver.

Le haubanage et la suspension de constructions porteuses permet tant de réduire les sections transversales que de réaliser des projets d'aspect léger en filigrane. En principe, cela n'est réalisable qu'avec des constructions à ossature en acier et en bois. Les câbles tendus sont en acier et il est généralement possible de les retendre. Ils peuvent transmettre uniquement des efforts de traction.

Les constructions haubanées ont pour but de diminuer la portée des poutres porteuses ou de tenir les poutres en porte à faux. Les cons-tructions suspendues réduisent également la portée des poutres et, par conséquent, le couple de résistance à respecter dans la détermination de la section transversale (fig. 12). Pour les construction suspendues comme pour les ouvrages à réseaux de câbles, il est nécessaire d'avoir un point d'appui « aérien » soumis à des efforts de flexion (charge de pression !).

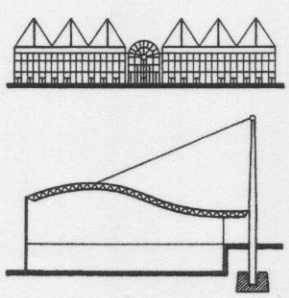
Norman Foster (fig. 1 à 4), Richard Rogers (fig. 6 et 7), Michael Hopkins (fig. 8 et 9) et Günter Behnisch (fig. 5) ont apporté une contribution essentielle à l'architecture des constructions haubanées.

Le bâtiment Renault de Norman Foster à Swindon est composé de poutres courbées en acier, suspendues dans le quart supérieur du pignon à un mât creux et rond précontraint en acier (fig. 1 à 4). Le projet permet une extension de la surface de base d'environ 67%. La construction suspendue permet des points de jonction lesquels rendent possible la réalisation de la construction sans interrompre le déroulement du travail.

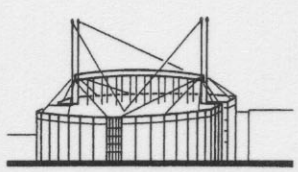
La nouvelle usine Fleetguard, entreprise américaine qui fabrique des moteurs à Quimper, devait répondre à des exigences et des fonctions variables. C'est pourquoi Richard Rogers a choisi une construction suspendue de façon à laisser l'intérieur libre de toute construction porteuse (fig. 6 et 7).

La même idée est à la base du projet de Michael Hopkins pour le centre de recherche Schlumberger à Cambridge (fig. 8 et 9) et pour le hall des sports de Günther Behnisch (fig. 5).

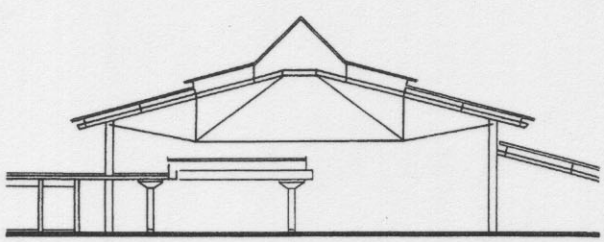
On peut imaginer suivant cette conception des bâtiments de service d'aéroport (projet de Paderborn/Lippstadt) (fig. 10) ou des halls pour concert (projet pour la foire de Dortmund) (fig. 11).



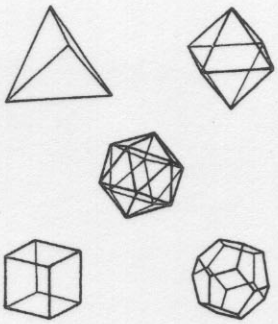
⑩ Bâtiment d'enregistrement de l'aéroport de Paderborn/Lippstadt.
Projet : Stratmann, Klaus.



⑪ Salle de concert du champ de foire de Dortmund.
Projet de concours : Portmann, Echterhoff, Hugo, Panzer.



⑫ Station de métro «Stadtgarten» à Dortmund. Arch. : Gerber et associés, Dortmund.



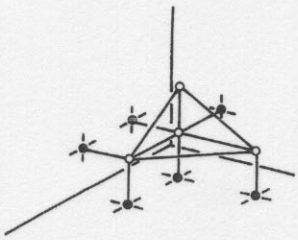
① Corps platoniques.

Cinq corps platoniques

Tétraèdre = 4 faces
Hexaèdre = 6 faces
Octaèdre = 8 faces
Dodécaèdre = 12 faces
Icosaèdre = 20 faces

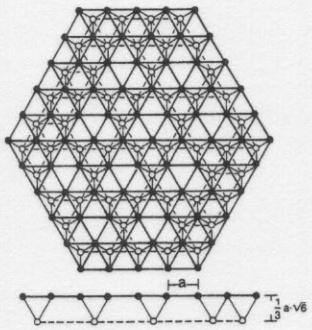
→ Réseau sphérique

Pour obtenir une stabilité cinématique, la formule de Föppl concernant les structures tridimensionnelles doit être satisfaite : le nombre de barres = 3 fois le nombre de nœuds moins 6 , car chaque nœud dans un espace à trois dimensions doit être fixé par trois barres.
Pour monter une structure tridimensionnelle non translatable, si 1 + 2 + 3 barres de soutien sont nécessaires, alors le nombre de barres = 3 fois le nombre de nœuds moins (1 + 2 + 3).

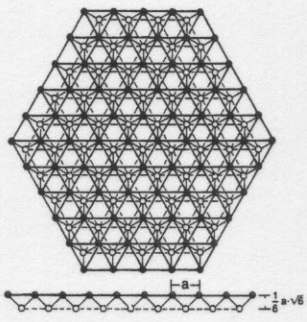


② Formule d'ouvrage en éléments.

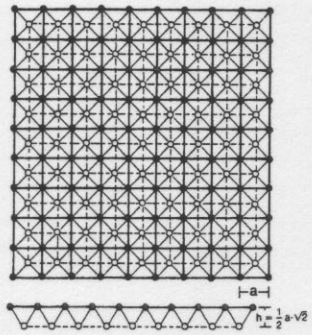
Les structures tridimensionnelles sont réalisées de la manière la plus parfaite si les éléments sont composés de triangles équilatéraux et/ou isocèles rectangles de sorte qu'il en résulte des multiples réguliers (polyèdres). Pour des réseaux plats infinis, il y a exactement trois structures géométriques, pour les réseaux finis sphériques exactement cinq réseaux polyédriques réguliers composés de nœuds d'un seul type, de barres et de surfaces. Les réseaux réguliers et plans des réseaux triangulaires, carrés et hexagonaux.
Appliqués aux cinq corps platoniques, il résulte des formules concernant les ouvrages en éléments, que seuls sont cinématiquement stables parmi les ouvrages porteurs tridimensionnels à nœud et à barres, ceux dont les barres dessinent un réseau triangulaire fermé et aussi un réseau tétraédrique, octaédrique ou icosaèdrique.
L'hexaèdre a besoin de 6 barres supplémentaires et le dodécaèdre de 24 barres pour former une figure stable. Si un réseau sphérique à base de triangles n'est pas fermé sur toute sa surface, le polygone de base doit être, à titre de compensation, positionné de façon qu'il soit non translatable.
La longueur des barres d'une structure tridimensionnelle forme une suite géométrique de facteur 2. Pour la construction d'un ouvrage régulier en éléments répartis dans l'espace, il suffit d'un nœud avec un maximum de 18 raccordements avec des angles de 45°, 60° et 90°. Comme pour un treillis plat, il faut partir du principe que les barres se referment aux nœuds.



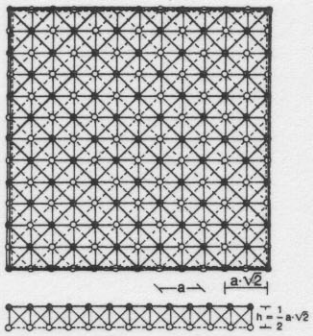
③ Nappe tridimensionnelle à partir d'octaèdres et de tétraèdres avec des évidements réguliers dans la membrure inférieure.



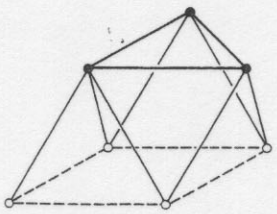
④ Nappe tridimensionnelle à partir d'octaèdres et de tétraèdres avec une hauteur de construction comprimée.



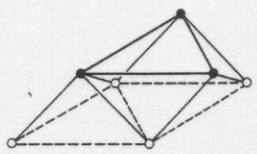
⑤ Nappe tridimensionnelle à partir de demi-octaèdres et tétraèdres à bords parallèles.



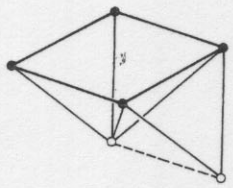
⑥ Nappe tridimensionnelle à partir de demi-octaèdres et tétraèdres en position pivotée (45°).



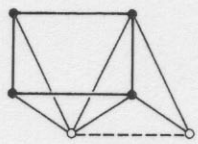
⑦ Élément tridimensionnel composé d'un octaèdre et d'un tétraèdre.



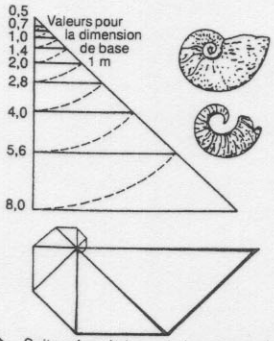
⑧ Élément tridimensionnel composé d'un octaèdre et d'un tétraèdre (angle de cube) avec hauteur de construction comprimée.



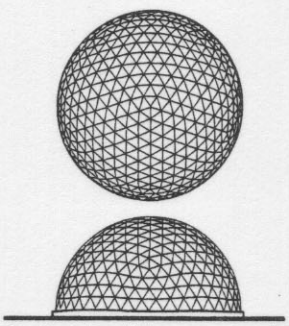
⑨ Élément tridimensionnel constitué d'un demi-octaèdre et d'un tétraèdre.



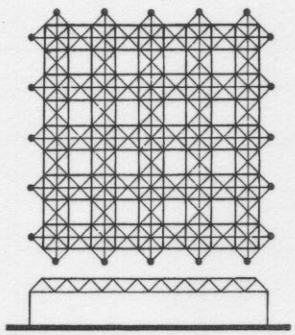
⑩ Élément tridimensionnel constitué d'un demi-octaèdre et d'un tétraèdre.



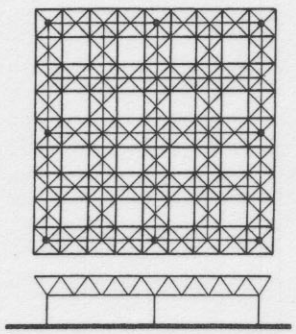
⑪ Suite géométrique de longueurs de barres avec un facteur $\sqrt{2}$ et exemple naturel de suite géométrique : coquille d'ammonite.



⑫ Coupole sphérique en une couche composée d'icosaèdres.



⑬ Structure tridimensionnelle.



⑭ Structure tridimensionnelle.

STRUCTURES TRIDIMENSIONNELLES

APPLICATIONS

La structure dimensionnelle type est composée de nœuds et de barres (fig. 1 à 3). En outre, s'applique le principe fondamental selon lequel, suivant la charge à transmettre, les nœuds appropriés (ou selon les cas les types de barres) sont choisis à partir d'un système par blocs-éléments. Dans ce système d'éléments de construction, les raccords entre les barres et les nœuds ne se comportent pas comme des «articulations idéales», mais relativement aux forces normales dans les barres, transmettent les faibles moments de torsion (fig. 4 à 7). Dans les combinaisons tridimension-nelles, il existe la possibilité de concevoir des constructions à partir de barres suivant l'unité de la grille de base à choisir librement et à partir des valeurs multipliées par $\sqrt{2}$ ou selon le cas par $\sqrt{3}$ de cette longueur de barre qui peut être adaptée à n'importe quelle surface portante (fig. 12, 14 et 15). La souplesse illimitée conduit au fait qu'il est possible aussi de réaliser des nappes cintrées. Actuellement l'ouvrage le plus important du monde de forme semi-hémisphérique est le Globe-Arena de Stockholm (fig. 13). Les procédés de montage sont le montage en porte-à-faux, le montage par tranches ou le procédé par levage des plaques. Tous les éléments sont galvanisés contre la corrosion. Par suite de l'importante incertitude statique des structures tridimensionnelles, la défaillance accidentelle de quelques barres ne conduit pas à la défaillance de l'ouvrage porteur. En partant d'un nœud sphérique avec 18 possibilités de raccordement pour des barres en tubes ronds, la réalisation conduit à une multiplicité de systèmes nœuds-tubes complémentaires qui permettent une optimisation de la structure porteuse et de sa couverture (fig. 8 à 11).



Le nœud normalisé à 18 faces permet des raccordements angulaires de 45°, 60°, 90° et de leurs multiples. Il n'existe qu'un seul type de nœud normalisé, produit en grande série.

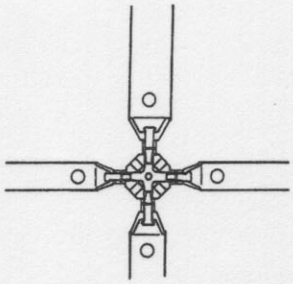


Le nœud courant, fabriqué la plupart du temps avec 10 faces, reçoit seulement le nombre de trous nécessaire à la construction de l'édifice en éléments identiques et toujours récurrents, répartis dans l'espace.

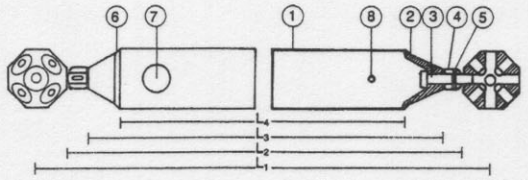


Les nœuds spéciaux ont une configuration tout-à-fait libre en ce qui concerne tant les dimensions de l'assemblage que l'angle entre deux taraudages.

① Nœuds.



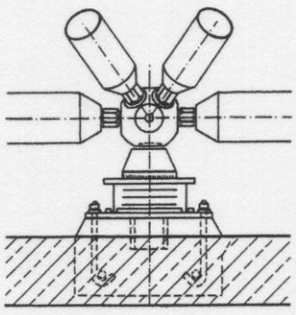
② Assemblage de barres et de nœuds.



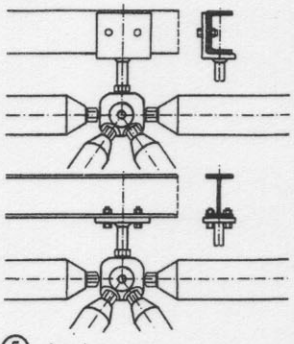
L_1 = Longueur d'axe du système
L_2 = Longueur nominale de la barre
L_3 = Longueur de la barre fabriquée
L_4 = Longueur nette du tube

1 Profilé rond creux KHP (tube)
2 Cône
3 Boulon fileté
4 Embout femelle clé
5 Goupille cannelée bombée
6 Cordon de soudure
7 Trou pour écoulement de l'eau
8 Trou de mise en place de l'axe

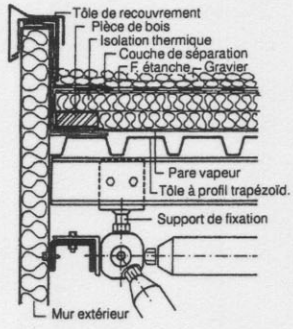
③ Construction d'un ouvrage en éléments.



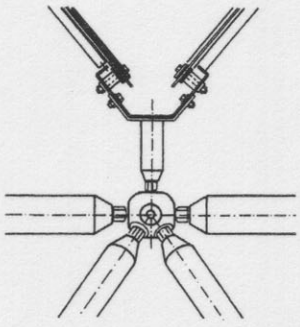
④ Appui.



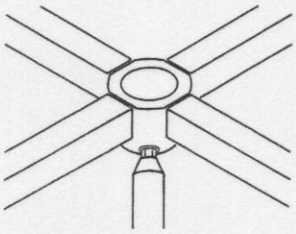
⑤ Appui sur panne.



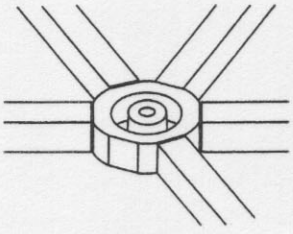
⑥ Raccordements constructifs : raccordement à une couverture.



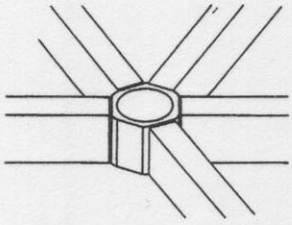
⑦ Raccordements constructifs : gouttière centrale.



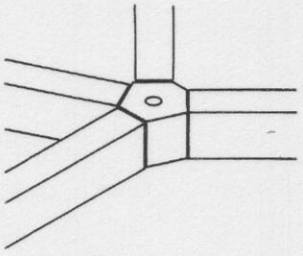
⑧ Système à nœuds en cuvette. Appui direct de la couverture du toit sur la barre de membrure supérieure, structure porteuse en deux couches, raccords filetés sans rigidité à la flexion, jonction mécanique de la barre au nœud dans la membrure supérieure du treillis, membrure inférieure en système adapté.



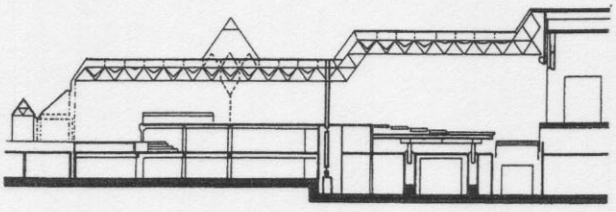
⑨ Système à nœuds en forme de disque. Appui direct de la couverture du toit, structure en une seule couche, raccords filetés sans rigidité à la flexion, jonction mécanique de la barre au nœud.



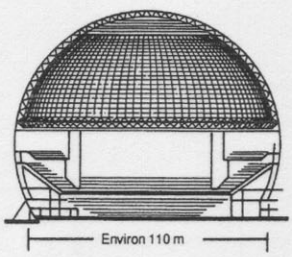
⑩ Système à nœuds en forme de cylindre. Appui direct de la couverture du toit, structure en une seule couche, aussi en géométrie de surfaces trapézoïdales, nombreux raccords filetés avec rigidité à la flexion, jonction mécanique de la barre au nœud.



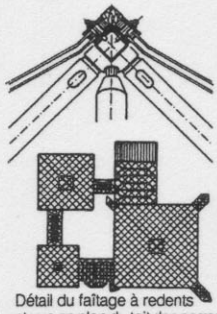
⑪ Système à nœuds en blocs. Appui direct de la couverture du toit, structure à une et plusieurs couches, un et plusieurs raccords filetés, objectif d'intégration des nœuds dans les barres.



⑫ Coupe partielle sur la salle des fêtes de Hilden. Arch. : Strizewski.



⑬ Coupe sur le Globe Arena de Stockholm. Arch. : Berg



⑭ Détail du faîtage à redents et vue en plan du toit des serres Gruga à Essen.

APPLICATIONS

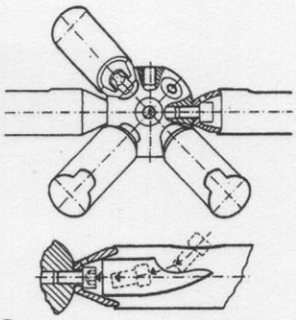
La structure tridimensionnelle dans l'espace Krupp-Montal[R] a été développée par E. Rüter à Dortmund-Hörde. Les barres sont vissées avec une vis à six pans creux aux sphères en acier forgé. La vis à six pans creux est guidée à travers le tube-guide jusqu'à l'extrémité de la barre et elle est vissée au nœud. En général, toutes les barres sont galvanisées. Elles peuvent en outre recevoir une couche de peinture. Dans le système Krupp Montal[R], on peut contrôler les vis sans extraire les barres; il est possible de remplacer si nécessaire les barres sans les démolir.

Pour le système Krupp Montal[R] (fig. 1 à 5), pour les points de détail (fig. 6 à 8).

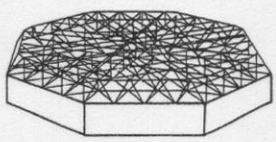
La jonction nœud-barre est prévue pour transmettre des forces de pression et des forces de traction, sans vis et le démontage est sans problème (fig. 9 à 13). La jonction (fig. 1 à 5)est composée d'un porte-cale, d'un épaulement pour cale, d'une cale et d'une bague avec un clou cannelé.

L'ossature porteuse à trois dimensions Scane-Space a été développée par Kaj Thomsen. Le moyen de liaison est constitué de chevilles qui sont insérées dans les extrémités des barres suivant un procédé spécial et qui sont assemblés avec un trou fileté dans le nœud en forme de sphère (fig. 14 et 15).

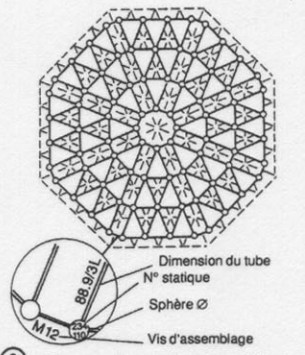
Toutes les structures tridimensionnelles permettent de réaliser des portées libres d'au moins 80 à 100 m.



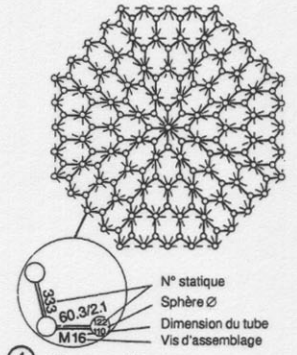
① Nœud d'assemblage.



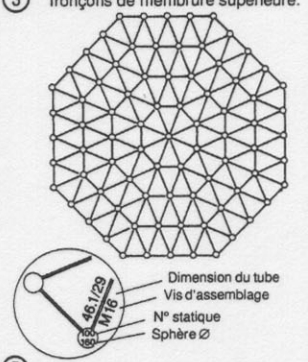
② Système de la structure tridimensionnelle.



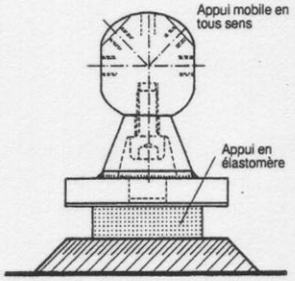
③ Tronçons de membrure supérieure.



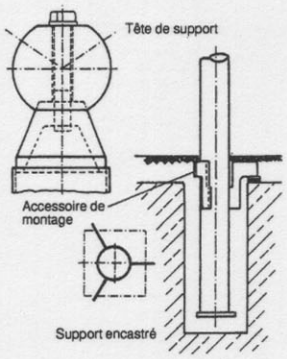
④ Tronçons diagonaux.



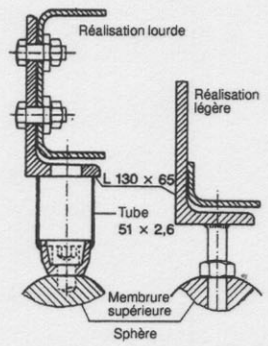
⑤ Tronçons de membrure inférieure.



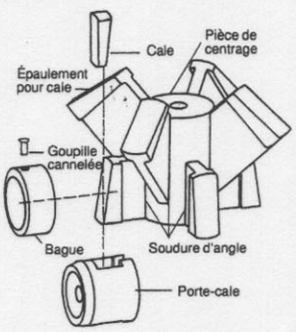
⑥ Appui mobile dans tous les sens.



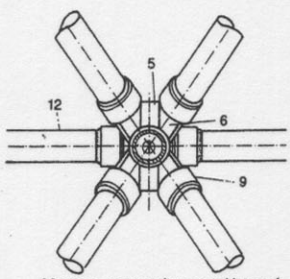
⑦ Tête de support. Support encastré.



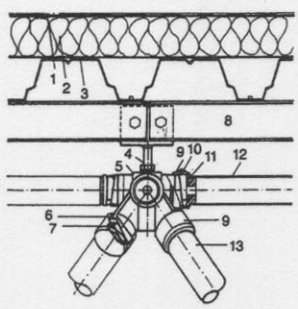
⑧ Fixation d'une panne.



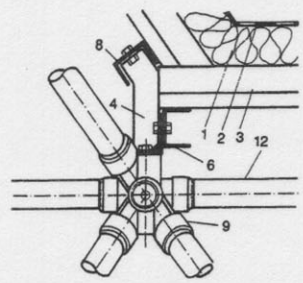
⑨ Nœud.



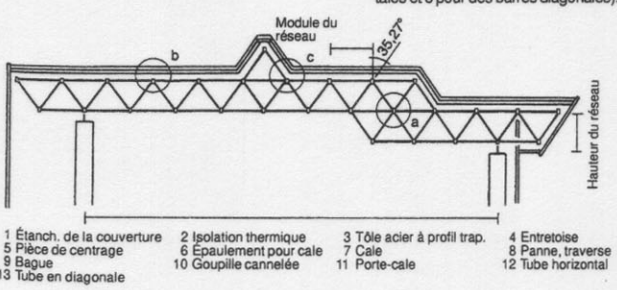
⑩ Montage courant d'un nœud intermédiaire dans la partie centrale avec 12 départs (4 pour des barres horizontales et 8 pour des barres diagonales).



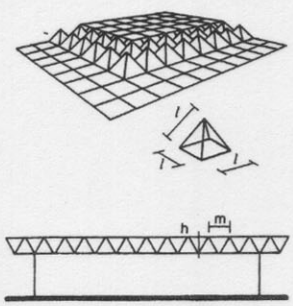
⑪ Montage normal d'un nœud supérieur.



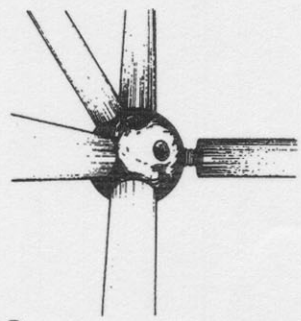
⑫ Montage courant d'un nœud dans la partie centrale.



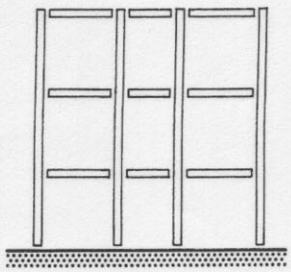
⑬ Exemple d'une forme de toiture possible avec détails des nœuds (fig. 10 à 12).



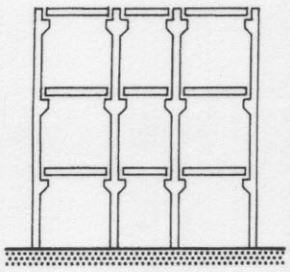
⑭ Système de structure tridimensionnelle.



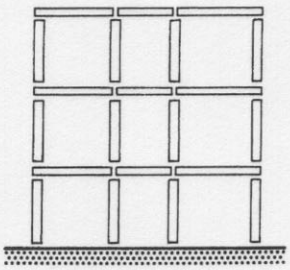
⑮ Nœud d'assemblage.



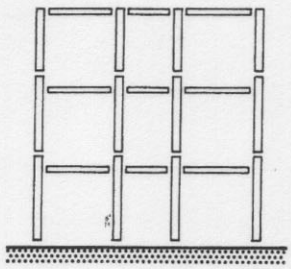
① Supports d'un seul tenant et traverses sur consoles masquées.



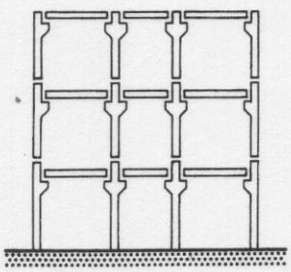
② Supports d'un seul tenant et traverses sur consoles.



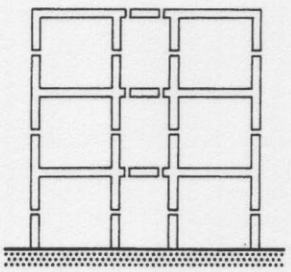
③ Supports en plusieurs éléments et traverses.



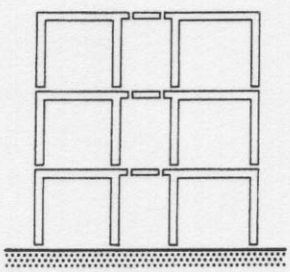
④ Supports en plusieurs éléments et traverses sur consoles masquées.



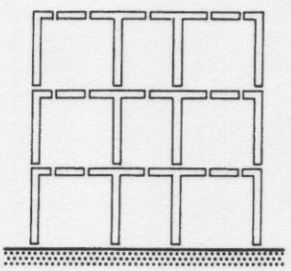
⑤ Supports en plusieurs éléments et traverses sur consoles.



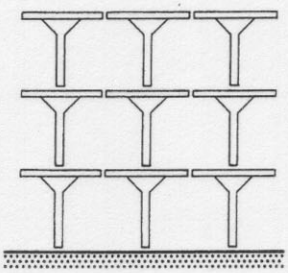
⑥ Cadres à étage en forme de H.



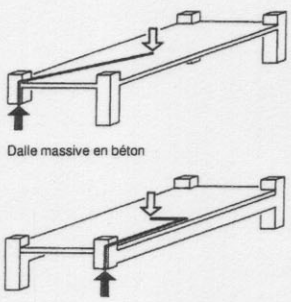
⑦ Cadres bi-articulés.



⑧ Supports en forme de T et de L.



⑨ Ossature en champignon.



Dalle massive en béton

⑩ Ossature porteuse de plancher avec une seule poutraison : la poutre porteuse repose directement sur les supports.

Fabrication sur place ou en éléments préfabriqués pour constructions en plaques ou à ossature. Sélection de matériaux selon la construction et le domaine d'utilisation.

Utilisable dans tous les domaines en superstructure, en hauteur le nombre d'étages est limité par la charge admissible et le poids des matériaux. Construction : ouvrage sur appuis, vertical, à volumes séparés en matériaux avec ou sans résistance à la traction.

Nécessité de renforcement vertical par parois transversales liées et de renforcement horizontal par construction de planchers. Épaisseur des murs et renforcements selon normes.

Ossature comme construction porteuse sans séparation de volumes, libre configuration suivant le plan et pour les murs extérieurs (avec garniture de panneaux ou en rideau). Grand nombre d'étages possible et différentes sortes de préfabrication.

Réalisation comme ossature en béton armé : Fabrication sur place, ou en éléments préfabriqués, ossature en acier, ossature en aluminium et en bois.

Mode de construction : Ossature avec poutres maîtresses sur pile articulée, avec goussets, avec portiques.

Système de construction : Supports et poutres maîtresses (poteau et traverse) déterminent la charpente en cadre avec des nœuds rigides à la flexion ou flexibles (points de liaison entre piliers et poutres).

Cadres entièrement rigides : Piliers et poutres assemblés avec des renforts d'angles rigides pour former les cadres d'étages.

Cadres articulés superposés : Piliers et poutres sont assemblés les uns aux autres de façon rigide et ces assemblages rigides sont superposés de façon articulée.

Cadres complètement articulés : Points-nœuds constitués de façon articulée, assemblage (treillis en V, treillis normal), plaques massives (panneaux muraux, mur de pignon, mur de cage d'escalier). Systèmes mixtes possibles.

Nœuds rigides : Facilement réalisables en béton armé ou béton coulé sur place, le plus souvent constructions préfabriquées en béton armé avec nœuds articulés. Avec des noyaux rigides.

Construction : Ossature avec des supports d'un seul tenant (fig. 1 et 2), traverse sur console ou sur console masquée.

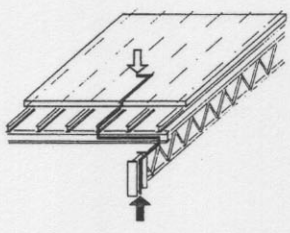
Ossature avec supports en plusieurs éléments (fig. 3 à 5) : Support simple avec traverse (posée directement sur une console ou sur une console masquée (fig. 2). Hauteur de support possible aussi sur deux étages. L'empilement des supports peut être décalé d'un étage à l'autre. Support pendulaire avec zone renforcée.

Ossature avec des éléments de bâti (fig. 6 à 8) : Éléments de bâti en forme de H, le cas échéant dans la zone médiane avec des traverses suspendues (bâtis multiples articulés).

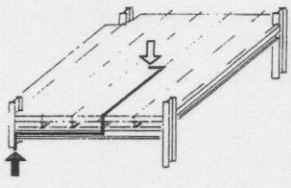
Bâti bi-articulé posé librement sur deux appuis dans la zone médiane ou avec des traverses liées rigidement au bâti (bâtis multiples articulés).

Ossature en forme de chapeaux de champignon (fig. 9) : Supports avec des plaques en porte à faux sur les quatre côtés (plaque et pilier assemblés l'un à l'autre de façon rigide, raccordement rigide de la dalle en console dans la zone médiane).

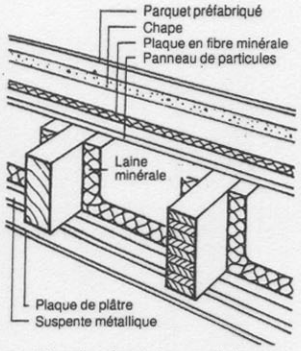
Ossature porteuse de plafond : Reçoit directement les charges verticales et les reporte horizontalement vers les points d'appui. Dalles massives en béton, sans longerons, plafonds creux, plafonds à nervures ou plafonds à caissons, très lourds pour des portées importantes, procé-dure de montage difficile, le plus souvent grille de base carrée (fig. 10 à 12).



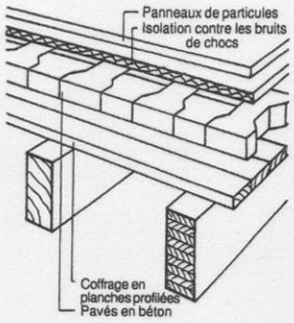
⑪ Ossature porteuse de plancher avec deux poutraisons : la charge du plancher porteur est transmise jusqu'aux supports par des traverses.



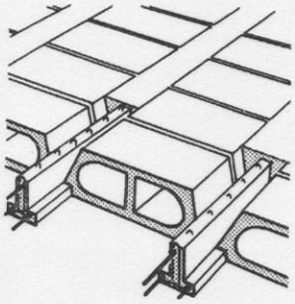
⑫ Ossature porteuse de plancher avec trois poutraisons : pour très grandes portées. La charge des traverses est transmise par l'intermédiaire de poutres maîtresses.



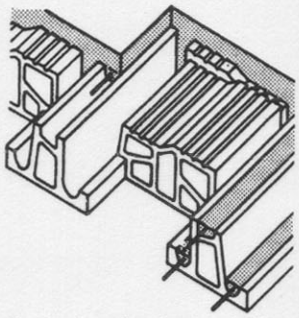
① Plancher à poutres en bois avec poutres en lamellé collé.



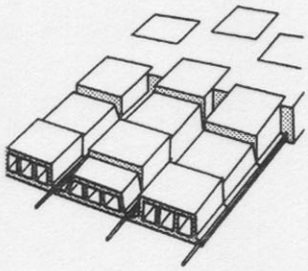
② Plancher à poutres en bois apparentes avec poutres en lamellé collé.



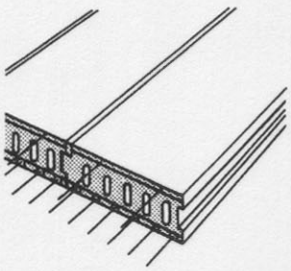
③ Plancher en poutrelles préfabriquées de béton armé avec remplissage en hourdis non actifs statiquement.



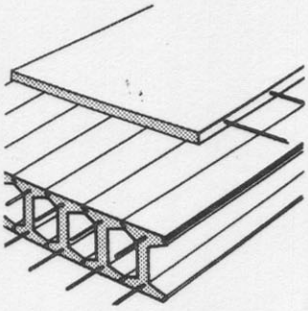
④ Montage d'un plancher de béton armé à poutres apparentes avec remplissage de briques.



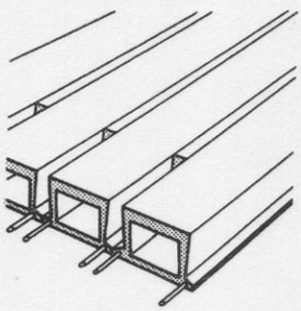
⑤ Plancher mixte en béton armé et hourdis en briques creuses avec rebord d'embase.



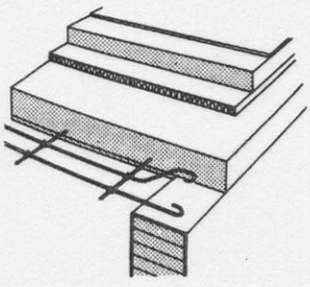
⑥ Dalle de plancher creux en béton précontraint avec fils d'acier tor-sadés pour béton précontraint .



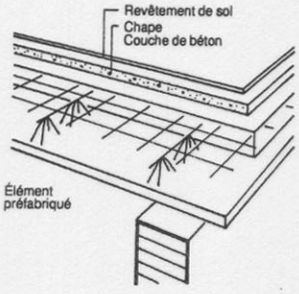
⑦ Plancher préfabriqué avec poutre en I en béton armé.



⑧ Plancher préfabriqué avec poutres creuses (caissons) de béton armé.

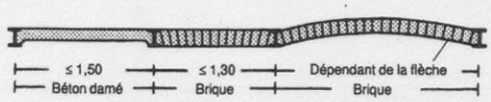


⑪ Plancher en plaques de béton armé avec armature selon un axe ou croisée.

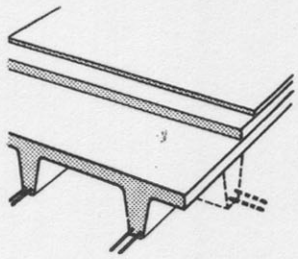


⑫ Plancher à prédalles.

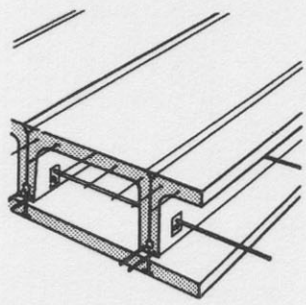
Planchers à poutres en bois avec poutres en bois massif ou poutres en lamellé collé (fig. 1 et 2), apparentes ou cachées. Meilleure insonorisation par mise en place de pavés de béton de 60 mm (fig. 2).
Les planchers préfabriqués ou en éléments sont posés à sec sans coffrage et sont aussitôt praticables (fig. 3 à 8).
Planchers à nervures. Distance entre axes des poutres selon la suite de dimensions suivante : 250, 375, 500, 625, 750, 1000 et 1250 mm. Plan-cher massif en béton coulé sur place sur coffrage (fig. 11). Porteur seulement après la prise du ciment. Il est susceptible d'apporter de l'humidité dans la construction.
Pour les planchers en dalle de béton armé ferraillé en croix, ne pas dépasser un rapport entre les côtés de 1/1,5. L'épaisseur qui doit être ≥ 7 cm est rentable jusqu'à environ 15 cm.
Planchers à prédalles en dalles préfabriquées de béton de parement armé, de grand format et d'épaisseur de 4 cm minimum, qui sont incorporées à du béton coulé sur place pour former la dalle (fig. 12). Épaisseur du plancher 10 à 26 cm. Cette construction rassemble les avantages des constructions préfabriquées avec ceux des constructions traditionnelles. Le plafond est prêt à être peint, après le masticage des joints et un enduit de lissage.
Plancher en hourdis (fig. 5), aussi en plancher préfabriqué. Épaisseur 19 + 21,5 cm maximum. Portées courantes de 4,50 à 6,50 m. Recouvrement en béton non nécessaire.
Les plafonds en panneaux creux de béton (fig. 6) sont composés d'éléments préfabriqués en béton précontraint auto-porteur avec des espaces vides, raison pour laquelle les panneaux ont un faible poids propre. Les plafonds en panneaux creux sont assemblés les uns aux autres par joint de scellement. Épaisseur des panneaux 15 et 18 cm. Longueur des éléments jusqu'à 7,35 m.
Plancher composite en acier (fig. 13). Profilés de plancher composite et profilés trapézoïdaux en tôle d'acier galvanisé en bandes comme éléments de base pour le coffrage et le plancher.



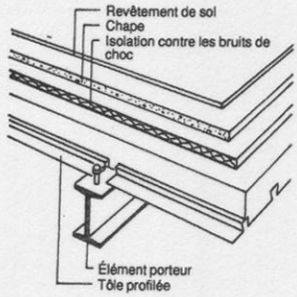
Béton damé pour une distance entre axes ≤ 150 cm.
Briques pour une distance entre axes ≤ 130 cm.
Voûte. Distance entre axes selon le calcul statique ≅ 3 m.
Planchers en poutres métalliques avec remplissage (fig. 14).



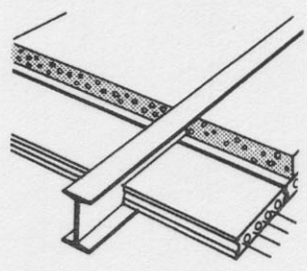
⑨ Plancher à dalle pleine nervurée en béton armé coulé sur place. Intervalle entre nervures ≤ 70 cm. Largeur des nervures ≥ 5 cm.



⑩ Panneaux à nervures en U (poutres en béton armé) vissées pour assurer la rigidité transversale.



⑬ Plancher mixte acier-béton.



⑭ Plancher en poutres d'acier avec remplissage. Plaques de béton armé surfacé.

REVÊTEMENTS DE SOL

Les revêtements de sol déterminent l'impression générale des pièces, leur coût d'entretien et leur valeur locative.

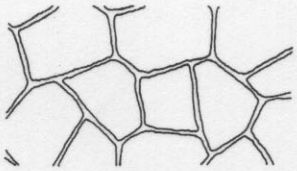
Dalles de pierres naturelles : Les dalles en ardoise et en grès peuvent être posées brutes de carrière, polies ou égrisées (fig. 1 et 2). Les plaques sciées, les pierres calcaires (marbre), les grès et toutes les roches éruptives ont des surfaces qui peuvent être travaillées à volonté. Pose sur un lit de mortier ou collage sur une chape en ciment.

Sols en mosaïque : En éléments de différentes couleurs. Matériau : verre, céramique ou pierre naturelle. Pose sur lit de mortier de ciment ou collage (fig. 3 à 8).

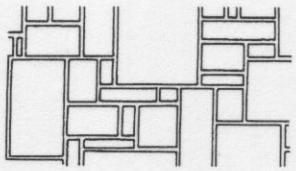
Carreaux en céramique : Les carreaux en grès cérame, les dalles pour sol et les dalles en mosaïque sont constitués d'une pâte d'argile vitrifiée par processus de cuisson. Ainsi, il n'y a presque pas d'absorption d'eau. Il en résulte qu'ils sont résistants au gel, à l'épreuve des acides de façon limitée, résistent bien à l'usure mécanique mais ne sont pas toujours résistants à l'huile.

Sols en parquet : En bois naturel sous forme de lamelles de parquet, de plaques, de parquet mosaïque et de lames de parquet (fig. 17 à 22). La face supérieure des éléments de parquet préfabriqués est constituée de chêne ou d'un autre bois de parquet (fig. 17 et 18).
Lames avec rainure et languette : épicéa/sapin de Norvège, pin rouge d'Amérique, pitchpin.

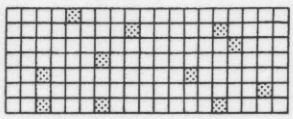
Pavés de bois : (bois de bout) carrés ou ronds posés sur un support en béton (fig. 23 et 24).



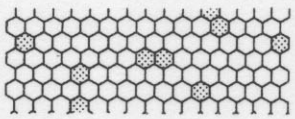
① Dalles de pierre naturelle posées irrégulièrement (*opus incertum*).



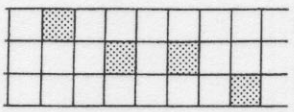
② Dalles de pierre naturelle posées en opus romain.



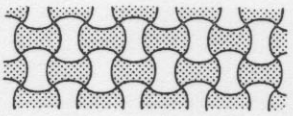
③ Carrelage en petits carreaux 20/20 ou 33/33 mm.



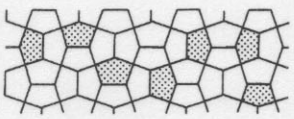
④ Carrelage en petits carreaux hexagonaux 25/39 ou 50/60 mm.



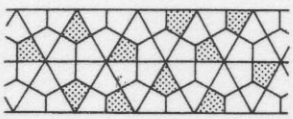
⑤ Carrelage en carreaux 50/50, 69/69 ou 75/75 mm.



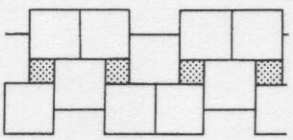
⑥ Carrelage en petits carreaux à secteurs circulaires 35/35 ou 48/48 mm.



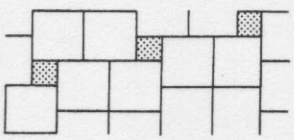
⑦ Carrelage en petits carreaux à cinq faces 45/32 mm.



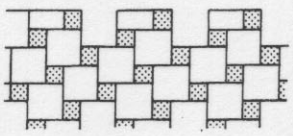
⑧ Carrelage à petits carreaux de type Essen 57/80 mm.



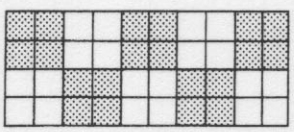
⑨ Carreaux avec pièces intercalaires en natte.



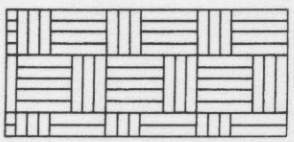
⑩ Carreaux avec pièces intercalaires 100/100 et 50/50.



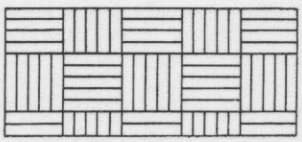
⑪ Carreaux avec pièces intercalaires en assemblage décalé.



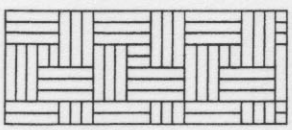
⑫ Carreaux doublés en échiquier.



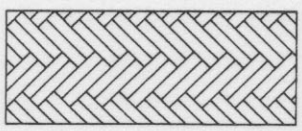
⑬ Parquet mosaïque.



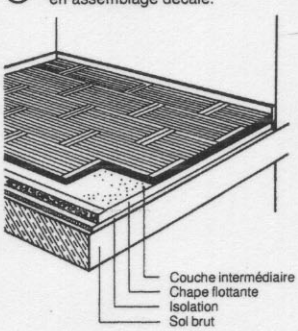
⑭ Parquet mosaïque.



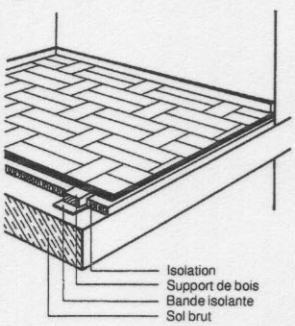
⑮ Parquet mosaïque en natte.



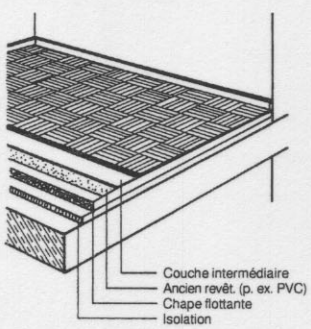
⑯ Modèle à chevrons.



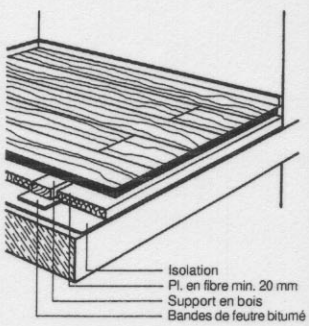
⑰ Parquet en éléments préfabriqués sur chape de ciment.



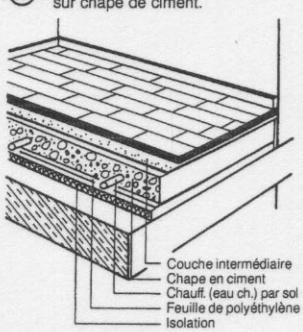
⑱ Parquet en éléments préfabriqués sur support de bois.



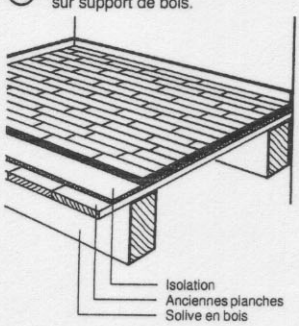
⑲ Parquet en éléments préfabriqués sur un ancien revêtement.



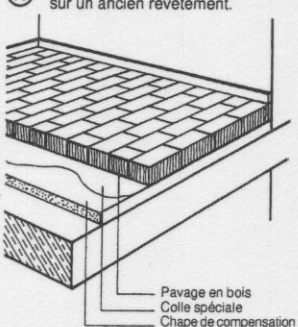
⑳ Parquet en éléments préfabriqués sur supports de bois.



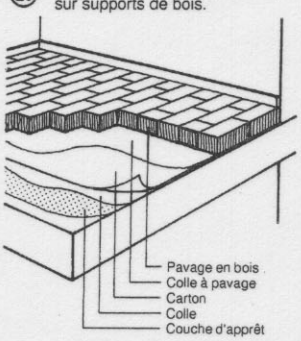
㉑ Parquet en éléments préfabriqués sur sol chauffant.



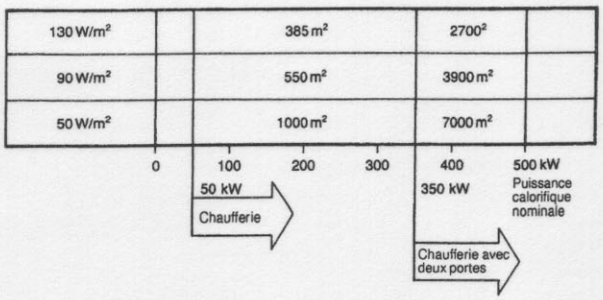
㉒ Parquet en éléments préfabriqués sur un ancien parquet.



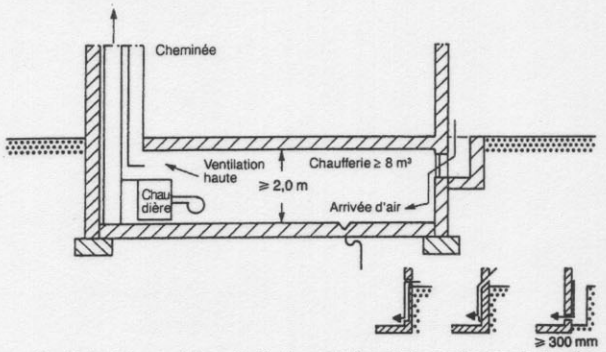
㉓ Pavage en bois posé sous pression avec traitement de surface (espace habitable).



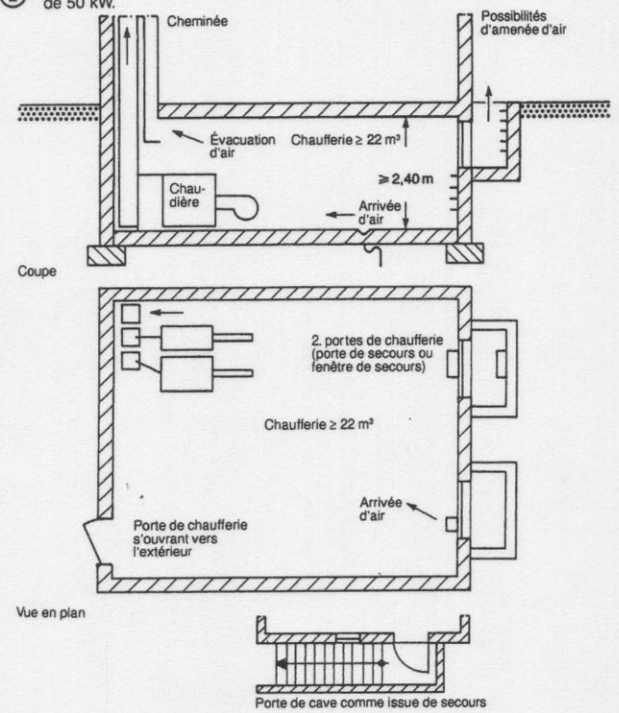
㉔ Pavage en bois posé sous pression sur un support en béton aplani et ribbé.



① Les foyers avec une puissance calorifique de plus de 50 kW nécessitent une chaufferie individuelle.



② Chaufferie (volume minimum 8 m³) nécessaire à partir d'une puissance de chauffage de 50 kW.



③ Chaufferie avec deux portes (volume minimal 22 m³) nécessaire pour une puissance de chauffage ≥ 350 kW.

On distingue les installations de chauffage selon leur source d'énergie et les types de surfaces de chauffe.

Chauffage au mazout. Il est, avec le gaz et l'électricité, l'un des types de chauffage les plus répandus encore actuellement. Il utilise du fuel léger.

Avantages et inconvénients d'un chauffage au mazout. Plus faible coût de combustible (comparé au gaz environ 10 à 25 %). Indépendant du réseau d'approvisionnement public. Facilement réglable. Coût important pour le stockage et l'installation d'une cuve. Dans les maisons de rapport, il en résulte une perte des intérêts locatifs due à l'espace de stockage du combustible. Possible seulement en respectant les directives strictes dans les zones de protection contre les eaux et dans les zones dangereuses à hautes eaux. Soumis à des consignes d'implantation pour la cuve.

Chauffage au gaz. Utilisation du gaz naturel pour le chauffage de plus en plus importante.

Avantages et inconvénients d'un chauffage au gaz. Pas de frais de stockage. Plus faible dépenses d'entretien. Paiement après consommation. Utilisable dans les zones de protection contre les eaux. Facilité de réglage. Plus important rendement annuel. Utilisable pour le chauffage d'appartements individuels ou de pièces individuelles (chaudière à gaz). Faible charge sur l'environnement. Dépendant du réseau d'approvisionnement. Plus haut coût d'énergie. Peur d'explosion du gaz. Une rénovation de la cheminée est nécessaire lors du passage du mazout au gaz.

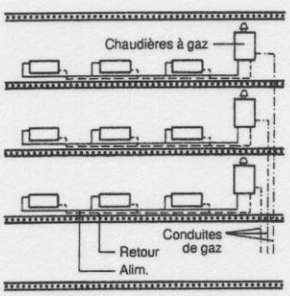
Combustibles solides. Le chauffage des immeubles à partir de la houille, de la lignite ou du bois est rarement utilisé. Les centrales de chauffage constituent une exception parce que ce type de chauffage trouve une utilisation économiquement raisonnable seulement à partir d'une certaine puissance. Puisque selon les combustibles, une grande quantité de produits nuisibles est libérée, des taxes très élevées sont imposées (protection de la nature).

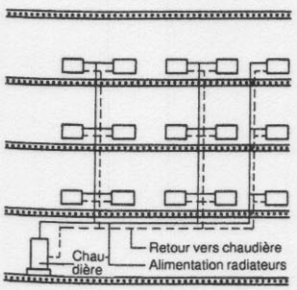
Avantages et inconvénients des combustibles solides. Indépendance vis-à-vis des importations d'énergie. Faible coût de combustible. Dépenses de fonctionnement plus élevées. Grand espace de stockage nécessaire. Echappement de produits toxiques important. Réglage difficile.

Formes d'énergies renouvelables. En font partie : rayonnement du soleil, force du vent, énergie hydraulique, biomasse (plantes), déchets (biogaz). La demande est relativement faible car l'amortissement n'est pas atteint pendant la durée de vie des installations.

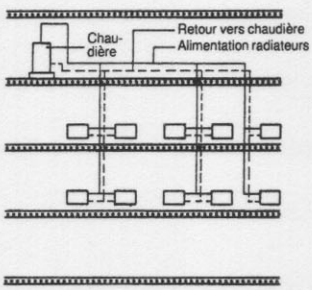
Chauffage à distance. Contrairement aux porteurs d'énergie primaires, il s'agit de porteurs d'énergie indirects. La chaleur est produite dans des centrales de chauffage ou dans des usines avec un couplage chaleur/force motrice.

Avantages et inconvénients du chauffage à distance. Chaufferies et cheminées ne sont pas nécessaires. Pas de frais de stockage. Paiement après consommation. Utilisable dans les zones de protection contre les eaux. En combinant production de chaleur et production d'énergie motrice, l'environnement est préservé. Plus grand coût de l'énergie. Dépendance vis-à-vis du réseau de distribution. Un changement de type de chauffage nécessite une cheminée.

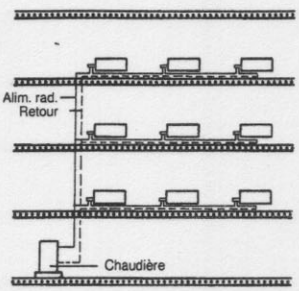




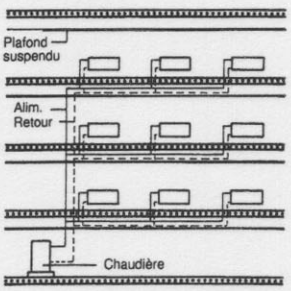
④ Système à distribution bitube par le bas (« en chandelle ») avec réseaux verticaux.



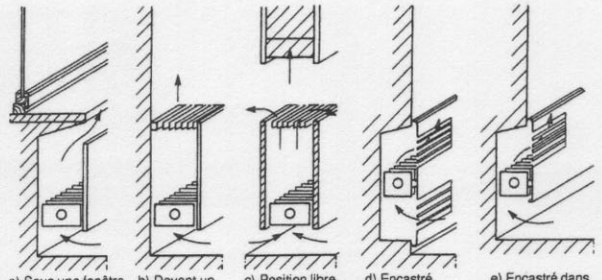
⑤ Système à distribution bitube par le haut (« en parapluie ») avec réseaux verticaux.



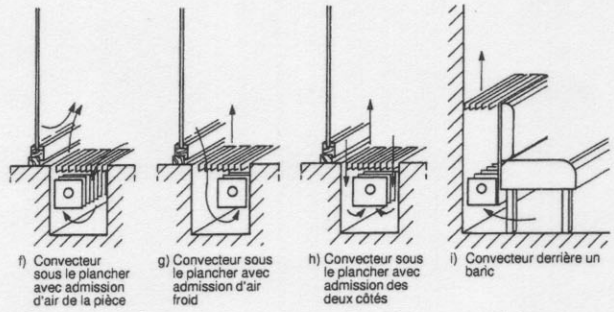
⑥ Système monotube avec vannes spéciales et distribution horizontale.



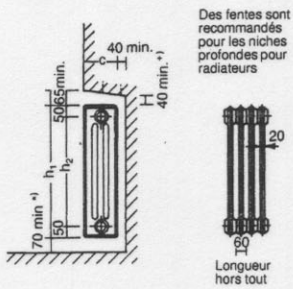
⑦ Système bitube avec distribution horizontale (construction standard pour immeubles de bureaux).



① Différentes possibilités d'encastrement de convecteurs.



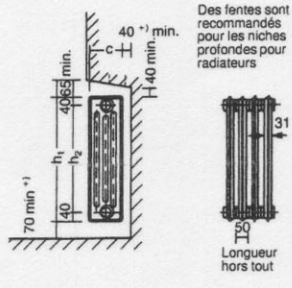
② Différentes possibilités d'encastrement de convecteurs.



Hauteur hors tout h_1 (en mm)	Distance entre bagues h_2 (en mm)	Profondeur hors tout C (en mm)	Surface à peindre par élém. (m²)
280	200	250	0,18[5]
430	350	70 110 160 220	0,09 0,12[3] 0,18[5] 0,25[5]
580	500	70 110 160 220	0,12 0,18 0,25[2] 0,34[5]
680	600	160	0,30[5]
980	900	70 160 220	0,20[5] 0,44 0,58

③ Dimensions hors tout des radiateurs en fonte.

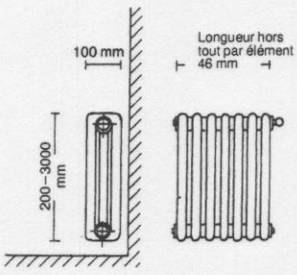
④ Dimensions hors tout des radiateurs en fonte.



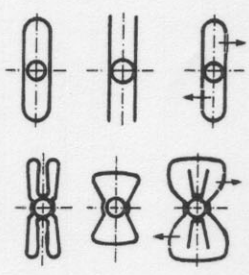
Hauteur hors tout h_1 en mm	Distance entre bagues h_2 en mm	Profondeur hors tout C en mm	Surface à peindre par élém. (m²)
300	200	250	0,16
450	350	160 220	0,15[5] 0,21
600	500	110 160 220	0,14 0,20[5] 0,28[5]
1000	900	110 160 220	0,24 0,34[5] 0,48

⑤ Dimensions hors tout des radiateurs en acier.

⑥ Dimensions hors tout des radiateurs en acier.



⑦ Radiateurs à tubulures (3 tubes).



⑧ Différents habillages des tubes pour radiateurs à tubulures.

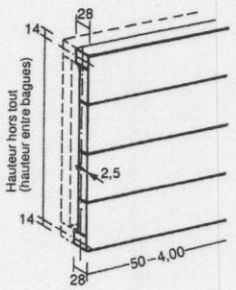
Chauffage électrique. Le chauffage continu des pièces à partir du courant électrique, à l'exception des chauffages par accumulation avec l'électricité de nuit, n'est possible que dans des cas particuliers à cause du prix important du courant. Le chauffage électrique est avan-tageux pour des pièces utilisées temporairement, comme par exemple garages, loges de gardien, églises. *Avantages principaux :* court temps de mise en température, fonctionnement propre, aucun stockage de combustible, toujours prêt à fonctionner, prix d'acquisition minimum.

Chauffage par accumulation avec courant de nuit. Chauffage électrique par le sol, radiateur électrique à accumulation ou chaudière de chauffage électrique. On utilise les périodes creuses des entreprises de distribution d'énergie. Pour le chauffage électrique par le sol, la dalle en ciment, chauffée la nuit, restitue la chaleur à l'air dans la pièce pendant la journée. De même, les éléments accumulateurs des poêles à accumulation électriques ou des chaudières électriques sont chauffés pendant les heures creuses. Contrairement au chauffage par le sol, les deux systèmes de chauffage précédents sont réglables.

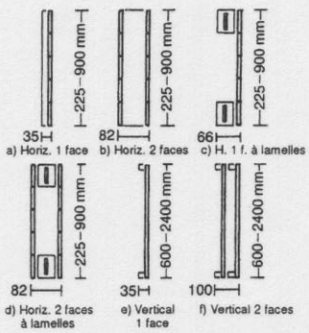
Avantages du chauffage à accumulation électrique. Il n'y a pas besoin de chaufferie ou de cheminée. Aucun dégagement de gaz. Faible coût d'entretien. Aucune mise en réserve de combustible.

Convecteurs. La chaleur des convecteurs n'est pas transmise par rayonnement mais par la transmission directe de la chaleur aux molécules de l'air. Pour cette raison, les convecteurs peuvent être encastrés et aussi recouverts sans que la puissance calorifique soit diminuée pour autant. Les inconvénients sont un fort brassage d'air et donc de poussière.

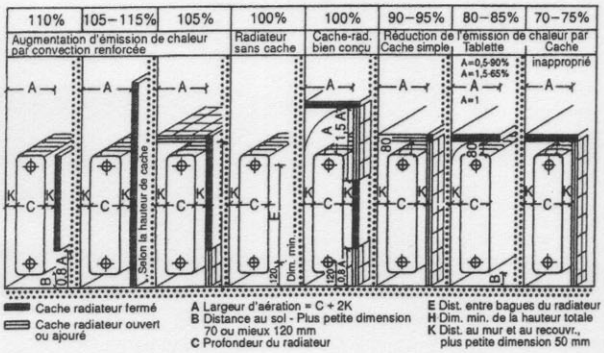
La puissance d'un convecteur dépend de la hauteur d'air au dessus de l'élément de chauffage. Il faut prévoir des sections assez importantes pour l'arrivée et l'évacuation de l'air des convecteurs (fig. 1). Convecteurs sous le plancher (fig. 2). Mêmes conditions que pour les convecteurs au dessus du sol. La disposition des convecteurs sous le plancher dépend de la part de la fenêtre dans les besoins globaux en chaleur de la pièce. Si cette part est supérieure à 70%, on choisira la disposition (fig. 2f), comprise entre 20 et 70%, la disposition (fig. 2h), inférieure à 20%, la disposition (fig. 2g). Les convecteurs sans ventilateur ne conviennent pas pour les chauffages dans des conditions de basses températures puisque la puissance des convecteurs dépend du débit d'air et ainsi de la différence de température entre l'air de la pièce et l'élément de chauffage. Pour augmenter la puissance des convecteurs ayant une hauteur trop faible (convecteur au sol par exemple), on peut installer des ventilateurs. Les convecteurs avec ventilateurs sont utilisables de façon limitée dans les locaux d'habitation à cause du bruit créé (fig. 1). Les éléments de chauffage peuvent être dissimulés de différentes manières. La perte de rendement est parfois considérable. Tenir compte des commodités de nettoyage. Avec un recouvrement métallique, la part de chaleur par rayonnement est presque totalement transmise à l'air de la pièce. Pour des recouvrements en matériaux de plus faible conductivité thermique, la chaleur rayonnante est considérablement absorbée (p.95, fig. 2). Le mouvement de l'air est représenté à l'intérieur d'une pièce chauffée. L'air se chauffe au contact de l'élément chauffant, monte le long de la fenêtre vers le plafond et se refroidit au contact des murs extérieurs et intérieurs. L'air refroidi s'écoule sur le plancher et retourne à nouveau vers l'élément chauffant. Il en est autre-ment si l'élément chauffant est installé sur le mur opposé à la fenêtre. L'air se refroidit au contact de la fenêtre, s'écoule en étant alors froid sur le plancher vers le radiateur et s'échauffe seulement à cet endroit. Voir p.95.



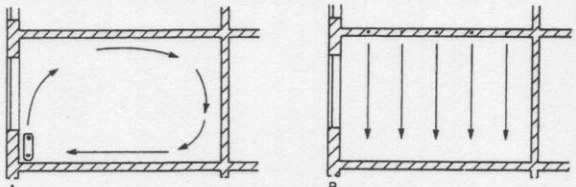
⑨ Coupe à travers un élément chauffant plat.



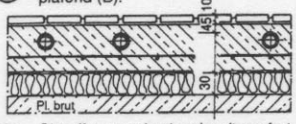
⑩ Vue du dessus de différents radiateurs plats.



① Variations d'émission de chaleur selon différents caches de radiateurs.

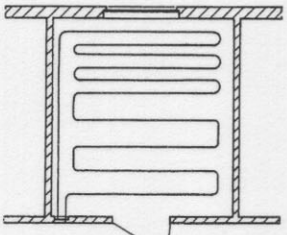


② Mouvement d'air dû à un chauffage par radiateur (A) et à un chauffage par le plafond (B).

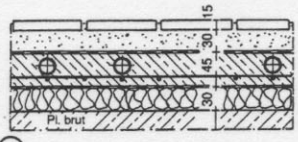


③ Chauffage par le plancher (transfert humide).

Composition du plancher (de haut en bas) :
- Carreaux 15 mm collés
- Chape (recouvrement des tuyaux 45 mm minimum)
- Natte de support pour armature (Æ 3,5 mm)
- Feuille de polyéthylène 0,2 mm
- Isolation PST 33/30

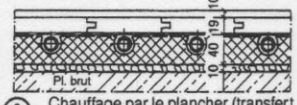


⑦ Les tubes de chauffage par le plafond sont posés plus près les uns des autres à prox. des murs ext.



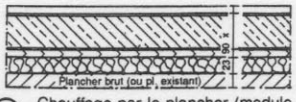
④ Chauffage par le plancher.

Composition du plancher (de haut en bas) :
- Carreaux 15 mm
- Lit de mortier 30 mm
- Feuille de glissement 0,3 mm
- Chape 45 mm
- Natte de support pour les tuyaux de chauffage
- Feuille de polyéthylène 0,2 mm
- Isolation PST 33/30



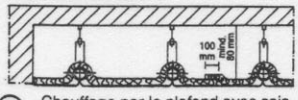
⑧ Chauffage par le plancher (transfert sec).

Composition du plancher (de haut en bas) :
- Carreaux 10 mm collés ou moquette
- Chape sèche en plaques 19 mm
- Feuille de polyéthylène 0,2 mm
- Lamelles de transmission en aluminium
- Eléments de pose en polystyrol avec encoches pour tuyaux de chauffage
- Natte en fibre minérale 13/10 comme isolation aux bruits d'impact, si nécessaire

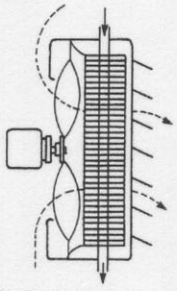


⑤ Chauffage par le plancher (module chaleur).

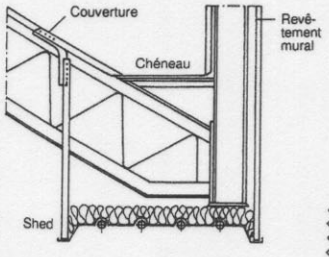
Composition du plancher (de haut en bas) :
- Partie sup. du revêtement avec couche porteuse (haut. var.)
- Feuille de polyéthylène
- Module chaleur avec isolation



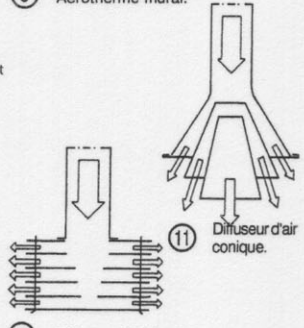
⑥ Chauffage par le plafond avec caissons en aluminium.



⑨ Aérotherme mural.



⑩ Plaque rayonnante.



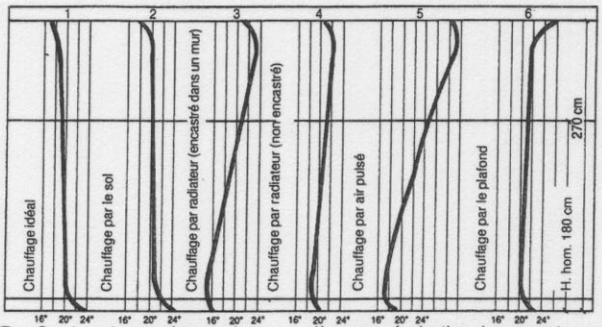
⑫ Diffuseur d'air à plaques.

Une troisième solution consiste à remplacer les radiateurs par un chauffage par le sol. Dans ce cas on obtient un chauffage régulier de l'air de la pièce. On rencontre des problèmes seulement pour les grandes surfaces de fenêtres, problèmes qui sont résolus à l'aide de radiateurs d'appoint comme, par exemple, des convecteurs encastrés dans le sol.

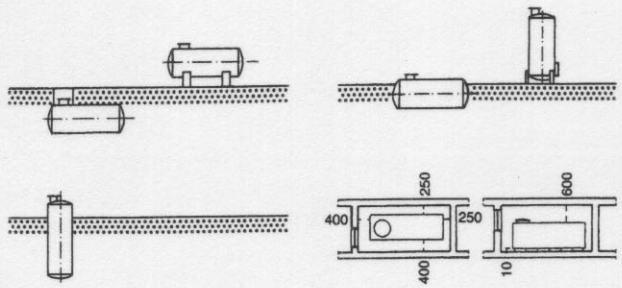
Allergies aux poussières ménagères dans les pièces chauffées. Jusqu'à présent, on a négligé l'effet des radiateurs dans les mesures contre les allergies aux poussières ménagères ou aux acariens. Les radiateurs avec une part importante de convection font tournoyer les poussières ménagères, provoquant des allergies. Les poussières arrivent de cette manière plus rapidement en contact nocif avec les muqueuses. Par ailleurs, le nettoyage est presque impossible dans le cas de radiateurs convectifs à ailettes. Les radiateurs remplissant les conditions suivantes sont donc avantageux : convection minimale et nettoyage facile. Ces exigences sont remplies par les radiateurs à une seule face sans ailettes de convection et par les radiateurs tubulaires.

Stockage de mazout. La quantité de mazout doit suffire pour un minimum de trois mois et un maximum correspondant à une saison de chauffage. La quantité annuelle estimée de combustible s'élève à environ 6 à 10 l par mètre cube de pièce à chauffer. Il est autorisé de stocker une quantité ≤ 5 m³ dans la chaufferie. Le réservoir doit être placé dans un bac qui peut contenir la quantité totale de mazout. Les réservoirs enterrés doivent être équipés de dispositifs d'étanchéité contre les fuites, par exemple citerne à double paroi ou avec une garniture intérieure en plastique. Dans les zones de protection contre les eaux, les quantités maximales et des mesures de sécurité supplémentaires sont imposées. A l'intérieur des immeubles, on emploie soit des batteries de cuves en matière plastique, de 500 à 2000 litres pour chaque cuve, ou des réservoirs en acier assemblés par soudure sur place et dont la dimension est choisie librement. Le local où se trouve le réservoir doit être accessible.
L'étanchéité du réservoir doit être testée régulièrement. La même règle est applicable ici : la pièce contenant le réservoir doit pouvoir contenir la quantité totale de combustible en cas d'urgence. Les installations de stockage doivent être équipées de dispositifs pour le remplissage et pour la sécurité. En outre, il est imposé des dispositifs de sécurité contre les débordements et, suivant le type de stockage, un système d'alarme (par exemple pour les réservoirs enterrés).

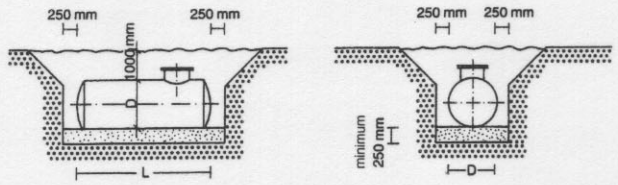
Chauffage par surfaces étendues. Comprend l'ensemble des surfaces importantes qui entourent une pièce. Avec des températures relativement faibles.
Types de chauffage par surfaces étendues : chauffage par le sol, par le plafond et par les murs.
Chauffage par le sol. Dans le chauffage par le sol, la chaleur est transmise à partir de la surface du plancher aussi bien à l'air de la pièce qu'aux murs et au plafond. Le transfert de la chaleur vers l'air s'effectue par convection, c'est-à-dire par circulation d'air à la surface du plancher. La transmission de chaleur vers les murs et vers le plafond se fait en revanche par rayonnement. La puissance calorifique peut, selon le recouvrement de sol, atteindre de 70 à 110 W/m². Comme recouvrement de sol, à peu près tous les revêtements usuels de céramique, de bois ou de textile sont appropriés. La résistance au passage de la chaleur ne devrait cependant pas dépasser 0,15 m² K / W. Voir p.96.



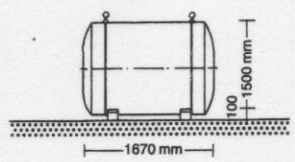
⑬ Courbes de température dans une pièce pour évaluation du comportement physiologique à la chaleur dans le cas de différents systèmes de chauffage.



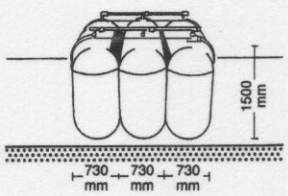
① Possibilités d'installation de cuves normalisées pour fuel.



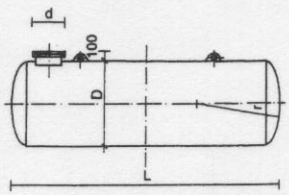
② Creusement d'une fosse pour réservoir de fuel dans la terre.



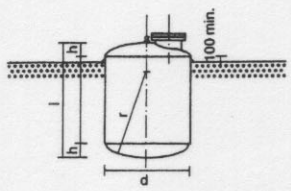
③ Batterie de cuves en matière plastique (polyamide). Vue latérale.



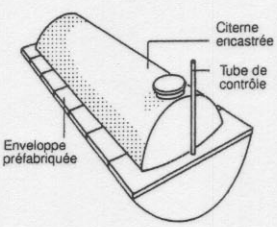
④ Batterie de cuves en matière plastique (fig.3) (dimension maxi. d'une batterie : 5 réservoirs).



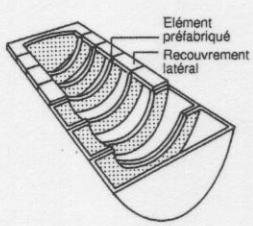
⑤ Citerne de stockage pour fuel . Vue latérale.



⑥ Citerne de stockage pour fuel. Vue de face.



⑦ Citerne de stockage encastrée.



⑧ Cuvelage de protection préfabriqué en béton pour citerne à fuel.

Chauffage par le sol

L'épaisseur de la chape en ciment dépend de son type, de son traitement et de la charge à laquelle elle est soumise. En cas d'utilisation de ciment et de tuyaux de chauffage se trouvant immédiatement au dessus de l'isolation thermique, il est obligatoire de recouvrir les tuyaux par un minimum de 45 mm de ciment. Revêtement non compris, il en résulte une épaisseur totale minimum de 75 mm. La chape se dilate en période de fonctionnement du chauffage et il se produit pendant le chauffage des différences de températures entre la surface et le dessous de la chape. A cause de la dilatation différentielle, il se produit dans le cas de revêtements de sol en céramique des tensions dans la partie supérieure de la chape qui ne peuvent être absorbées que par l'armature située au dessus. Dans le cas de sols couverts de moquette ou de parquet, on peut renoncer à cette armature puisque la chute de température entre le dessus et le dessous de la chape est plus faible que pour des revêtements en céramique. Dans les prescriptions sur les revêtements calorifuges, indépendamment du choix des justifications des revêtements calorifuges, des exigences spéciales sont imposées sur la limitation des déperditions thermiques pour les chauffages par surfaces étendues : « Pour les chauffages par surfaces étendues, le coefficient de transmission de chaleur des couches relatives aux éléments de construction entre la surface chauffante et l'air extérieur, le terrain ou les parties de la construction ayant une température interne beaucoup plus basse, ne doit pas dépasser la valeur de 0,45 W/m² ». La norme sur le chauffage par le plancher avec de l'eau chaude fait mention de températures maximales admissibles pour les surfaces de plancher : la température maximale admissible du plancher pour des zones de séjour de longue durée est de 28 °C. La température maximale admissible du plancher pour les zones voisines des parois s'élève à 35 °C à condition que cette zone ne mesure pas plus d'1 m. Pour les salles de bains, on admet une température maximale de plancher de 9 °C au dessus de la température standard de la pièce. Normalement un chauffage respectant ces conditions est possible puisque la demande de chaleur dépasse rarement 90 W/m². Dans quelques cas seulement, par exemple, dans le cas de surfaces de fenêtres importantes ou pour des pièces ayant plus que deux murs donnant sur l'extérieur, la demande de chaleur est plus importante. Dans ces cas, d'autres surfaces chauffantes statiques ou un chauffage à air chaud doivent être installés en plus du chauffage par le sol.

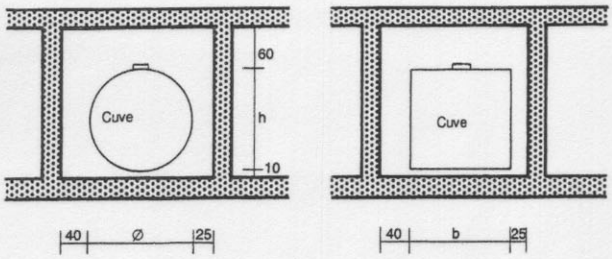
Capacité nominale V en litres (dm³)		Dimensions maxi. en mm			Masse (avec accessoires) en kg
		Longueur		Profondeur	
1000	(1100)	1100	(1100)	720	≈ 30–50 kg
1500	(1600)	1650	(1720)	720	≈ 40–60 kg
2000		2150		720	≈ 50–80 kg

⑨ Dimensions de construction pour les batteries de cuves en matière plastique.

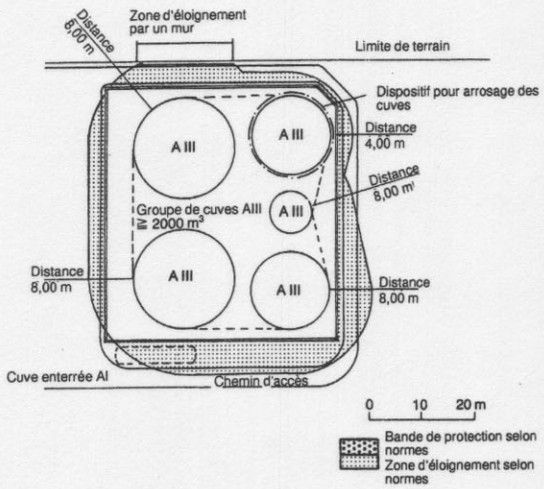
Capacité mini. V en m³	Dimensions en mm (minimum)					Poids en kg de		
	Diamètre extérieur d_1	Long. l	Épaiss. de tôle 1 paroi	ch. des 2 parois	Diam. int. regard de visite	1,1 1 paroi	1,2 A/C	B
1	1000	1510	5	3	-	265	-	-
3	1250	2740	5	3	-	325	-	-
5	1600	2820	5	3	500	700	700	790
7	1600	3740	5	3	500	885	930	980
10	1600	5350	5	3	500	1200	1250	1300
16	1600	8570	5	3	500	1800	1850	1900
20	2000	6969	6	3	600	2300	2400	2450
25	2000	8540	6	3	600	2750	2850	2900
30	2000	10120	6	3	600	3300	3400	3450
40	2500	8800	7	4(5)	600	4200	4400	4450
50	2500	10800	7	4	600	5100	5300	5350
60	2500	12800	7	4	600	6100	6300	6350

						Poids en kg de			
						1,3 A	B	2,1	2,2 B
1,7	1250	1590	5	-	500	-	-	-	390
2,8	1600	1670	5	-	500	-	-	-	390
3,8	1600	2130	5	-	500	-	-	-	600
5	1600	2820	5	3	500	700	745	-	740
6	2000	2220	5	-	500	-	-	-	930
7	1600	3740	5	3	500	885	930	935	-
10	1600	5350	5	3	500	1250	1250	1250	-
16	1600	8570	5	3	500	1800	1950	1850	-
20	2000	6960	6	3	600	2300	2350	2350	-
25	2000	8540	6	3	600	2750	2800	2800	-
30	2000	10120	6	3	600	3300	3350	-	-
	2500	6665	7	-	600	-	-	3350	-
40	2500	8800	7	4	600	4200	4250	4250	-
50	2500	10800	7	4	600	5100	5150	-	-
	2900	8400	9	-	600	-	-	6150	-
60	2500	12800	7	4	600	6100	6150	-	-
	2900	9585	9	-	600	-	-	6900	-

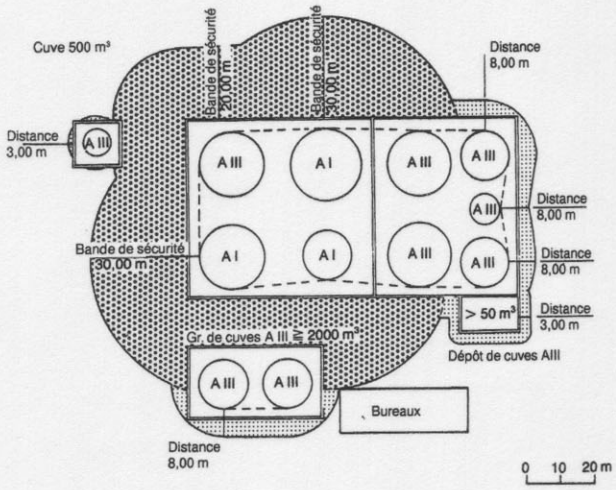
⑩ Dimensions de cuves à fuel cylindriques (fig. 5).



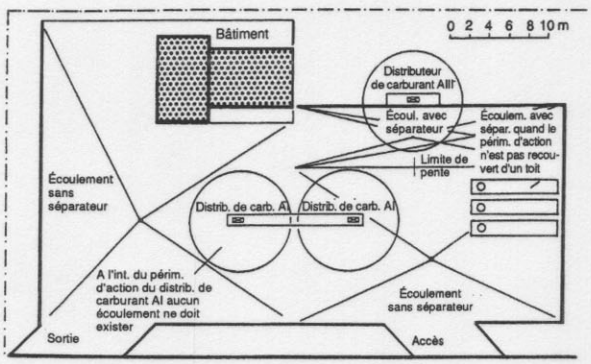
① Cuve de stockage de fuel dans un local.



② Petit stockage de carburant.



③ Stockage important de carburant.

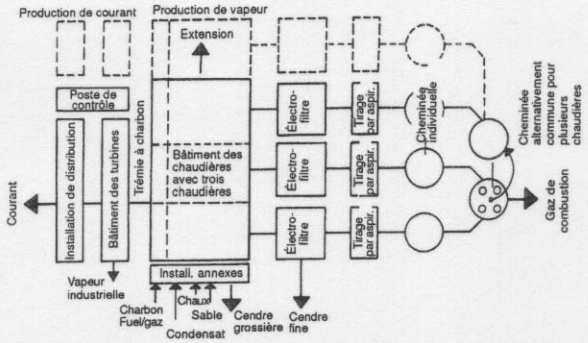


④ Poste de ravitaillement en carburant.

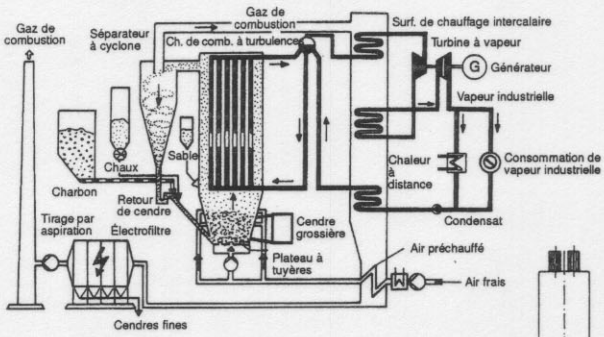
En cas de fuite du liquide stocké, les espaces collecteurs empêchent que le contenu de la cuve puisse se propager au delà de l'espace collecteur. Ils doivent pouvoir recueillir au moins 1/10 du volume de toutes les cuves installées et au moins le volume total de la plus grande cuve.
Cuves dans un local : les espaces collecteurs sont exigés à partir d'un volume de stockage de 450 litres. On peut s'en passer dans le cas de cuves en acier à double paroi. Jusqu'à un volume de 100 000 litres avec dispositif indicateur de fuite, ou en matériau synthétique renforcé en fibres de verre avec homologation de construction, ou dans le cas de cuves métalliques munies d'un revêtement intérieur en matière synthétique avec homologation de construction.
Les espaces collecteurs doivent être construits dans des matériaux non combustibles et ignifuges ayant une solidité, une étanchéité et une stabilité statique suffisantes et ne doivent permettre aucune fuite. Distance minimum entre la cuve et les murs de 40 cm au moins sur deux côtés contigus accessibles, sinon 25 cm, 10 cm minimum par rapport au sol et 60 cm par rapport au plafond (fig. 1).

Cat. de danger
- A Point d'inflammation en dessous de 100°C
- AI Point d'inflammation en dessous de 21°C
- AII Point d'inflammation de 21°C à 55°C
- AIII Point d'inflammation de 55°C à 100°C
- B Point d'inflammation en dessous de 21°C et 15°C pour les combustibles solubles dans l'eau.

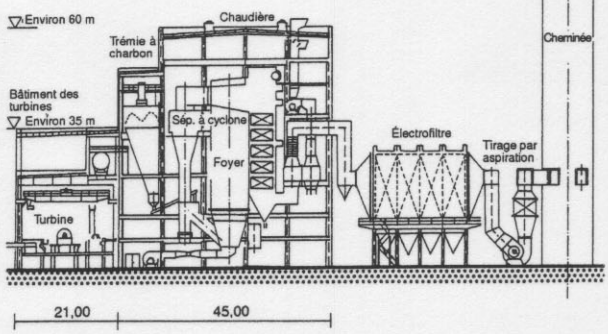
Cuves à l'extérieur et au dessus du sol. Les espaces collecteurs sont obligatoires à partir d'un volume de 1 000 litres. Les espaces collecteurs peuvent être constitués par un remblai. Dans le cas de cuves dont le volume dépasse 100 m³, la distance entre remblais, murs ou enveloppe de protection annulaire et les cuves doit être au minimum de 1,5 m. Cette distance peut être réduite à 1 m pour les espaces collecteurs quadrangulaires dans le cas de cuves cylindriques verticales jusqu'à des volumes de 2 000 m³. Prévoir des dispositifs obturables pour l'évacuation de l'eau.
Si l'eau peut s'écouler automatiquement, il faut installer un séparateur. Les éléments d'installation au dessus du sol exigent une protection des accès. La distance minimale entre le voisinage et les stockages de volume supérieur à 500 m³ est de 3 m. Cette distance augmente pour des volumes plus importants, jusqu'à 8 m pour des volumes de 2 000 m³. Pour la lutte contre l'incendie, chemins d'accès pour les pompiers et leur équipement (fig. 2 et 3).
Cuves enterrées : Distance minimale des cuves de 0,4 m par rapport aux limites du terrain et de 1m par rapport aux bâtiments. Ancrage au sous-sol pour empêcher les cuves vides de surnager sur la nappe phréatique par période de hautes-eaux. Remblai minimal de 0,3 m et maximum de 1 m au-dessus des cuves. Ouverture d'accès de 60 cm de diamètre sur laquelle doit être placé un sas d'accès étanche à l'eau avec un diamètre intérieur minimal de 1 m et plus large de 0,2 m que le couvercle du sas. Le couvercle du sas doit résister à une charge d'épreuve de 100 kN en zone de circulation.
Les points de remplissage exigent une autorisation dans le cas de liquides inflammables des catégories AI, AII ou B. Ces endroits doivent être praticables sans manœuvres et présenter une protection d'accès. Le sol doit être imperméable en bitume, en béton ou en pavage avec joints étanches. Des écoulements avec séparateurs, des sécurités de trop-plein, des dispositifs de vidange et de nettoyage pour véhicules-citerne sont nécessaires.
Les liquides inflammables de la catégorie AIII, par exemple fuel et carburant diesel alimentant les postes de ravitaillement en carburant pour l'approvisionnement des véhicules routiers, maritimes et aériens ne doivent pas être stockés avec les carburants des classes AI, AII ou B. Les zones d'influence en surface et les séparateurs ne doivent pas non plus s'entrecouper (fig. 4).
Toutes les cuves nécessitent :
Aération et évacuation d'air, agissant à l'air libre sur un minimum de 50 cm au-dessus du sas ou du sol pour les cuves enterrées, qui doivent être protégées des pénétrations d'eau. Dispositifs pour vérifier le niveau de remplissage. Ouverture d'accès avec un diamètre intérieur minimal de 60 cm ou bien ouverture de visite avec diamètre minimal de 120 mm. Sécurité contre la foudre et les charges électrostatiques. Résistance à l'action des flammes, aux corrosions internes et externes et équipement d'extincteurs appropriés. Les cuves pour carburant diesel ou fuel EL de contenance supérieure à 1 000 litres possèdent un indicateur de valeur limite et une sécurité de trop-plein.



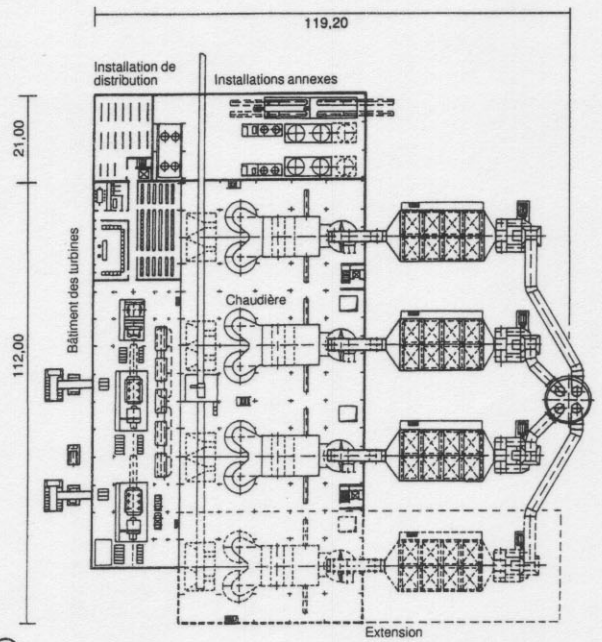
① Schéma de construction d'une centrale.



② Schéma de fonctionnement d'une centrale avec couplage chaleur-force (centrale binaire).



③ Coupe d'une centrale (fig. 4) vue d'en haut.



④ Plan d'ensemble d'une centrale à couche fluidisée turbulente.

Centrales avec combustion par couche fluidisée turbulente.

La caractéristique des centrales est de produire du courant électrique, de la vapeur ou de l'eau chaude d'une manière sûre et non polluante. Dans les centrales à charbon, à côté des techniques comme la combustion de charbon pulvérisé ou la combustion avec grilles, la combustion par lit fluidisé turbulent s'affirme de manière massive dans les années 80. Différents concepts et différentes réalisations, allant de systèmes stationnaires à des systèmes avec circulation, ont été développés. Du fait de la demande croissante de protection de l'environnement, la tendance va en direction de la combustion à couches fluidisées avec circulation. Il faut s'attendre à de nouveaux développements à partir de la technique atmosphérique actuelle vers des couches fluidisées chargées sous pression.

Sur la figure 1, les parties essentielles d'une installation et les flux de matières les plus importants sont représentés schématiquement. Une partie importante de l'installation concerne la production de vapeur. Elle est composée du bâtiment des chaudières avec plusieurs chaudières, de la trémie à charbon et de petits réservoirs de stockage, à proximité desquels on trouve les installations annexes, l'électrofiltre, le système de tirage du conduit de cheminée et les cheminées. Un second ensemble d'installations sera affecté à la produc-tion de courant électrique. Il comprend le bâtiment des turbines avec turbines, distribution de vapeur ainsi que l'installation de distribution avec transformateurs, distribution de courant et systèmes techniques de mesure et de régulation. Surveillance et commande de l'ensemble se font à partir d'un poste central.

Les matières essentielles sont :

a) les matières participant au flux d'entrée comme le charbon, le fuel ou le gaz, le sable et les condensats,
b) les matières participant au flux de sortie comme le courant électrique, la vapeur industrielle, les cendres et le gaz de combustion,
c) les matières participant au flux interne comme l'eau froide.

La préparation et le stockage des matières solides et liquides sont centralisés dans les installations annexes; les consommateurs individuels à l'intérieur de la centrale sont servis à partir de ces installations.

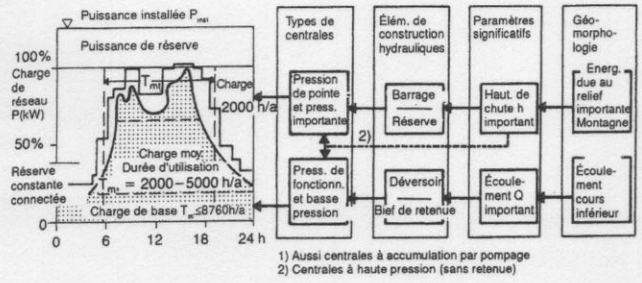
Le schéma de fonctionnement d'une centrale avec combustion par couche fluidisée et couplage chaleur/force est représenté sur la figure 2. Une telle application a lieu dans les centrales de chauffage et dans les centrales industrielles. Le charbon combustible est apporté par tapis mécaniques sur les cendres chaudes dans les résidus d'incinération et parvient ainsi dans la partie en dessous du foyer; pour les sortes de charbons secs, on préfère un chargement pneumatique directement dans le foyer. Une combustion complète a lieu pour des températures entre 800 et 900°C. L'air nécessaire à la combustion est aspiré à partir du bâtiment des chaudières ou de l'extérieur par un ventilateur. Il est échauffé en passant à travers un réchauffeur d'air. Il est introduit dans le foyer non seulement par une buse haute pression à travers le corps de la tuyère comme air primaire, mais aussi par le côté à plusieurs niveaux comme air secondaire. Il y a production de gaz brûlé chaud pendant la combustion; les cendres présentes dans le foyer recueillent, grâce à un tourbillonnement intensif, une partie de la chaleur de combustion, sont entraînés avec les gaz brûlés et apportent de la chaleur sur les surfaces chauffantes dans le foyer jusqu'à l'entrée dans le cyclone.

Dans le cyclone, la matière solide est essentiellement séparée du mélange gaz brûlé/particules solides et arrive de nouveau dans le foyer sur les résidus d'incinération. Il y a ainsi une circulation des particules solides. Les gaz brûlés chauds sont refroidis dans les surfaces chauffantes intercalées à la suite. Selon les conditions de température, la vapeur à haute pression ou la vapeur à moyenne pression est surchauffée. Le condensat et l'air de combustion sont chauffés. Les gaz de combustion sont dépoussiérés à environ 140°C dans un électrofiltre - alternativement dans un filtre en textile - et sont évacués grâce à un tirage par aspiration dans une cheminée individuelle ou alternativement dans une cheminée collective.

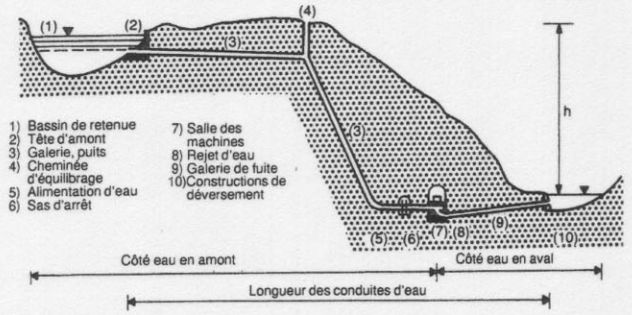
De la chaux en quantité dosée est ajoutée dans le foyer pour respecter le taux d'émission de soufre. Du sable, entre autres, est inséré aux matières solides qui circulent au moment du premier remplissage et pour complément ultérieur. La vapeur haute pression produite est détendue partiellement dans une turbine à vapeur et après surchauffe intermédiaire est détendue en tant que vapeur à moyenne pression jusqu'à l'état de vapeur industrielle. L'énergie produisant le courant est transformée en force dans la turbine et celle-ci à son tour en courant électrique dans le générateur. La vapeur industrielle est utilisée, entre autres, pour produire de l'eau chaude pour chauffage à distance, ainsi que pour des réactions chimiques et pour des opérations de séchage. La vapeur cède la chaleur essentiellement par condensation. Le condensat est collecté et le cas échéant purifié, puis remis dans la chaudière pour l'alimenter en eau.

La section transversale (fig. 3) et le plan d'ensemble (fig. 4) d'une centrale avec les dimensions des parties essentielles sont montrés ci-contre. Les dimensions correspondent à une centrale industrielle de dimension moyenne, composée de trois chaudières avec une production de vapeur de 200 t/h chacune et une possibilité d'extension pour une chaudière.

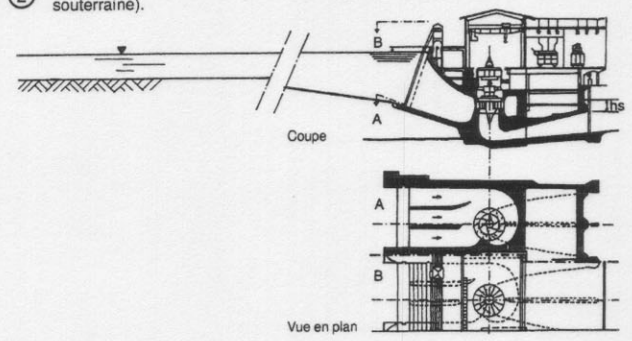
Une construction par tranches est la plupart du temps nécessaire pour intégrer une nouvelle unité dans une centrale; les concepts relatifs aux constructions nouvelles doivent tenir compte aussi des possibilités d'extension tout en garantissant le fonctionnement continu de l'installation existante; des surfaces nécessaires doivent être réservées à cet effet.



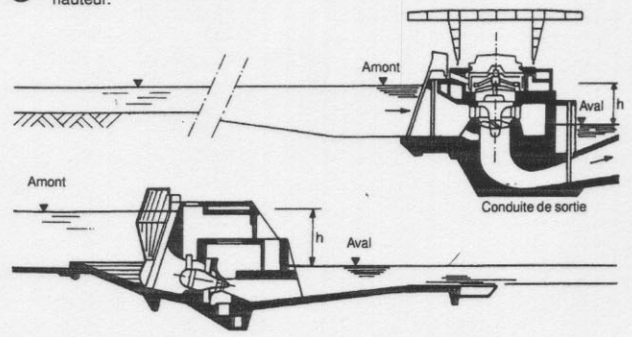
① Régime hydrographique - charge de réseau et types de centrales hydrauliques.



② Centrale avec retenue en hauteur et longue conduite d'amenée d'eau (centrale souterraine).

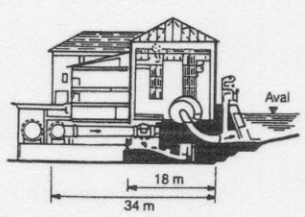


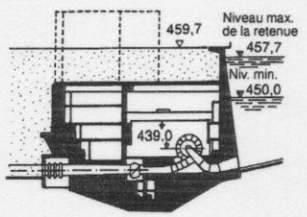
③ Centrale basse-pression avec turbine en spirale et axe vertical. Construction en hauteur.



④ Centrale avec turbine bulbe inclinée et béquille.

⑤ Centrale avec turbine Kaplan verticale. Construction à l'air libre.





⑥ Centrale avec salle des machines surélevée.

⑦ Centrale en position surplombée.

Le type de construction, la forme et les dimensions des bâtiments d'une installation de force motrice hydraulique sont déterminés par les données naturelles ainsi que le type, la forme du carter, les paliers et le nombre de turbines. Plus petite est la turbine, moins elle intervient dans la définition de la construction.

Types de turbines	Domaine d'application
Turbine à jet libre (turbine de Pelton)	Dénivellations importantes (jusqu'à 1820 m), petits débits ; plusieurs buses pour les débits plus importants.
Turbine Francis	Dénivellations moyennes (entre 50 et 670 m) pour des débits importants
Turbines Kaplan	Débits importants à fortes fluctuations et faibles dénivellations (70 m maximum)
Turbines au fil de l'eau (Ossberger)	Pour des puissances maximum de 800 kW ainsi que des dénivellations et des débits fortement fluctuants

Les types de turbines à réglage continu sont déterminées par leur vitesse de rotation spécifique.

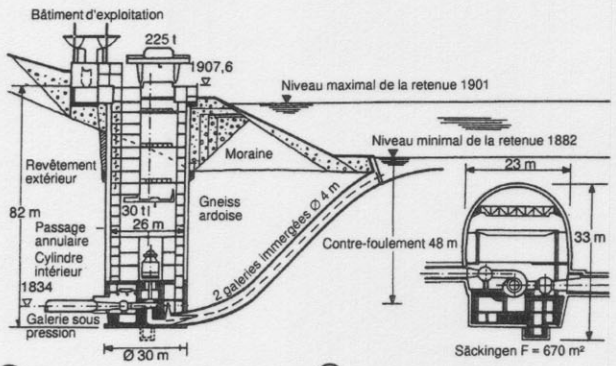
Les **pompes** des centrales à accumulation par pompage accumulant l'énergie hydraulique avec le courant en excès, sont des pompes centrifuges conformes aux turbines Francis. Elles peuvent toutefois fonctionner suivant plusieurs paliers pour surmonter les hauteurs manométriques importantes. Les turbines à pompage sont des machines réversibles fonctionnant en pompage et en turbinage.

Carter de turbine (bâche). L'eau est en général amenée dans les turbines Kaplan et les turbines Francis par une bâche en spirale. Pour les petites puissances et les petites dénivellations, le rotor peut être alimenté par une conduite. La turbine bulbe à été adoptée pour les turbines Kaplan de petite et de moyenne puissance ; le rotor en forme d'hélice de bateau est placé dans un conduit. Pour les turbines à jet libre, la bâche sert de protection contre les projections d'eau utilisée. **Position des axes** des machines : verticale, horizontale et aussi usuellement inclinée pour les turbines bulbe.

Nombre de machines. La puissance d'une centrale est répartie sur un nombre optimal de machines de même dimensions. Chaque groupe hydroélectrique est installé dans un bloc dont les dimensions en volume dépendent directement du type et du diamètre du rotor de la turbine. Une position en hauteur appropriée de la turbine est déterminante pour le coût de construction ainsi que pour un fonctionnement sans problèmes ; elle dépend du type de turbine et du niveau de la mer par rapport au lieu d'implantation.

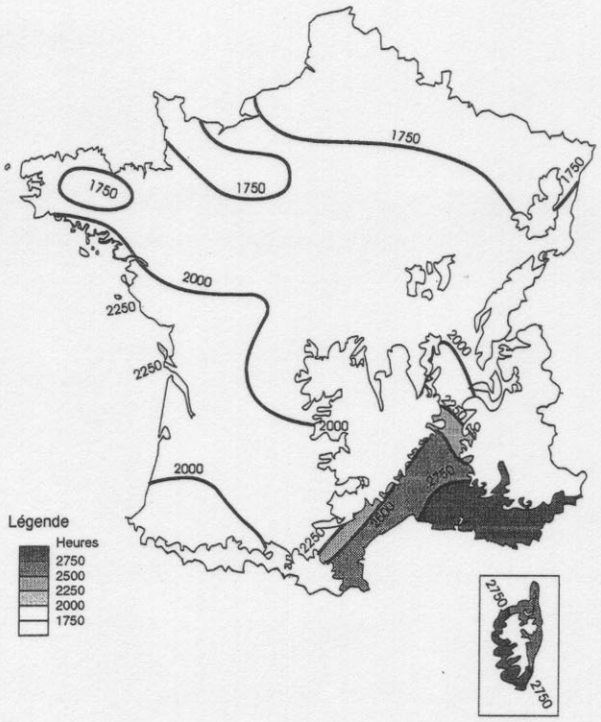
L'ensemble du **bâtiment de la centrale** se compose d'un ensemble de blocmachines, de blocs de montage ayant des dimensions en plan à peu près identiques et de salles annexes qui sont groupées autour des blocs pré-cités avec des frais de construction et de déplacement les plus faibles possible.

Construction des bâtiments de centrale hydraulique. Les dimensions et la configuration de l'espace au dessus des machines, mises à part les centrales enterrées, suivent deux tendances : ou bien type de construction à bâtiment élevé se basant sur un hall avec grue-portique disposée pour déplacer les éléments de machine importants, ou bien type de construction à l'air libre où les éléments de machine les plus importants sont déplacés par exemple à travers le toit de la centrale situé à une distance importante en dessous et à travers les vides de montage au moyen d'une grue-portique circulant à l'air libre ou d'une grue mobile. L'installation de machines en profondeur, pour les centrales à haute pression et les centrales à accumulation par pompage, conduit à recouvrir la construction (machines horizontales) ou à des constructions en puits (machines verticales). Pour les constructions enterrées, les machines produisant le courant sont installées dans un espace vide conçu de façon minière dans une roche la plus stable possible et aménagé avec une construction demandant un minimum de béton.

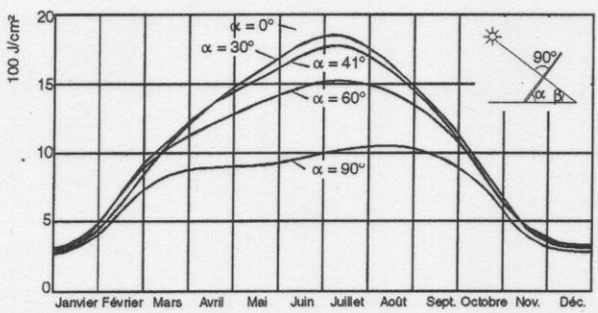


⑧ Centrale puits.

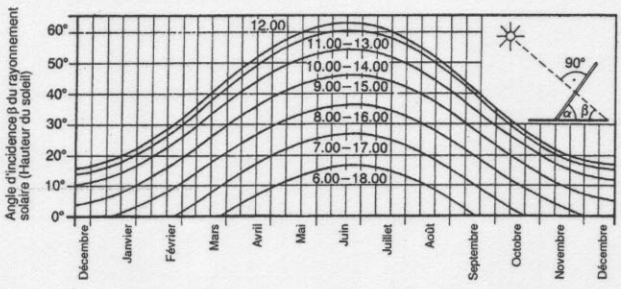
⑨ Centrale souterraine.



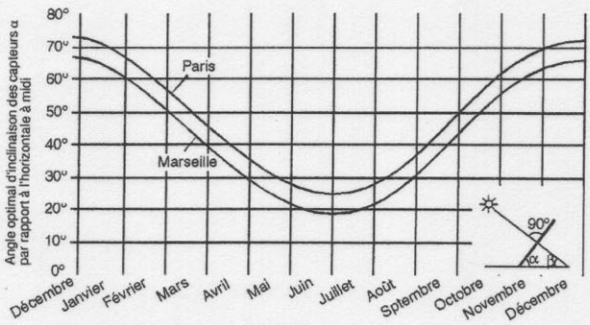
① Durée d'insolation, moyenne annuelle (d'après documents de Météo-France).



② Variation annuelle de l'irradiation solaire globale moyenne quotidienne reçue sur une surface plane orientée au sud selon certaines inclinaisons α des capteurs (d'après documents de Météo-France).



③ Angle d'incidence β du rayonnement solaire. Hauteur du soleil pour une latitude de 50° Nord au cours de l'année pour différentes heures.



④ Variation annuelle de l'angle optimal d'inclinaison α.

Au départ, ce furent des réflexions économiques qui ont conduit les architectes et les propriétaires à rechercher des énergies alternatives aux sources d'énergie fossiles traditionnelles.
Les nécessités écologiques pèsent aujourd'hui d'un même poids.
Le besoin en énergie d'une maison d'habitation construite en tenant compte des problèmes d'énergie peut être réduit d'environ 50% par rapport aux anciennes constructions.

Bilan énergétique dans les bâtiments

Gain d'énergie : La source d'énergie solaire est disponible gratuitement pour chaque bâtiment. Le rayonnement solaire est cependant si faible dans notre zone climatique que des sources d'énergie supplémentaires sont nécessaires pour le chauffage des pièces, pour la production d'eau chaude, pour l'éclairage et pour le fonctionnement des appareils électriques.

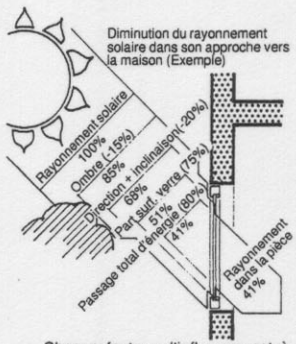
Déficit d'énergie : Les pertes importantes d'énergie pour un bâtiment proviennent de la transmission de la chaleur à travers les fenêtres, les murs, les plafonds et les toits.

Considérations pour une construction prenant en compte les questions d'énergie

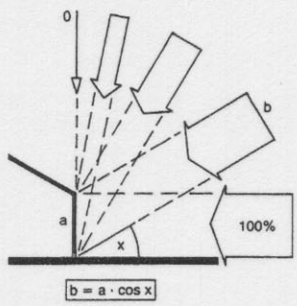
Il y a trois points fondamentaux qui conduisent à une réduction considérable des besoins en énergie d'une maison d'habitation :

1. réduction des pertes de chaleur,
2. renforcement de la production d'énergie par le rayonnement solaire,
3. comportement conscient des utilisateurs pour améliorer le bilan énergétique.

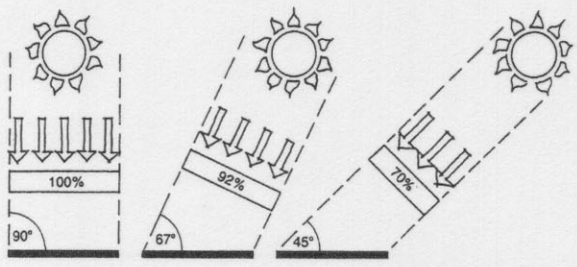
Déjà au moment du choix du site du bâtiment, on peut établir des bases pour diminuer les pertes de chaleur.
A l'intérieur d'une petite zone d'une région, il y a déjà des différences, par exemple des variations dans les conditions concernant la température et le vent en fonction de l'altitude du terrain.
On trouve des conditions microclimatiques relativement favorables sur des versants orientés au sud quand le terrain se trouve dans le tiers supérieur en dehors de la zone sommitale.
La forme du bâtiment joue un rôle important dans les questions d'énergie.
La surface enveloppante de la construction est en contact direct avec le climat extérieur et cède à l'air ambiant une énergie précieuse.
Le projet de construction devrait prévoir une surface enveloppante aussi faible que possible par rapport au volume construit.
La forme doit tendre vers celle d'un cube ou vers le modèle idéal de la demi-sphère. Cette assertion théorique ne vaut que pour les types de maisons individuelles.



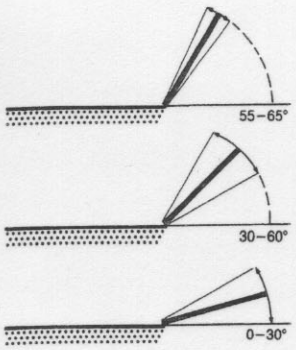
⑤ Chaque facteur d'influence est à considérer individuellement avec soin, pour obtenir un rayonnement incident aussi faible que possible.



⑥ Dépendance de la quantité de rayonnement incident sur une surface en fonction de l'angle du rayonnement.



⑦ Les deux facteurs, variations de hauteur et variation d'azimut, agissent en même temps dans les deux dimensions.

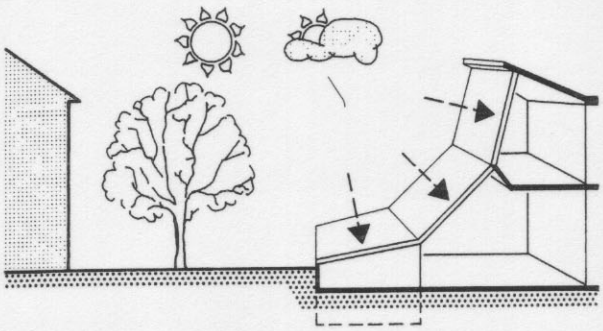


Les surfaces exposées au sud avec des angles d'inclinaison de 55 à 65° offrent de grandes possibilités d'utilisation de l'énergie solaire pendant les mois froids de l'hiver.

Les surfaces exposées au sud avec des angles d'inclinaison de 30 à 60° sont en revanche orientées pour une bonne utilisation de l'énergie solaire pendant la mi-saison (ce sont les moments de l'année qui sont à la base de l'optimisation domestique de l'énergie solaire).

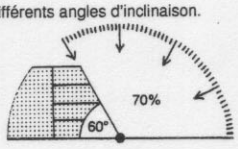
Les surfaces exposées au sud avec des angles d'incidence de 0 à 30° sont typiquement des surfaces utilisables par soleil d'été (par exemple pour des capteurs plats utilisés pour le chauffage d'eau sanitaire). Elles sont les plus appropriées pour collecter le rayonnement diffus.

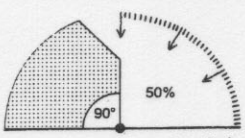
① Utilisation de l'énergie solaire en fonction de l'angle d'inclinaison.

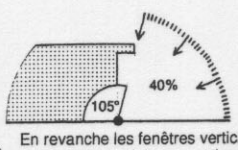


② Combinaison de surfaces captrices avec différents angles d'inclinaison.



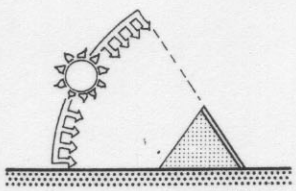




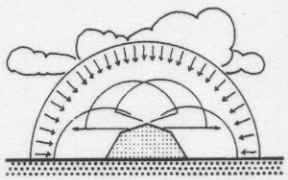


③ Les surfaces planes inclinées et obliques sont appropriées à l'interception du rayonnement diffus.

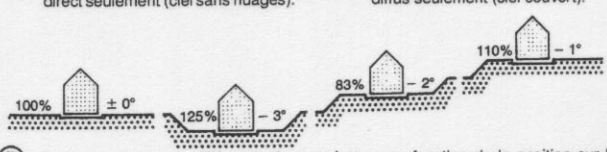
④ En revanche les fenêtres verticales reçoivent par ciel couvert jusqu'à 50% seulement du rayonnement diffus.



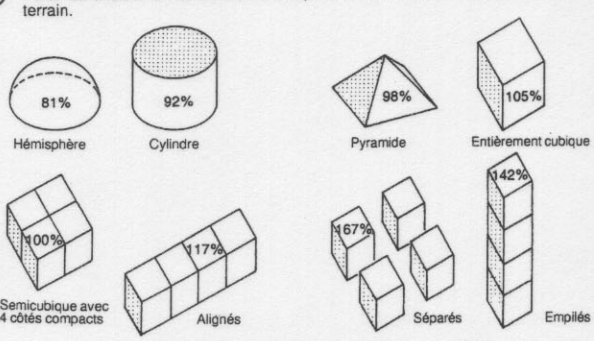
⑤ Coupe d'une maison planifiée pour la récupération du rayonnement direct seulement (ciel sans nuages).



⑥ Coupe d'une maison planifiée pour la récupération du rayonnement diffus seulement (ciel couvert).



⑦ Perte de chaleur et différence de température en fonction de la position sur le terrain.



⑧ Solution optimale pour les surfaces extérieures. Les pertes de chaleur sont proportionnelles à la réduction de la surface.

Organisation du plan d'ensemble

La chaleur à travers le rayonnement direct et à travers son accumulation dans certains éléments de construction comme, par exemple les murs et le sol, est exploitée par utilisation passive de l'énergie solaire.

Cela entraîne l'organisation logique du plan d'ensemble. Les pièces d'habitation et de séjour constamment utilisées doivent être orientées vers le sud et être pourvues de fenêtres de grande surface. Il est ingénieux de prévoir des constructions vitrées dans les zones d'habitation et de séjour.

Il y a des raisons importantes pour cela :

1. Élargissement de la surface habitable. 2. Exploitation de l'énergie solaire. 3. Zone thermique tampon.

Les pièces moins utilisées, à température plus basse, non chauffées et nécessitant peu de lumière doivent être orientées vers le nord. Ces pièces ont une fonction de tampon entre le domaine habitable chaud et le climat extérieur froid.

Utilisation de l'énergie solaire

Pour l'exploitation de l'énergie solaire, on distingue l'utilisation active de l'énergie solaire et l'utilisation passive.

Utilisation active de l'énergie solaire :

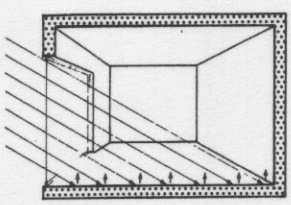
L'utilisation active de l'énergie solaire signifie l'usage d'appareillages techniques comme par exemple des capteurs solaires, des conduits avec gaine, des réservoirs de stockage, des pompes de circulation, etc. pour transfert de l'énergie solaire. Ces systèmes entraînent des coûts énormes d'investissement et de maintenance. Ces frais doivent être couverts uniquement par le coût de l'énergie épargnée. Dans le domaine des maisons individuelles, ces installations ne fonctionnent pas de façon économiquement rentable.

Utilisation passive de l'énergie solaire :

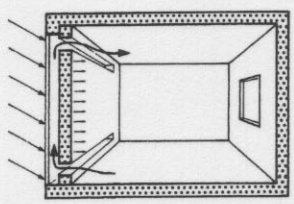
L'utilisation passive de l'énergie solaire signifie l'usage de certains éléments de construction comme accumulateurs de chaleur, par exemple les murs, les plafonds et les surfaces vitrées.

Le degré d'efficacité de ces systèmes dépend de certains facteurs.

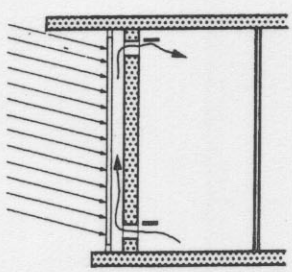
1. Conditions climatiques
   température moyenne mensuelle, géométrie solaire, c'est-à-dire rayonnement incident solaire, durée d'ensoleillement, énergie de rayonnement
2. Type d'utilisation de l'énergie solaire
   utilisation indirecte ou utilisation directe
3. Choix des matériaux
   capacité d'absorption de la surface extérieure et capacité d'accumulation de chaleur des matériaux.



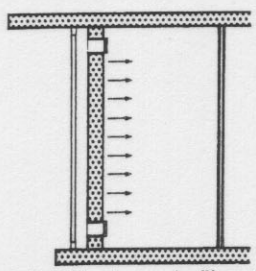
⑨ Utilisation directe de l'énergie solaire à travers une surface vitrée.



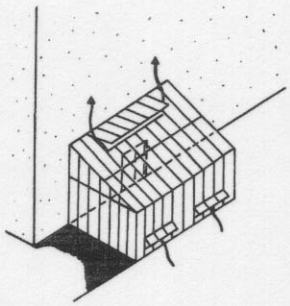
⑩ Utilisation indirecte de l'énergie solaire au moyen d'un mur trombe (mur capteur à stockage thermique).



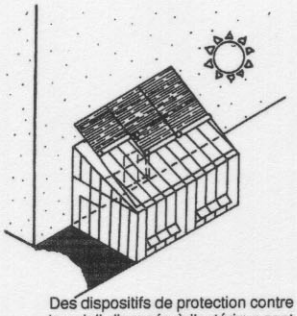
⑪ Jour d'hiver. Le rayonnement solaire incident chauffe l'air entre la vitre et le mur trombe. L'air de la pièce est brassé et réchauffé grâce à des clapets ouverts en bas et en haut.



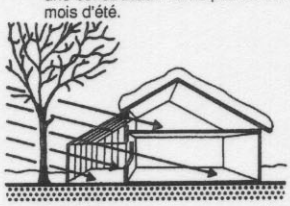
⑫ Nuit d'hiver. Le mur chauffé sur toute sa surface agit vis-à-vis de la pièce comme une surface chauffante. La couche d'air entre la vitre à l'extérieur et le mur trombe participe à la diminution des pertes de chaleur en tant que couche d'air au repos, les clapets étant fermés.



① De grandes ouvertures d'aération constituent une condition primordiale pour la régularisation du climat dans une construction vitrée pendant les mois d'été.



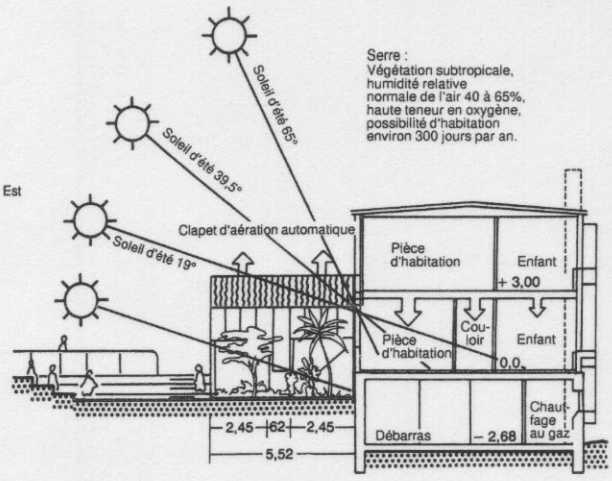
② Des dispositifs de protection contre le soleil disposés à l'extérieur sont efficaces parce qu'ils arrêtent les rayonnements solaires mais ils ne durent pas longtemps car exposés au vent et aux intempéries.



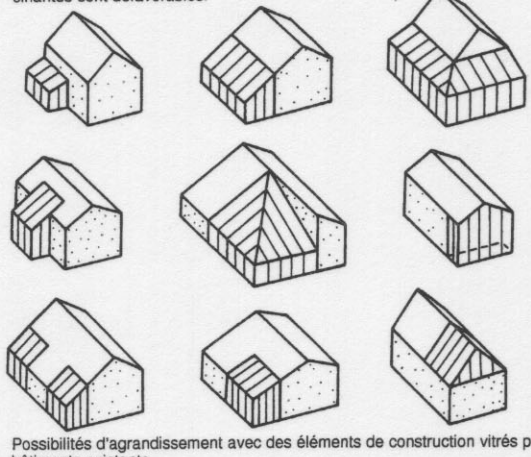
③ Installations extérieures : en hiver aussi ensoleillé que possible. Les ombrages des constructions avoisinantes sont défavorables.



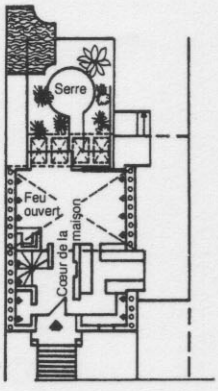
④ En été aussi ombragé que nécessaire. On peut climatiser au moyen d'arbres feuillus, d'arbustes, etc.



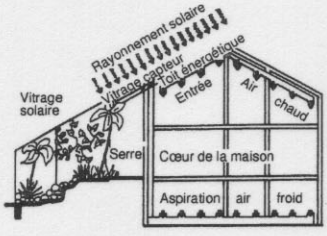
⑤ Maison solaire dans une ville. Jardin d'hiver pour deux étages. Arch. : LOG.



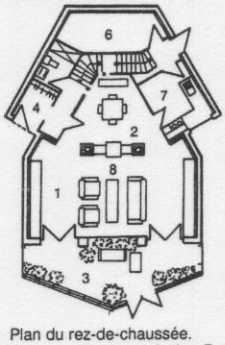
⑥ Possibilités d'agrandissement avec des éléments de construction vitrés pour des bâtiments existants.



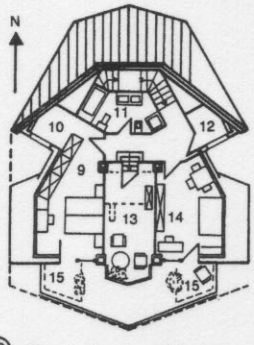
⑦ Maison indiv. avec volume vitré. Arch. : Béla Bambeck, Aichwald.



⑧ Fonctionnement du chauffage de type hypocauste par les murs de pignon.

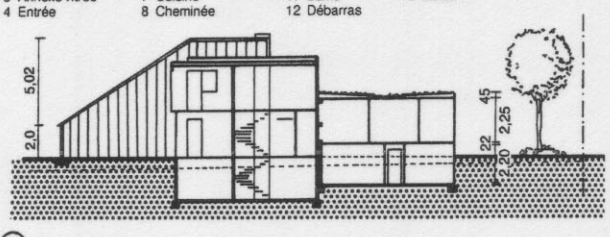


⑨ Plan du rez-de-chaussée. Arch. : Berndt.

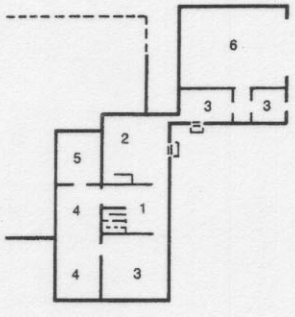


⑩ Plan du niveau supérieur.

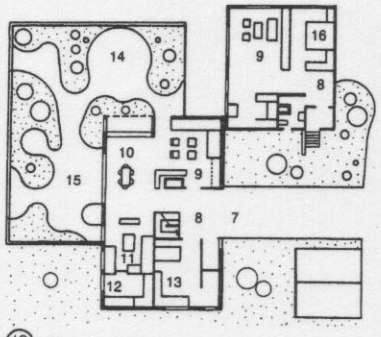
⑨–⑩
1 Salle de séjour
2 Salle à manger
3 Annexe vitrée
4 Entrée
5 Invités
6 Travaux ménagers
7 Cuisine
8 Cheminée
9 Chambre
10 Vestiaire
11 Bains
12 Débarras
13 Invités
14 Chambre enfants
15 Balcon



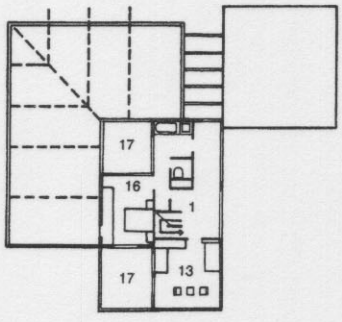
⑪ Coupe (fig 12 à 14).



⑫ Sous-sol (fig 11).

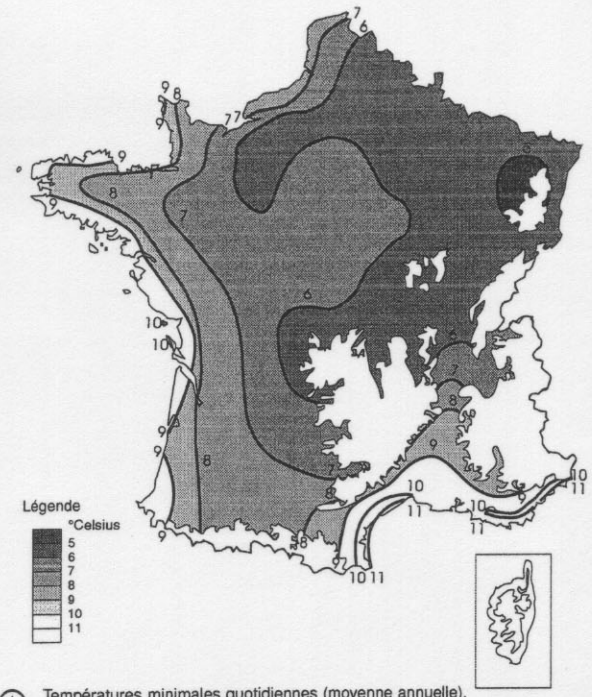


⑬ Rez-de-chaussée.

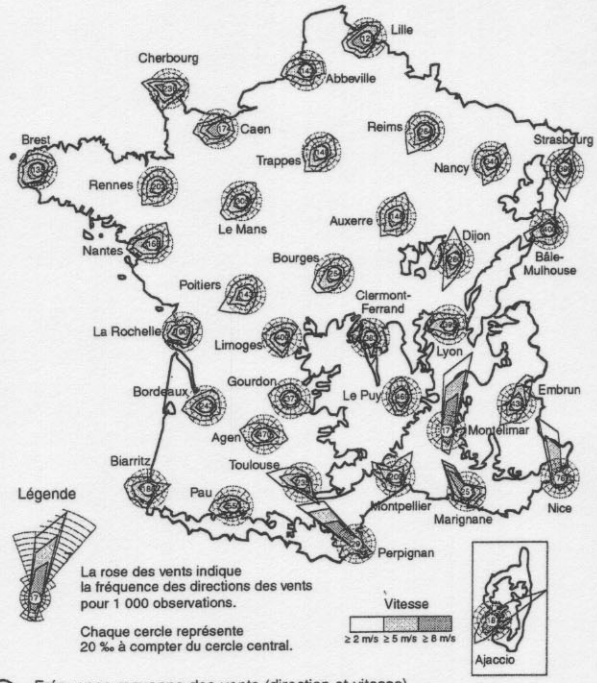


Plan
1 Couloir
2 Local technique
3 Débarras
4 Cave
5 Cave humide
6 Garage double
7 Coupe vent
8 Entrée
9 Salle de séjour
10 Salle à manger
11 Cuisine
12 Office
13 Enfants
14 Serre solaire
15 Surface d'accumulation
16 Chambre
17 Balcon

⑭ Niveau supérieur. Arch. : Équipe de planification LOG



① Températures minimales quotidiennes (moyenne annuelle). (d'après documents de Météo-France).



② Fréquence moyenne des vents (direction et vitesse). (d'après documents de Météo-France).

Élément de construction	Coefficient maximum de transmission de chaleur W / (m²K) [1]	Épaisseur moyenne d'isolation thermique exigée sans justification [2]
Murs extérieurs	0,60	50 mm
Fenêtres	Vitrage isolé ou vitrage double	
Plafonds sous combles non aménagés et planchers (poutres comprises), les espaces vers le haut ou vers le bas séparant de l'air extérieur	0,45	80 mm
Planchers sur sous-sol et planchers sur terre-plein, murs et plafonds limitant des espaces non chauffés	0,70	40 mm

[1] Le coefficient de transmission de chaleur peut être établi en tenant compte des couches existantes des éléments de construction.
[2] La déclaration d'épaisseur se rapporte à une conductivité thermique l de 0,04 W/(mK). Pour des matériaux d'isolation et pour des matériaux de construction d'une autre conductivité thermique qui sont destinés à l'aménagement, les épaisseurs de matériaux d'isolation thermique doivent être adaptés de façon appropriée. Les matériaux synthétiques en fibre minérale et en mousse disponibles avec une conductivité thermique de 0,04 W/(mK) peuvent être utilisés.

③ Limitation de la transmission de chaleur pour des aménagements initiaux, pour le remplacement et le renouvellement d'éléments de construction.

Les exigences pour limiter le transfert thermique dans une première installation, le remplacement ou le renouvellement des éléments de construction extérieurs faisant partie de bâtiments déjà existants sont autorisées dans les limites des valeurs du tableau (fig. 3) (le coefficient de transmission de chaleur maximal ne doit pas être dépassé). Il faut respecter les épaisseurs des matériaux d'isolation. Dans le cas de remplacement de plafonds sous des combles non aménagés et de plafonds (y compris les poutres) séparant des pièces de l'air extérieur vers le haut ou vers le bas, on procède de façon à ce que :

1. la couverture du toit (y compris le plafonnage existant du toit immédiatement sous la couverture) soit remplacée,
2. des revêtements sous forme de plaques ou d'éléments de construction en forme de plaques quand ceux-ci ne sont pas directement maçonnés, cimentés ou collés, ou les revêtements en planches soient placés,
3. des couches d'isolation thermique soient installées en respectant les exigences (fig. 3).

Force du vent (vitesse en m/s)					
0	Calme plat	0	7	Vent renforcé	12 à 14
1	Léger souffle	1 à 2	8	Rafales de vent	14 à 17
2	Courant d'air léger	2 à 4	9	Tempête	17 à 20
3	Vent faible	4 à 6	10	Forte tempête	20 à 24
4	Vent modéré	6 à 8	11	Tempête violente	24 à 30
5	Vent frais	8 à10	12	Ouragan	> 30
6	Vent fort	10 à12			

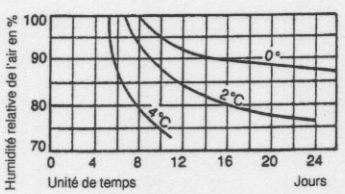
Chambre froide

Lorsqu'on détermine les besoins en froid pour le refroidissement d'un espace, il faut tenir compte du fait que les différents produits à réfrigérer exigent des températures, un taux d'humidité, un changement d'air, une durée de réfrigération ou de congélation, un type de stockage, etc. bien déterminés (p.104, fig. 1). En outre il faut prêter attention à la chaleur spécifique des marchandises à réfrigérer, aux conditions climatiques, à l'état du bâtiment, au site, à la chaleur due à l'éclairage ainsi qu'à la circulation à l'intérieur de la chambre froide. Le calcul des besoins en froid comprend :

1. refroidissement des produits à réfrigérer ou à congeler (refroidissement jusqu'au point de congélation - congélation - surcongélation) ($Q = m \times cp \times \Delta t$) ; si un produit doit être congelé, la quantité de chaleur nécessaire pour solidification au point de congélation doit être enlevée, à la suite de quoi la chaleur spécifique du produit congelé sera plus petite. La quantité d'humidité enlevée est d'environ 5 % ;
2. refroidissement et de l'assèchement de l'air en circulation ;
3. influence de la chaleur à travers les murs, le plafond et le sol ;
4. perte due à la circulation (ouverture de la porte), à l'exposition à la lumière (fenêtres), à la chaleur due à l'éclairage de même qu'au fonctionnement des pompes et de la ventilation ;
5. condensation de la vapeur d'eau sur les murs (p.110 à 117).

Réfrigération de la viande

La viande fraîchement abattue est refroidie en 8 à 10 heures de 303,15 K à 288,15 K dans la salle de préréfrigération ayant une température de 280,15 à 281,15 K et une humidité relative de 85 à 90 %, puis dans la chambre frigorifique en 28 à 30 heures jusqu'à 275,15 K à 281,15 K avec une humidité relative de 75 %. Refroidissement et stockage sont fait séparément. La perte de poids en 7 jours est de 4 à 5 %. La viande est amenée de la température d'abattage de 303,15 K à la température de stockage de 274,15 K au moyen d'un renouvellement d'air à raison de 60 à 80 fois par heure avec une humidité relative de l'air de 90 à 95 %.



Durée maximale de stockage pour différentes températures, selon le degré d'humidité (0 K = 273,15 °C)

④

Produit réfrigéré	Température en K	Circulation de l'air M. = Moyen. F. = Forte O. = Obscur	Humidité relative en %	Stockage
Brasserie				
Cave de stock. de la bière	274,15 - 274,65	M.	90	-
Local de stock. du houblon	273,15 - 271,65	M.	75	6 mois
Viande				
Boeuf	272,65 - 273,65	M.	80 - 85	15 jours
Porc	271,65 - 272,15	M.	80 - 85	15 jours
Mouton et veau	274,15 - 272,15	M.	80 - 85	15 jours
Abats	273,15 - 274,15	M.	75 - 80	3 jours
Viande congelée	258,15 - 255,15	D.	85 - 90	10 mois
Viande fumée, saucisson	283,15 - 274,15	M.	75 - 80	6 mois
Gibier et volaille				
Gibier congelé	265,15 - 263,15	M.	85 - 90	9 mois
Volaille fraîche	272,15 - 273,65	M.	80 - 85	8 jours
Volaille congelée	258,15 - 255,15	M. O.	85 - 90	4 à 10 mois selon-teneur en graisse
Poisson				
Conservé dans la glace	273,15 - 274,15	-	100	5 à 10 jours
Poisson gras congelé	250,15 - 245,15	O.	90 - 95	8 mois
Poisson maigre congelé	253,15	O.	90 - 95	12 mois
Poisson salé	271,15	M.	85 - 95	10 mois
Oeufs				
Oeufs en chambre froide	272,65 - 273,65	F.	75 - 85 suiv. emball.	8 à 10 mois
Beurre, lait, fromage				
Beurre (stockage court)	272,15 - 277,15	F.	75 - 80	Jusq. 6 sem.
Beurre (stockage long)	263,15 - 259,15	M. O.	80 - 85	12 mois
Fromage, pâte molle	275,15 - 277,15	M.	80 - 85	2 à 6 mois
Fromage en ch. froide, pâte dure	274,65 - 277,15	M.	70	4 à 12 mois
Légumes				
Choux-fleurs	272,15 - 273,15	M.	90	4 semaines
Haricots secs	278,15 - 280,15	-	70 - 75	9 à 12 mois
Petits pois à écosser	273,15	-	85 - 90	1 à 2 sem.
Concombres stockés ouv.	273,15 - 277,15	-	85	1 à 2 sem.
Pommes de terre	276,15 - 279,15	M.	85 - 90	6 à 9 mois
Choucroute	276,15	-	-	6 à 9 mois
Asperges	273,65 - 274,15	-	85 - 90	4 semaines
Épinards	272,15 - 272,65	-	90	8 à 10 jours
Tomates mures	273,15 - 274,15	M.	80 - 90	10 à 14 jours
Oignons	271,15 - 270,65	F.	75 - 80	6 à 8 mois
Légumes surgelés	250,15 - 255,15	-	-	6 à 12 mois
Fruits				
Ananas	277,15	-	85	2 à 4 sem.
Pommes, selon variétés	272,15 - 276,15	M.	90 - 95	3 à 10 sem.
Oranges	273,15 - 275,15	M.	5	1 à 2 mois
Bananes	284,65	M.	85	3 semaines
Poires	271,15 - 275,15	M.	90 - 95	1 à 8 mois
Fraises	272,15 - 274,15	M.	90	2 à 3 sem.
Cerises, groseilles	273,15 - 274,15	M.	90	2 à 4 sem.
Prunes	273,15 - 275,15	M.	85	5 à 6 sem.
Groseilles à maquereaux	273,15 - 274,15	M.	85 - 90	2 à 6 sem.
Raisin	272,65 - 275,15	M.	80 - 85	3 à 6 mois
Citrons	275,15 - 278,15	M.	80 - 85	1 à 2 mois
Fruits et jus de fruit surg.	250,15 - 255,15	-	-	6 à 12 mois
Fruits secs	272,15 - 277,15	-	70 - 75	9 à 12 mois
Plantes et fleurs				
Lilas et muguet	269,15 - 266,15	M.	80	-
Roses	272,15 - 270,15	-	90	-
Fleurs coupées	275,15	M.	85	-
Fourrures et lainages				
Cocons de ver à soie (tués)	258,15 - 253,15	-	-	-
Fourrures	275,15 - 271,15	-	90	-
Lainages	275,15 - 278,15	-	80	-
Peaux	274,15 - 275,15	-	95	-
Pain, farine et autres				
Pain, pâtes	281,15 - 283,15	-	-	-
Farine	275,15 - 277,15	-	-	-
Pâtisseries prêtes à cons.	279,15 - 281,15	-	-	-
Local stock. pour chocolat	277,15 - 279,15	-	-	-
Céréales sèches	280,15	-	-	-
Vins et jus				
Vins blancs et de champagne	279,15 - 283,15	-	-	-
Vins rouges	283,15 - 284,15	-	-	-
Cidre, vin doux	273,15 - 274,15	-	-	-
Eau de vie	276,15	-	-	-
Divers				
Chambre froide pour restaurant	275,15 - 277,15	-	80 - 85	-
Vitrines	279,15 - 281,15	-	-	-
Pelleterie - chambre froide (peaux)	273,15 - 271,15	-	-	-
Crème glacée - conservation	265,15 - 261,15	-	-	-
Salle de patinoire artificielle	288,15	-	-	-
Patinoire artificielle, glace seulement	268,15	-	-	-
Morgue	268,15	-	-	-
Livres dans bibliothèque	291,15 - 297,15	M. O.	55 - 65	-

(1) Conditions favorables pour la conservation des produits réfrigérés (273,15 K = 0 °C).

CHAMBRES FROIDES

RÉFRIGÉRATION ET CONGÉLATION

Réfrigération de la viande

Le procédé de congélation change l'état et la répartition de l'eau contenue dans la viande, mais la composition de la viande n'est pas modifiée.

Congélation de la viande de boeuf à 261,15 K, de la viande de porc à 258,15 K pour une humidité relative de 90 %.

Durée de congélation. Moutons, veaux et porcs : 2 à 4 jours. Quart arrière de boeuf : 4 jours. Quart avant de boeuf : 3 jours.

Décongélation appropriée. 3 à 5 jours entre 278,15 et 281,15 K font revenir la viande à l'état frais.

Récemment et surtout aux Etats-Unis, apparition d'un nouveau procédé de congélation rapide entre 248,15 et 243,15 K avec changement d'air de 120 à 150 volumes par heure.

Avantages : perte de poids faible, viande plus tendre, substitut des procédés de maturation, perte de jus réduite, bonne consistance et bonne conservation après décongélation.

La durée de stockage dépend de la température de stockage. Par exemple, pour la viande de boeuf, la durée de stockage est de 15 mois pour une température de stockage de 255,15 K, de 4 mois pour une température de 261,15 K et de 3 mois pour 263,65 K.

Dans une chambre froide de 1 m^3, on peut entreposer 400 à 500 kg de mouton, 350 à 500 kg de porc, 400 à 500 kg de boeuf pour une hauteur normale de stockage de 2,5 m.

Nature des produits	Température de stockage en °C	Durée de stockage en mois
Viande de boeuf	-18	15
	-12	4
	- 9,5	3
Viande de porc	-18	12
	-12	2 à 4
	- 9,5	1
Basse côte de porc	-18	5 ½
	-10	4
Poulets	-22	Jusqu'à 18
	-18	Jusqu'à 10
	-12	4
	- 9,5	2
Dinde	-35	Plus de 12
	-23	12
	-18	6
	-12	3

(2) Température et durée de stockage.

Réfrigération du poisson

Le poisson frais peut être conservé dans de la glace à 272,15 K avec une humidité relative de 90 à 100 % pendant 7 jours. On peut atteindre une plus longue durée de stockage en utilisant de la glace bactéricide (hypochlorite de calcium).

Pour un stockage plus long, congélation rapide entre 248,15 et 233,15 K, le cas échéant, glaçage à l'eau douce afin d'écarter l'air et afin d'éviter le dessèchement.

Caisse de poisson : 90 x 50 x 34 cm = environ 150 kg.

Réfrigération du beurre

La durée de stockage du beurre réfrigéré à 265,15 K est de 3 à 4 mois. Elle est de 6 à 8 mois pour une température de 258,15 à 252,15 K et de 12 mois à température plus basse que 252,15 K.

Humidité relative de l'air 85 à 90 %.

Récipient pour beurre : hauteur 600 mm, ∅ 350 à 450 mm, poids 50 à 60 kg.

Conservation au froid des fruits et légumes

Point important : prérefrigération immédiate car une diminution de température à 281,15 K entraîne un retard de maturation de 50 %.

Durée de stockage : très variable en fonction de l'état de l'air (température, humidité relative, mouvement), de la sorte de produit, de la maturité, de la nature des terrains, des engrais, du conditions climatiques, du transport, du prérefroidissement, etc.

Conservation des œufs au frais

Les œufs conservés dans des entrepôts frigorifiques sont stockés dans des locaux dont la température est maintenue artificiellement en dessous de + 8 °C. Ils doivent être identifiés comme « œufs de chambre froide ».
En sortant de la chambre froide, les œufs doivent être légèrement réchauffés dans une pièce à dégivrer avec air climatisé, quand la température extérieure est supérieure de plus de 5°C à la température de la chambre froide afin d'empêcher la transpiration. La surface de l'espace de dégivrage doit atteindre environ 12% de la surface de la chambre froide. Le temps de dégivrage s'élève à environ 10 h pour un quart de caisse et de 18 à 14 h pour une demi caisse et une caisse entière. Empilement des quarts de caisse dans la pièce de dégivrage : environ 5 000 à 6 000 œufs (approximativement 400 kg brut) par mètre carré.
Les caisses pour 500 œufs ont 92 cm de long, 48 cm de large et 18 cm de haut ; pour 122 douzaines, soit 1440 œufs, les dimensions sont 175 x 53 x 25 cm.
On compte 10 à 13 caisses de 30 douzaines pour 1 m^3 de chambre froide ; comme un œuf pèse 50 à 60 grammes, cela fait 180 à 220 kg d'œufs par mètre cube. Pour 10 000 œufs, on compte 2,8 m^3 net de chambre froide. 2 millions d'œufs = 15 wagons.
Pour l'exportation, les œufs doivent être mis en caisse à raison de 1 440 œufs par caisse. Un wagon contient 100 demi-caisses d'exportation soit 144 000 œufs ou 400 emballages perdus de 360 œufs.
Les caisses normalisées de 360 œufs ont 66 cm de long, 31,6 cm de large et 36,1 cm de haut (emballages dits perdus). Démontables en deux parties avec une cloison au milieu. Garnitures en carton. Caisses en bois d'épicéa ; pin non approprié. Pour une hauteur de 7 caisses, 10 000 à 11 000 œufs par mètre carré net.
Air sec à 75% pour les emballages imperméables à l'air, par exemple en caisses cubiques de 360 œufs avec compartiments en carton. Si les œufs sont au contact de l'air, alors l'humidité de l'air peut atteindre 83 à 85%. Régulation de l'humidité de l'air par refroidissement et réchauffement de l'air. Perte de poids durant le stockage au froid plus importante dans le premier mois de stockage que dans le suivant. 3 à 4,5% après 7 mois. Conservation des œufs dans une atmosphère gazeuse comportant 88% de CO2 et 12% de N selon Lescardé - Everaert. Autoclaves remplis de gaz dans des locaux à 0°C. Garde l'état naturel de l'œuf.
La stabilité de la température et de l'humidité est importante. On ajoute souvent de l'ozone dans les chambres froides pour œufs.
Le besoin en froid pendant la durée de stockage par mètre carré de surface de base est de 3 300 à 5 000 kJ/jour. Plus important pendant la période de remplissage. Temps de stockage depuis avril/mai jusqu'à octobre/novembre.

Réfrigération et congélation de gibier et de volaille

Le gros gibier (cerf, chevreuil et sanglier) doit être vidé avant la congélation. Cela n'est pas nécessaire pour le petit gibier (lièvre, lapin et gibier à plumes). La congélation se fait avec la peau ou les plumes.
Le gibier est suspendu pour la congélation. Le stockage se fait par empilage sur des grilles au sol. Ventilation d'air intense pendant la congélation, faible pendant le stockage. On peut stocker par mètre carré de surface au sol (hauteur 3 m) le gibier congelé suivant : environ 100 lièvres ou environ 20 chevreuils ou environ 7 à 10 cerfs. Taux d'humidité d'environ 85% par −12°C.
Les volailles domestiques ne doivent pas être congelées ni stockées avec le gibier car elles demandent de plus basses températures à cause de leur plus grande contenance en graisse et elles sont sensibles à l'odeur du gibier.
Réfrigération des volailles à 0°C et 80 à 85% d'humidité relative de l'air en les suspendant sur un bâti ou en les mettant dans de l'eau glacée, stockage à 0°C et 85% d'humidité relative de l'air, durée de stockage environ 7 jours.
Congélation de −30 à −35°C environ, stockage à environ −25°C avec une humidité relative de l'air de 85 à 90%. Temps de congélation pour un poulet, environ 4 heures avec une vitesse de l'air de 2 à 3 m/s. Congélation rapide (surgélation) dans des sachets sous vide. Congélation complète de jeunes poulets en 2 à 3 heures.
Durée de stockage d'environ 8 mois à −18°C. Pour que la volaille ne prenne pas un goût rance, il faut la protéger en l'enveloppant dans des feuilles de polyéthylène étanches à la vapeur d'eau.

Brasseries

Germoir à malt : + 8 à + 10°C.
Besoin en froid par m^2 de surface de base 5 000 à 6 300 kJ/jour.
Cave de fermentation : durée de fermentation de 8 à 10 jours pour une température de + 3,5 à + 6°C.
Besoin en froid par m^2 de surface de base de 4 200 à 5 000 kJ/jour.
Besoin en froid pour la réfrigération des cuves à fermentation de 500 à 600 kJ par hectolitre de moût en fermentation et par jour.
Cave de stockage de −1,0 à + 1,5°C.
Besoin en froid d'environ 20 à 25 W m^3 pour la pièce vide et de 2,5 à 3 kcal/h par hectolitre de capacité de stockage.
Capacité frigorifique installée d'environ 2,1 à 2,3 W hl de débit annuel.

Réfrigération des locaux en général

Les installations frigorifiques sont surdimensionnées pour des raisons de réserve et de sécurité par rapport au calcul des besoins en froid. Le temps de fonctionnement d'une installation frigorifique est estimé entre 16 et 20 heures par jour pour des chambres froides et des locaux frigorifiques. Il est plus court dans des cas particuliers, par exemple dans le cas d'utilisation de tarifs de courant favorables. Dans le cas de chambres froides pour viande, la puissance frigorifique ne doit pas être choisie trop importante pour garantir aussi en période de besoins de froid réduits un temps de fonctionnement suffisant et l'aération requise.
Le tableau suivant donne des points de repère pour déterminer les besoins en froid et la puissance nécessaire d'une installation frigorifique dans le cas de petites chambres froides industrielles avec une température de + 2 à + 4°C environ et un échange de marchandise de 50 kg/m^2/j.

Surf. au sol de la chambre froide frigorifique en m^2	Besoin en froid en kJ/jour	Puissance de l'installation en W
5	50 000	870
10	82 000	1400
15	111 300	1900
20	138 600	2400
25	163 800	2850
30	187 000	3250

On peut pousser plus loin le calcul estimatif :
Chambre froide pour bâtiments à plusieurs étages : 5 000 à 8 400 kJ/ jour et par mètre carré.
Stockage de produits congelés dans des bâtiments à toit plat : 1050 à 1700 kJ/ jour et par mètre cube.
Occupation par mètre carré de surface de base dans les chambres froides avec produits suspendus, (déduction d'environ 15 à 20% pour le passage) :
150 à 200 kg de mouton (5 à 6 pièces), 250 à 300 kg de porc (3 à 3,5 pièces entières ou 6 à 7 demi-pièces), 350 kg de veau (4 à 5 quarts de pièce).
On suspend par mètre courant de rail bas :
5 demi-porcs ou 3 quarts de bœuf ou 2 à 3 veaux.
Distance entre axes entre deux rails bas environ 0,65 m ; hauteur jusqu'au milieu du rail de 2,3 à 2,5 m.
Distance de rail à rail pour des rails hauts de 1,20 à 1,50 m avec passage libre ; hauteur du rail de 3,3 à 3,5 m.
On peut suspendre pour chaque mètre courant de rail haut : 1 à 1,5 (2 à 3 moitiés) bœufs selon leur taille.
Besoin approximatif en froid pour la réfrigération de la viande :
locaux de réfrigération rapide 21 000 à 31 500 kJ/m^2/j
locaux de réfrigération très rapide environ 4 200 kJ/m^2/h.

Locaux de stockage pour viande congelée

Occupation en volume par mètre cube :

mouton congelé	400 à 500 kg
porc congelé	350 à 500 kg
bœuf congelé	400 à 500 kg

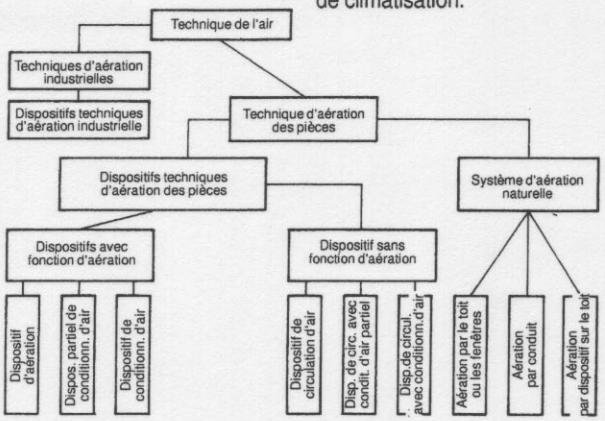
Hauteur normale d'empilage 2,5 m.

Les graisses deviennent rances avec le temps sous l'influence de la lumière et de l'oxygène. C'est pourquoi la durée de stockage est limitée.
Locaux pour viande en saumure : température de + 6 à + 8°C
Besoin en froid par mètre carré de surface de base 4 200 à 5 000 kJ/j.
La saumure des saloirs absorbe l'humidité de l'air.
Un wagon de chemin de fer de 15 000 kg de charge admise peut contenir environ 170 demi-porcs suspendus sur une surface au sol de 21,8 m^2.

Le mouvement de l'air résulte de différences de pression et de ruptures d'équilibre par suite de :

1. Différences de température
2. Vent naturel
3. Ventilateurs

} «Aération naturelle» par fenêtres, portes et conduits d'aération «Aération forcée» par installations d'apport et d'évacuation d'air et de climatisation.



① Structure des techniques relatives à l'air.

Les installations techniques pour l'aération de locaux sont mises en place pour assurer des conditions climatiques souhaitées dans une pièce. Pour cela les opérations suivantes, selon la demande, doivent être accomplies :

a) Évacuation de la pollution de l'air en dehors de la pièce : mauvaises odeurs, produits nocifs, particules inertes.
b) Évacuation en dehors de la pièce des surcharges thermiques : chaleur ou froid excédentaires.
c) Évacuation en dehors de la pièce de la charge thermique latente : enthalpie provoquée par les charges d'humidification et de déshydratation.
d) Maintien de la pression de protection : maintien de la pression dans les bâtiments comme protection contre un changement d'air non voulu.

La plupart des problèmes de a) sont habituellement résolus par un renouvellement continu de l'air (aération) et/ou par un traitement adéquat de l'air (filtrage). Les conditions de b) et c) sont remplies en général par un traitement thermodynamique approprié de l'air et aussi, dans une certaine limite, par un renouvellement d'air. Les problèmes de d) sont résorbés par différents dispositifs amenant et évacuant les masses d'air.

1. Aération naturelle

Plus que les murs, les joints des fenêtres, des portes et les coffres de volets roulants apportent une aération irrégulière sous l'effet des coups de vent.

« ... en raison de la meilleure isolation thermique des bâtiments, une aération due à la non-étanchéité des portes et des fenêtres ne suffit plus le cas échéant car le coefficient de transmission à travers les joints pour une fenêtre de construction actuelle m³/hm (daPa) x 2/ 3 est en général ≤ 0,1.

Pour cette raison, il peut être nécessaire de prévoir dans la construction des logements une aération contrôlée avec un dispositif mécanique d'amenée et d'évacuation d'air et le cas échéant de récupération de chaleur. »

Aérateur de fenêtre (entrée d'air incorporée) (p.163, fig. 5 à 8) en général suffisant pour les pièces d'habitation, à mettre en place dans les pièces sèches.

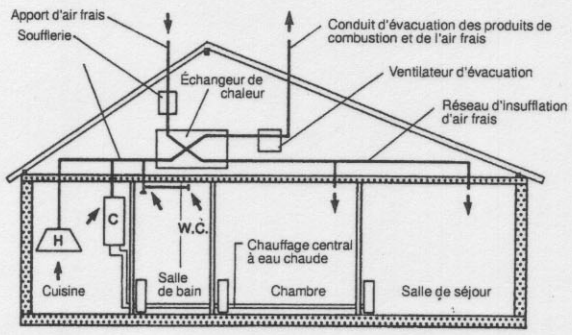
Une aération intensive est apportée par « ... des dispositifs d'aération pour les cuisines, les salles de bains et les WC ainsi que par les aménagements d'évacuation d'air par conduits pour lesquels cependant il faut veiller à une possibilité suffisante d'arrivée d'air par les éléments traversés par l'air ou à cause de la non-étanchéité de la couverture du bâtiment et des fenêtres elles-mêmes. Il faut veiller de plus à ce que l'arrivée d'air extérieur soit le plus possible à l'abri des courants d'air. »

L'installation de ventilateurs muraux pour l'apport et l'évacuation de l'air occasionne des risques de courant d'air en hiver. Les dispositifs de ventilation mécanique (aération des logements suivant principe de la VMC) sont meilleurs.

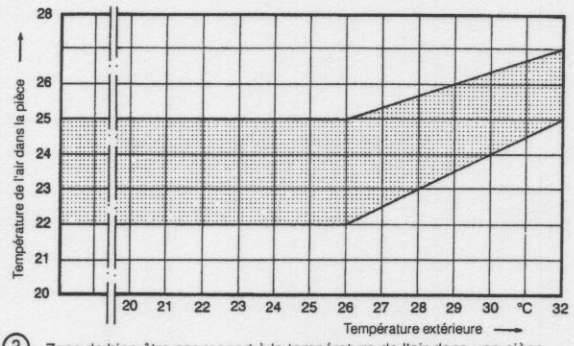
Directives générales pour la planification d'installations climatiques et d'aération

Humidité de l'air dans une pièce : pour se sentir bien, la limite supérieure du taux d'humidité de l'air doit être de 11,5 g d'eau par kilogramme d'air sec. Ne pas dépasser 65% d'humidité relative.

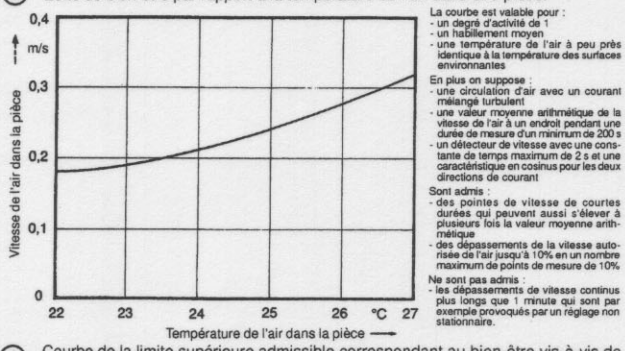
Le minimum d'apport d'air extérieur par personne pour les cinémas, les salles des fêtes, les salles de lecture, les halls d'exposition, les locaux de vente, les musées, les salles de gymnastique et les salles de sport est de 20 m³/h ; pour les bureaux individuels, les cantines, les salles de conférence, les salles de repos et de pause, les amphithéâtres et les chambres d'hôtel 30 m³/h ; pour les restaurants 40 m³/h ; pour les grands bureaux communs 50 m³/h.



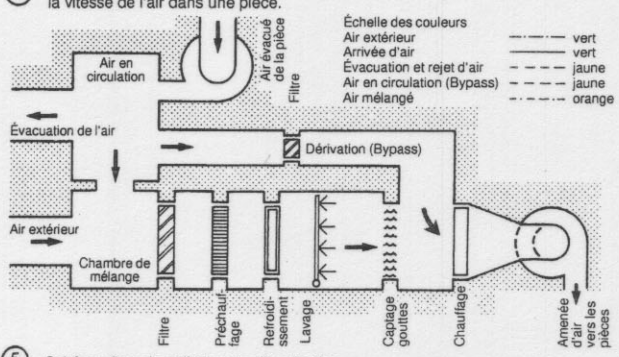
② Schéma de principe d'une installation avec « gaz et double aération ».



③ Zone de bien-être par rapport à la température de l'air dans une pièce.



④ Courbe de la limite supérieure admissible correspondant au bien-être vis-à-vis de la vitesse de l'air dans une pièce.



⑤ Schéma d'une installation de climatisation.

Les stades suivants de traitement sont courants pour les installation d'aération et de climatisation.

1. Filtrage

Extraction des grosses particules de poussière (grains de 5 à 50 mm)

a) Plaques métalliques huilées de filtrage dans un cadre de filtre à air ou filtres à circulation automatiques. Spécialement pour ventilation des locaux industriels. Inconvénient : entraînement d'huile en suspension dans l'air.

b) Nattes filtrantes à couches sèches en fibres textiles ou fibres de verre dans un cadre métallique, non régénérables. Ou bien filtre à bande enroulée à nettoyage automatique.

Epuration poussée ou extraction de la suie

c) Filtre à air électrostatique. La poussière est ionisée et captée sur des plaques métalliques chargées négativement. Très faible résistance au passage de l'air. Inconvénients : encombrement important, nettoyage à l'eau chaude.

d) Filtrage fin au moyen d'un milieu filtrant en papier ou en fibre de verre. Avantages : faible coût d'achat, pas de corrosion quand l'air est corrosif, plus grande sécurité de fonctionnement.
Inconvénients : Plus grande résistance au passage de l'air que les électrofiltres, cette résistance augmentant avec l'encrassement et entraînant en conséquence des perturbations dans l'aération de la maison.

e) Lavage de l'air enlevant la poussière ou les aérosols et les vapeurs acides mais pas la suie et donc ne convenant pas dans des régions avec beaucoup de chauffage au mazout.

Classe de filtre	Degré de séparation moyen A_m pour des poussières synthétiques en %	Degré d'efficacité moyen E_m pour des poussières atmosphériques en %
EU1	$A_m < 65$	-
EU2	$65 \leq A_m < 80$	-
EU3	$80 \leq A_m < 90$	-
EU4	$90 \leq A_m$	-
EU5	-	$40 \leq E_m < 60$
EU6	-	$60 \leq E_m < 80$
EU7	-	$80 \leq E_m < 90$
EU8	-	$90 \leq E_m < 95$
EU9[1)]	-	$95 \leq E_m$

[1)] Les filtres à air avec un degré d'efficacité moyen important peuvent déjà correspondre à des classes de filtre pour matières en suspension.

① Filtres à air répartis en classes de filtres.

2. Réchauffage de l'air

a) Pour les installations simples de chauffage par gravité à circuit fermé alimentés par combustible solide, les possibilités de réglage sont limitées.

b) Les appareils de chauffage commandés électriquement et alimentés par gaz naturel et par fuel offrent de bonnes possibilités de réglage.

c) Réchauffage à la vapeur basse pression, à l'eau chaude et à l'eau bouillante. Registre de chauffage à tuyaux à nervures en acier galvanisé ou tubes de cuivre avec ailettes en cuivre ou en aluminium. Bonne possibilité et simplicité de réglage, indépendamment de la cheminée.

3. Refroidissement de l'air

En principe pour l'industrie quand on doit maintenir tout le long de l'année une température et une humidité constantes. Également pour les immeubles à usage commercial et administratif, les théâtres et les cinémas en été.

a) Refroidissement de l'air avec l'eau de la ville ou l'eau provenant d'un puits quand cette eau à la température de 13 °C peut retourner à la nappe phréatique. Le refroidissement à l'eau de ville est interdit dans la plupart des villes car il n'est pas rentable à cause du prix élevé de l'eau. Les installations à l'eau de puits nécessitent une autorisation de l'administration chargée de l'eau souterraine.

b) Installations de refroidissement par compression (technique d'aération des pièces par installation de refroidissement UVV-VBG-20) utilisant des produits de refroidissement non nocifs (F12, F22), etc. Lorsque les appareils de refroidissement se trouvent immédiatement à côté de la centrale de climatisation, vaporisation directe du produit de refroidissement dans le registre de refroidissement de l'installation de climatisation. Les produits contenant des CFC (chloro-fluoro-carbures) sont interdits depuis 1995 !

c) Pour des installations plus importantes, refroidissement de l'eau ou du sol en circuit fermé avec distribution par pompes.
Avantages : centrale de refroidissement à un seul endroit là où les bruits et les vibrations ne dérangent pas. Fonctionnement très fiable. De nos jours les installations de refroidissement complètes et les ensembles à eau froide compacts sont courants.

Pour les grosses centrales de refroidissement

d) Compression de produits de refroidissement dans un turbocompresseur hermétique (groupe complet avec compresseur, réfrigérant à eau et condenseur). Peu de vibrations et très faible bruit.

e) Installation de refroidissement par absorption avec le couple de composants bromure de lithium et eau. La vaporisation de l'eau enlève de la chaleur à l'eau qui se refroidit ainsi. La vapeur d'eau est absorbée par la solution de bromure de lithium puis est évaporée dans la phase suivante du cycle. Ensuite elle est à nouveau condensée et ramenée à la phase initiale de vaporisation. Très faible bruit, installation sans vibrations nécessitant peu de place.

f) Refroidissement par jet de vapeur. Un jet de vapeur à grande vitesse crée une dépression dans un réservoir. L'eau de refroidissement circulant autour est transformée en brouillard et vaporisée tout en se refroidissant. L'eau froide est dirigée vers le radiateur d'air du dispositif de climatisation. Ce type de refroidissement se fait de plus en plus rare dans le domaine industriel.

Dans toutes les installations mécaniques de refroidissement, la chaleur du condensateur doit être éliminée. On dispose pour cela de condenseurs refroidis par eau provenant d'un puits ou d'un circuit d'eau ou de condenseurs refroidis par air. Pour les condenseurs refroidis à l'eau, l'installation d'un puits nécessite une autorisation de l'administration chargée des eaux souterraines. Ensuite il faut vérifier avec soin que l'eau du puits ne contienne pas, le cas échéant, des éléments corrosifs qui puissent endommager le condenseur du dispositif de refroidissement. Eventuellement il faut choisir des condenseurs prévus pour l'eau de mer (facteur de coût). Dans le cas d'eau en circuit fermé, un dispositif de refroidissement est nécessaire (tour de refroidissement). Dans une tour de refroidissement, l'eau en circulation est pulvérisée et s'écoule sur des couches à corps de remplissage à travers lesquelles de l'air est injecté (refroidissement par évaporation). Les tours de réfrigération doivent être éloignées des bâtiments ou encore mieux doivent être situées sur le toit des bâtiments à cause de la nuisance sonore qu'il faudra chercher à abaisser par des capotages adaptés. Cela est également valable pour les condenseurs refroidis par air.

4. Lavage, humidification, refroidissement par évaporation

Les dispositifs de lavage d'air bien réglés humidifient l'air trop sec. Ils peuvent aussi provoquer le nettoyage de l'air jusqu'à un certain degré. Avec la saturation, c'est-à-dire l'augmentation de la teneur absolue en eau de l'air, il se produit simultanément dans le dispositif de lavage un « refroidissement par évaporation » (possibilité de refroidissement bon marché pour les dispositifs de climatisation industriels dans les régions où l'air extérieur a une faible teneur en eau).
Dans les dispositifs de lavage d'air, l'eau est pulvérisée finement à l'aide de pompes et de gicleurs. Réalisation en tôle d'acier galvanisé ou en maçonnerie ou béton étanche à l'eau. Des déflecteurs d'air ou des séparateurs d'eau en tôle empêchent l'eau d'envahir la chambre de climatisation.

Autres dispositifs d'humidification

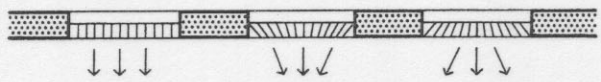
a) Récipients d'évaporation sur les éléments chauffants ou pulvérisateurs.

b) Installation centrale avec vapeur ou réservoir d'évaporation chauffé électriquement. Inconvénient : entartrage.

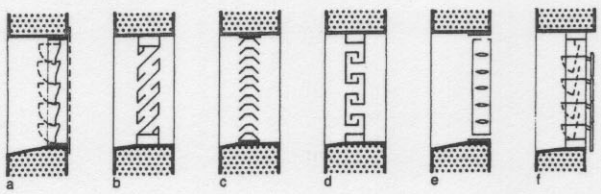
c) Pulvérisateurs répartis (appareils à aérosols) utilisables uniquement pour les petites quantités d'air.

5. Ventilateurs

Ventilateurs radiaux et axiaux. Degré d'efficacité des bons ventilateurs 80 à 90% selon leur application. Jusqu'à une pression de refoulement totale d'environ 40 mm sur colonne d'eau, les deux modèles ont la même intensité de bruit. Au dessus les radiateurs axiaux sont plus bruyants. Utilisation surtout dans les bâtiments industriels. On utilise des fondations spéciales avec éléments amortisseurs pour l'isolation contre les vibrations.



① Grille d'entrée d'air avec flux dirigé.



② Ouvertures de ventilation : a = à ouverture automatique ; b, c, d, e = fixe ; d = pour chambre noire ; f = manœuvrable à la main.



③ Grilles d'entrée et de sortie d'air.

6. Amortisseurs de bruit

Les amortisseurs de bruit dans les conduits d'aération évitent la transmission des bruits de la centrale dans les locaux climatisés. Longueur dans le sens de l'écoulement de l'air 1,5 à 3 m selon l'atténuation voulue. Exécution en pièces coulissantes de matériau incombustible par exemple en panneau de fibre dure ou en tôle avec remplissage de fibre minérale. Isolation acoustique à respecter dans les bâtiments de grande hauteur.

7. Conduits, sorties et entrées d'air

En tôle galvanisée, acier spécial, panneaux de fibres ignifuges ou matériau semblable. Section de préférence carrée ou ronde, mais également rectangulaire jusqu'à un rapport des côtés de 1/3. Pièces d'angle avec chicane. Nécessité d'une maintenance régulière. Respecter les exigences relatives à la protection contre les incendies dans les installations d'aération.

Les conduits en maçonnerie ou en béton sont plus économiques que la tôle pour les conduits de grandes dimensions au sol ou verticaux. Les conduits maçonnés amortissent mieux les bruits que les conduits bétonnés. Crépi intérieur lisse avec couche d'apprêt lavable. **Conduits d'arrivée d'air.** Isolation avec peu de matériau. L'accumulation de chaleur doit être évitée. Section du conduit suffisante pour le nettoyage (l'encrassement fausse la proportion d'air). C'est pourquoi les conduits d'évacuation d'air au sol doivent être équipés de dispositifs d'écoulement pour l'assèchement se vissant hermétiquement. Prévoir aussi dans les conduits d'air suffisamment d'ouvertures de nettoyage.

Les conduits en fibrociment (sans amiante) sont appropriés à un air humide ne contenant pas d'acide et les conduits en matière synthétiques pour les milieux gazeux agressifs. Les grilles d'entrée et de sortie d'air ne doivent pas se trouver sur le sol dans des parties se prêtant à circulation (exception pour les bâtiments industriels et les locaux pour le traitement de l'information). L'orifice de sortie de l'air est déterminant pour la répartition de l'air dans une pièce. Il dirige les filets d'air horizontalement et verticalement. Les plafonds perforés sont techniquement parfaits en ce qui concerne l'arrivée et l'évacuation de l'air. Ils doivent être cependant faciles à nettoyer. La tôle avec vernis thermodurcissable offre la solution idéale (fig. 1 à 3).

Arrivée d'air dans les pièces à usage de bureau, de préférence au niveau des fenêtres (plus forte arrivée de froid ou de chaleur). Aspiration du côté du couloir. Injection d'air sous les sièges pour les théâtres, les cinémas et les salles de conférence. Aspiration par le plafond. Le mouvement de l'air dépend de la forme de la pièce et de son utilisation.

8. Locaux techniques pour les appareils

Exigences du point de vue de la construction et des techniques de sécurité. Tenir compte de la planification des installations d'aération et de climatisation déjà dans l'avant-projet car elles interviennent de façon importante dans le projet et la construction.

Disposer les locaux pour les appareils si possible à proximité des pièces à climatiser quand cela est compatible du point de vue de l'acoustique ; bonne accessibilité. Murs maçonnés, crépis, peinture intérieure lavable, carrelage de préférence.

Evacuation de l'eau au niveau du sol pour tout le local avec siphon ou couvercle étanche à l'air et démontable. Plancher étanche à l'eau pour les installations situées au dessus d'autres pièces. Isolation et écran à la vapeur d'eau sur les murs extérieurs pour éviter les dommages dus à l'eau de condensation. Disposition du type « boîte dans la boîte » pour de très grandes exigences sur l'absence de bruits et de vibrations. Surcharge au sol dûe aux appareils des centrales 750 à 1 500 kg/m² + poids des murs de l'enceinte d'aération.

Besoins en locaux pour les centrales de climatisation. Ils dépendent fortement des exigences concernant le filtrage de l'air et l'isolation acoustique. Les éléments peuvent être assemblés logiquement les uns à la suite des autres sur des surfaces longues et étroites.

Longueur	pr une inst. industrielle simple de climatisation	env. 12 m
	pr une inst. de climatisation avec tt le confort	env. 16 à 22 m.
	pour un bloc d'aération	env. 4 à 6 m.

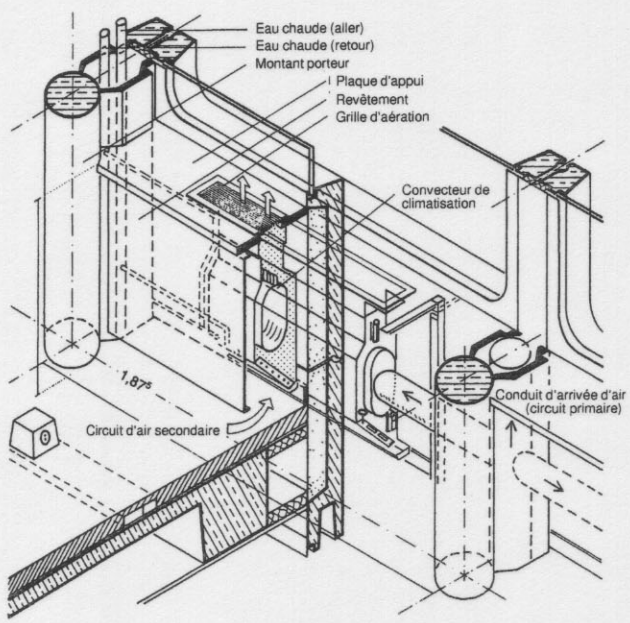
Largeur et hauteur (dimensions intérieures) des blocs d'aération et des installations de climatisation industrielles et avec tout le confort :

débit d'air	Largeur x hauteur		
≤ 20 000 m³/h	3,0 m	3,0 m	
de 20 000 à 40 000 m³/h	4,0 m	3,5 m	Bloc-centrale
de 40 000 à 70 000 m³/h	4,75 m	4,0 m	

Ajouter un couloir de service de 1,5 à 2 m pour le montage et les réparations. Pour les grandes installations, centrale de climatisation et local de répartition de chauffage avec couloir commun de service et salle de commande centralisée.

Installations de climatisation pour grands bureaux

Les grands locaux sont climatisés de façon appropriée avec plusieurs installations. Zone de climatisation séparée dans la partie façade (dispositif à grande vitesse) et zone séparée pour l'intérieur (dispositif à grande vitesse ou basse pression).



④ Exemple d'exécution d'une installation de climatisation à haute pression. Bâtiment administratif de la S. A. des Ciments Dyckerhoff

Installations de climatisation à haute pression

Les sections importantes de conduit dans les installations de climatisation à basse pression sont adapté seulement à la demande d'air pour le transport de chaleur en hiver ou le transport de froid en été mais pas aux besoins d'aération en général. Les installations de conditionnement d'air à haute pression ne nécessitent qu'environ 1/3 de la quantité d'air nécessaire à l'aération avec air extérieur pur. En revanche, il s'en suit un transport de froid et de chaleur par un système de tuyaux d'eau comme pour le chauffage central. 1 m^3 d'eau peut transporter environ 3 450 fois plus de chaleur que 1 m^3 d'air.

Un convecteur de climatisation (appareil à injection) est placé sous chaque fenêtre avec des buses de diffusion d'air spéciales et un échangeur de chaleur qui est alimenté en air climatisé et en eau refroidie ou réchauffée par la centrale. La régulation ne peut se faire qu'au niveau de l'échangeur de chaleur. La plus faible quantité d'air permet de prévoir de plus petites centrales tout en garantissant une bonne épuration de l'air. L'air extérieur est purifié dans un premier filtre puis dans un filtre pour particules ultra-fines. L'ensemble de l'immeuble est maintenu sous une faible surpression, ce qui rend les fuites pratiquement sans effets.

Convecteurs de climatisations. Exigences générales

1. Intensité de bruit ≤ 30 à 33 dB.
2. Filtre à air pour nettoyage de l'air secondaire (air de circulation).
3. Echangeur de chaleur devant assurer le chauffage complet à la température de la pièce et par tous temps, même sans le système d'aération.
4. Température de l'eau froide en été supérieure à 15 à 16 °C, sinon le système de refroidissement n'est pas rentable et il y a formation d'eau de condensation sur les appareils sous les fenêtres (les surfaces froides se salissent).

Les conduits d'air à haute pression doivent être si possible ronds, présenter des conditions idéales d'écoulement et ne pas vibrer. Pour des dimensions entre axes des fenêtres de 1,5 à 2 m, disposition avec des conduits de distribution d'air verticaux en alternant les éléments porteurs avec les colonnes contenant les tuyaux des réseaux d'eau et d'air. Conduits d'air montants pour bâtiments de 7 étages Ø175 à 255 mm . Pour les bâtiments hauts, approximativement tous les 7 à 10 étages.

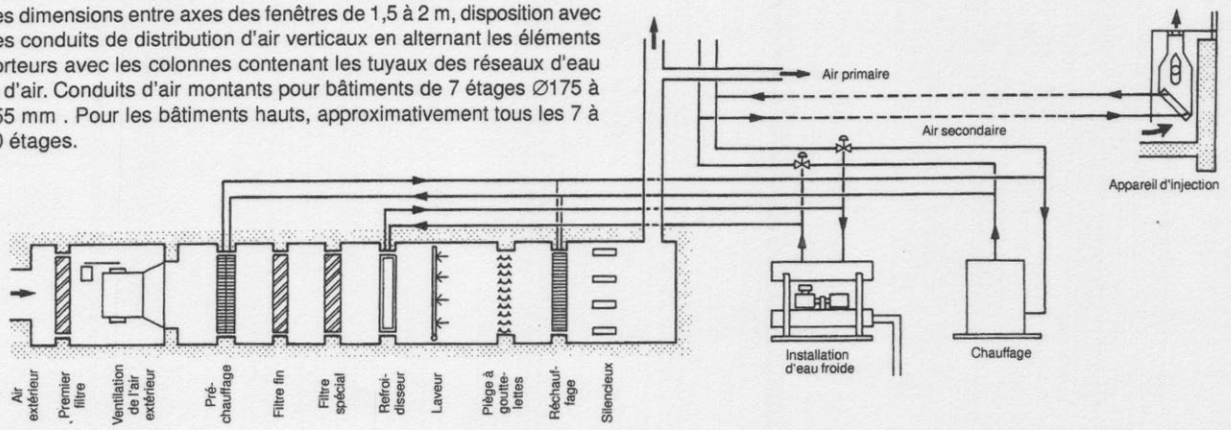
Installations en étage pour le chauffage et la climatisation. Par exemple, pour 14 étages, 1 centrale dans le sous-sol et 1 centrale sur le toit ou 1 installation en étage intermédiaire.

Disposition coûteuse avec conduit d'air principal et répartition horizontale à chaque étage dans le couloir avec des conduits secondaires vers l'extérieur ou directement derrière la façade au dessus des fenêtres, chaque fois vers l'étage placé au dessous avec percement du plancher vers le bas (isolation acoustique à renforcer).

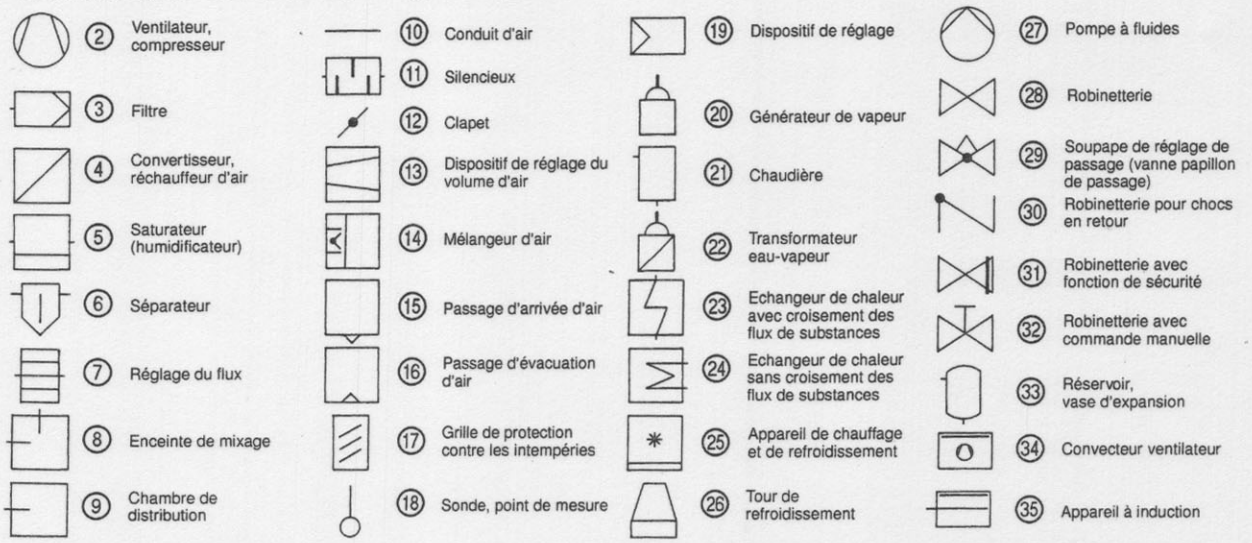
Profondeur maximale des bureaux pour installations de climatisation à haute pression environ 6 m, sinon un système interne supplémentaire pour refroidissement de l'air est nécessaire. Profondeur maximale d'un bâtiment sans système interne 2 x 6 = 12 m + couloir. Aspiration de l'air au dessus des éléments muraux vers le couloir ou respectivement dans un conduit d'évacuation au dessus du couloir et par les WC. Pour les installations à haute pression, pas de mise en circulation d'air car la quantité d'air est déjà réduite à la valeur nécessaire pour des conditions parfaites. En service réduit, diminuer la quantité d'air primaire dans la centrale.

Dispositifs d'aération dans les cuisines

Grandes cuisines. Hauteur 3 à 5 m. Revêtir la partie supérieure des murs et le plafond d'un crépi poreux (pas de peinture à l'huile). Renouvellement de l'air environ 15 à 30 fois. Prévoir une dépression. L'air vient des autres pièces et, en conséquence, les radiateurs de ces pièces doivent être prévus plus grands. Regrouper marmites, cuisinières et friteuses sous une évacuation d'air avec filtre à graisse. Nettoyer les conduits chaque année, filtrer l'arrivée d'air et la réchauffer en hiver. Pas de système en circuit fermé. Chauffage local et vitrage isolant sont nécessaires.



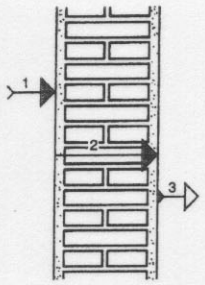
① Installation de conditionnement d'air à haute pression (système LTG)



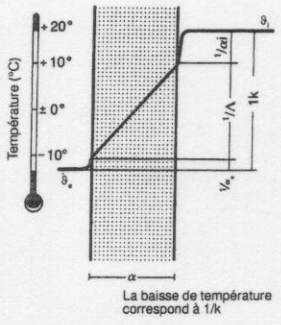
②—㉟ Symboles graphiques concernant les techniques d'aération des pièces.

ISOLATION THERMIQUE

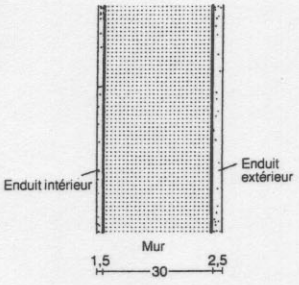
NOTIONS ET MECANISMES



① Principe du passage de la chaleur à travers un élément de construction.

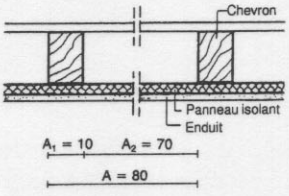


② Variation de la température à travers un élément de construction constitué d'une seule couche.



Enduit intérieur	0,015 : 0,7	= 0,02
Mur	0,30 : 0,22	= 1,36
Enduit extérieur	0,02 : 0,87	= 0,02
$1/\Lambda$		1,34
$1/\alpha_i$		0,12
$1/\alpha_e$		0,04
$1/k$		1,56
$k = \frac{1}{1/k}$		0,64

③ Calcul de la valeur k pour un élément de construction comprenant plusieurs couches. Exemple d'un mur en béton cellulaire (500 kg/m³) épais de 30 cm et enduit sur les deux faces.



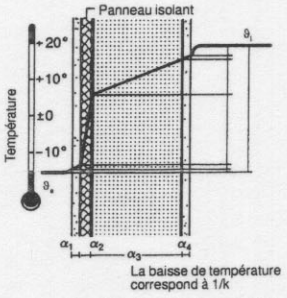
$$k_m = \frac{A_1}{A} \cdot k_1 + \frac{A_2}{A} \cdot k_2 + \ldots + \frac{A_n}{A} \cdot k_n$$

k au niveau du chevron = 0,45
k entre chevrons = 0,95

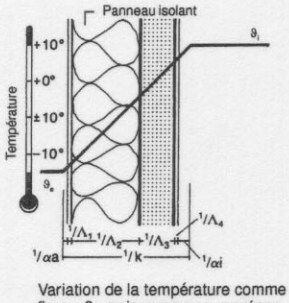
$$k_m = \frac{10}{80} \cdot 0,45 + \frac{70}{80} \cdot 0,95$$

$$= 0,056 + 0,83 = 0,89$$

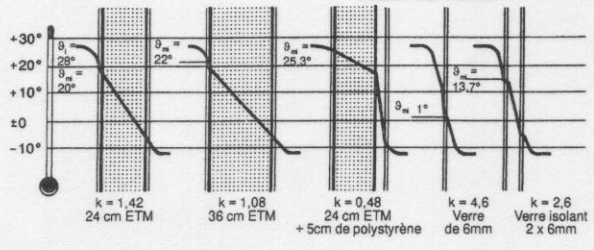
④ Calcul de la valeur moyenne de la résistance à la conductibilité calorifique pour des éléments de construction composites de plusieurs parties. Exemple d'un toit en pente recouvrant un comble aménagé.



⑤ Variation de la température à travers un élément de construction comprenant plusieurs couches.



⑥ Variation de la température comme figure 2, mais avec une représentation modifiée de l'élément de construction (selon son degré d'isolation thermique). La variation de température à travers tout l'élément de construction est linéaire.



⑦ Variation de température pour des éléments de construction correspondant à différentes isolations avec une température intérieure ϑ_i = 28 °C et une température extérieure ϑ_e = 12 °C. La température de la face intérieure ϑ_{mi} du mur augmente avec l'efficacité de l'isolation. ETM = épaisseur totale maçonnerie.

L'isolation thermique répond aux besoins :

- de bien-être / protection contre un excès ou un manque de chaleur,
- d'économie d'énergie relative au chauffage,
- de protection contre les dégâts de construction, une isolation thermique insuffisante ou mal mise en œuvre entraînant une circulation d'air chaud et surtout une condensation de vapeur d'eau.

Les définitions suivantes suivent les normes en vigueur [les indications entre parenthèses carrées correspondent aux unités du système international].

Quantité de chaleur en Wh [= 1,16 kcal] ; température en degrés Celsius ; différence de température en kelvins (K) ; 1,16 Wh (= 1 kcal) élève de 1K la température de 1 000 g d'eau.

Échange de chaleur par convection (transport de chaleur), conduction, rayonnement et diffusion de vapeur d'eau peuvent être ralenties mais non complètement arrêtées par l'isolation.

Conductibilité thermique λ en W/mK [kcal/mhK] est une propriété spécifique de la matière. Plus sa valeur est petite et moins la capacité à conduire la chaleur est grande. Les valeurs correspondant aux normes sont majorées pour les applications pratiquées.

Résistance thermique $1/\Lambda$ en m² K/W (m² hK/kcal) est une grandeur spécifique d'une couche de matériau : $1/\Lambda = e/\lambda$ (e = épaisseur de la couche en m) ; il est plus facile pour les calculs d'exprimer l'épaisseur de la couche en cm (e') et d'introduire un facteur multiplicatif E' tel que : $1/\Lambda = e' \times E'$. La résistance thermique est un paramètre important en ce qui concerne la variation de la température à l'intérieur d'un élément de construction et pour les questions concernant les dégâts dus à la condensation.

Résistance à la transmission thermique entre un matériau et l'air $1/\alpha$ est la résistance à la conductibilité thermique de la couche d'air limite jouxtant un élément de construction. Moins grande est la vitesse de l'air et plus grand est $1/\alpha$: la valeur de $1/\alpha$ est de 0,04 pour la surface extérieure d'un élément de construction ($1/\alpha_e$), de 0,08 pour la surface intérieure ($1/\alpha_i$).

Résistance totale à la transmission thermique 1/k en m² K/W(m² hK/kcal) est la somme des résistances contre le passage de la chaleur pour un élément de construction: $1/k = 1/\alpha_i + 1/\Lambda + 1/\alpha_e$ (son inverse k-cœfficient global de transmission de la chaleur-donné en W/m² K [kcal/m² hK] la perte de chaleur d'un élément de construction et sert de base aux calculs relatifs au chauffage).

Coefficient global de transmission thermique k en W/m² K(kcal/m² hK). Inverse de la résistance totale à la transmission de la chaleur 1/k. Il est aujourd'hui le chiffre le plus important pour le calcul d'une isolation thermique. Sa grandeur dans différents cas est imposée par des règles officielles pour l'isolation thermique. La même règle sert à l'installateur de chauffage comme base pour ses calculs. Il existe une grandeur dérivée $k_{m\,(F+M)}$ qui est le cœfficient moyen global de la transmission de la chaleur « fenêtre + mur ». Il est calculé a partir de la valeur de k et de la contribution en surface S des fenêtres et des murs : $k_{m\,(F+M)} = (k_F \times S_F + k_M) : (S_F + S_M)$. k_m est le cœfficient moyen global de la transmission de la chaleur de l'ensemble des éléments constituant l'enveloppe d'une construction. Il est calculé à partir de la valeur de k et de la contribution des surfaces donnant sur l'extérieur, des murs (M), des fenêtres (F), du toit (T), de la surface au sol (Ss) et de la surface de plafond exposée à l'air (PA) et en prenant des valeurs minimales pour le toit et la surface du sol :

$$k_m = \frac{k_M \times S_M + k_F \times S_F + k_{PA} \times S_{PA} + 0,8\, k_T \times S_T + 0,5\, k_{Ss} \times S_{Ss}}{S_M + S_F + S_{PA} + S_T + S_{Ss}}$$

Transmission calorifique à travers un élément de construction. Une quantité de chaleur franchit la couche interne limite d'air et passe ainsi de l'air intérieur vers la surface - côté interne- d'un élément de construction. Elle traverse l'isolation due à l'élément de construction et atteint la surface - côté extérieur- de cet élément. Elle dépasse la couche externe limite d'air et arrive ainsi dans l'air extérieur (fig. 1).

1. Exemple : $1/\alpha_i + 1/L + 1/\alpha_e = 0,13 + 0,83 + 0,04 = 1,00$
   $1/\alpha_i : 1/L : 1/\alpha_e = 13\% : 83\% : 4\%$.

Pour une différence de température de $\Delta\vartheta$ = 40 K entre l'extérieur et l'intérieur, on a :

$1/\alpha_i$ 13% x 40 = 5,2 K
$1/\Lambda$ 83% x 40 = 33,2 K
$1/\alpha_e$ 4% x 40 = 1,6 K

2. Exemple avec une valeur de $1/\Lambda$ égale à 0,33 ; on aurait alors :
   0,13 : 0,33 : 0,04 = 26% : 66% : 8%.

On aurait pour la couche d'air limite côté interne une différence de température de 26% x 40 = 10,4 K, c'est-à-dire que la surface du mur serait plus froide de 10,4 K que l'air dans la pièce !

Plus faible est l'isolation thermique d'un élément de construction, plus basse est la température de la surface interne de cet élément (fig. 7) et plus facilement se produira la condensation de l'eau sur le mur.

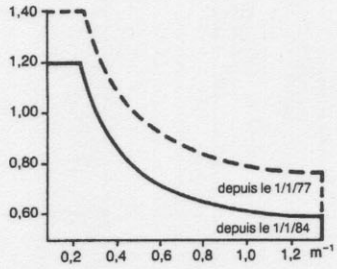
Puisque la variation de la température est une fonction de l'isolation calorifique de chaque couche, on peut représenter la variation totale par une droite, à condition de faire figurer chaque couche de l'élément de construction en fonction non plus de son épaisseur mais de son isolation thermique (fig. 5 et 6). Il est plus facile de voir de cette manière si la construction est conforme aux règles. Le gradient de température, en dehors des questions de condensation, est important pour la dilatation thermique des éléments de construction. Voir p.112.

Directives

Elles fixent les mesures relatives à l'isolation thermique et la protection contre l'humidité. L'isolation thermique répond aux besoins :
- de bien-être - protection contre un excès ou un manque de chaleur,
- la protection de la construction contre les dégâts provoqués par l'humidité,
- d'économie d'énergie relative aux chauffage et refroidissement,
- de limitation du coût de construction et d'entretien.

L'isolation thermique d'une pièce dépend :
- de la résistance à la transmission de la chaleur ou le cœfficient de transmission de la chaleur des éléments de construction (murs, plafonds, fenêtres, portes) ainsi que leur part dans la superficie extérieure de la pièce,
- le cas échéant de la disposition des différentes couches des éléments de construction ainsi que leur capacité de retenir la chaleur (condensation, protection thermique l'été, chauffage non-permanent),
- de la transmission calorifique, la taille et l'orientation des fenêtres en respectant les mesures de l'isolation thermique,
- de la transmission de l'air de tous les éléments de construction extérieurs (joints, fentes),
- de l'aération.

Indications sur la réduction de la transmission calorifique (pertes calorifiques par transmission) dans des constructions à températures intérieures normales.
La réduction de ces pertes doit être prouvée par les procédés 1 ou 2.



Indications sur le procédé 1 A/V

1. Indications sur le coefficient de transmission calorifique en fonction de A/V (rapport entre la superficie extérieure transmettant la chaleur et le volume de la construction)

Les valeurs moyennes maximales du coefficient de transmission de la chaleur indiquées dans le tableau 1 ne doivent pas être dépassées.

Tableau 1 : Valeurs moyennes maximales du coefficient de transmission de la chaleur $k_{m,max}$ en fonction du rapport A/V.

A/V[1] en m^{-1}	$k_{m,max}$ en W/(m²K)
≤ 0,22	1,20
0,30	1,00
0,40	0,86
0,50	0,78
0,60	0,73
0,70	0,69
0,80	0,66
0,90	0,63
1,00	0,62
≥ 1,10	0,60

[1] Les valeurs intermédiaires peuvent être calculées à partir de l'équation suivante :

$k_{m,max} = 0,45 + 0,165 \times (\frac{1}{A/V})$ en W/m²K.

1.1 *Calcul de la superficie extérieure d'une construction transmettant la chaleur A*

Elle se calcule de la façon suivante : $A = A_W + A_F + A_D + A_G + A_{DL}$
dont les termes sont définis comme suit :

A_W superficie des murs extérieurs en contact avec l'air extérieur, dans les combles aménagés également la superficie des murs au contact de combles non isolés. Les dimensions extérieures de la construction sont à prendre en compte. Les calculs se font à partir du bord supérieur du terrain ou - si le plancher le plus bas dépasse le bord supérieur du terrain - à partir du bord supérieur de ce plancher jusqu'au bord supérieur du plancher le plus élevé ou jusqu'au bord supérieur de la couche isolante.

A_F superficie des fenêtres (fenêtres, portes-fenêtres, fenêtres de toit); elle se calcule sur la base des cotes des murs intérieurs.

A_D superficie isolée du toit.

A_G surface de base de la construction n'ayant pas de contact avec l'air extérieur; elle se calcule sur la base de l'encombrement de la construction, à savoir la superficie du plancher recouvrant le terrain ou en cas de sous-sol non chauffé le plancher de celui-ci. Pour le sous-sol chauffé, on tient également compte de la partie des murs en contact avec la terre.

A_{DL} la superficie de plancher de la construction en contact avec l'air extérieur.

2. Indications sur le coefficient de transmission de chaleur pour différents éléments de construction extérieurs

Dans le cas des pièces chauffées, on considère les indications sur la limitation des pertes calorifiques de transmission comme respectées tant que les valeurs maximales du cœfficient de transmission de chaleur indiquées pour les éléments de construction extérieurs ne sont pas dépassées.

Tableau 2 : Coefficients de transmission de chaleur pour éléments de construction extérieurs

Num	Éléments de construction		Coefficient de transmission de la chaleur max. en W(m²K)
1	2	3	4
1.1	Murs extérieurs compris fenêtres et portes-fenêtres	Constructions dont la section horizontale[1] est inférieure à un carré de 15 m x 15 m (fig.1 et fig.2)	
1.2		Constructions dont la section horizontale est supérieure à un carré de 15 m x15 m (fig.3)	$k_{m,W+F} \leq 1,50$
2	Plancher sous combles non aménagés et planchers (compris versants) séparant vers le haut et vers le bas de l'air extérieur.		$k_D \leq 0,30$[2]
3	Planchers de caves, murs et planchers séparant de pièces non chauffées, ainsi que planchers et murs touchant la terre.		$k_G \leq 10,55$

[1] Le critère pour les numéros 1.1 et 1.2 est la plus petite valeur de k_{W+F} pour un étage entier. Les étages à plans horizontaux différents peuvent être calculés étage par étage.
[2] Le même procédé pour ce qui est des fenêtres de toit.

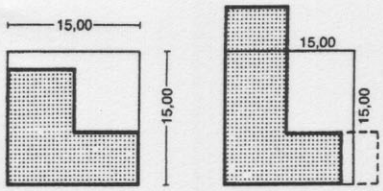


Fig. 1 Fig. 2 Fig. 3

2.1 *Calcul du coefficient de transmission de chaleur moyen pour murs extérieurs*

L'équation pour le calcul est la suivante :

$$k_{m\,W+F} = \frac{K_W \times A_W + K_F \times A_F}{A_W + A_F}$$

Pour le calcul de A_W et A_F ainsi que les coefficients de transmission de la chaleur k_W et k_F, voir les numéros 1.1 et 1.3

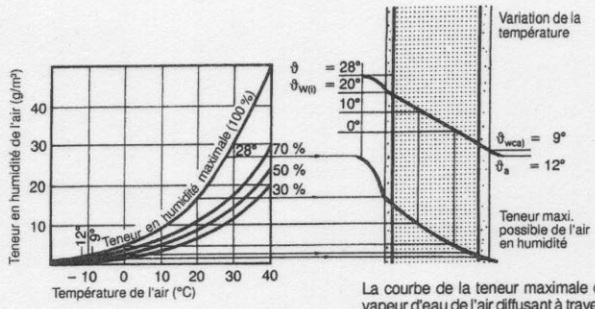
Tableau 3 : Valeurs maximales de transmission de chaleur pour des éléments de construction lors d'une construction, d'une réfection ou d'une rénovation

Num	Éléments de construction	Coefficient max de transmission de la chaleur W/(m²K) [1]	Épaisseur minimale de la couche isolante sans justification [2]
	1	2	3
1	Murs extérieurs	0,60	50 mm
2	Fenêtres	Double vitrage ou vitres isolantes	
3	Plancher sous combles non aménagés et planchers (compris versants) séparant vers le haut et vers le bas de l'air extérieur	0,45	80 mm
4	Planchers de cave et planchers touchant la terre, murs et planchers séparant de pièces non chauffées	0,70	40 mm

1) Le coefficient de transmission de chaleur se calcule en tenant compte des différentes couches des éléments de construction.
2) La référence pour l'épaisseur est la conductibilité de chaleur λ = 0,04 W/(mK). Pour des matériaux ayant une conductibilité différente de la précédente, il convient de recalculer l'épaisseur de la couche isolante. La conductibilité d'une isolation en fibre minérale ou en matière plastique mousse existante est de 0,04 W/mK.

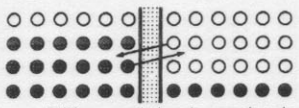
ISOLATION THERMIQUE

DIFFUSION DE LA VAPEUR D'EAU

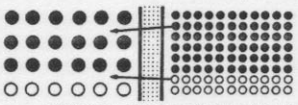


① Teneur en vapeur d'eau de l'air pour différentes valeurs d'humidité relative.

② La courbe de la teneur maximale de vapeur d'eau de l'air diffusant à travers l'élément de construction résulte de la variation de la température dans cet élément - courbe de pression partielle à saturation.



③ Différence relative de pression de vapeur (différence de pression partielle de vapeur) de part et d'autre d'un élément de construction.



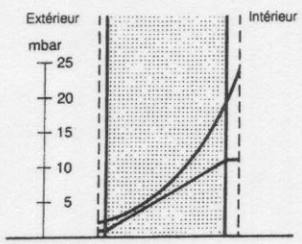
④ Différence absolue de pression de vapeur (différence de pression d'air) de part et d'autre d'un élément de construction.

Temp. (°C)	Pression part. max. (kp/m²)
– 10°	26,9
– 5°	40,9
± 0	62,3
± 5	88,9
+ 10	125,2
+ 15	173,9
+ 20	238,1
+ 25	323,0

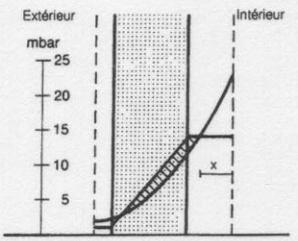
⑤ Pression partielle de vapeur d'eau de l'air.

Temp. ext. (°C)	Humidité relative de l'air 50	60	70
– 12°	33,5%	25%	17,8%
– 15°	30,8%	23%	16,2%
– 18°	28,4%	21%	15 %

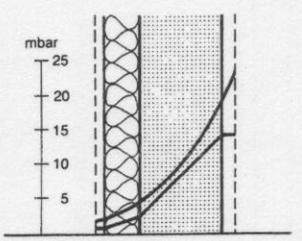
⑥ Pourcentage maximal de la couche d'air limite, le cas échéant jusqu'à la surface limite de la vapeur.



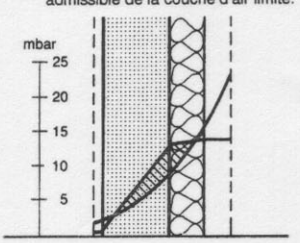
⑦ La pression partielle de vapeur d'eau reste en dessous de la valeur maximale possible, il n'y a pas de condensation.



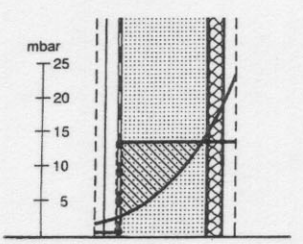
⑧ Pourcentage de couche d'air limite trop élevé (isolation thermique trop faible) : condensation à l'intérieur et à l'extérieur de l'élément de construction. x = pourcentage max. admissible de la couche d'air limite.



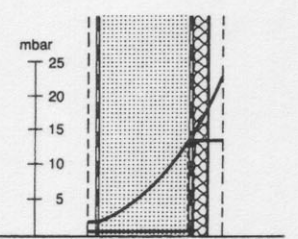
⑨ Le facteur de position (pente de la courbe) décroît du coté de l'extérieur : bon !



⑩ Mauvaise configuration des couches isolantes : le facteur de position (pente de la courbe) croît vers l'extérieur : condensation dans l'élément de construction !



⑪ Étanchéité à la vapeur d'eau du côté froid : condensation dans l'élément de construction !



⑫ La couche supplémentaire d'étanchéité à la vapeur posée du côté chaud empêche la formation de condensation. x = isolation therm. max. sur le côté intérieur de la couche d'étanchéité à la vapeur d'eau.

La vapeur d'eau, forme gazeuse de l'eau, se forme par vaporisation (au point d'ébullition) et par évaporation (à n'importe quelle température). La chaleur (environ 700 Wh) nécessaire à la transformation à l'état gazeux est tirée de l'environnement. La vapeur d'eau dans l'air n'est pas visible. (Les « nuages de vapeur d'eau » sont formés de gouttelettes d'eau qui flottent dans l'air).

L'air peut contenir seulement une certaine quantité de vapeur d'eau : plus chaud est l'air, plus grande est la teneur de vapeur d'eau possible. Le **degré relatif d'humidité** de l'air donne le pourcentage par rapport à cette quantité maximale de vapeur d'eau contenue effectivement dans l'air. Lorsque la température d'air **diminue**, le degré relatif d'humidité de l'air **augmente** alors que la teneur en vapeur d'eau reste la même.

Exemple : Pression de vapeur d'eau de l'air 12,3 mbar.
Air à 20 °C ; 12,3 mbar / 23,4 mbar = 52%.
Air à 15 °C ; 12,3 mbar / 17,5 mbar = 72%.
Air à 10 °C ; 12,3 mbar / 12,3 mbar = 100%.

Si, dans cet exemple, on diminuait encore la température de l'air, la vapeur d'eau se condenserait en eau liquide : c'est ainsi que se forme la « rosée », élément très décoratif sur les pétales de roses. C'est pourquoi on appelle la température particulière pour laquelle le degré relatif d'humidité de l'air atteint 100%, le « point de rosée » du mélange vapeur d'eau-air.

La pression atmosphérique de l'air est de 1bar ou 1000 mbar (appelé aussi hectopascal) ; dans le cas d'un mélange vapeur d'eau-air, une partie de cette pression est produite par la vapeur d'eau – c'est la pression partielle de vapeur d'eau ou, en abrégé, la pression partielle de vapeur. On emploie par convention ce paramètre pour caractériser la teneur en vàpeur d'eau de l'air (voir tableau 5), ce qui permet par ce moyen de présenter de façon plus concrète les considérations sur la diffusion (0,6 / mbar ≈ 1 g eau / kg air). Les différences de pression partielle de vapeur (fig. 3) correspondent donc seulement à des teneurs différentes en molécules de vapeur d'eau pour une même pression (d'air) atmosphérique (au contraire de la différence de pression absolue, comme pour les chaudières à vapeur (fig. 4), et qui se produit par exemple pour l'air au niveau de la toiture, voir p.77 et suivantes).

Les différences de pression partielle de vapeur tendent à s'égaliser grâce à la diffusion par passage de l'air à travers les éléments de construction et leurs couches. Les couches des éléments de construction opposent à cela leur résistance à la diffusion $\mu \times d$ (cm, m) qui correspond à l'épaisseur de la couche d'air ayant la même résistance à la diffusion. Le paramètre est calculé à partir du produit de l'épaisseur de la couche par le coefficient de la résistance à la diffusion μ (p. 115 et 116).

Dans le cas d'une diffusion à l'intérieur des éléments de construction, il se produit une chute de la pression partielle de vapeur. Cette chute, analogue à celle de la température dans un élément de construction, se répartit entre les différentes couches selon leur contribution par rapport à la résistance à la diffusion de l'ensemble de l'élément. On peut cependant négliger les couches d'air limite à cause de leur faible épaisseur (à l'extérieur 0,5 cm, à l'intérieur 2 cm).

Exemple : Intérieur 20° / 50% ≙ 11,70 mbar
Extérieur - 15° / 80% ≙ 1,3 mbar
Différence 11,70 - 1,30 = 10,4 mbar

Mur 24 cm ETM;	$\mu \times d$ 4,5 x 24 =	108 cm	94,7% x 10,5 = 9,8 mbar
Enduit intérieur 1,5 cm;	$\mu \times d$ 6 x 1,0 =	6 cm	5,3% x 10,5 = 0,6 mbar
		114 cm	100%

Exemples concernant la diffusion

Il faut empêcher la formation de condensation dans les éléments de construction, afin d'éviter des dégâts. La condensation survient là où la teneur en vapeur d'eau risque de devenir plus importante que celle pouvant provenir de la température. Dans les exemples (fig. 7 à 12), l'élément de construction y compris ses couches d'air limite est représenté avec une échelle graduée en isolation thermique (à comparer avec p.102). La ligne courbe qui se distingue par son allure de la ligne droite relative à la température, donne la pression partielle maximale possible de vapeur. Pour éviter les dégâts, il est important d'avoir :

• Une isolation thermique suffisante

Il n'y a pas de condensation dans l'exemple (fig. 7) relatif à un élément de construction à simple paroi, alors que la condensation se forme dans (fig. 8) à l'intérieur de l'élément parce que la contribution de la couche d'air limite est apparemment trop grande. La part d'une couche d'air limite à la résistance totale à la transmission de la chaleur 1/k ne doit pas dépasser une certaine valeur (fig. 6).

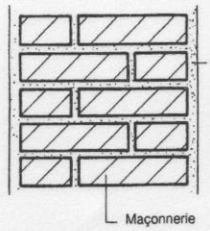
• Une disposition adéquate des couches

La pente de la courbe de diffusion doit être la plus forte possible du côté intérieur, et la plus faible du côte extérieur (fig. 9) : sinon, la condensation apparaît (fig. 10). Cette pente est donnée par le facteur de position $\mu\lambda$: à l'intérieur, un coefficient élevé de résistance à la diffusion entraîne une bonne conduction de la chaleur qui se traduit par un facteur de position $\mu\lambda$ élevé : à l'extérieur, un faible coefficient de résistance à la diffusion entraîne une mauvaise conduction de la chaleur qui se traduit par un facteur de position $\mu\lambda$ faible.

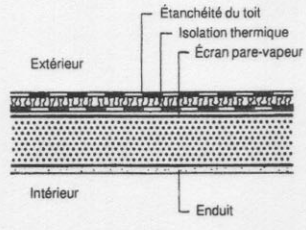
• Une couche d'étanchéité à la vapeur d'eau bien placée

Si la couche d'étanchéité à la vapeur d'eau est placée à l'extérieur, toute la chute de la pression de vapeur va se produire à cet endroit, et il en résultera la formation de condensation (fig. 11). Pour éviter cela, on doit prévoir du côté intérieur une couche d'étanchéité à la vapeur, de telle façon que la part de la résistance à la transmission de la chaleur des couches jusqu'à la couche de protection ne dépasse pas une valeur X par rapport à la résistance totale à la transmission de la chaleur 1 /k (fig. 6) !

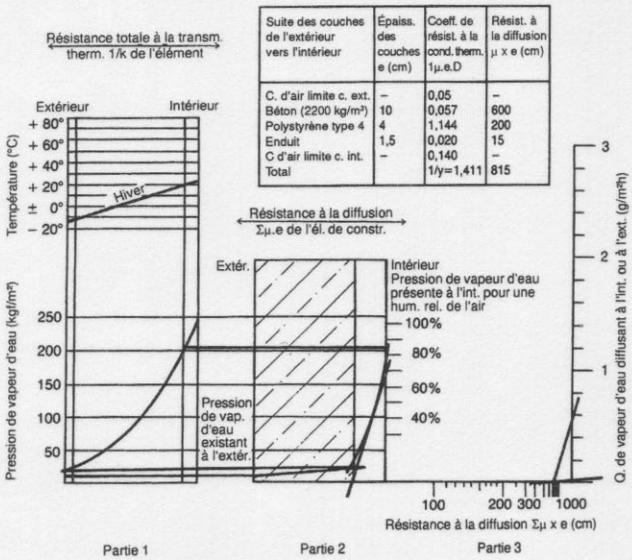
DIFFÉRENTS TYPES DE CONSTRUCTIONS



① Mur massif sans isolation thermique.

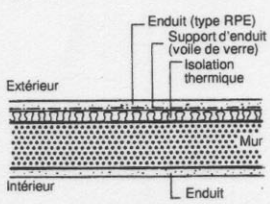


② Toit massif avec couverture étanche à la vapeur.

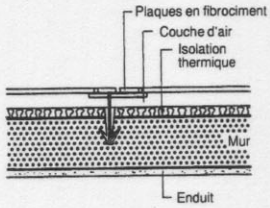


Suite des couches de l'extérieur vers l'intérieur	Épaiss. des couches e (cm)	Coeff. de résist. à la cond. therm. 1/μ.e.D	Résist. à la diffusion μ x e (cm)
C. d'air limite c. ext.	–	0,05	–
Béton (2200 kg/m³)	10	0,057	600
Polystyrène type 4	4	1,144	200
Enduit	1,5	0,020	15
C d'air limite c. int.	–	0,140	–
Total		1/y=1,411	815

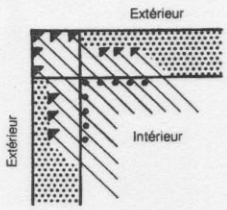
③ Analyse de la formation d'eau de condensation dans le cas d'un toit.



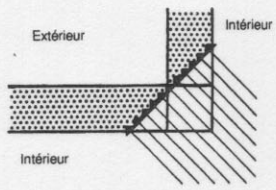
④ Mur massif avec écran pare-vapeur extérieur.



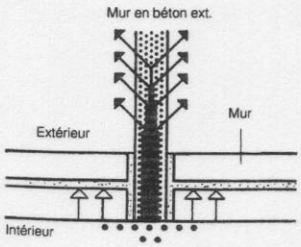
⑤ Mur massif avec peau extérieure et couche d'air intercalée.



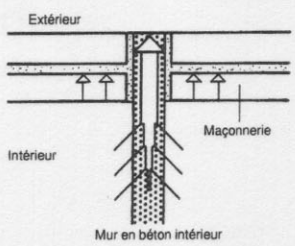
⑥ L'eau se condense sur la surface intérieure de l'encoignure dont la concavité est tournée vers l'intérieur.



⑦ L'eau ne se condense pas sur la surface intérieure de l'encoignure dont la concavité est tournée vers l'extérieur.



⑧ L'eau se condense à cause de la surf. ext. importante du pont thermique qui conduit la chaleur de l'int. vers l'ext. (fuite de chaleur importante par unité de surface).



⑨ La fuite de chaleur par unité de surface est beaucoup plus faible à cause de la surface intérieure importante du pont thermique.

Construction sans pare-vapeur (fig. 1)
Les pare-vapeur ne sont pas utilisés dans la construction traditionnelle. Disposition telle qu'il ne se produise pas de condensation: isolation thermique suffisante, facteur de position diminuant de l'intérieur vers l'extérieur (p.101, fig. 7 et 8). Il faut vérifier par le calcul ou graphiquement les variations de la pression de vapeur d'eau dans les endroits très humides (par exemple pour les piscines couvertes) (fig. 5).
Point essentiel : il y a danger de formation de fissures pour un enduit ordinaire posé à l'extérieur des couches d'isolation thermique à cause de l'accumulation de chaleur et du manque de résistance au cisaillement du support de l'enduit. Pour cette raison, il vaut mieux choisir un enduit appliqué à la truelle, auquel est mélangée de la fibre de verre comme renforcement (fig. 3) (à ne pas utiliser pour les piscines couvertes, p.225/226).
Construction avec pare-vapeur (fig. 2)
Les constructions plus récentes (« toiture chaude », « façade chaude ») sont faites avec des pare-vapeur placés à l'extérieur et en conséquence avec des pare-vapeur à l'intérieur (p.101, fig. 8 et 10). Le système est difficilement applicable aux éléments de construction verticaux. Il vaut mieux choisir dans ce cas des constructions avec couverture extérieure et couche d'air intercalaire (exception pour les murs préfabriqués).
Point essentiel : l'isolation thermique des couches jusqu'au pare-vapeur et y compris la couche d'air limite doit être caractérisée par une résistance totale à la transmission de chaleur ne dépassant pas une certaine valeur (p.101, fig. 8 et 10). Il faut prévoir pour les bâtiments en dur une couche d'égalisation afin de préserver le pare-vapeur des dégâts mécaniques (p. 80 et suivantes). Puisque du côté intérieur du pare-vapeur il n'y a pas de pression de vapeur d'eau dans le sens de celle produite par une chaudière à vapeur mais qu'il existe seulement une pression partielle de vapeur (p.101), la «compensation de pression » , dont on parle si souvent, est sans signification au niveau de cette couche (contrairement à la couche de compensation en dessous de la couverture d'un toit (voir « Toit plat », p.80 et suivantes).
Construction avec couverture extérieure et couche d'air intercalaire (fig. 4)
Il est nécessaire que l'épaisseur de la couche d'air intercalaire soit ≥ 2 cm partout. L'aération fonctionne grâce à des différences de hauteur (au minimum une pente de 10%) entre l'entrée et la sortie de l'air.
Une couche de protection contre la vapeur d'eau avec une résistance à la diffusion de la partie intérieure ≥ 10 m (pour une piscine couverte ≥100 m) est nécessaire lorsque la pente est faible pour sa disposition, voir « Construction avec pare-vapeur ». Pour la disposition des couches internes, voir le paragraphe concernant la construction sans pare-vapeur.
La surface **côté intérieur** doit **toujours** être **hermétique à l'air**.
Ponts thermiques
Les ponts thermiques sont des zones d'une construction ou l'isolation thermique est moins grande que celle des zones voisinantes. En conséquence, la contribution de la couche d'air limite à la résistance totale à la transmission de la chaleur augmente de telle sorte que la température de la surface du pont thermique baisse du côté intérieur et que la condensation se forme à cet endroit (p.101, fig. 8). L'augmentation des frais de chauffage due aux ponts thermiques est en revanche insignifiante, étant donné que le pont thermique reste relativement petit sauf pour les fenêtres simples que l'on peut considérer aussi comme des ponts thermiques (p.110, fig. 7).
Afin d'éviter la condensation sur les surfaces des éléments de construction ainsi que les conséquences désagréables qui en découlent (moisissures, etc.), la température de la surface intérieure des ponts thermiques doit être augmentée. Cela est possible par :
Diminution des pertes de chaleur Au niveau du pont thermique au moyen d'une couche d'isolation contre le froid extérieur (l'augmentation de l'isolation calorifique produit une diminution de la contribution de la couche d'air limite à la résistance totale à la transmission de la chaleur 1/k).
Augmentation des apports de chaleur vers le pont thermique, en agrandissant la surface intérieure de ce pont; en choisissant des matériaux conduisant bien la chaleur à proximité de ce pont; en soufflant de l'air chaud. En prenant ces précautions, la résistance à la transmission de la chaleur $1/\alpha_i$, relative au pont thermique, est effectivement diminuée ainsi que la contribution de la couche d'air limite à la résistance totale à la transmission de la chaleur 1/k.
Des exemples types sont montrés sur la figure 8. Une encoignure normale dans un bâtiment avec une concavité tournée vers l'intérieur (fig. 6) constitue aussi un pont thermique puisque, contrairement à ce qui est montré à la figure 9, une petite surface intérieure apportant de la chaleur est opposée à une plus grande surface extérieure rayonnant de la chaleur. Il faut en outre ajouter que l'isolation thermique de la couche d'air limite est beaucoup plus importante dans les encoignures que sur les surfaces planes. C'est pour cette raison qu'on a souvent de la condensation et des moisissures dans les encoignures des bâtiments dont les murs ont une isolation thermique réduite.

ISOLATION THERMIQUE DÉTAILS : MURS EXTÉRIEURS

Généralités : Pour une isolation thermique extérieure, pas d'enduit minéral mais un habillage ventilé (fig.5). ou enduit à la truelle (renforcé avec tissu de verre), éventl. avec enduit minéral de finition.
Points de détail critiques : Joint glissant en raccordement de toit plat (p.80 et suivantes) ; niche pour radiateur (fig.6) : isolation thermique absolument nécessaire pour économies de chauffage (paroi mince, température plus élevée) ; raccordement de fenêtre (fig.6).
Cas des locaux humides (par exemple piscine couverte) : Isolation thermique plus importante ; plus faible part des couches internes (couche d'air limite, couches jusqu'au pare-vapeur, p.113). Ici enduit à la truelle trop étanche à vapeur d'eau, mieux vaut habillage ventilé (fig.5) ou construction avec pare-vapeur (fig.4).

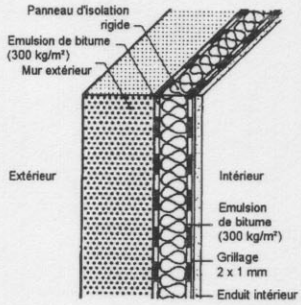
Désignation et représentation	Epaisseur S mm	Coefficients de résistance à la conductibilité thermique 1/Λ (m² x k/w) En moyenne	A l'endroit le plus défavorable
1. Béton armé			
Plancher à nervures en béton armé (sans enduit)	120	0,20	0,06
	140	0,21	0,07
	160	0,22	0,08
	180	0,23	0,09
	200	0,24	0,10
	220	0,25	0,11
	250	0,26	0,12
Plancher en poutrelles de béton armé (sans enduit)	120	0,16	0,06
	140	0,18	0,07
	160	0,20	0,08
	180	0,22	0,09
	200	0,24	0,10
	220	0,26	0,11
	240	0,28	0,12
2. Plancher à nervures en béton armé et plancher en poutrelles de béton armé et briques pontées.			
Avec briques sans séparations intermédiaires (sans enduit)	115	0,15	0,06
	140	0,16	0,07
	165	0,18	0,08
Avec briques avec séparations intermédiaires selon (sans enduit)	190	0,24	0,09
	225	0,26	0,10
	240	0,28	0,11
	265	0,30	0,12
	290	0,32	0,13
3. Plancher mixte en béton armé avec briques pontées			
Briques pour joints verticaux partiellement remplis de mortier	115	0,15	0,06
	140	0,18	0,07
	165	0,21	0,08
	190	0,24	0,09
	225	0,27	0,10
	240	0,30	0,11
	265	0,33	0,12
	290	0,36	0,13
Briques pour joints verticaux entièrement remplissables de mortier	115	0,13	0,06
	140	0,16	0,07
	165	0,19	0,08
	190	0,22	0,09
	225	0,25	0,10
	240	0,28	0,11
	265	0,31	0,12
	290	0,34	0,13
4. Dalle en béton armé creuse			
(sans enduit)	65	0,13	0,03
	80	0,14	0,04
	100	0,15	0,05

① Résistances thermiques (coefficient d'isolation thermique) 1/Λ (m² x K/W)

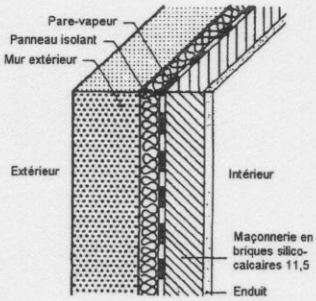
Nature du béton	Poids spécifique du béton (kg/m³)	Epaisseur (cm) 12.5	18.75	25,0	31,25	37.5
Béton-gaz, mousse, léger durci à la vapeur	400	0,89***	1,34***	1,79**	2,23**	2,68**
	500	0,78***	1,17**	1,56**	1,95*	2,34*
	600	0,66***	0,99**	1,32*	1,64*	1,97
	800	0,54**	0,82*	1,09	1,36	1,63
Béton armé allégé par granulat léger (argile expansée, ardoise expansée, etc. sans sable siliceux)	800	0,41**	0,63*	0,83*	1,04	1,29
	1000	0,33**	0,49*	0,66	0,82	0,99
	1200	0,25	0,38	0,50	0,63	0,79
	1400	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60
	1600	0,17	0,26	0,34	0,43	0,51
Béton léger avec granulat poreux sans sable siliceux	600	0,57***	0,85**	1,14*	1,42*	1,70
	1000	0,35	0,52	0,69	0,87	1,04
	1400	0,22	0,33	0,44	0,55	0,66
	1800	0,14	0,20	0,27	0,34	0,41
Béton armé	(2400)	0,06	0,09	0,12	0,15	0,18

* Poids par rapport à la surface avec enduit ≥ 200 kg/m²
** Poids par rapport à la surface avec enduit ≥ 150 kg/m²
*** Poids par rapport à la surface avec enduit ≥ 100 kg/m²

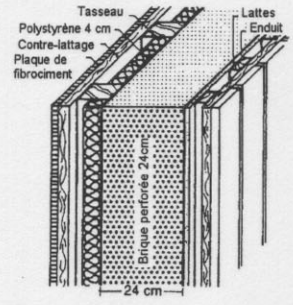
② Coefficients de résistance (isolation thermique) 1/Λ (m² x k/w) pour éléments de construction en béton de grande taille: l'utilisation de béton armé léger (p. ex. pour balcons) permet une amélioration de l'isolation thermique jusqu'à 68,3%.



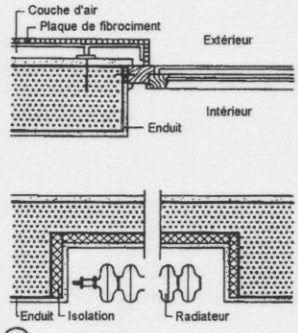
③ Mur composite avec isolation thermique incorporée.



④ Mur avec pare-vapeur incorporé.

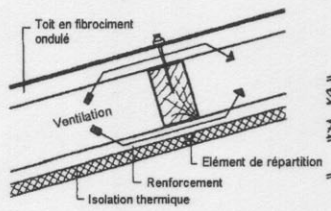


⑤ Mur composite sans pare-vapeur.

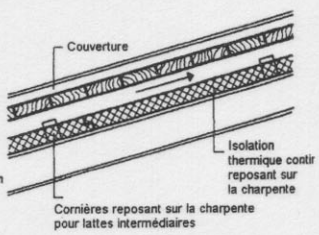


⑥ Isolation thermique d'une niche pour radiateur.

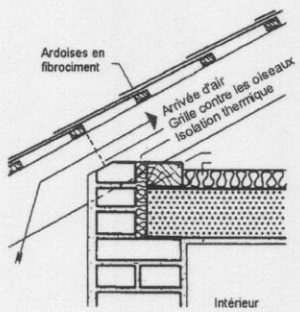
Détails d'isolation thermique : Toit



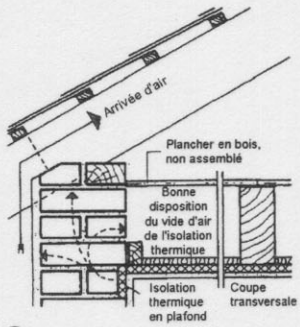
⑦ Toiture d'un hall en bois (toiture froide)



⑧ Toiture d'un hall en acier avec une couverture en aluminium (toiture froide)



⑨ Toit pentu avec plancher massif.



⑩ Toit pentu avec plancher en solives.

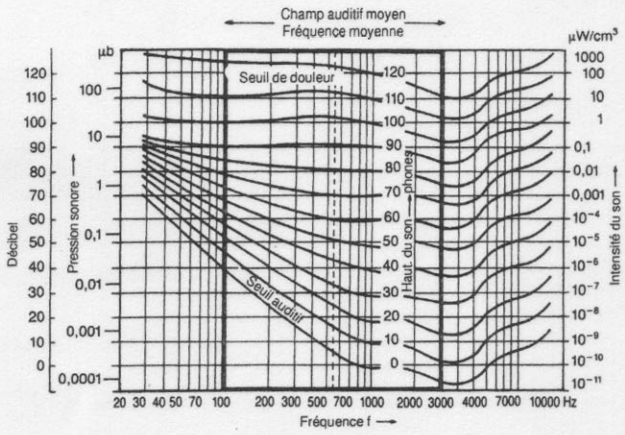
Numéro	Matériau	Masse volumique ou classe de masse volumique en kg/m³	Coefficient de conductivité thermique λ_R en W/(m.K)	Valeur approximative du coefficient de résistance à la diffusion de vapeur μ
1	**Enduits, chapes et autres couches de mortier.**			
1.1	Mortier de chaux, mortier de ciment et de chaux, mortier de chaux hydraulique	(1 800)	0,87	15/35
1.2	Mortier de ciment	(2 000)	1,4	15/35
1.3	Mortier de plâtre, mortier plâtre-chaux, mortier d'anhydrite, mortier de chaux-anhydrite	(1 400)	0,70	10
1.4	Enduit en plâtre sans granulat	(1 200)	0,35	10
1.5	Chape en anhydrite	(2 100)	1,2	
1.6	Chape en plâtre	(2 000)	1,4	15/35
1.7	Chape en magnésie			
1.7.1	Sous-couche pour sol en deux couches	(1 400)	0,47	
1.7.2	Sols industriels et couche d'usure	(2 300)	0,70	
1.8	Chape en asphalte coulé ≥ 15 mm	(2 300)	0,90	
2	**Éléments de construction de grande taille.**			
2.1	Béton normalisé (béton de gravier ou de gravillon, à texture fermée ; aussi armé)	(2 400)	2,1	70/150
2.2	Béton léger armé ou non à texture fermée avec granulat à texture poreuse sans sable siliceux	800 900 1 000 1 100 1 200 1 300 1 400 1 500 1 600 1 800 2 000	0,39 0,44 0,49 0,55 0,62 0,70 0,79 0,89 1,0 1,3 1,6	70/150
2.3	Béton-gaz durci à la vapeur	400 500 600 700 800	0,14 0,16 0,19 0,21 0,23	5/10
2.4	Béton léger à texture poreuse			
2.4.1	Avec granulat non poreux, exemple : gravier	1 600 1 800 2 000	0,81 1,1 1,4	3/10 5/10
2.4.2	Avec granulat poreux sans sable siliceux	600 700 800 1 000 1 200 1 400 1 600 1 800 2 000	0,22 0,26 0,28 0,36 0,46 0,57 0,75 0,92 1,2	5/15
2.4.2.1	Uniquement avec de la ponce naturelle	500 600 700 800 900 1 000 1 200	0,15 0,18 0,20 0,24 0,27 0,32 0,44	5/15
2.4.2.2	Uniquement avec de l'argile expansée	500 600 700 800 900 1 000 1 200	0,18 0,20 0,23 0,26 0,30 0,35 0,46	5/15
3	**Plaques.**			
3.1	Plaques en fibrociment	(2 000)	0,58	20/50
3.2	Plaques en béton-gaz non armées			
3.2.1	Posées avec joints d'épaisseur normale et mortier	500 600 700 800	0,22 0,24 0,27 0,29	
3.2.2	Posées avec joints d'une faible épaisseur	500 600 700 800	0,19 0,22 0,24 0,27	5/10
3.3	Plaques pour parois en béton léger	800 900 1 000 1 200 1 400	0,29 0,32 0,37 0,47 0,58	5/10
3.4	Plaques pour parois en plâtre, aussi avec pores, creux, remplissages ou granulats	600 750 900 1 000 1 200	0,29 0,35 0,41 0,47 0,58	5/10
3.5	Plaques en plâtre cartonnées	(900)	0,21	8

Numéro	Matériau	Masse volumique ou classe de masse volumique en kg/m³	Coefficient de conductivité thermique λ_R en W/(m.K)	Valeur approximative du coefficient de résistance à la diffusion de vapeur μ
4	**Maçonnerie compris joints de mortier.**			
4.1	Maçonnerie en briques			
4.1.1	Brique réfractaire, réfractaire perforée, réfractaire céramique	1 800 2 000 2 200	0,81 0,96 1,2	50/100
4.1.2	Brique pleine, brique perforée	1 200 1 400 1 600 1 800 2 000	0,50 0,58 0,68 0,81 0,96	5/10
4.1.3	Brique perforée légère avec perforations A et B	700 800 900 1 000	0,36 0,39 0,42 0,45	5/10
4.1.4	Brique perforée légère W	700 800 900 1 000	0,30 0,33 0,36 0,39	5/10
4.2	Maçonnerie en briques silico-calcaires	1 000 1 200 1 400 1 600 1 800 2 000 2 200	0,50 0,56 0,70 0,79 0,99 1,1 1,3	5/10 15/25
4.3	Maçonnerie en briques de laitier granulé	1 000 1 200 1 400 1 600 1 800 2 000	0,47 0,52 0,58 0,64 0,70 0,76	70/100
4.4	Maçonnerie en blocs de béton-gaz	500 600 700 800	0,22 0,24 0,27 0,29	5/10
4.5	Maçonnerie en blocs de béton			
4.5.1	Blocs creux en béton léger avec granulat poreux sans sable siliceux			
4.5.1.1	Blocs à 2 alvéoles, largeur ≤ 240mm Blocs à 3 alvéoles, largeur ≤ 300mm Blocs à 4 alvéoles, largeur ≤ 365mm	500 600 700 800 900 1 000 1 200 1 400	0,29 0,32 0,35 0,39 0,44 0,49 0,60 0,73	5/10
4.5.1.2	Blocs à 2 alvéoles, L = 300mm Blocs à 3 alvéoles, L = 365mm	500 600 700 800 900 1 000 1 200 1 400	0,29 0,34 0,39 0,46 0,55 0,64 0,76 0,90	5/10
4.5.2	Blocs pleins et blocs pleins en béton léger			
4.5.2.1	Blocs pleins	500 600 700 800 900 1 000 1 200 1 400 1 600 1 800 2 000	0,32 0,34 0,37 0,40 0,43 0,46 0,54 0,63 0,74 0,87 0,99	5/10 10/15
4.5.2.2	Blocs pleins (sauf blocs pleins en ponce naturelle et en argile expansée)	500 600 700 800 900 1 000 1 200 1 400 1 600 1 800 2 000	0,29 0,32 0,35 0,39 0,43 0,46 0,54 0,63 0,74 0,87 0,99	5/10 10/15
4.5.2.3	Blocs pleins en ponce naturelle	500 600 700 800	0,20 0,22 0,25 0,28	5/10

Numéro	Matériaux	Masse volumique ou classes de masse volumique 1) 2) kg/m³	Coefficient de conductivité thermique λ_R 2) W/(m·K)	Valeur approximative du coefficient de résistance à la diffusion de vapeur μ 4)
4.5.2.4	Blocs creux et blocs en béton normal	500 600 700 800	0,22 0,24 0,27 0,31	5/10
4.5.3	Blocs creux et blocs creux en béton normal			
4.5.3.1	à 2 alvéoles, largeur ≤ 240 mm à 3 alvéoles, largeur ≤ 300 mm à 4 alvéoles, largeur ≤ 365 mm	(≤ 1800)	0,92	
4.5.3.2	à 2 alvéoles, largeur = 300 mm à 3 alvéoles, largeur = 365 mm	(≤ 1800)	1,3	
5 Matériaux isolants thermiques				
5.1	Panneaux légers en laine de bois épaisseur ≥ 25 mm = 15 mm	(360–480) (570)	0,093 0,15	2/5
5.2	Panneaux légers composites en plaques de matière plastique cellulaire recouvertes de laine de bois avec liant minéral Plaques en matière plastique cellulaire Plaques de laine de bois (couche simple) Epaisseur ≥ 10 à < 25 mm ≥ 25 mm Pour le calcul de la résistance thermique 1/Λ on ne tient pas compte des couches de laine de bois (couche simple) d'une épaisseur < 10 mm	(≥ 15) (460–650) (360–460) (800)	0,040 0,15 0,093	20/70
5.3	Matières plastiques cellulaires fabriquées sur le chantier.			
5.3.1	Mousse de polyuréthanne fabriquée sur le chantier.	(≥ 37)	0,030	30/100
5.3.2	Mousse en résine d'urée-formaldéhyde fabriquée sur le chantier.	(≥ 10)	0,041	1/3
5.4	Liège Plaques de liège Catégorie de conductivité thermique 045 050 055	(80–500)	0,045 0,050 0,055	5/10
5.5	Matières plastiques cellulaires			
5.5.1	Mousse de polystyrène dure Catégorie de conductivité thermique 025 030 035 040 Polystyrène en particules Polystyrène extrudé	(≥ 15) (≥ 20) (≥ 30) (≥ 25)	0,025 0,030 0,035 0,040	20/50 30/70 40/100 80/300
5.5.2	Mousse de polyuréthanne dure catégorie de conductivité thermique 020 025 030 035	(≥ 30)	0,020 0,025 0,030 0,035	30/100
5.5.3	Mousse dure de résine phénolique catégorie de conductivité thermique 030 035 040 045	(≥ 30)	0,030 0,035 0,040 0,045	30/50
5.6	Fibres minérales et végétales catégorie de conductivité thermique 045 035 040 045 050	(8–500)	0,35 0,040 0,045 0,050	1
5.7	Verre mousse catégorie de conductivité thermique 045 050 055 060	(100 bis 105)	0,045 0,050 0,055 0,060	5)
6 Bois et matériaux à base de bois				
6.1	Bois			
6.1.1	Epicéa, pin, sapin	(600)	0,13	40
6.1.2	Hêtre, chêne	(800)	0,20	
6.2	Matériaux à base de bois			
6.2.1	Contre-plaqué	(800)	0,15	50/400
6.2.2	Panneau de particules			
6.2.2.1	Panneau de particules disposées à plat	(700)	0,13	50/100
6.2.2.2	Panneau de fibre extrudé (plein sans bordage)	(700)	0,17	20
6.2.3	Panneau en fibre de bois			
6.2.3.1	Panneau en fibre de bois dur	(1000)	0,17	70
6.2.3.2	Panneau en fibre de bois poreux et panneau en fibre de bois bitumineux	200 300	0,045 0,056	5
7 Revêtements, matériaux d'isolation, bandes isolantes				
7.1	Revêtement du sol			
7.1.1	Linoléum	(1000)	0,17	
7.1.2	Linoléum-liège	(700)	0,081	
7.1.3	Linoléum composite	(100)	0,12	
7.1.4	Matières plastiques, aussi PVC	(1500)	0,23	
7.2	Matériaux d'isolation, bandes isolantes			
7.2.1	Mastic d'asphalte, épaisseur ≥ 7 mm	(2000)	0,70	5)
7.2.2	Bitume	(1100)	0,17	
7.2.3	Feutre d'étanchéité de couverture			
7.2.3.1	Feutre bitumé	(1200)	0,17	10000/80000
7.2.3.2	Feutre bitumé nu	(1200)	0,17	2000/20000
7.2.3.3	Voile de verre bitumé			20000/60000
7.2.4	Matières plastique pour couvertures			
7.2.4.1	PVC souple			10000/25000
7.2.4.2	PIB			400000/ 1750000
7.2.4.3	ECB 2,0K			50000/75000
7.2.4.4	ECB 2,0			
7.2.5	Feuilles			
7.2.5.1	En PVC, épaisseur ≥ 0,1 mm			20000/50000
7.2.5.2	En polyéthylène, épaisseur ≥ 0,1 mm			100000
7.2.5.3	En aluminium, épaisseur ≥ 0,005 mm			5)
7.2.5.4	Autres feuilles métalliques, épaisseur ≥ 0,1 mm			5)
8 Autres matériaux usuels 11)				
8.1	Remblai meuble 12), recouvert			
8.1.1	En matériaux poreux : Perlite expansée Mica expansé Granulé de liège expansé Ponce de laitier Argile expansée, ardoise expansée Gravier de ponce Lave en mousse	(≤ 100) (≤ 100) (≤ 200) (≤ 600) (≤ 400) (≤ 1000) ≤ 1200 ≤ 1500	0,060 0,070 0,050 0,13 0,16 0,19 0,22 0,27	
8.1.2	En particules de polystyrène	(15)	0,045	
8.1.3	En sable, gravier, gravillon (sec)	(1800)	0,70	
8.2	Carreaux de céramique	(2000)	1,0	
8.3	Verre	(2500)	0,80	
8.4	Pierres naturelles			
8.4.1	Roches cristallines, métamorphiques (granit, basalte, marbre)	(2800)	3,5	
8.4.2	Roches sédimentaires (grès, calcaire coquillier)	(2600)	2,3	
8.4.3	Roches volcaniques poreuses	(1600)	0,55	
8.5	Sols, teneur en humidité naturelle			
8.5.1	Sable, gravier		1,4	
8.5.2	Sols cohérents		2,1	
8.6	Céramique et mosaïque en verre	(2000)	1,2	100/300
8.7	Enduit isolant thermique	(600)	0,20	5/20
8.8	Enduit en résine synthétique	(1100)	0,70	50/200
8.9	Métaux			
8.9.1	Acier		60	
8.9.2	Cuivre		380	
8.9.3	Aluminium		200	
8.10	Caoutchouc (compact)	(1000)	0,20	

1) Les valeurs entre parenthèses ne servent qu'au calcul de la masse en fonction de la surface, par exemple la preuve d'une isolation thermique en été.
2) Les masses volumiques données pour les pierres sont des désignations de catégories conformes aux normes des matériaux en question.
3) Lors de l'utilisation de mortiers industriels légers à granulat poreux sans sable silenceux - d'une masse volumique ≤ 1000 kg/m pour le mortier durci - les coefficients de conductivité donnés peuvent être réduits de 0,06 W/(mK) sans que les coefficients de ces blocs en béton-gaz (n° 4.4) ainsi que les blocs pleins S-W en ponce naturelle et en argile expansée (n° 4.5.2.3 et 4.5.2.4) soient inférieurs aux n° 2.3 ainsi que 2.4.2.1 et 2.4.2.2.
4) Mettre la valeur la moins favorable de la construction. Pour ce qui est de l'application de la valeur µ.
5) Hermétique à la vapeur d'eau : $s_i \geq 1500$ m
6) L'adjonction de sable siliceux fait augmenter le coefficient de conductivité de 20 %
7) Le coefficient de conductivité pour parpaings creux avec sable siliceux augmente de +20 % avec 2 alvéoles et de +15 % avec 3 et 4 alvéoles.
8) Des plaques d'épaisseur < 15 mm sont à négliger en matière d'isolation.
9) Pour les plaques d'isolation contre le bruit d'impact en plastique cellulaire et en fibre, le coefficient de résistance thermique 1/Λ est systématiquement indiqué sur l'emballage.
10) Le coefficient de condutivité donné est indiqué perpendiculairement à la fibre, pour matériaux à la base de bois verticalement au plan du panneau. Autrement on multiplie le coefficient donné par approximativement 2,2 en l'absence de valeur plus précise.
11) Ces matériaux ne sont pas standardisés quant à leur pouvoir d'isolation. Les valeurs données se veulent des valeurs maximales.
12) La masse volumique est donnée comme masse volumique pour remblai meuble.

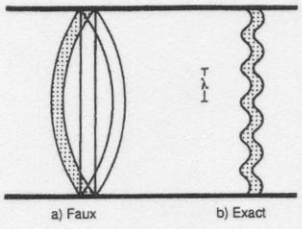
(1) Paramètres techniques de protection thermique et contre l'humidité.



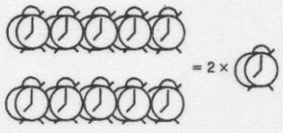
① Rapport entre la hauteur du son (phone), la pression du son (µb), l'intensité du son (dB) et la force du son (µW/cm²).

0-10	Début de la sensibilité auditive
20	Léger bruissement de feuilles
30	Limite inférieure des bruits habituels de la maison.
40	Bruits moyens de la maison. Conversation à mi-voix. Rue calme
50	Conversation à voix haute. Radio à intensité normale dans une pièce fermée
60	Aspirateur silencieux. Bruits usuels dans une rue commerçante
70	Machine à écrire isolée. Sonnerie de téléphone à 1m de distance
80	Rue à très grand trafic. Salle de machines à écrire.
90	Hall d'usine bruyant
100	Son du cor à 7m de distance. Motocyclette
100-130	Usine particulièrement bruyante.

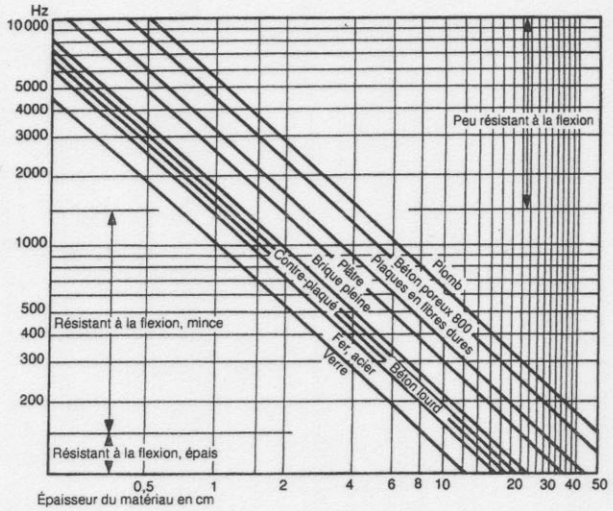
② Échelle des hauteurs de sons.



③ Représentation graphique d'ondes courtes se propageant à travers une paroi à des fréquences normales. La paroi ne fléchit pas d'un seul tenant (a) mais ses différentes parties oscillent l'une à côté de l'autre (b)



④ Sensibilité à l'intensité sonore. La puissance du bruit doit en général être multipliée par dix pour que l'oreille enregistre un bruit deux fois plus fort.



⑤ Fréquence limite pour plaques en différents matériaux de construction.

On apelle ainsi l'ensemble des procédés utilisés pour diminuer la transmission d'un bruit provenant d'une source de son jusqu'à un récepteur. Il est impossible de faire une insonorisation complète. Lorsque la source du son et le récepteur sont dans la même pièce, l'insonorisation se fait par absorption du son (p. 120). Lorsqu'ils sont dans deux pièces différentes, elle se fait par isolation acoustique.

On distingue, suivant la catégorie de bruits, l'insonorisation contre les bruits transmis par l'air (lorsque la source de bruit agit d'abord sur l'air environnant) de l'insonorisation contre les bruits de structure (lorsque la source de bruit agit sur un élément de construction).

Exemples pour bruits transmis par l'air : radio, cris, sons provenant d'instrument à vent; pour les bruits de structure : bruits de pas, bruits des installations, sons provenant d'un piano (aussi transmis par l'air).

Les valeurs à atteindre par l'insonorisation sont indiquées dans la réglementation acoustique (p. 118) pour les bruits transmis par l'air et pour les bruits provenant de chocs (p. 119). Le son se propage par des vibrations mécaniques et par des ondes de surpression qui provoquent de très minimes augmentations ou diminutions de la pression vis-à-vis de la pression atmosphérique (= 1,0333 kg/cm²). La différence de pression lorsqu'on parle avec une voix élevée est égale environ à un millionième d'atmosphère. Les ondes acoustiques que nous pouvons entendre se situent dans la gamme de fréquence 20 Hz-20 000 Hz; 1 Hz (hertz) = 1 vibration par seconde.

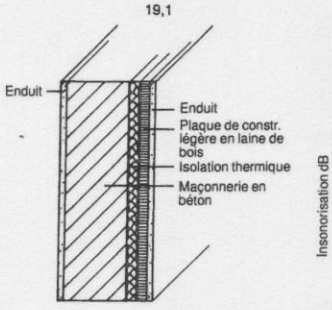
Mais pour les constructions, c'est la gamme de 100 a 3200 Hz qui est importante, là où l'oreille humaine est surtout sensible. Les pressions d'ondes sonores audibles pour l'homme sont comprises entre le seuil auditif et le seuil de la douleur (fig. 1). Ce champ auditif est partagé en douze parties = 12 B (d'après A.G.Bell, inventeur du téléphone). 1/10 B = 1 décibel (dB) est encore tout juste audible pour une fréquence normale de 1 000 Hz comme seuil différentiel, c'est pourquoi le décibel est considéré comme unité de mesure pour l'intensité sonore en fonction de l'unité de surface (fig. 1). On indique le plus souvent le niveau sonore en décibels (A) ou au-dessus de 60 dB en décibels (B).

La différence de niveau sonore sert à caractériser l'insonorisation des bruits transmis par l'air. C'est la différence entre le niveau du son à la source et celui qui subsiste après insonorisation. (Pour les bruits de structure, on considère en revanche le niveau sonore maximal restant d'un bruit standard). La matière elle-même, donc les éléments de construction lourds et épais, vont servir par principe pour l'insonorisation. L'énergie du son est amortie d'abord au moment du passage du son de l'air dans l'élément, ensuite par la vibration de la matière de l'élément de construction et ensuite de nouveau par le passage du son de l'élément dans l'air extérieur. Lorsque l'élément de construction est directement sollicité (bruit d'impact), l'insonorisation est naturellement moins importante.

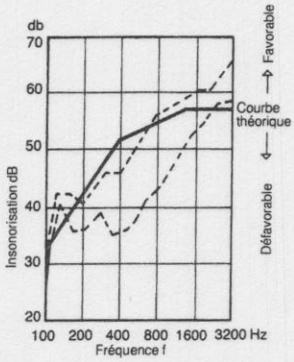
On utilise pour les constructions légères insonorisées (fig. 6) les propriétés de ce passage multiple air-élém. de construction-air-élém. de construction-air, pour l'isolation acoustique. Mais on obtient, comparativement à ce que la matière de l'élément de construction laisse espérer, une meilleure insonorisation au-dessus de ce que l'on appelle « la fréquence de résonance », qui doit se trouver pour cette raison en dessous de 100 Hz. La fréquence de résonance est comparable aux battements d'une porte à va-et-vient qui se met à osciller à la moindre impulsion. Pour que la porte bouge moins vite, il suffit de la freiner, mais il est plus difficile de la faire battre plus vite et cela demande un effort.

L'espace entre les doubles parois doit être rempli avec un matériau absorbant afin d'éviter des réflexions multiples.

Les ondes correspondant à la propagation du son à travers l'air sont des ondes longues tandis que dans le cas de matériaux compacts, ce sont des ondes beaucoup plus courtes (fig. 3). La vitesse de propagation des ondes longues est de 340 m/s. Elle est variable selon le matériau, l'épaisseur de la couche et la fréquence. On appelle fréquence limite la fréquence d'une onde se propageant dans un matériau de construction dont la vitesse est de 340 m/s. Pour cette fréquence, le passage du son venant de l'air et entrant dans l'élément de construction et vice-versa se fait très facilement.

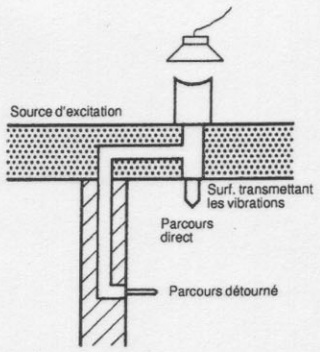


⑥ Revêtement en laine de bois avec crépi : plaque de construction légère de 1,5 cm; maçonnerie en béton de 11,5 cm; plaque de polystyrène de 1,6 cm; plaque de construction légère de 2,5 cm de laine de bois clouée (distance entre clous assez grande); enduit en plâtre avec du sable de 2 cm.

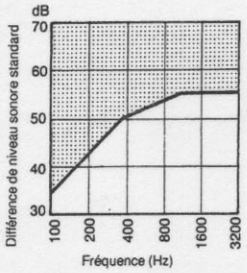


⑦ Insonorisation d'un mur contre les sons transmis par l'air. Mesures de l'insonorisation contre des sons transmis par l'air, sans revêtement – 7 dB, avec revêtement + 2 dB.

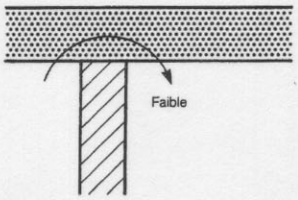
ISOLATION AUX BRUITS AÉRIENS



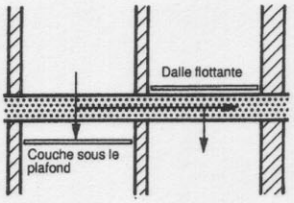
① Propagation du son transmis par l'air.



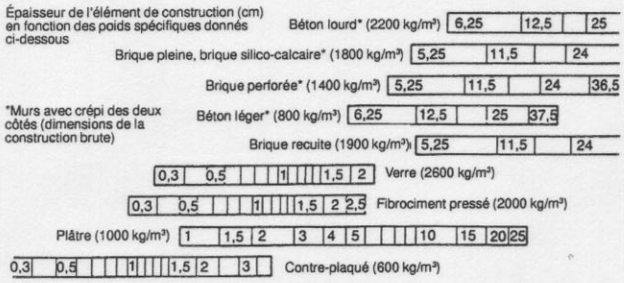
② Courbe théorique pour les sons transmis par l'air.

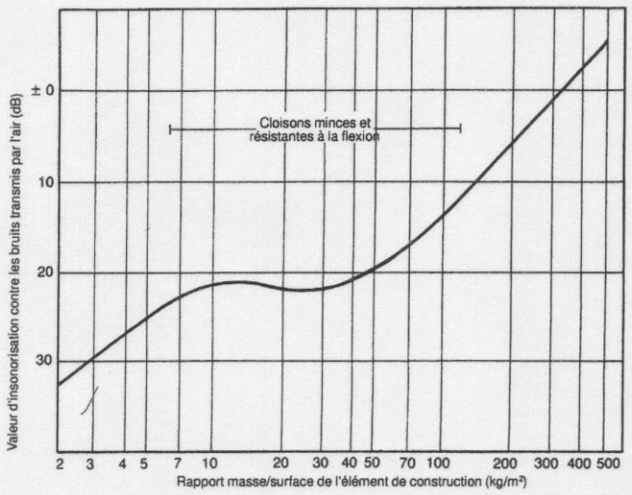


Parcours détourné à travers un élément de construction à une seule couche dans le cas de murs et de plafonds ayant un poids supérieur à 250 kg/m².



④ Transmission en diagonale.





⑤ Insonorisation contre les bruits transmis par l'air, en fonction du poids et de l'épaisseur de l'élément de construction.

1	Porte simple avec seuil sans raccords spéciaux	jusqu'à	20 dB
2	Porte lourde avec seuil et bons raccords	jusqu'à	30 dB
3	Porte double avec seuil sans raccords spéciaux	jusqu'à	30 dB
4	Double porte lourde avec seuil et raccords	jusqu'à	40 dB
5	Fenêtre simple sans étanchéité supplémentaire	jusqu'à	15 dB
6	Fenêtre simple avec étanchéité normale	jusqu'à	25 dB
7	Fenêtre double sans étanchéité spéciale	jusqu'à	25 dB
8	Fenêtre double avec une bonne étanchéité	jusqu'à	30 dB

⑥ Insonorisation de portes et fenêtres.

L'insonorisation due à l'élément de construction est particulièrement mauvaise, moins bonne que ne le laisse espérer le poids du mur, car la fréquence limite se trouve au-dessus de la gamme de fréquence intéressante pour les éléments de construction lourds et peu flexibles, contrairement aux éléments de construction minces et flexibles. Les éléments peu flexibles ont leur fréquence limite au milieu de la gamme de fréquence intéressante. C'est pour cela que l'on obtient avec eux une insonorisation moins efficace (fig. 5).

Insonorisation contre les bruits transmis par l'air

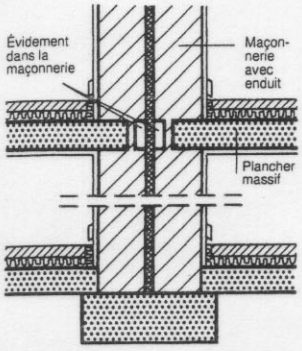
Lorsqu'il s'agit de sons transmis par l'air, l'onde agit tout d'abord sur l'élément de construction (fig. 1). En conséquence, l'influence de la fréquence limite sur l'insonorisation augmente (fig. 5). La courbe théorique indique quelle doit être la valeur minimale de la différence de niveau sonore à chacune des fréquences, ce qui permet de calculer la valeur d'insonorisation pour les bruits transmis par l'air (fig. 2). Épaisseur requise pour le mur (fig. 7). L'influence des « voies latérales » est gênante pour l'insonorisation des bruits transmis par l'air, plus que pour l'insonorisation des bruits produits par les chocs. Pour cette raison, les certificats de contrôle concernant les murs insonorisés devraient être donnés toujours avec des réserves sur les « voies latérales ». Comme « voies latérales », il faut surtout considérer les revêtements résistant à la flexion avec des poids compris entre 10 et 160 kg/m²; voilà la raison pour laquelle les cloisons dans les habitations qui touchent ces revêtements à angle droit doivent peser au moins 400 kg/m² (pour des cloisons avec des poids supérieurs à 250 kg/m², seulement 350 kg/m²).

Les portes et les fenêtres avec leur faible isolation acoustique (fig. 6) sont néfastes vis-à-vis de l'insonorisation des bruits transmis par l'air. Même si la surface de l'ouverture représente seulement une petite partie de la surface totale, la valeur résultante de l'insonorisation se trouve bien souvent inférieure à la valeur moyenne arithmétique des valeurs d'insonorisation du mur et de l'ouverture. En conséquence, il faut toujours commencer par améliorer l'insonorisation des portes et des fenêtres. Les murs ayant une insonorisation insuffisante peuvent être améliorés en ajoutant un revêtement supplémentaire caractérisé par une faible résistance à la flexion (p. 117, fig. 6). Les parois doubles fournissent une très bonne insonorisation lorsqu'elles reposent sur des matériaux isolants élastiques et souples à la flexion (p. 117, fig. 6) ou lorsqu'elles sont posées séparément sur toute la surface. Les revêtements peu résistants à la flexion sont relativement peu sensibles aux petits ponts sonores (contrairement aux revêtements peu résistants à la flexion).

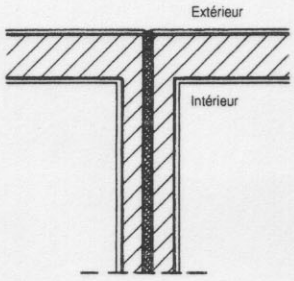
Il faut toujours employer le procédé de construction qui convient pour les parois doubles utilisées pour l'insonorisation ! Les revêtements supplémentaires en enduit posés sur des matériaux isolants normalement durs (polystyrène normal par exemple) diminuent considérablement l'insonorisation.

Numéro	Désignation du matériau	Poids spécifique kg/m³	Poids du mur > 400 kg/m²		Poids du mur > 350 kg/m² < 400 kg/m²	
			mm	kp/m²	mm	kp/m²
Maçonnerie en briques pleines ou perforées, parpaings creux avec une couche d'enduit de 15 mm des deux côtés						
1		1	365	450	300	380
2	Briques perforées, br. pleines	1,2	300	445	240	360
3		1,4	240	405	-	-
4	Briques pleines	1,8	240	485	-	-
5	Br. recuites pour superstruc.	1,9	240	505	-	-
6			-	-	300	380
7	Parpaings creux silico-calc.	1,2	300	440	240	360
8		1,2	300	445	240	360
9	Parpaings perforés silico-calc.	1,4	240	405	-	-
10		1,6	240	440	-	-
11		1,6	240	440	-	-
12	Parpaings pleins silico-calc.	1,8	240	485	-	-
13		2	240	530	-	-
14	Briques de laitier granulé	1,8	240	485	-	-
15	Briques de laitier granulé dur	1,9	240	505	-	-
16	Parpaings creux Maçonnés	1	300	420	-	-
17	à 2 ou 3 à l'envers	1,2	300	460	-	-
18	compartiments avec espace vide	1,4	240	410	-	-
19	rempli de sable	1,6	240	440	-	-
20		1	365	400	-	-
21	Sans remplissage	1,2	-	-	-	-
22	de sable	1,4	-	-	300	355
23		1,6	300	430	240	380
24		0,8	365	405	-	-
25		1	365	450	300	380
26	Béton léger -	1,2	300	445	240	360
27	parpaings pleins	1,4	240	405	-	-
28		1,6	240	440	-	-
29	Parpaings en béton-gaz	0,6	-	-	490	390
30	et béton cellulaire	0,8	490	485	365	380
Béton léger, en panneaux sans joints, en plaques de la hauteur d'un étage avec couche d'enduit de 15 mm des deux côtés						
31		0,6	-	-	500	350
32	Béton-gaz et	0,8	437,5	400	375	350
33	béton cellulaire	0,8	437,5	400	375	350
34	Béton ponce, scoriess	1	375	425	312,5	360
35	de houille, de débris de briques	1,2	312,5	425	250	-
36	et autres	1,4	250	400	-	350
37	Béton poreux de déblais	1,6	250	450	187,5	350
38	avec agrégats non poreux	1,7	250	475	187,5	370
39	(graviers p.ex.)	1,5	250	425	-	-
40		1,7	250	475	187,5	370
41		1,9	187,5	405	-	-
42	Béton de gravier ou béton de gravillons à texture dense	2,2	187,5	460	150	380

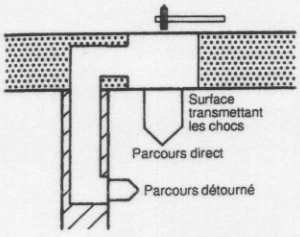
⑦ Épaisseur minimale des cloisons à une seule paroi avec valeur d'insonorisation contre les bruits transmis par l'air supérieurs à 0 dB.



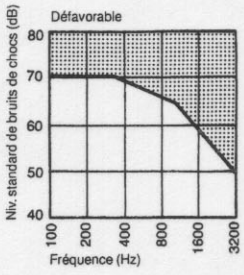
① Mur de séparation en double épaisseur avec joint de dilatation continu, vue en coupe.



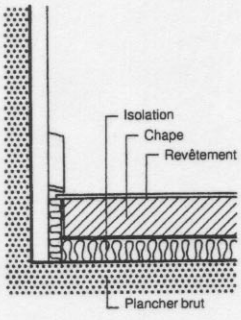
② Plan.



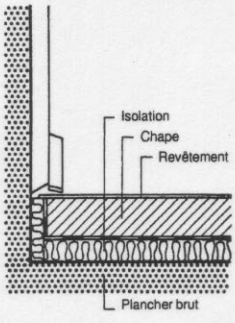
③ Transmission de bruits d'impacts.



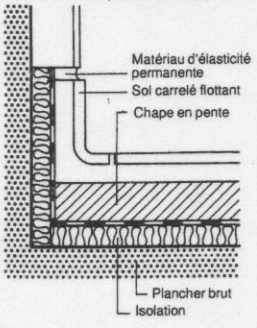
④ Courbe théorique pour les bruits d'impacts.



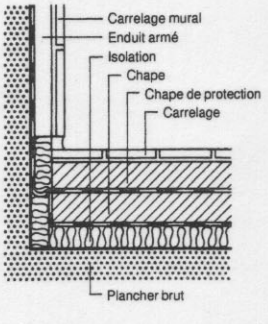
⑤ Pose de l'enduit jusqu'au bord supér. du plancher brut avant la pose de la dalle. Prescrit pour les murs poreux.



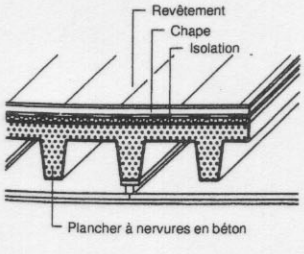
⑥ Pose de l'enduit après la dalle pour les murs compacts.



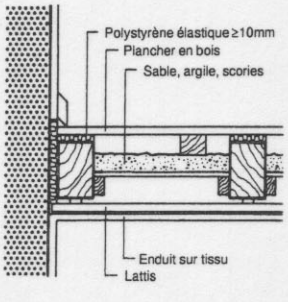
⑦ Sol carrelé flottant (salles de bains).



⑧ Composition d'un sol avec étanchéité pour salles de bains avec douches.



⑨ Couche sous le plafond peu résistante à la flexion.



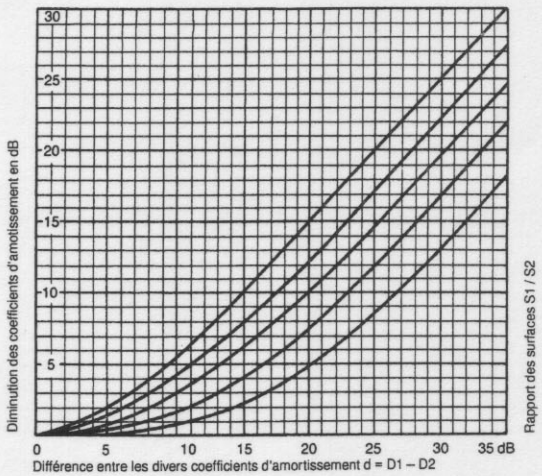
⑩ Possibilité d'insonorisation contre les bruits d'impacts pour un plancher en bois.

Cloisons de séparation dans les maisons

Les cloisons doubles dont les parois ont un poids inférieur à 350 kg/m² doivent avoir leurs parois désolidarisées l'une de l'autre par un joint de séparation sur toute la profondeur de la maison. Leur poids minimal est de 150 kg/m² (pour des habitations à étages, 200 kg/m²). On peut se passer de précautions supplémentaires si le point de séparation commence aux fondations ; s'il commence seulement à la hauteur du terrain, le plafond de la cave doit comporter une dalle flottante ou un revêtement de sol souple et élastique (comme les plafonds de séparation entre les habitations). Les joints de séparation doivent toujours être comblés avec des matériaux de remplissage (plaque de produit alvéolaire, etc.) ou, mieux encore, avec des joints constitués de différents matériaux. Les plus petits raccords diminuent l'insonorisation du fait de la rigidité à la flexion des parois.

Cloisons composées

Pour les cloisons composées (sont considérés comme tels, tous les murs ayant des surfaces dont le coefficient d'amortissement diffère, par exemple, des portes), la valeur totale de l'amortissement résulte de la différence entre la plus grande valeur d'amortissement du son et sa diminution (fig. 11).



⑪ Représentation graphique de la diminution du coefficient d'amortissement du son.

Mode de calcul :
1. Détermination des différences entre les val. unitaires du coeff. d'amortissement d = DI–D2, où D1 > D2
2. Calcul du rapport des surfaces isolantes.
3. La diminution du coefficient d'amortissement s'obtient en prenant l'intersection de la courbe des rapports de surface correspondante et de la verticale d'abscisse d.

Insonorisation contre les bruits de chocs

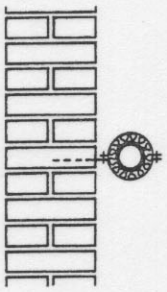
Le plafond est directement excité par les vibrations lorsqu'il s'agit de bruits de chocs (fig. 3). La courbe théorique (fig. 4) indique le niveau sonore normal, c'est-à-dire le niveau maximal qu'il est admissible d'entendre dans une pièce lorsqu'on met en mouvement un appareil standard simulant les bruits de pas dans la pièce située au-dessus.

La valeur obtenue aussitôt après l'achèvement des travaux doit être de 3 dB en dessous de la valeur prévue, pour tenir compte de l'influence du vieillissement des constructions.

L'utilisation d'une chape flottante est le procédé le plus couramment employé pour l'insonorisation contre les bruits d'impacts : couche isolante élastique et sans joints, recouverte d'une couche protectrice sur laquelle on coule une chape en béton de ciment, anhydrite et asphalte coulé. Le procédé apporte en même temps une insonorisation contre les bruits transmis par l'air et, pour cette raison, son utilisation est autorisée pour toutes les catégories de planchers. Les côtés de la chape doivent être toujours libres, bordés à la rigueur avec un mastic d'une élasticité relativement permanente, de même que pour les sols carrelés (fig. 7), puisque la chape est mince et résistante à la flexion, et donc extrêmement sensible aux ponts phoniques.

On peut réaliser, pour les planchers dont l'insonorisation contre les bruits transmis par l'air est suffisante, une insonorisation contre les bruits d'impact en appliquant un revêtement de sol élastique (p.115, fig. 8). On peut aussi installer un faux plafond peu résistant à la flexion (fig. 9). On constate d'après les valeurs d'amélioration (dB), combien une dalle flottante ou un revêtement de sol élastique améliore l'amortissement des bruits d'impact.

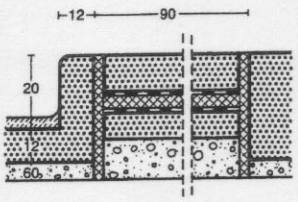
ISOLATION AUX BRUITS AÉRIENS ET AUX BRUITS DE CHOCS



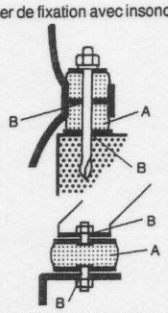
① Étrier de fixation avec insonorisation.

Construction :

Béton B25	ép.12 cm
Carton bitumé	500 g/m²
Plaque de liège	ép. 5 cm
Carton bitumé	500 g/m²
Béton B25	ép. 12 cm

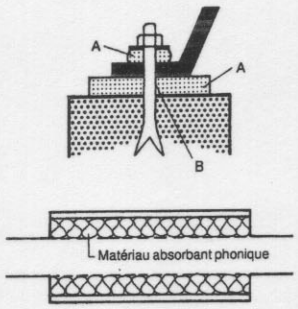


② Socle insonorisé sous chaudière.

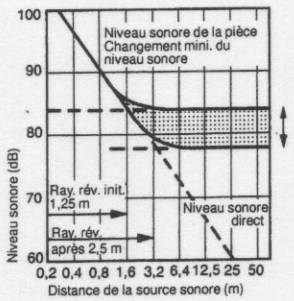


A = Mat. isol c/c les bruits de struct., p. ex. caoutchouc
B = Espace rempli d'air et évent. d'une mat. isol. contre les bruits de structure

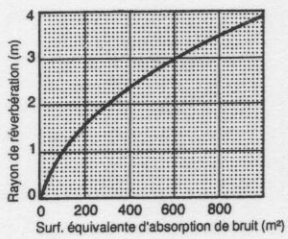
③ Élément en métal et caoutchouc.



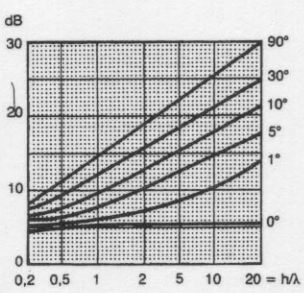
④ Canalisation garnie de matière absorbant le son (amortisseur phonique).



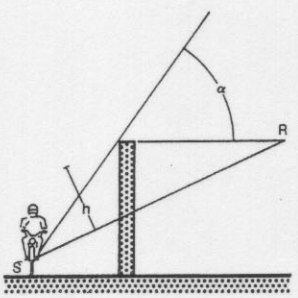
⑤ Le niveau sonore des sons réfléchis peut être réduit par des mesures d'insonorisation. En conséquence, le rayon de réverbération augmente et, en même temps, le niveau sonore des bruits en dehors du rayon de réverbération initial diminue.



⑥ Rayon de réverbération et capacité d'absorption acoustique d'une pièce.



⑦ Effet d'isolation acoustique dû à des obstacles en plein air. En ordonnée, effet de l'écran en fonction de l'angle α (fig. 8). En abscisse, rapport hauteur h /long. d'onde λ en mètres. Exemple: α = 30°, h = 2,50m : pour 500Hz (milieu de la gamme de fréquence), longueur d'onde 340/350 = 0,68Hz ; h/λ = 2,5/0,68 = 3,68 ; l'effet de l'écran est de 17 dB.



⑧ Croquis pour (fig. 7).
S = Source sonore
R = Récepteur acoustique.

Bruits provenant des installations

On distingue :

- *Bruits de robinetterie.* La solution consiste à utiliser des robinetteries homologuées pour l'insonorisation. Les robinetteries de la catégorie I avec un niveau sonore ≤ 20 dB (A) peuvent être utilisées partout. Celles de la catégorie II avec un niveau ≤ 30 dB (A) sont seulement admises sur les cloisons à l'intérieur d'un appartement, ainsi que sur les murs des pièces voisines comportant des installations. Il faut aussi améliorer toutes les tuyauteries, notamment avec des dispositifs d'amortissement phonique.
- *Bruits de canalisations* provenant de la formation de tourbillons dans les tuyaux. La solution consiste à poser des coudes dans les angles des canalisations de dimensions suffisantes, avec des attaches amortissant le bruit (fig. 1).
- *Bruits de remplissage* provenant du choc de l'eau sur la paroi de la baignoire, etc. La solution consiste à prévoir l'amortissement sonore des objets et les bruits d'air dans les tuyauteries. Poser les baignoires sur des pieds amortissant les sons (raccorder alors les bords avec un matériau élastique).
- *Bruits d'évacuation* (bruits de gargouillement). La solution consiste en un juste dimensionnement des conduites d'évacuation et une élimination de l'air dans ces conduites.

Le niveau sonore maximal autorisé concernant les bruits dus à des installations dans les locaux voisins est de 35 dB (A). Il est interdit d'encastrer des éléments d'installations techniques ménagères provoquant du bruit (tuyaux d'eau, tuyaux d'écoulement d'eau usée, tuyaux de gaz, vide-ordures, ascenseur) dans les murs de pièces de détente (salles de séjour, chambres). Insonorisation des chaudières grâce à un support isolant (socle séparé (fig. 2), socle de chaudière absorbant les bruits) un capot de brûleur amortissant les bruits, un raccordement aux conduits de fumée avec des embouts insonorisés, un raccordement avec le circuit de chauffage au moyen de compensateurs de dilatation en caoutchouc.

La transmission des sons dans les conduits d'air (installations de ventilation et de climatisation) est diminuée grâce à des « amortisseurs phoniques » constitués par une garniture absorbant les bruits et à travers laquelle s'écoule l'air. Plus la garniture est dense, plus les fréquences graves sont captées.

Absorption des bruits

Contrairement à l'insonorisation, l'absorption des bruits n'empêche pas, le plus souvent, la diffusion des bruits d'impact à travers un élément de construction. Elle n'influence pas non plus les sons venant d'une source sonore et atteignant directement l'oreille. Elle diminue seulement les sons réfléchis. Puisque le son direct diminue lorsqu'on s'éloigne de la source sonore, le son réfléchi est aussi fort, sinon plus, que le son direct à partir d'une certaine distance de la source sonore appelée « rayon de réverbération » (fig. 5). Lorsque la réflexion du son est atténuée, le niveau sonore du son réfléchi baisse au-delà du rayon de réverbération initial. Rien ne change à l'intérieur du rayon de réverbération initial. La capacité d'absorption acoustique d'une pièce s'exprime en mètres carrés de surface équivalente d'absorption de bruit. C'est la surface absorbante idéale qui aurait la même capacité d'absorption acoustique que la pièce elle-même. Pour un temps de réverbération de 1,5 s, idéal pour les piscines couvertes privées, etc., la surface d'absorption correspondante est de 0,1 m²/m³ de volume de la pièce (le rayon de réverbération serait seulement de 1,1 m pour une pièce de 6 x 10 x 2,5 m et, pour un temps de réverbération moitié, il serait deux fois plus grand).

Exemple d'une piscine :	40 m² eau x 0,05	= 2,00 m²
	100 m² mur et sol x 0,03	= 3,00 m²
	60 m² plafond acoustique x 0 4	= 24,00 m²
		29,00 m²

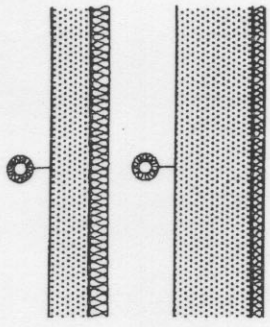
A = 29 / 150 ≈ 0,2 V ; donc réverbération de 0,75 s.

Protection contre les bruits extérieurs

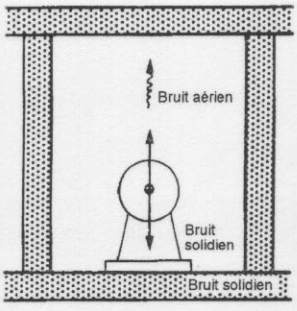
Les possibilités de protection contre les bruits venant de l'extérieur (bruits de circulation, etc.) sont les suivantes :

a) Étude exacte du projet de construction : éloigner les salles de séjour des sources sonores extérieures.
b) Construction du mur extérieur avec isolation acoustique, surtout en ce qui concerne les fenêtres et les portes donnant sur extérieur; vitrages fixes avec dispositifs d'aération.
c) Installation d'un écran acoustique dans la façade.
d) Protection contre le bruit par un aménagement habile du terrain, par exemple avec des haies, des murs ou des plantations.

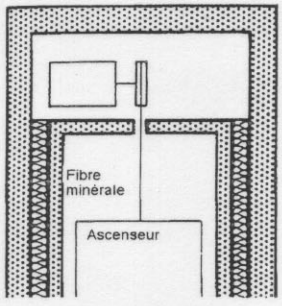
L'effet d'isolation acoustique donné par les haies, les murs ou autres écrans est indiqué sur le diagramme (fig. 7) en fonction des différentes longueurs d'ondes (longueur d'onde = environ au rapport 340 mètres par fréquence). Il montre combien la hauteur h, fonction de l'angle α, est importante.



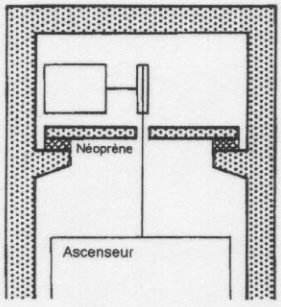
① Mur léger = grande incitation
Mur lourd = faible incitation



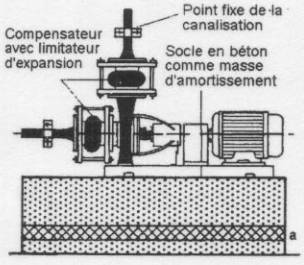
② Incitation de bruits soldiens



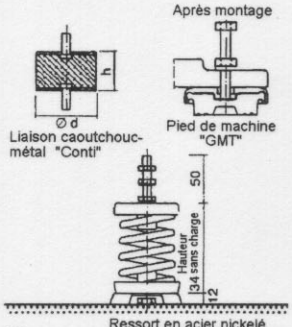
③ Gaine d'ascenseur isolée
Fibre minérale ≥ 3 cm



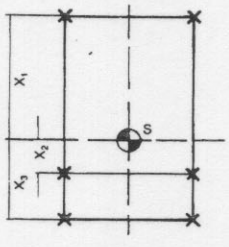
④ Tête de gaine sur néoprène.



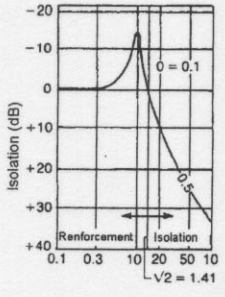
⑤ Installation d'appareils.
a. Insertion élastique dans le socle



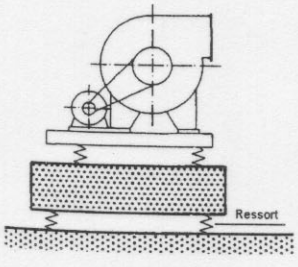
⑥ Exemples d'éléments amortisseurs.



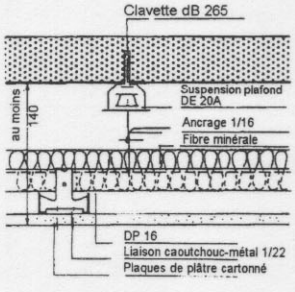
⑦ Disposition des ressorts sur le centre de gravité.



⑧ Effet d'un appui élastique



⑨ Ventilateur reposant sur une double isolation élastique.



⑩ Exemple d'élément de plafond avec liaison caoutchouc-métal

On appelle bruits solidiens les vibrations à l'intérieur de corps solides. Ils sont provoqués soit par des bruits aériens soit par incitation mécanique directe (fig.1).

Comme les forces mécaniques sont souvent plus fortes que celles provoquées par des changements de pression de l'air, l'incitation mécanique directe provoque des émissions plus élevées. On a souvent affaire à des phénomènes de résonance qui, dans des gammes de fréquences étroites, engendrent une émission de sons accrue.

Si les bruits transmis par l'air sont monocordes, on a très souvent affaire à des bruits solidiens par incitation directe. Aussi l'isolation contre ces bruits doit-elle chercher à éviter une conduction directe et la propagation des bruits, par interposition de matériaux formant rupture.

Mesures contre la transmission des bruits solidiens

Lors de l'installation de l'eau n'utiliser que des garnitures homologuées groupe I ou II. Limiter la pression de l'eau le plus possible. Le débit ne joue qu'un rôle secondaire. Fixer les conduites sur des murs ayant un rapport masse/superficie supérieure à 250 kg/m^2 (fig.2).

Poser les baignoires sur des dalles flottantes et les séparer des murs. Prévoir des joints entre les cloisons et les murs. Les éléments de salle de bains suspendus provoquent des bruits de structure par incitation directe. Une fixation rigide semble cependant inévitable. On pourrait interposer des couches isolantes. Les conduites d'eaux et d'eaux usagées doivent être fixées avec des matériaux élastiques ; éviter tout contact avec les parties de l'ouvrage.

Construire des ascenseurs avec des gaines isolées (fig.3) et remplir les joints avec au moins 3 cm de fibre minérale ou faire reposer le haut de la gaine sur du néoprène (fig.4).

Poser les pompes et appareils sur socles isolés contre les bruits solidiens et choisir un branchement élastique.

Les compensateurs comportent des réducteurs de tension car la pression interne agit aussi dans le sens de la longueur des conduites (fig.5).

Les panneaux en caoutchouc granulé assurent une parfaite isolation grâce à leur excellente résistance à la compression.

On peut aussi envisager la pose d'une isolation contre les bruits d'impacts en fibre minérale ou en mousse de polystyrène dure.

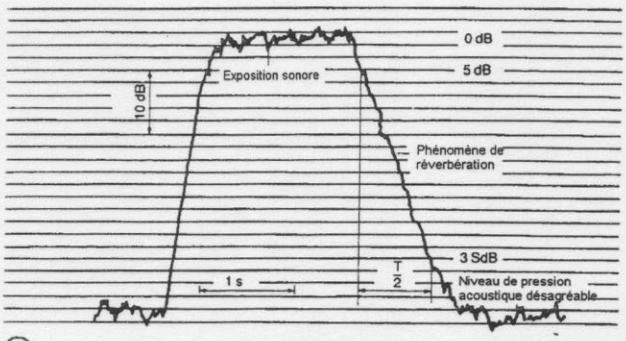
Etant donné leur rigidité, l'utilisation de liège, caoutchouc plein et autres est déconseillée. Plus un matériau d'isolation est comprimé sous la charge, sans pour autant dépasser la charge maximale, plus il est efficace. Pour une disposition en nappe de matériaux d'isolation, la charge doit être supérieure à 0,5 N/mm^2. Autrement, il est préférable d'utiliser des éléments individuels en néoprène ou en acier adaptés au poids de l'appareil. Dans ce cas aussi, l'isolation est maximale lorsque la charge des éléments est maximale ; éviter la surcharge (fig.6).

Grâce à leur souplesse, les ressorts en acier assurent la meilleure isolation contre les bruits solidiens. Dans des cas particuliers on se sert d'éléments pneumatiques. Monter les ressorts individuels en fonction du centre de gravité pour assurer une charge équilibrée (fig.7).

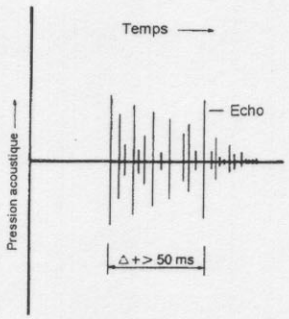
Dans le cas d'une incitation périodique (des masses vibrantes ou tournantes) la fréquence incitatrice ne doit pas correspondre à la fréquence propre du système fixé de façon souple. La résonance provoque de tels mouvements que des éléments peu isolés risquent de casser (fig.8).

Une isolation particulièrement efficace est obtenue quand l'appareil repose sur une double isolation élastique (fig.9).

Une mauvaise adaptation, par exemple des fondations sur une dalle flottante, peut entraîner une dégradation.



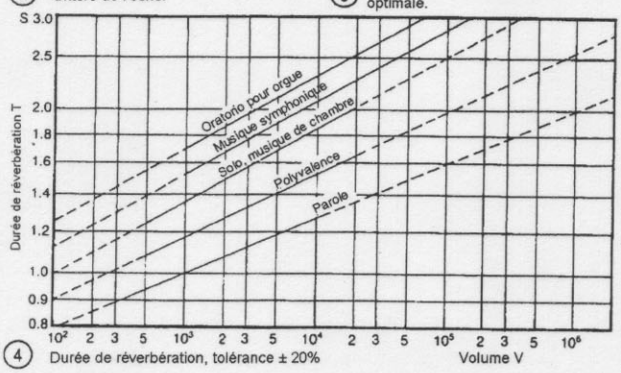
① Mesurage du durée de réverbération.



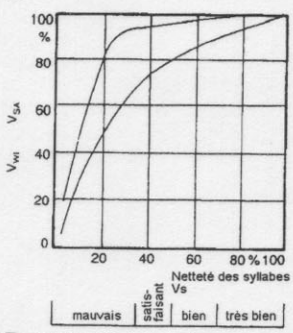
② Critère de l'écho.

Fonction de la salle	Durée de réverbération optimale	
Parole	Cabaret	0.8
	Théâtre	1.0
	Exposé	
Musique	Musique de chambre	1.0. . .1.5
	Opéra	1.3. . .1.6
	Concert	1.7. . .2.1
	Orgue	2.5. . .3.0

③ Zone de durée de réverbération optimale.



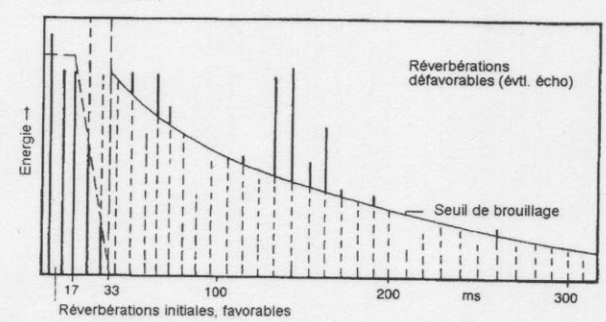
④ Durée de réverbération, tolérance ± 20%



⑤ Intelligibilité de la parole (netteté phonique).

Fonction d'utilisation	Coefficient volumique en m³/place	Volume maximal en m³
Salle de réunion, théâtre parlé	3. . .5	5000
Polyvalence parole et musique	4. . .7	8000
Musique de théâtre (opéra, opérette)	5. . .8	15000
Salles de musique de chambre	6. . .10	10000
Salles de concert musique symphonique	8. . .12	25000
Salles pour oratorios et musique d'orgue	10. . .14	30000

⑥ Tableau volume spécifique V = f (Art)



⑦ Suite des réverbérations dans une salle.

La prise en compte de l'acoustique lors de la conception de salles destinées aux conférences ou concerts permet d'obtenir les meilleures conditions d'écoute possibles.

L'acoustique est déterminée essentiellement par

– la durée de réverbération,
– les réflexions dues à la structure de la salle et à son équipement.

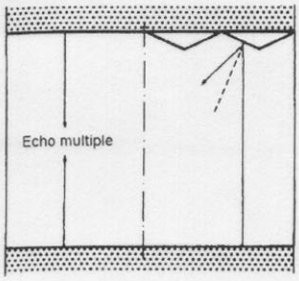
1. *Durée de réverbération* : Elle désigne le temps que met un son à décroître de 60 dB après interruption de la source sonore (fig.1). L'évaluation se fait pour la zone allant de moins 5 dB à moins 35 dB (mesurage de durée de réverbération dans la salle d'audition).
2. *La surface d'absorption* : Elle détermine la durée de réverbération par la quantité de matériau absorbant exprimée en tant que surface avec absorption totale (fenêtre ouverte).
   A = as.S, as = degré d'absorption du son en fonction de la dimension de la salle,
   S = surface primitive de référence.
   On obtient la durée de réverbération par la formule suivante :
   $$t = \frac{0{,}163V}{\alpha_s \times S}$$
3. *Écho* : Lorsque, à partir d'une courbe de durée de réverbération en chute nette (fig.1), quelques pointes subjectivement reconnaissables forment saillie, elles sont dénommées échos (fig.2). Pour le critère d'écho les valeurs de temps et d'intensité ne sont pas les mêmes pour la musique ou pour les paroles. Les salles destinées à la musique demandent une durée de réverbération accrue, grâce à quoi le risque d'écho est moins grand.

Application aux salles

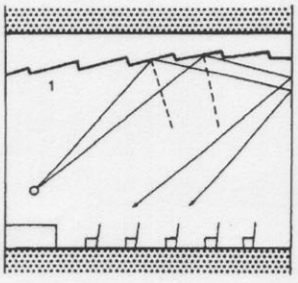
1. *Durée de réverbération* : Sa valeur optimale est fonction de l'utilisation et du volume de la salle (fig.3).

   Elle est aussi fonction de la fréquence, plus longue pour les fréquences basses, plus courte pour les aiguës. Pour f = 500 Hz des sondages ont fourni comme valeur optimale approximative celle représentée sur la figure 4.
2. *Netteté phonique* : Elle sert à définir l'intelligibilité de la parole. Elle n'est pas normalisée, raison pour laquelle on emploie des termes différents comme intelligibilité de la phrase, de la syllabe, évaluation par logatomes.

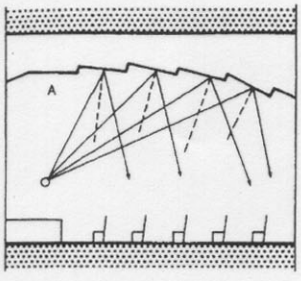
   Lors de l'utilisation de logatomes, la netteté phonique est considérée comme excellente au dessus de 70%. Ce procédé analyse la bonne réalisation par écrit de syllabes non porteuses de signification (des logatomes) dictées à un groupe d'auditeurs. Des procédés plus récents peu compliqués (RASTI) donnent des résultats significatifs.
3. *Perception de l'espace* : Sensation des réflexions de temps et de direction provenant d'un espace (volume) donné. Pour la musique on préférera une réflexion diffuse propice à la musicalité, tandis que les réflexions précoces avec un retardement allant jusqu'à 80 ms (correspondant à une différence de propagation de 27 m) par rapport au son direct améliorent la netteté (fig.6). La parole demande un retardement moindre allant jusqu'à 50 ms pour ne pas nuire à l'intelligibilité.



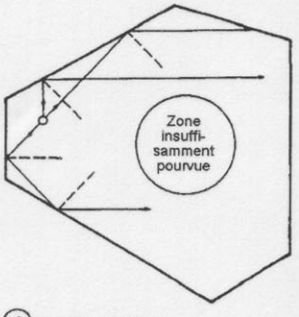
① Suppression d'écho multiple.



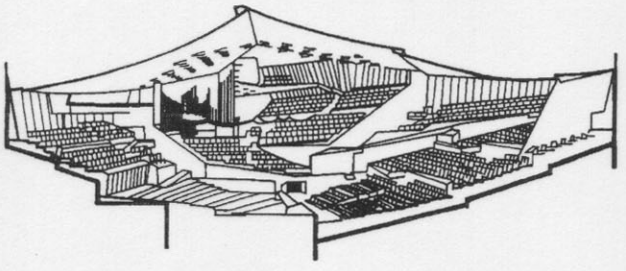
② Forme de plafond inadaptée.



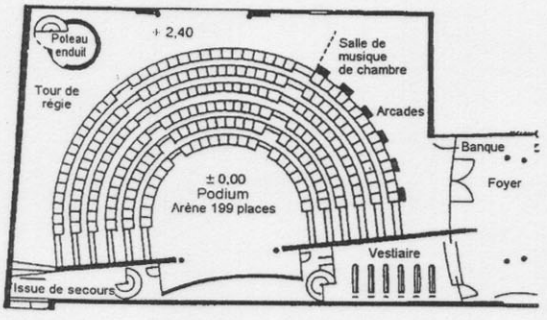
③ Incliné vers le haut pour la musique, vers le fond pour la parole.



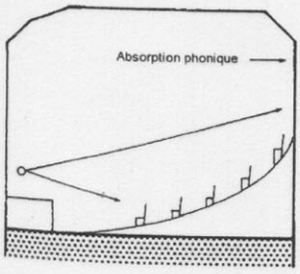
④ Plan peu favorable.



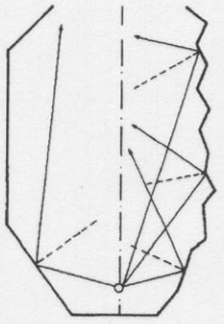
⑤ Philharmonie de Berlin - Echelonnement des rangs.



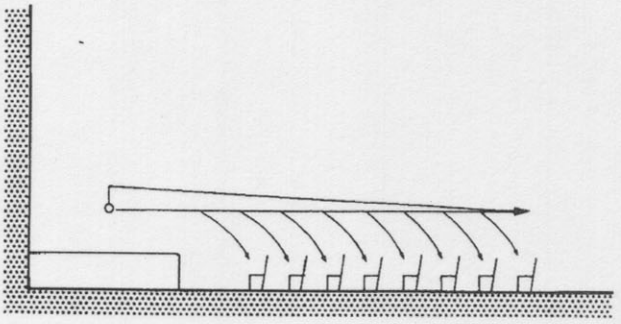
⑥ Scène de la petite salle de musique de chambre de la Beethovenarchiv de Bonn.



⑦ Surélévation des rangs en spirale log.



⑧ Pliage de la surface murale



⑨ Chute du niveau sonore au-dessus de surfaces absorbantes.

Pour la musique les réflexions initiales latérales sont jugées subjectivement plus agréables que celles provenant du plafond, même pour des temps de retard minimes car les deux oreilles reçoivent des signaux différents. Un moyen très simple d'obtenir une bonne acoustique est de construire des salles étroites et hautes avec des murs géométriquement articulés reflétant les sons et avec des plafonds dispersant les sons.

Structure primaire de salles

Volume en fonction de son utilisation (p. 122) :
– parole : 4 m^3/personne,
– concert : 10 m^3/personne.
Un volume trop petit ne permet pas un temps de réverbération suffisant.

Forme de la salle : Pour la musique de préférence des salles étroites et hautes avec des murs articulés (réflexions initiales latérales). Près du podium il faut des écrans de réflexion pour les réflexions initiales précoces et pour la balance de l'orchestre. Le fond de la salle ne doit pas provoquer de réflexions vers le podium, qui pourraient se manifester sous forme d'écho. Eviter des surfaces parallèles non articulées pour contrecarrer les échos multiples (fig.2). Un pliage avec des angles supérieurs à 5° permet d'éviter le parallélisme et d'obtenir une dispersion du son.

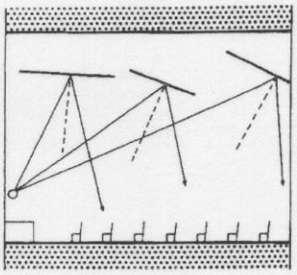
Le plafond sert à la propagation du son vers le fond de la salle et doit être conçu de façon à assurer cette fonction (fig.3). Sinon, on constate d'importantes variations de l'intensité sonore par concentration acoustique.

Des salles dont les murs latéraux divergent vers le fond ont l'inconvénient de ne pas provoquer suffisamment de réflexions latérales (fig.4). Des surfaces de réflexion supplémentaires peuvent y remédier, par exemple *La philharmonie de Berlin et de Cologne* (fig.5), ou bien les murs reçoivent un pliage important pour la propagation du son.

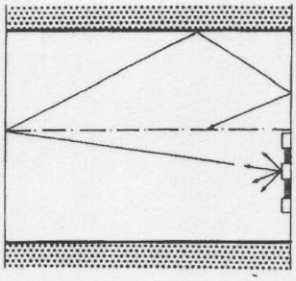
Disposition du podium : De préférence contre le mur le plus étroit de la salle ; pour la parole ou dans de petites salles (musique de chambre) également contre un mur latéral (fig.6). Des salles polyvalentes avec des podiums variables et un parquet plat sont souvent problématiques pour un spectacle musical. Les podiums doivent être largement surélevés par rapport au parquet pour renforcer la propagation directe du son, sinon on constate une trop forte baisse du niveau sonore lors de la propagation du son (fig.9). Pour des raisons de visibilité et d'acoustique, un même niveau de son direct pour toutes les places sera obtenu par une surélévation des rangs en spirale logarithmique (fig.7).

Structure secondaire

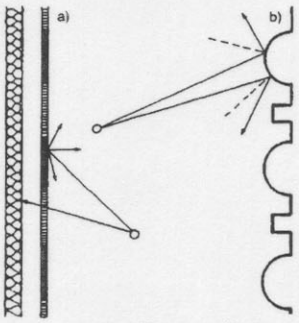
Des dispositifs de réflexion peuvent largement compenser les inconvénients d'une structure primaire, par exemple le pliage des surfaces de murs convergents (fig.8), la pose de voiles pour des plafonds inadaptés (p. 124, fig.1) ou d'éléments de restitution acoustique (p. 124, fig.2).



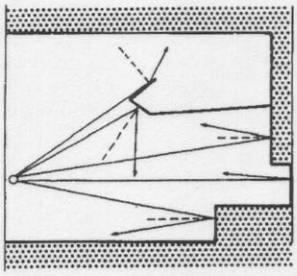
1 Voiles pour l'orientation du son.



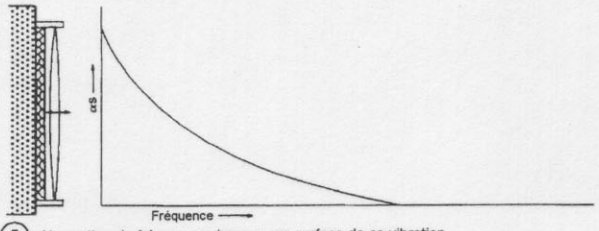
2 Eléments de restitution acoustique en cas de surfaces de réflexion défavorables.



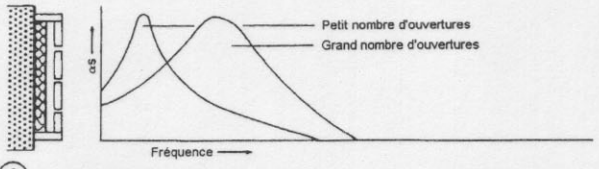
3 a) Réflexions diffuses par alternance de matériaux, b) Surface provoquant des réflexions diffuses.



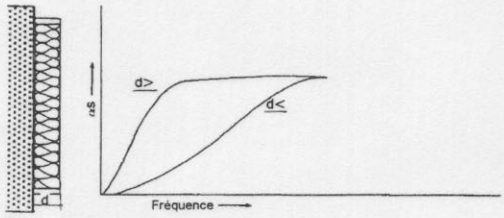
4 Diffusité par réflexions retardées.



5 Absorption de fréquences basses par surface de co-vibration.



6 Comportement de l'absorption par cavités.



7 Absorption par matériaux poreux.

Des surfaces absorbantes évitent les concentrations de son et permettent d'adapter la durée de réverbération aux valeurs souhaitées. Une alternance de matériaux reflétants et absorbants agit sur la réflexion comme une forte structuration de la surface (fig.3).

Des surfaces courbes peuvent provoquer un effet de foyer (voûte). Eviter spécialement les salles hémisphériques dont le centre de la voûte se situe au-dessus de la scène, provoquant une concentration tridimensionnelle du son (fig.8). Une courbe adaptée, en revanche, peut assurer une bonne transmission du son (fig.9).

Réflexions diffuses : Les surfaces dont on peut attendre des échos, doivent réfléchir le son de façon diffuse, c'est-à-dire qu'elles doivent détruire le son incident (fig.3). Des réflexions diffuses permettent, par une répartition régulière du son, de lisser des courbes régulières de durée de réverbération.

Une structuration par pliage des surfaces requiert un angle supérieur à 5°. Des structures de surfaces marquées, balustrades, niches, etc. sont également efficaces car elles divisent les ondes sonores ou provoquent des réflexions retardées (fig.4).

Le calcul de la durée de réverbération acoustique se fait habituellement à l'aide de la formule de Sabine :

$$t = \frac{0{,}163V}{\alpha_s \times S}$$

Le coefficient d'absorption phonique d'un matériau est mesuré dans les conditions fixées par les normes. Il se situe entre 0 et 1. La durée de réverbération est mesurée pour les fréquences de 125, 250, 500, 1 000, 2 000 et 4 000 Hz. La durée de réverbération moyenne est souvent de 500 Hz. On tient compte dans le calcul de toutes les surfaces individuelles, des personnes, des fauteuils, de la décoration, avec leurs coefficients spécifiques.

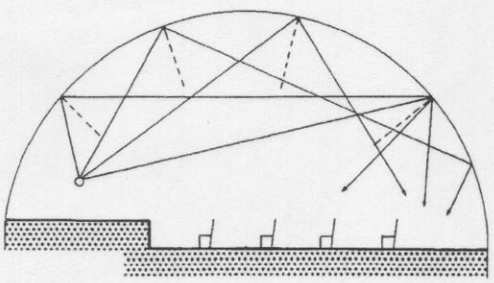
Souvent la durée de réverbération est atteinte uniquement par l'absorption des personnes et des fauteuils. Pour rendre la durée de réverbération indépendante de la présence de personnes, on choisira des fauteuils dont l'assise et le dossier présentent une grande surface absorbante, qui sera recouverte par les personnes assises. Des surfaces absorbantes supplémentaires pour hautes fréquences ne sont nécessaires qu'en cas de dépassement sensible du volume spécifique (p. 122, fig.6). Si le volume de la salle et les fauteuils sont correctement définis, on n'aura généralement qu'à corriger la durée de réverbération pour les fréquences basses.

La durée de réverbération peut être corrigée par une combinaison de surfaces ayant des caractéristiques différentes, lesquelles sont fonction de leur structure :

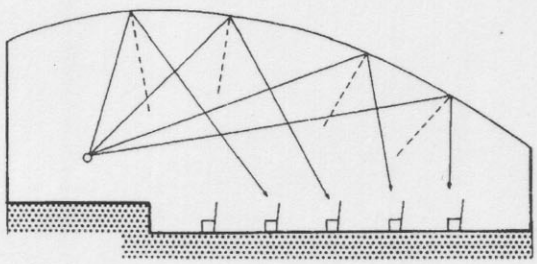
– les surfaces co-vibrantes absorbent les fréquences basses. Leurs dimensions, distances et compositions jouent un rôle important lors du réglage final (fig.5) ;

– les surfaces avec des cavités devant un espace creux absorbent souvent des fréquences de la gamme moyenne (résonateur de Helmholz) ; le nombre de trous, le volume de l'espace creux et le matériau isolant dans l'espace creux sont autant de facteurs qui déterminent fréquence, degré et forme de la quantité maximale d'absorption (fig.6) ;

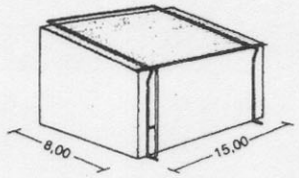
– les matériaux poreux absorbent les fréquences aiguës. L'épaisseur du matériau et l'impédance acoustique influent sur l'évolution vers les fréquences basses (fig.7).



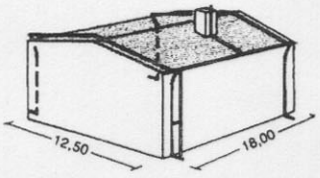
8 Effet de foyer par surfaces courbes.



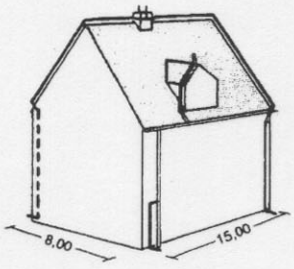
9 Bonne propagation du son par courbe adaptée.



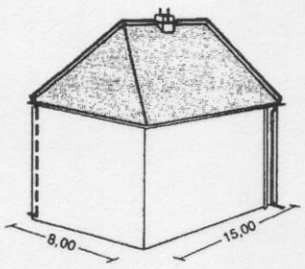
(1) Toit en appentis.



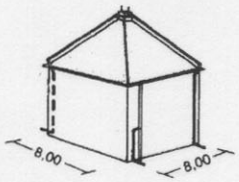
(2) Toit plat.



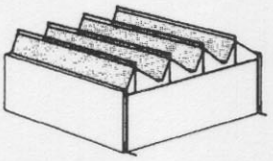
(3) Toiture à deux pentes



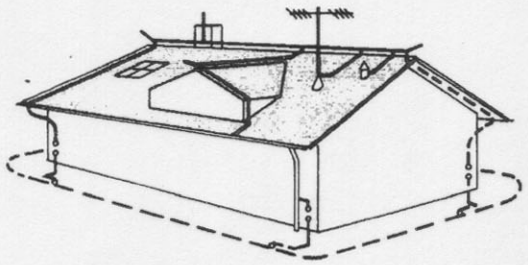
(4) Toiture à croupe.



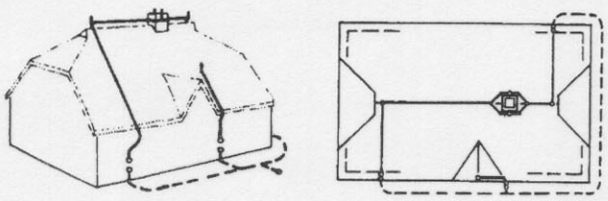
(5) Toiture à 4 pentes.



(6) Toiture en sheds.



(7) Dispositif courant de protection contre la foudre.



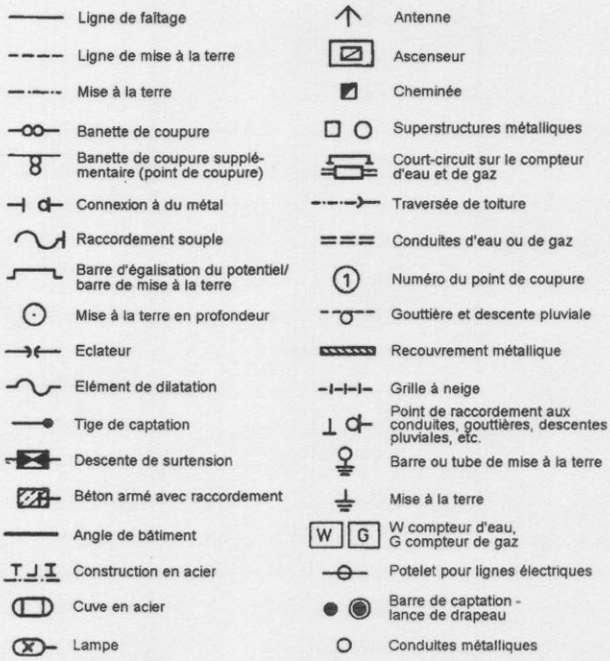
(8) Bâtiment recouvert en chaume, vu en plan et en élévation: ligne de faîtage montée sur piquets 60 cm au dessus du faîtage; ligne de descente écartée de 40 cm du toit, collecteur de mise à la terre.

Sous la latitude 50°, chaque heure d'orage comporte environ 60 coups de foudre à la terre et 200 à 250 éclairs entre nuages. En plein air, dans un périmètre de 30 m autour de l'impact (arbres, constructions, etc.) l'homme est menacé par la tension de pas ; maintenir par conséquent les pieds rapprochés.

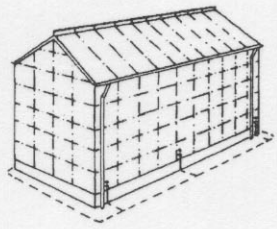
Les dégâts aux bâtiments proviennent du dégagement de chaleur par la foudre qui, lorsqu'elle frappe, échauffe et vaporise rapidement l'eau contenue ; la surpression fait exploser les murs, poteaux, arbres, etc., c'est-à-dire tous les points où l'humidité se rassemble.

Le dispositif de protection contre la foudre est somme toute une sorte de "cage de Faraday" aux mailles plus larges. De plus, on installe des tiges de captation qui ont pour but de fixer le lieu d'impact de l'éclair. Le dispositif de protection contre la foudre est constitué d'un dispositif de captation, de descente et de mise à la terre. Il a pour but de capter l'impact et de créer une zone de sécurité autour du bâtiment. Tous les points particulièrement exposées tels que les arêtes en saillie, cheminées, ventilateurs, doivent être munis d'un tel dispositif. Les dispositifs de captation sont constitués de tiges, lignes de faîtage, surfaces, toits, éléments métalliques. Aucun point de la surface du toit ne doit être éloigné de plus de 15 m de ces dispositifs. Pour les toits en chaume, étant donné le danger d'inflammation par projection d'étincelles, disposer des bandes métalliques à 60 cm au-dessus du faîtage sur des supports en bois (fig.8 à fig.9).

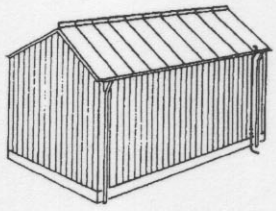
Quand le courant d'un éclair traverse la résistance de la mise à la terre, on constate une baisse de tension, (par exemple 100 000 A x 5 cm = 500 000 V). C'est l'ensemble du dispositif de protection contre la foudre et de tous les éléments métalliques reliés à celui-ci qui sont exposés à ce potentiel très élevé au moment de l'impact. Une mesure très efficace consiste à égaliser le potentiel en reliant tous les éléments métalliques et les conduites au dispositif de protection contre la foudre.



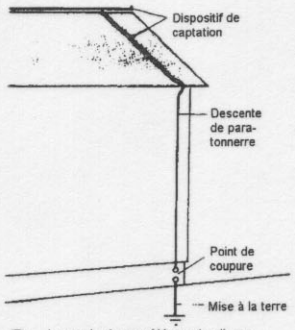
(9) Symboles des éléments de construction de la protection contre la foudre



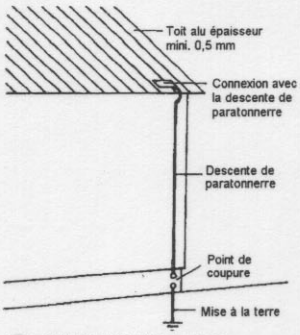
① Construction en charpente métallique: connecter la charpente à la ligne de paratonnerre du toit ainsi qu'à la descente de paratonnerre.



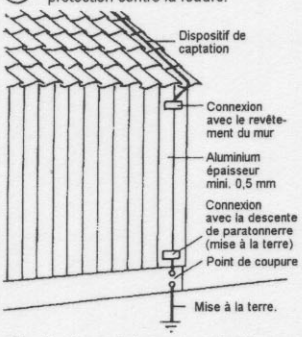
② Toit en tôle avec murs en bois: connecter le toit à la ligne de paratonnerre et à la descente de paratonnerre



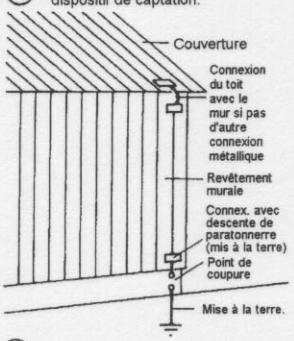
③ Les principaux éléments d'une protection contre la foudre.



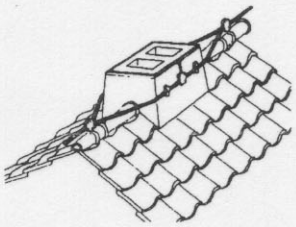
④ Toit en aluminium comme dispositif de captation.



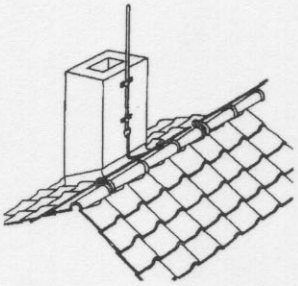
⑤ Revêtement de murs en aluminium comme descente de paratonnerre.



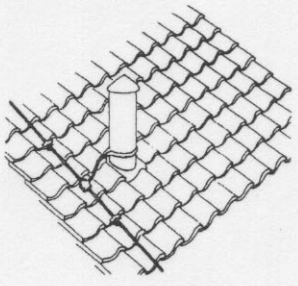
⑥ Toit et murs en aluminium.



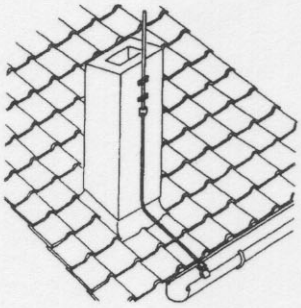
⑦ Cheminées en faîtage avec dispositif de captation en cornière d'acier.



⑧ Cheminée avec tige de captation reliée à la ligne de faîtage.



⑨ Relier toutes les superstructures métalliques du toit et tuyaux d'aération à l'installation de protection contre la foudre.

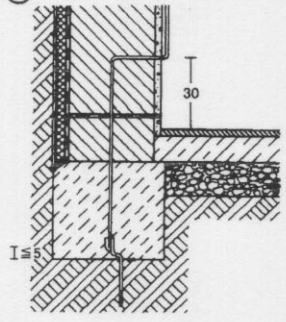


⑩ Raccorder à la gouttière la tige de captation montée sur la cheminée.

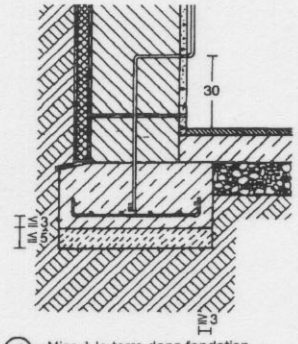
Assurer la mise à la terre par des rubans, tubes, plaques métalliques non isolés enfouis dans le sol, de façon à obtenir une faible résistance de diffusion dans le sol (fig.12 et 13). La valeur de la résistance de diffusion varie en fonction de la nature et de l'humidité du sol. Le dispositif de mise à la terre doit conduire le courant de l'éclair rapidement et de façon équilibrée dans le sol. On distingue deux types de mises à la terre : profonde et superficielle. La seconde existe sous forme linéaire ou circulaire, de préférence noyée dans le béton de fondation (fig.12 et 13). On appelle mise à la terre par tubes : barres ou barres rondes à profil ouvert enfoncés dans le sol. Quand elle dépasse une profondeur de 6 m, on l'appelle également mise à la terre profonde. On appelle mise à la terre rayonnée : un ensemble de rubans partant d'un point ou d'une mise à la terre par bande et divergeant en forme d'étoile. Pour toits, murs, etc. en aluminium ou zinc ou acier zingué (fig.1 à 6) l'utilisation de conduites en cuivre zingué ou nu n'est pas autorisée. Utiliser des conduites en aluminium nu ou en acier zingué.

Nature du terrain	Sols tourbeux	Argile, terre glaise, terre arable	Sable humide	Gravier humide	Sable et gravier secs	Sol caillouteux	Résistance de diffusion Ω
Long. ruban de terre en m	12	40	80	200	400	1200	
Prof. piquet de terre en m	6	20	40	100	200	600	5
Long. ruban de terre en m	6	20	40	100	200	600	
Prof. piquet de terre en m	3	10	20	50	100	300	10
Long. ruban de terre en m	4	13	27	67	133	400	
Prof. piquet de terre en m	2	7	14	34	70	200	15
Long. ruban de terre en m	2	7	13	33	67	200	
Prof. piquet de terre en m	1	3	7	17	33	100	30
				▶ rentable	◀ non rentable		

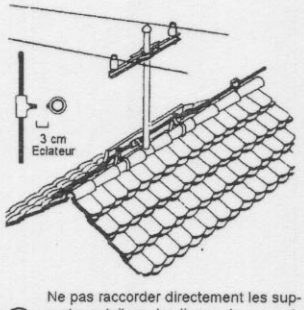
⑪ Résistance de diffusion de ruban et piquet de terre, pour différentes sortes de sol.



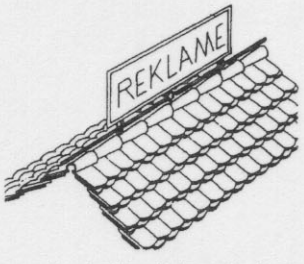
⑫ Mise à la terre dans fondation en béton non armé.



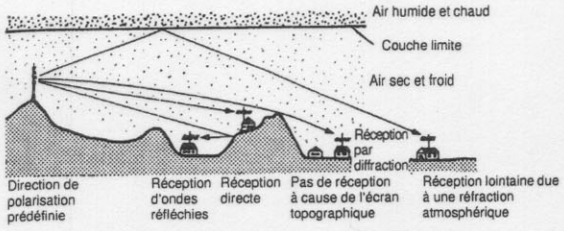
⑬ Mise à la terre dans fondation en béton armé.



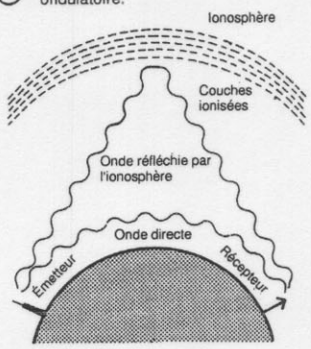
⑭ Ne pas raccorder directement les supports en toiture des lignes de courant fort. Prévoir une distance de 3 cm entre les électrodes de l'éclateur



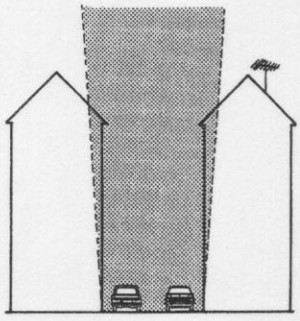
⑮ Pour les éléments de construction en acier comportant une installation électrique, monter des dispositifs de protection contre la surtension.



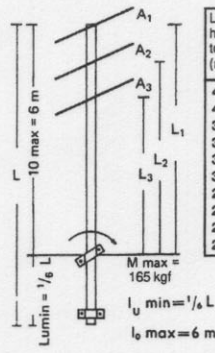
① La propagation des ondes électromagnétiques est conforme aux lois de l'optique ondulatoire.



② Propagation des ondes radio.

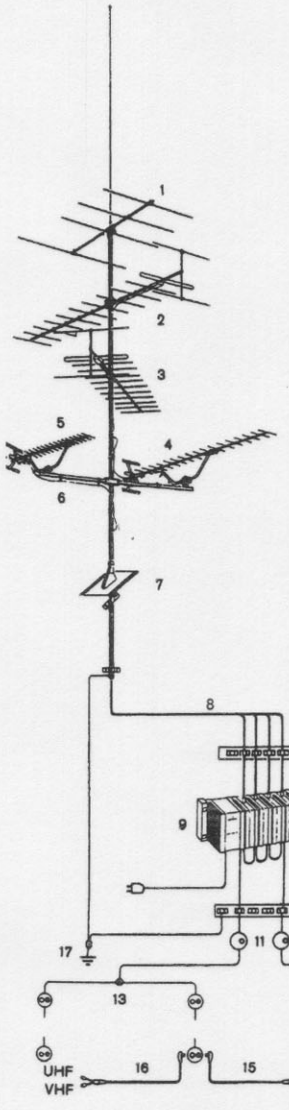


③ Éviter les zones parasitées en choisissant bien l'emplacement de l'antenne.



Long. hors tout (m)	Moment de la force due au vent MR 80	MR 110 (kgf)
4,15	41,4	57,0
4,0	38,4	53,0
3,75	33,7	46.4
3,5	29,4	40,5
3,25	25,3	34,8
3,0	21,6	28,7
2,75	18,1	24,9
2,5	15,1	20,6
2,25	12,1	16,7
2,0	9,6	13,4

④ Moment de la force due au vent MR pour un tuyau d'acier de 50 mm Ø.



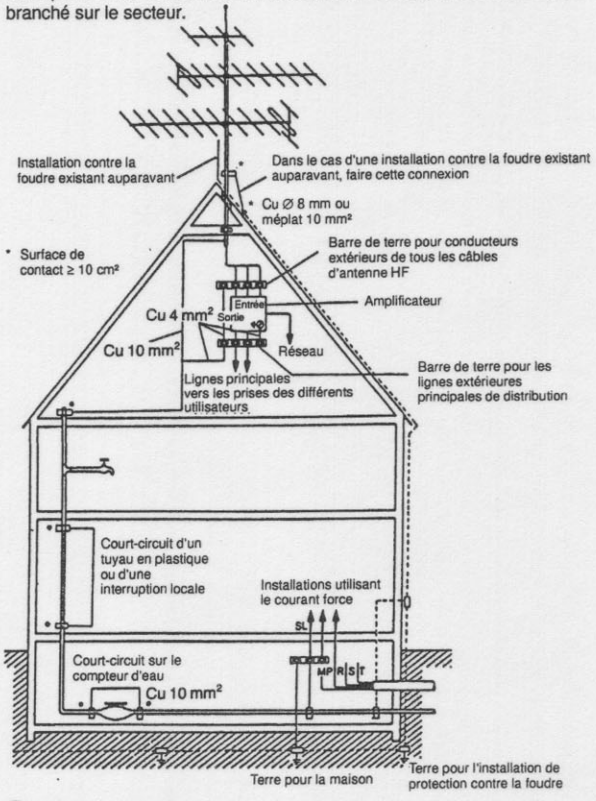
1 Antennes pour ondes longues, moyennes, courtes et ultracourtes à mettre dans la direction de réception la plus favorable
2 Antenne VHF (canal 8)
3 Antenne VHF (canal 10)
4 Antenne UHF (canal 35)
5 Antenne UHF (canal 56)
6 Support d'antennes pour 2 antennes UHF
7 Passage et fixation du mât de l'antenne à travers le toit
8 Descente d'antenne, câble coaxial 60 W
9 Amplificateur pour ondes longues, moyennes, courtes, ultracourtes, et de télévision
10 Ligne de mise à la terre
11 Raccord de câble avec douille de test
12 Lignes principales câble coaxial 60 W
13 Boîtier de distribution pour embranchement sur la ligne principale
14 Prises d'antennes radio et TV
15 Câble de raccordement pour la radio
16 Câble de raccordement pour télé
17 Mise à la terre

⑤ Schéma pour installation d'une antenne collective.

Les antennes de radio et de télévision enlaidissent les paysages urbains. Les antennes collectives peuvent être un remède à cet inconvénient. De plus, de nombreuses antennes installées trop près les unes des autres se gênent énormément quant à leur orientation vers l'émetteur. Mais un tel projet d'installation d'antenne collective demande d'être pris en compte au stade du gros-œuvre (fig. 6) avec des dispositifs d'amplification pour remédier aux pertes dans les câbles, etc. (fig. 5 et 6). Il est essentiel aussi d'en tenir compte pour les prises de terre. Il faut respecter les courts-circuits sur les tuyaux pour le raccordement aux canalisations d'eau (fig. 6). Il faut prévoir déjà au stade du gros-œuvre une prise de terre appropriée pour la défense contre la foudre (p. 126). Il ne faut pas installer d'antennes sur les toits en chaume ou en matériaux facilement inflammables ! Dans ce cas, prévoir des antennes sur pylônes ou des antennes sur les fenêtres.

La puissance des antennes dépend fortement de la topographie (fig. 1) ainsi que de la présence de lignes à haute tension. La meilleure position d'une antenne est en vue directe de l'émetteur. Une bonne réception demande en plus une orientation vers l'émetteur le plus proche, c'est-à-dire une « polarisation » correcte. Les ondes courtes ne suivent pas la courbure de la terre. Une partie des ondes métriques suit cette courbure, l'autre s'échappe dans la troposphère et s'y réfléchit, c'est pourquoi la réception des ondes de télévision est possible dans certains cas en des endroits ou normalement l'onde directe de l'émetteur ne parvient pas. Il est conseillé de faire réaliser l'installation par un radioélectricien ayant de l'expérience dans la région qui tiendra compte de toutes les circonstances. Il y a un grand choix de formes pour les antennes, la technique est en constante évolution; c'est pourquoi elles ne sont pas représentées ici.

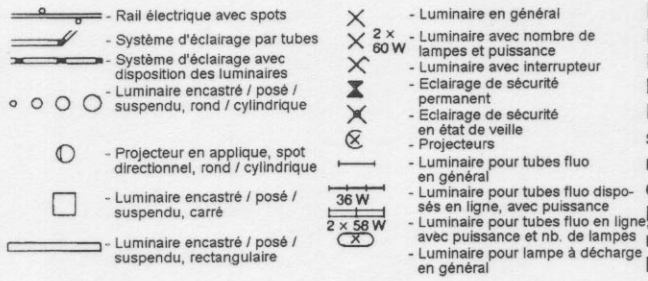
Il y a des règles fondamentales à respecter (fig. 3). L'emplacement et l'installation dans la maison d'appareils supplémentaires pour une mise à la terre contre l'effet de la foudre à proximité de la maison est aussi importante (fig. 6). Les très grands arbres, surtout ceux à feuilles persistantes dont la cime dépasse le sommet de l'antenne, peuvent perturber considérablement le passage des ondes venant de l'émetteur. La réception à l'aide d'antennes sous le toit est nettement moins bonne dans la gamme des ondes UHF. Elle est moitié moins bonne comparativement aux antennes extérieures dans la gamme VHF. La puissance des antennes placées à l'intérieur d'une pièce est 4 fois plus faible (antennes supplémentaires). Une antenne devrait capter les grandes ondes, les ondes moyennes, les ondes courtes, les ondes ultracourtes ainsi que plusieurs gammes d'ondes de télévision. Ces antennes doivent être réalisées dans une matière durable et protégées contre la rouille. Établir la preuve que l'installation du mât est conforme à la réglementation (fig. 4). On prévoit en général d'encastrer la partie inférieure du mât dans la charpente de la toiture sur une longueur ≥ 1 m ou de l'immobiliser entre deux points de fixation distants d'une longueur ≥ 1 m. Cette distance est ≥ 0,75 m dans le cas d'une maçonnerie. Une fixation sur une cheminée en utilisation est défavorable à cause du grand danger de corrosion. Il convient d'effectuer une fixation sur un mur extérieur dans le cas des toits plats. Quand le foyer est branché sur le réseau câblé, l'utilisation d'une antenne devient caduque. Prévoir l'endroit de branchement et de la place pour l'amplificateur branché sur le secteur.



⑥ Schéma d'une mise à la terre contre la foudre (Siemens).

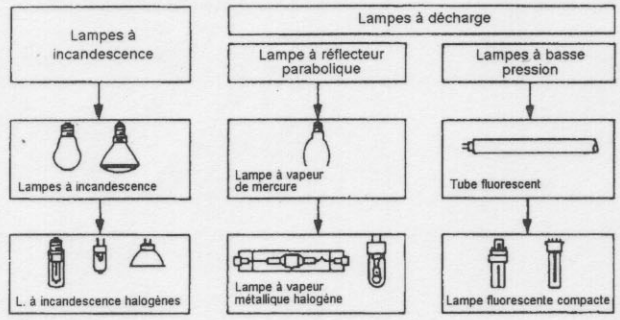
Désignations de la physique des rayonnements	Grandeurs photométriques et symboles		Unités photométriques et symboles	
Flux lumineux énergétique	Flux lumineux	Φ ou F	Lumen	(lm)
Intensité lumineuse énergétique	Intensité lumineuse	I	Candela	(cd)
Intensité d'irradiation	Eclairement	E	Lux	(lx)
Luminance énergétique	Luminance	L		(cd/m²)
Quantité de rayonnement	Quantité de lumière	Q		(lm.h)
Irradiation	Lumination (exposition lumineuse)	H		(lx.h)

① Désignations de la physique des rayonnements et grandeurs photométriques.

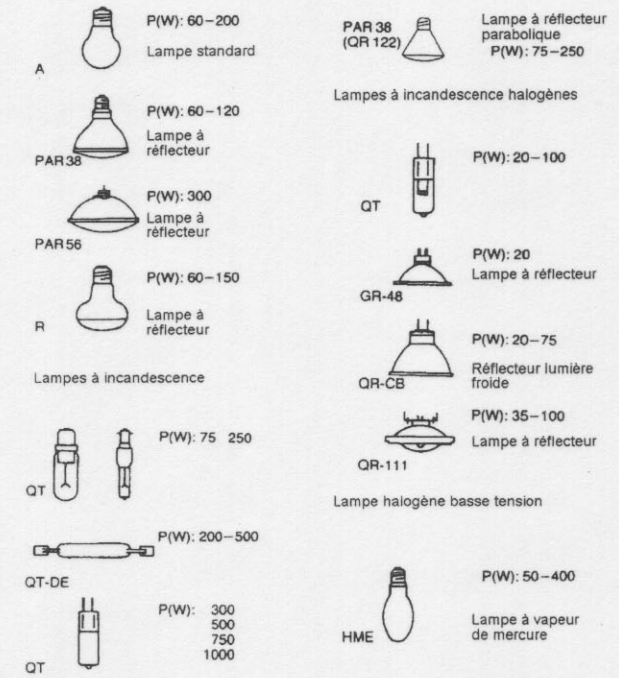


② Symboles d'éclairage généraux pour plans d'architecte.

③ Symboles d'éclairage pour plans d'architectes selon DIN 40717



④ Classification des lampes



⑤ Tableau des lampes

Grandeurs photométriques

Le rayonnement émis par une source lumineuse et évalué par l'œil est appelé flux lumineux (ϕ ou F). Le flux lumineux émis sous un certain angle et se propageant dans toutes les directions est appelé intensité lumineuse (I). L'intensité lumineuse d'une lampe pour toutes les directions de propagation est appelée intensité lumineuse de distribution, généralement représentée sous forme de courbe. (p.129, fig.2). Elle définit le rayonnement d'une lampe comme étroit, moyen ou large ou bien comme symétrique ou asymétrique. Le flux lumineux par surface est appelé éclairement (E).

Valeurs caractéristiques :

Rayonnement global (ciel clair)	max. 100 000 lx
Rayonnement global (ciel couvert)	max. 20 000 lx
Vision optimale	2 000 lx
Minimum sur le plan de travail	200 lx
Éclairage d'orientation	20 lx
Éclairage de voie publique	10 lx
Éclairage par clair de lune	0,2 lx

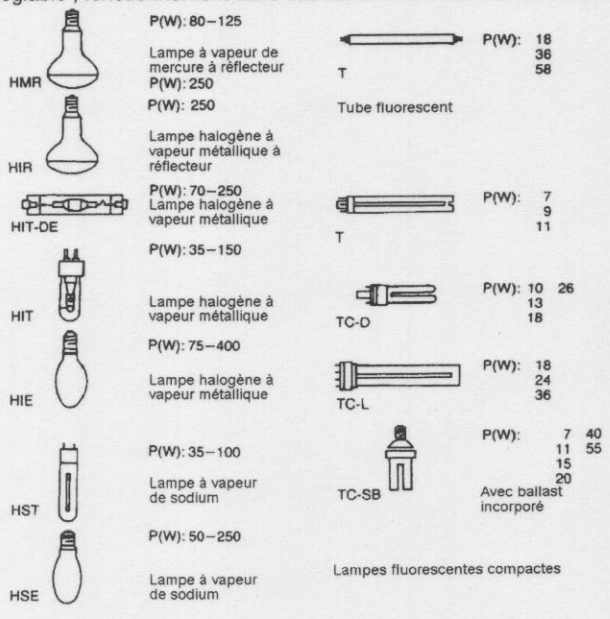
La luminance (L) est une mesure pour la luminosité ressentie. Pour les lampes, elle est relativement élevée et entraîne l'éblouissement. D'où l'utilisation à l'intérieur de lampes à écran. La luminance de la surface d'une pièce est fonction de l'éclairement E et du facteur de réflexion ($L = E \times \rho/\pi$).

Les lampes transforment la puissance électrique (W) en flux lumineux (lm). Une mesure pour sa performance est le rendement lumineux (lm/W).

Lampes

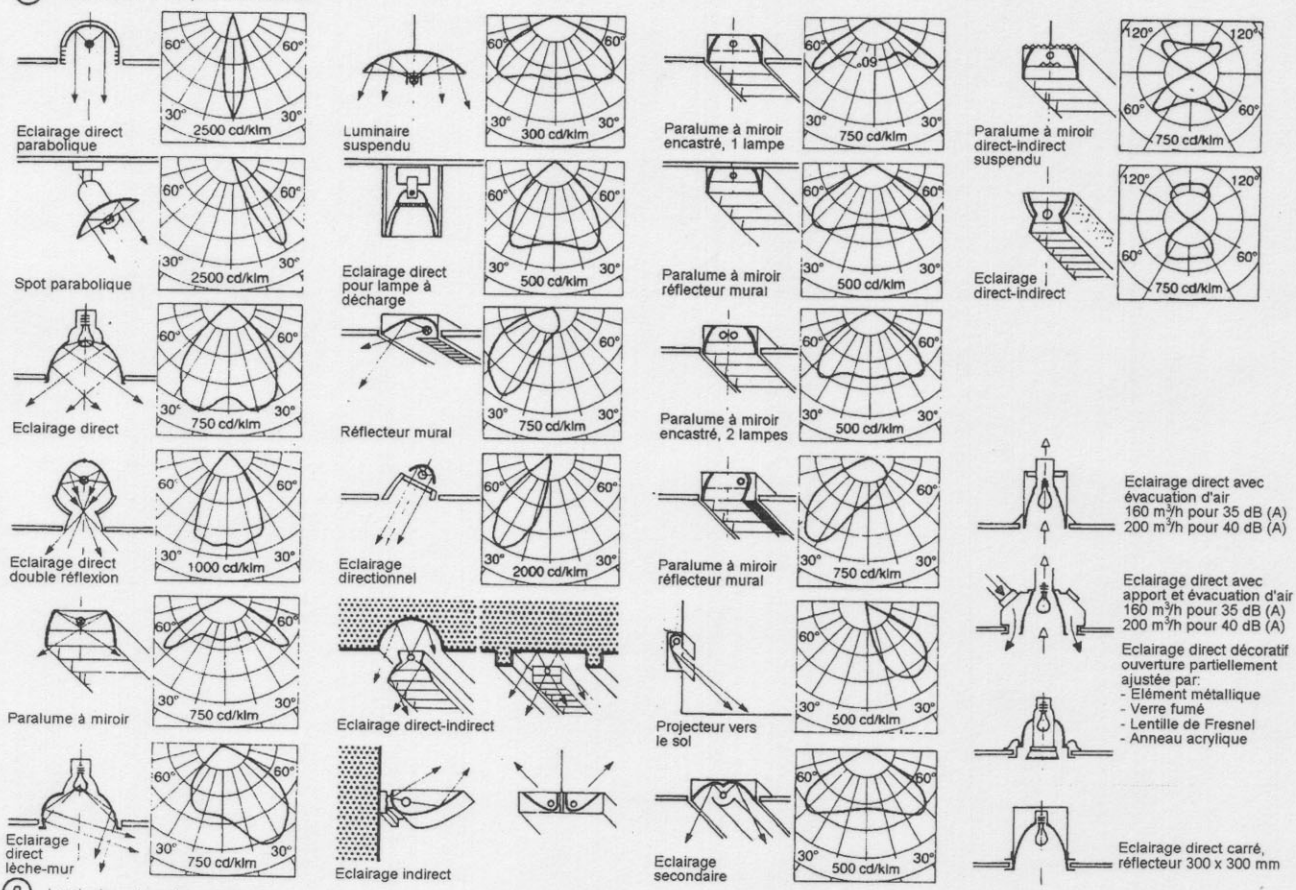
Pour l'éclairage de l'intérieur on utilise des lampes à incandescence et à décharge (Fig.4). Caractéristiques des lampes à incandescence : couleur de la lumière blanc-chaud, variateur non limité, très bon rendu des couleurs, pas de vacillation, haute luminance, surtout les lampes à incandescence halogènes, petites lampes à faisceau compact, surtout les projecteurs. Autres caractéristiques : faible rendement (lm/W), durée de vie entre 1000 et 3000 heures.

Caractéristiques des lampes à décharge : fonctionnement toujours avec un ballast limitant le courant, le cas échéant avec starter. Rendement élevé, durée de vie relativement longue entre 5000 et 15000 heures. Couleur de la lumière selon type de lampe blanc-chaud, blanc-neutre ou blanc-lumière du jour. Rendu des couleurs moyen jusqu'à très bien ; variateur partiellement réglable ; fonctionnement sans vacillation seulement avec ballast.



Moyens d'éclairage			Projecteur	Spot	Eclairage indirect	Eclairage direct	Paralumes	
							Carré	Rectangulaire
	A	Lampe standard 60-200 W		○		○		
	PAR R	Lampe à réflecteur parabolique Lampe à réflecteur 60-300 W		○		○		
	QT	Lampe halogène à incandescence 75-250 W	○	○	○	○		
	QT-DE	Lampe halogène à incandescence double culot 100-500 W	○		○			
	QT-LV	Lampe halogène basse tension 20-100 W		○		○		
	QR-LV	Lampe halogène basse tension à réflecteur 20-100 W		○		○		
	T	Tube fluorescent 18-58 W	○		○		○	○
	TC TC-D TC-L	Lampe fluorescente compacte 7-55 W	○	○	○	○	○	○
	HME	Lampe à vapeur de mercure 50-400 W				○		
	HSE/ HST	Lampe halogène de sodium 50-250 W				○		
	HIT HIT-DE	Lampe halogène à vapeur métallique 35-250 W	○	○	○	○		

(1) Relations entre lampes et luminaires.



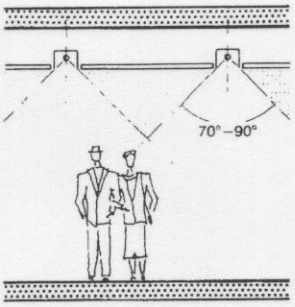
(2) Luminaires et courbes photométriques.

Hauteur de la pièce	Éclairement nominal	Emplacements	S ≤ 100 W	S > 100 W	PAR 38	PAR 56	R	H ≤ 250 W	H2	H > 250 W	HBT	RF	RBT	F	FC	FC4	FCL	ME ≤ 80 W	ME > 80 W	SB	ST	IM2 ≤ 70 W	IM2 > 70 W	IM ≤ 70 W	IM > 70 W	IMB
jusqu'à 3 m.	jusqu'à 200 lux	Parcs de stationnement, locaux d'emballage												●				●		●	●					
		Pièces secondaires												●	●	●	●			●	●					
		Ateliers												●												
		Restaurants	●				●				●	●	●													
		Foyers	●	●	●						●	●			●	●										
	jusqu'à 500 lux	Bureaux courants, locaux d'enseignements, guichets, caisses												●		●	●									
		Salles de conférence	●	●							●	●		●	●	●	●									
		Ateliers												●				●	●							
		Bibliothèques						●						●			●									
		Magasins									●	●		●	●	●	●					●		●		
		Salles d'expositions									●			●	●	●	●	●				●		●		
		Musées, galeries, salles de fêtes	●	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●			●									
		Halls d'entrées	●	●				●			●			●	●	●	●									
	jusqu'à 750 lux	Traitement de données, bureaux standard avec de grandes exigences visuelles												●			●									
		Ateliers												●					●				●		●	
		Grands magasins												●			●	●								
		Supermarchés												●												
		Vitrines						●	●	●	●	●	●									●	●	●	●	
		Cuisines d'hôtels												●			●									
		Estrades pour concert				●		●	●																	
		Bureaux de dessin, bureaux de grandes dimensions												●			●									
de 3 à 5 m.	jusqu'à 200 lux	Entrepôts												●				●	●	●	●					
		Ateliers												●				●								
		Halls d'usine												●				●		●	●	●		●		
		Foyers	●	●	●						●				●	●										
		Restaurants	●				●				●	●	●		●	●										
		Églises	●	●	●			●								●										
		Salles de concert, théâtre	●	●				●																		
	jusqu'à 500 lux	Ateliers												●					●				●		●	
		Halls d'usines												●					●				●		●	
		Salles des fêtes, amphithéâtres, salles de réunion		●				●						●			●									
		Magasins												●		●	●	●					●		●	
		Salles d'exposition, musées, galeries d'art		●	●	●	●	●	●	●				●		●	●									
		Halls d'entrée		●	●	●		●						●	●	●	●						●		●	
		Auberges														●	●									
		Salles de sport, salles polyvalentes, gymnases						●						●					●				●		●	●
	jusqu'à 750 lux	Ateliers												●				●	●				●		●	●
		Salles de dessin												●			●									
		Laboratoires												●												
		Bibliothèques, salles de lecture						●						●			●									
		Salles d'exposition												●			●		●				●		●	●
		Halls de foire																	●							●
		Grands magasins												●			●						●		●	●
		Supermarchés												●												
		Grandes cuisines												●												
		Estrades pour concert			●	●		●	●																	
au-dessus de 5 m.	jusqu'à 200 lux	Halls industriels, installations de distribution électrique												●					●	●	●					●
		Entrepôts avec de hauts rayonnages												●					●							
		Églises		●		●		●																		
		Salles de concert, théâtre		●		●		●																		
	jusqu'à 500 lux	Halls d'usines												●					●				●		●	●
		Musées, galeries d'art				●		●						●			●									
		Aéroports, gares, zones de circulation												●			●		●	●	●		●		●	●
		Salles de fêtes				●		●																		
		Salles de sport et salles polyvalentes						●						●									●		●	●
	jusqu'à 750 lux	Halls d'usines																	●	●	●					●
		Auditoriums et amphithéâtres						●						●			●									
		Salles d'expositions							●					●			●						●		●	●
		Halles de foire																	●				●		●	●
		Supermarchés												●					●				●		●	●

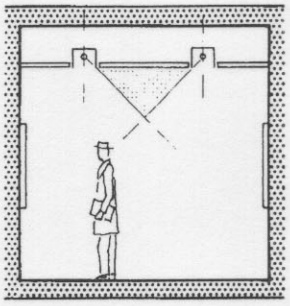
S = Lampe standard
PAR = Lampe à réflecteur parabolique
R = Lampe à réflecteur
H = Lampe halogène
H2 = Lampe halogène à 2 culots
HTB = Lampe halogène basse tension
RTB = Lampe à réflecteur basse tension
RF = Lampe à réflecteur à faisceau froid
F = Lampe fluorescente (tube fluo)
FC = Lampe fluo compacte
FC4 = Lampe fluo compacte, 4 broches
FCL = Lampe fluo compacte longue
ME = Lampe à décharge à vapeur de mercure
SB = Lampe à décharge sodium haute pression, ballon
ST = Lampe à décharge sodium haute pression, tube
IM = Lampe à iodure métallique
IMB = Lampe à iodure métallique, ballon

① Domaines d'utilisation possibles des lampes pour éclairage intérieur.

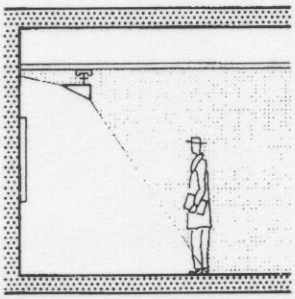
Types d'éclairage pour l'intérieur



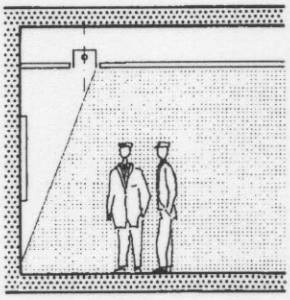
① Eclairage direct
Symétrique



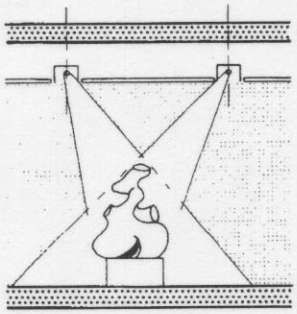
② Lèche-mur et
éclairage direct



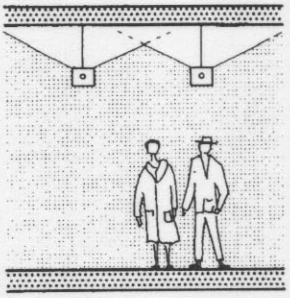
③ Lèche-mur sur rail, faisceau élargi.



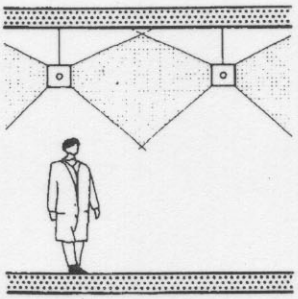
④ Lèche-mur.



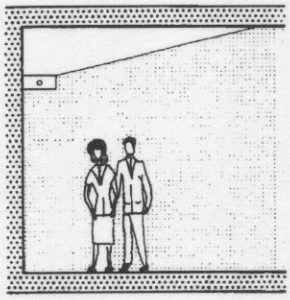
⑤ Spots directionnels.



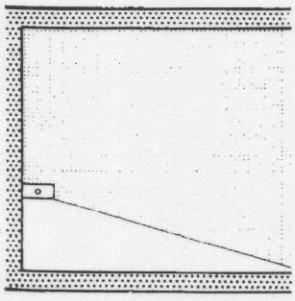
⑥ Eclairage indirect.



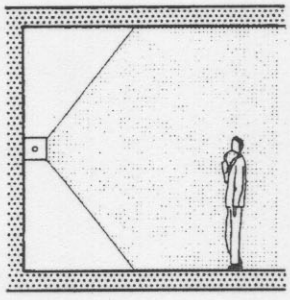
⑦ Eclairage direct-indirect.



⑧ Projecteur vers le plafond.



⑨ Projecteur vers le sol.



⑩ Applique.
Eclairage direct-indirect.

Éclairage symétrique direct (fig.1). Utilisé de préférence pour l'éclairage général de lieux de travail, salles de réunions, bureaux ouverts au public et zones de circulation. Une puissance électrique relativement faible suffit pour atteindre le niveau d'éclairage exigé. Valeurs indicatives pour la puissance électrique spécifique (p. 134, fig.1). L'angle anti-éblouissement des lampes dans des lieux de travail et salles de réunion est de 30° et de 40° ou plus en cas de très grand confort visuel. Lors d'un projet d'éclairage, prévoir un angle de rayonnement entre 70° et 90°.

Lèche-mur direct ou à paralume (fig.2). Utilisé pour obtenir un éclairage uniforme du mur, il donne l'impression d'un éclairage direct vers l'intérieur de la pièce.

Lèche-mur sur rail de contact (fig.3). Éclairage uniforme du mur et d'une partie de la pièce. Selon la distance entre les lampes, on obtient un éclairement jusqu'à 500 lx. Possibilité d'utiliser des lampes halogènes à incandescence et des lampes fluorescentes.

Lèche-mur encastré (fig.4). Uniquement pour l'éclairage du mur. Utilisation de lampes halogènes à incandescence et de lampes fluorescentes.

Éclairage direct par spots directionnels (fig.5). Une disposition régulière de spots en plafond permet d'obtenir un éclairage différencié de la pièce. Le réflecteur à faisceau relativement compact s'incline jusqu'à 40° et s'oriente à 360°. Utilisation de lampes halogènes à incandescence, particulièrement lampes halogènes basse tension.

Éclairage indirect (fig.6). Une sensation de clarté même par faible éclairage et l'absence d'ombre caractérisent cette conception d'éclairage. Condition indispensable : hauteur suffisante de la pièce. Une harmonisation minutieuse de l'éclairage et de l'architecture du plafond est nécessaire. Pour l'éclairage d'un poste de travail ne pas dépasser 400 cd/m^2 pour la luminance du plafond. Consommation d'énergie jusqu'au triple de celle d'un éclairage direct.

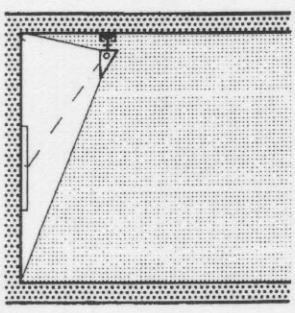
Éclairage direct-indirect (fig.7). Étant donné la sensation de clarté et sa consommation d'énergie acceptable (70 % direct, 30 % indirect), on préfère en cas d'une hauteur suffisante de la pièce ($h \geq 3$ m) un éclairage direct-indirect. Utilisation principale de lampes fluorescentes, combinables avec des lampes à incandescence.

Projecteur vers le plafond et le sol (fig.8 et 9). Pour l'éclairage partiel ou total de la surface du plafond et du sol. Utilisation de lampes halogènes à incandescence ou de lampes fluorescentes ; possibilité de lampes à décharge à haute pression.

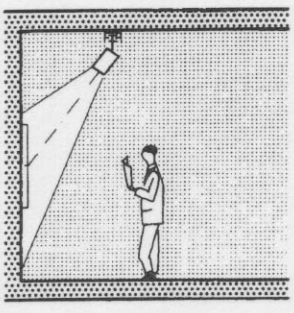
Appliques (fig.10). Utilisées dans la plupart des cas comme éclairage décoratif (avec des effets de lumière par filtres de couleur et prismes par exemple). Utilisation limitée pour l'éclairage du plafond et du sol.

Projecteur sur rail de contact (fig.11). Sans éclairage de la pièce, utilisé avant tout dans des zones d'exposition ou dans des musées. On satisfait ainsi aux exigences habituelles en matière de niveau d'éclairement vertical (50, 150 et 300 lx) pour ce type de salle. Utilisation principale de lampes à incandescence et de lampes fluorescentes.

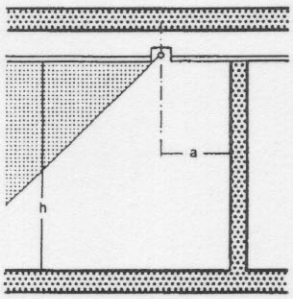
Spot sur rail de contact (fig.12). Angle de rayonnement préféré : 10° (spot), 30° (flood), 90° (projecteur) Modification du cône de lumière à l'aide de lentilles (lentille de Fresnel) ; modification du spectre à l'aide d'écrans (UV et IR pour musées, expositions, vente) et de filtres de couleurs. Protection contre l'éblouissement par paralumes et clapets



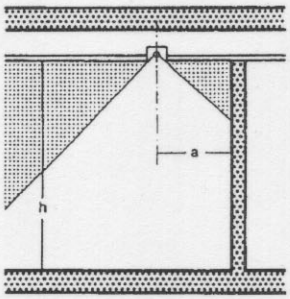
⑪ Projecteur sur rail de contact.



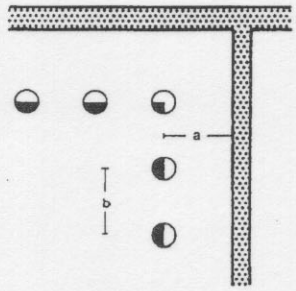
⑫ Spot sur rail de contact.



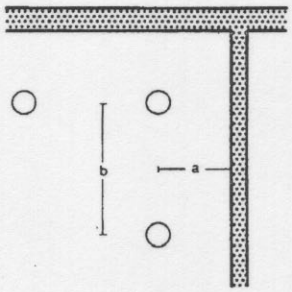
① Eclairage direct lèche-mur.
Distance dur mu : a = env. 1/3h



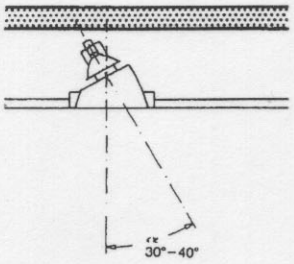
② Eclairage direct.
Distance du mur : a = env. 1/3h



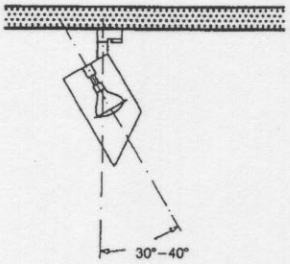
③ Eclairage direct lèche-mur.
Distance entre lampes : b = 1 à 1,5a



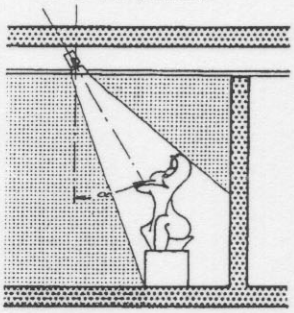
④ Eclairage direct.
Distance entre les lampes : b = env. 2a



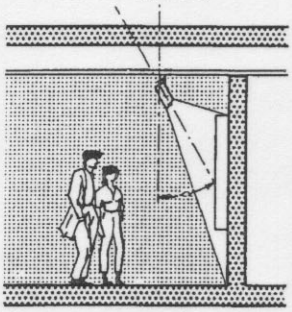
⑤ Angle d'inclinaison pour spots directionnels et projecteurs :
α = 30° à 40° (optimum).



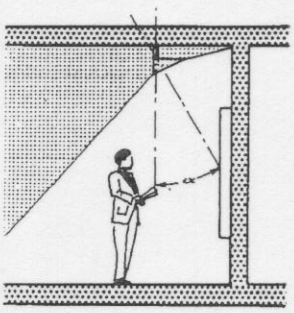
⑥ Angle d'inclinaison pour spots vers un objet ou un mur :
α = 30° à 40° (optimum).



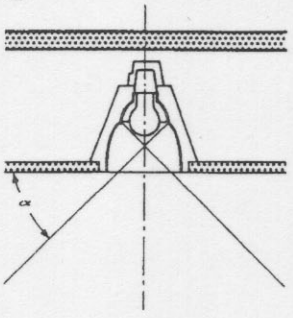
⑦ Eclairage d'un objet.



⑧ Eclairage d'un mur par spot.



⑨ Eclairage d'un mur par projecteur.



⑩ Angle anti-éblouissement
(30°, 40° ou 50°)

Géométrie de la disposition des lampes

Les distances des lampes entre elles et vers le mur sont fonction de la hauteur de la pièce ; (fig.1 à 4).

L'incidence préférentielle de la lumière sur des objets et un secteur de mur se situe entre 30° (optimal) et 40° (fig.5 à 9).

L'angle anti-éblouissement pour un éclairage vers le bas se situe entre 30° (faisceau large, protection contre l'éblouissement satisfaisante) et 50° (éclairage en profondeur, haute protection contre l'éblouissement) (fig.10), en cas de paralumes entre 30° et 40°.

20 lx	Nécessaire pour reconnaître les traits du visage. C'est pourquoi un éclairement horizontal de 20 lx est un minimum, à l'intérieur, en dehors des postes de travail.
200 lx	Les postes de travail paraissent sombres pour E < 200 lx. C'est pourquoi 200 lx constituent l'éclairement minimal pour postes de travail occupés en permanence.
2000 lx	2000 lx sont ressenties comme l'éclairement optimal pour postes de travail.
	Le facteur 1,5 est considéré comme la plus petite nuance de variation de l'éclairement perceptible. C'est pourquoi la gradation de l'éclairement nominal à l'intérieur est la suivante: 20 ; 30 ; 50 ; 75 ; 100 ; 300 ; 500 ; 750 ; 1000 ; 1500 ; 2000 ; etc.

⑪ Niveaux d'éclairement à l'intérieur.

Eclairement conseillé			Secteur, activité
20	30	50	Voies et travaux en plein air
50	100	150	Orientation dans une pièce, courte durée
100	150	200	Postes de travail non utilisés de façon permanente
200	300	500	Tâches visuelles de faible difficulté
300	500	750	Tâches visuelles moyenne difficulté
500	750	1000	Tâches visuelles de grande exigence, p.ex. travail dans un bureau
750	1000	1500	Tâches visuelles de grande difficulté, p.ex. montage de précision
1000	1500	2000	Tâches visuelles de très grande difficulté, p.ex. tâches de contrôle
au-dessus de 2000			Eclairage supplémentaire tâches visuelles difficiles et spéciales

⑫ Eclairement conseillé selon la CIE (Commission Internationale de l'Eclairage).

Référence : IP	Exemple IP 44
Premier chiffre 0-6	Degré de protection au contact avec un corps étranger
Deuxième chiffre 0-8	Degré de protection contre la pénétration d'eau

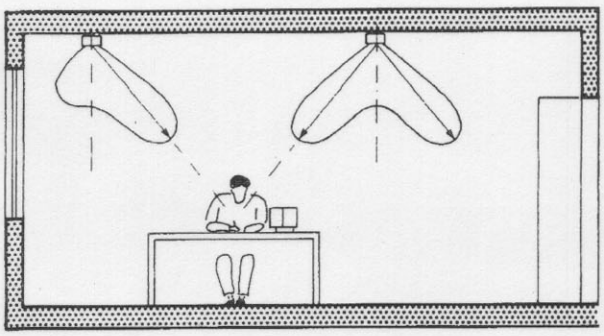
1. Chiffre nominal	Degré de protection
0	Aucune protection
1	Protection contre corps étrangers de grande taille (> 50 mm)
2	Protection contre corps étrangers de taille moyenne (> 12 mm)
3	Protection contre corps étrangers de petite taille (< 2,5 mm)
4	Protection contre corps étrangers de la taille du grain (< 1 mm)
5	Protection contre dépôt de poussière
6	Protec. contre infiltration de poussière

2. Chiffre nominal	Degré de protection
0	Aucune protection
1	Protection contre gouttes d'eau verticales
2	Tombant avec un angle jusqu'à 15°
3	Contre de l'eau vaporisée
4	Contre les projections d'eau
5	Contre les jets d'eau
6	Contre infiltration d'eau par inondation
7	Contre l'eau par immersion
8	Contre l'eau par submersion

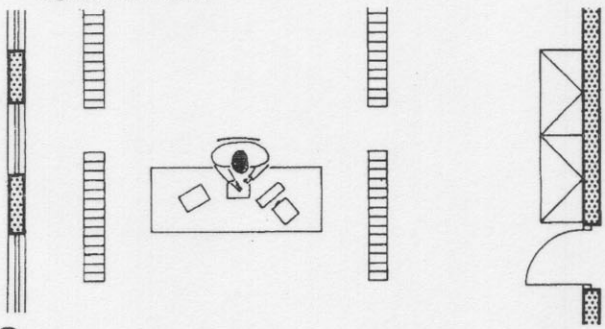
⑬ Types de protection pour luminaires.

Catégorie	Index Ra	Domaines types d'utilisation
1A	> 90	Comparaison des teintes, galeries
1B	90 > Ra > 80	Habitation, hôtel, restaurant, bureau, école, hôpital, imprimerie, industrie textile
2A 2B	80 > Ra > 70 70 > Ra > 60	Industrie
3	60 > Ra > 40	Industrie et autres secteurs avec faible exigence concerant le rendu des couleurs
4	40 > Ra > 20	Industrie et autres secteurs avec faible exigence concerant le rendu des couleurs

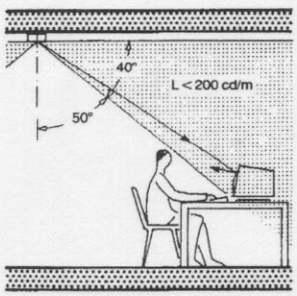
⑭ Rendu des couleurs pour les sources lumineuses.



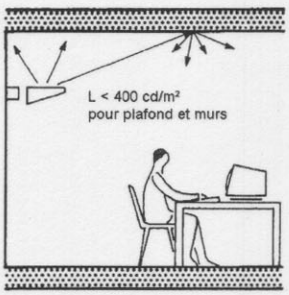
① Bonne disposition des luminaires par rapport à la place de travail: angle d'incidence latéral.



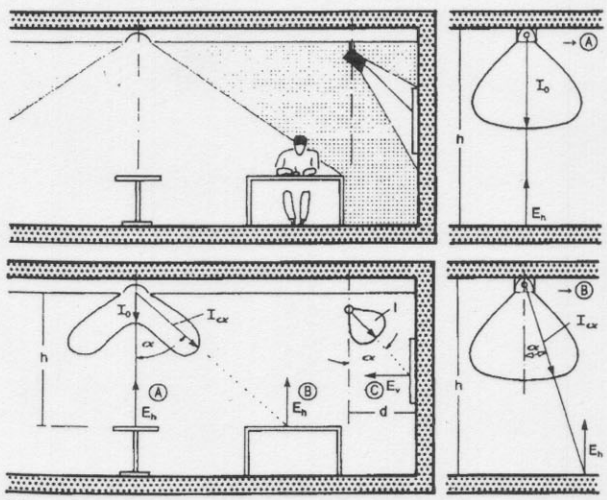
② Plans de travail, écrans, claviers, papier doivent avoir une surface mate.



③ Les luminaires qui produisent des reflets doivent présenter de faibles luminances dans la zone de rayonnement critique.



④ Luminance d'un éclairage indirect.



⑤ Eclairements ponctuels.

Ⓐ $E_h = \frac{I_0}{h^2}$

Ⓑ $E_h = \frac{I_\alpha}{h^2} \cdot \cos^3 \alpha$

Ⓒ $E_v = \frac{I_\alpha}{d^2} \cdot \cos^3 (90 - \alpha)$

⑥ Principe de distance photométrique.

Critères qualificatifs de l'éclairage

Une bonne solution d'éclairage doit, en tenant compte de l'économie, satisfaire à des exigences fonctionnelles et ergonomiques. S'ajoutent à ces critères quantitatifs des critères qualitatifs, avant tout architectoniques.

Critères quantitatifs

Niveau d'éclairement : Valeur moyenne exigée pour lieux de travail entre 300 lux (bureau individuel avec lumière du jour) et 750 lux (grand bureau collectif). Pour un même éclairement général, un niveau d'éclairement supérieur peut être atteint par un éclairement supplémentaire du poste de travail.

Incidence de la lumière (fig.1) : De préférence latéralement au poste de travail. Condition préalable : une courbe photométrique en forme d'ailes (p. 129, fig.2).

Limitation de l'éblouissement (fig.2 et 3) : Elle englobe les domaines de l'éblouissement direct, indirect, par réflexion et reflets sur des écrans. La protection contre l'éblouissement direct s'obtient avec des lampes équipées d'un écran de protection (angle d'écran supérieur à 30°).

Limitation de d'éblouissement par réflexion par incidence latérale de la lumière en liaison avec des surfaces mates dans l'entourage du poste de travail (fig.2).

Limitation de l'éblouissement par reflet sur des écrans, grâce à une bonne position de l'écran. Les lampes provoquant malgré tout ce type d'éblouissement doivent, dans ces zones, avoir une luminance inférieure à 200 cd/m^2 (utilisation de réflecteurs extra-brillants).

Distribution de la luminance : La distribution harmonieuse de la luminance résulte d'une harmonisation minutieuse de tous les facteurs de réflexion dans la pièce (fig.7). La luminance pour un éclairage indirect ne doit pas dépasser 400 cd/m^2.

Couleur et rendu de la lumière (p. 132, fig.4) : Le choix de la lampe détermine la couleur de la lumière. On distingue trois catégories : blanc à tons chauds (température de la couleur en-dessous de 3300 K), blanc neutre (3300 K à 5000 K) et blanc lumière du jour (au-dessus de 5000 K). Pour le bureau, on choisit normalement des sources lumineuses dans les catégories blanc chaud et blanc neutre. Pour le rendu de la couleur, qui est fonction de la composition spectrale de la lumière, il est conseillé de rechercher toujours le niveau 1 (très bon rendu).

Calcul de l'éclairement ponctuel (fig.6) : L'éclairement (horizontal Eh et vertical Ev) produit par des sources lumineuses ponctuelles pourrait être calculé à l'aide du principe de distance photométrique par le biais de l'intensité lumineuse et la géométrie de la pièce (hauteur h, distance d et angle d'incidence de la lumière α).

	Réflectance %		Réflectance %
Matériaux brillants			
Aluminium, extra-pur	80 à 87	Mortier clair, enduit de chaux	40 à 45
Aluminium anodisé, mat	80 à 85	Mortier foncé	15 à 25
Aluminium, poli	65 à 75	Grès	20 à 40
Aluminium, mat	55 à 76	Contreplaqué, brut	25 à 40
Peinture-aluminium, mat	55 à 65	Ciment, béton, brut	20 à 30
Chrome, poli	60 à 70	Brique, rouge, neuve	10 à 15
Email, blanc	65 à 75	**Couleurs**	
Laque, blanc pur	80 à 85	Blanc	75 à 85
Cuivre, extra-poli	60 à 70	Gris clair	40 à 60
Laiton, extra-poli	70 à 75	Gris moyen	25 à 35
Nickel, extra-poli	50 à 60	Gris foncé	10 à 15
Papier, blanc	70 à 80	Bleu clair	40 à 50
Miroir à fond argenté	80 à 88	Bleu foncé	15 à 20
Argent, extra-poli	90 à 92	Vert clair	45 à 55
Matériaux		Vert foncé	15 à 20
Chêne, clair, poli	25 à 35	Jaune clair	60 à 70
Chêne, foncé, poli	10 à 15	Marron	20 à 30
Granit	20 à 25	Rouge clair	45 à 55
Calcaire	35 à 55	Rouge foncé	15 à 20
Marbre, poli	30 à 70		

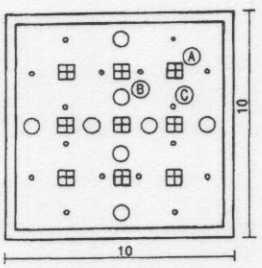
⑦ Réflectance de matériaux constructifs de la technique d'éclairage.

Puissance connectée spécifique P* W/m² pour 100 lx pour hauteur 3 m, surface ≥ 100 m² et réflexion 0,7 ; 0,5 ; 0,2		
S		12 W/m²
H		10 W/m²
ME		5 W/m²
FC		5 W/m²
FCL		4 W/m²
F26		3 W/m²

(1) Puissance connectée spécifique P* pour différents types de lampes.

Coefficient de correction k				
Hauteur H	Surface A [m²]	Facteur de réflexion 070502	050201	000
		Clair	Moyen	Foncé
Jusqu'à 3 m	20	0,75	0,65	0,60
	50	0,90	0,80	0,75
	≧ 100	1,00	0,90	0,85
3–5 m	20	0,55	0,45	0,40
	50	0,75	0,65	0,60
	≧ 100	0,90	0,80	0,75
5–7 m	50	0,55	0,45	0,40
	≧ 100	0,75	0,65	0,60

(2) Tableau de coefficients de correction.



(3) Calcul de l'éclairement pour un volume intérieur.

Exemple:
Surface de la pièce A = 100 m²
Hauteur de la pièce H = 3 m
Facteurs de réflexion 0,5 / 0,2 / 0,1
(réflexion moyenne)

Type d'appareil A:
P* = 4 W/m² . (Lampe fluorescente compacte)
P = 9,45 W = 405 W

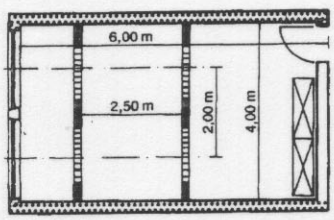
Type d'appareil B:
P* = 12 W/m² . (Lampe standard)
P = 8 . 100W = 800 W

Type d'appareil C:
P* = 10 W/m² (Lampe halogène à incandescence)
P = 16.20 W = 320 W

Formule Fig.8

$$E_n = \left(\frac{100.405}{100.4} + \frac{100.800}{100.12} + \frac{100.320}{100.10}\right) \cdot 0,9$$

E_n = 180 lx

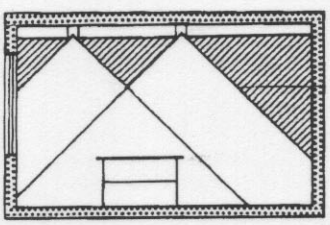


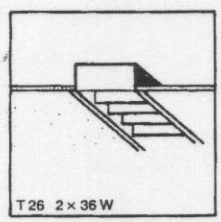
A = 24 m²
k = 0,75
(Réflexion claire)
P* = 3 W/m²
P = 4 · 90 W = 360 W

$$E_n = \frac{100 \cdot 4 \cdot 90}{24 \cdot 3} \cdot 0,75$$

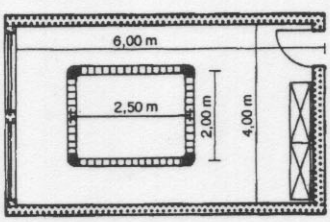
E_n = 375 lx

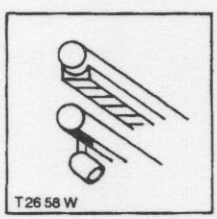
(4) Calcul pour un bureau.



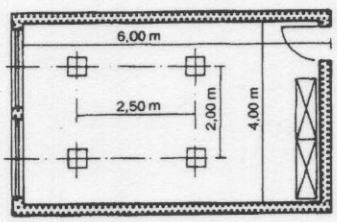


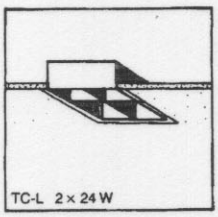
(5) Paralumes encastrés (ERCO).





(6) Structure lumineuse (ERCO).





(7) Paralumes encastrés (ERCO).

Calcul de l'éclairement moyen

Dans la pratique se pose souvent le problème d'un calcul approximatif d'éclairement moyen (E_n) pour une puissance électrique donnée (P) des lampes ou inversement le calcul de la puissance électrique des lampes pour un éclairement exigé. A l'aide de la formule (fig.8), on peut obtenir les valeurs approximatives souhaitées. La puissance spécifique P* dépend du type de lampe utilisé (fig.1). La puissance indiquée correspond à un éclairage direct. Le coefficient de correction k est fonction des dimensions de la pièce et de la réflectance des murs, du sol et du plafond (fig.2).

Pour les pièces à différents types d'éclairage, le calcul se fait pour chaque type, puis on additionne les valeurs obtenues (fig.3).

Le calcul de l'éclairement à l'aide de la puissance spécifique peut également s'appliquer aux bureaux. Dans l'exemple donné, un local à deux axes d'une superficie de 24 m² est équipé de 4 lampes. Pour un équipement de 2 x 36 W (compris ballast de 90W) on obtient selon (fig.8) un éclairement de 375 lx.

On installe souvent dans les bureaux, à part les traditionnels paralumes rectangulaires à miroir, des paralumes carrés avec lampes fluo compactes (fig.7) ou des structures lumineuses (fig.6). Ces dernières permettent la combinaison de rails de contact pour utilisation de projecteurs.

Éclairage de bâtiments par projecteurs

On calcule le flux lumineux à installer selon la formule (fig.9). La luminance se situe entre 3 cd/m² (objets isolés) et 16 cd/m² (objets dans un entourage très clair).

$$E_n = \frac{100 \cdot P}{A \cdot P^*} \cdot k$$

$$P = \frac{E_n \cdot A \cdot P^*}{100} \cdot \frac{1}{k}$$

E_n	Eclairement nominal (lux)
P	Puissance connectée (W)
P*	Puissance connectée spécifique (W/m²) Fig. 1
A	Surface de la pièce
k	Facteur de correction. Fig. 2

(8) Formule pour calcul de l'éclairement moyen E_n et de la puissance électrique P.

Formule du calcul du flux lumineux

$$\Phi = \frac{\pi \cdot L \cdot A}{\eta_B \cdot \varrho}$$

Luminance pour éclairage par projecteurs	
Objet	(cd/m²) L
Isolé	3 – 6,5
Entourage sombre	6,5–10
Entourage mi-clair	10 –13
Entourage très clair	13 –16

Rendement de l'éclairage	
Objet	η_B
Grande surface	0,4
Petite surface	
Grande distance	0,3
Tours	0,2

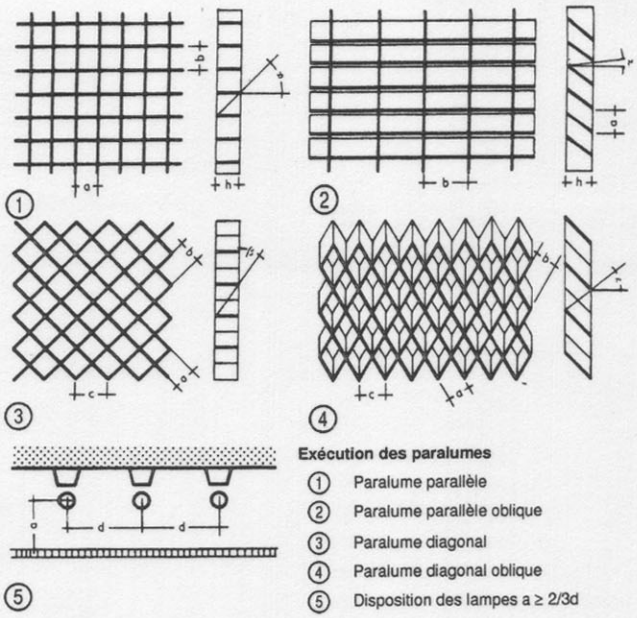
Φ = Flux lumineux nécessaire
L = Luminance moyenne (cd/m²)
A = Surface éclairée
η_B = Rendement de l'éclairage
ϱ = Facteur de réflexion du matériau de constr.

Facteur de réflexion par illumination	
Matériau de construction	ϱ
Brique vitrifiée blanche	0,85
Marbre blanc	0,6
Enduit de mortier clair	0,3–0,5
Enduit de mortier foncé	0,2–0,3
Grès clair	0,3–0,4
Grès foncé	0,1–0,2
Brique clair	0,3–0,4
Brique foncée	0,1–0,2
Bois clair	0,3–0,5
Granit	0,1–0,2

(9) Flux lumineux nécessaire pour projecteurs d'ambiance.

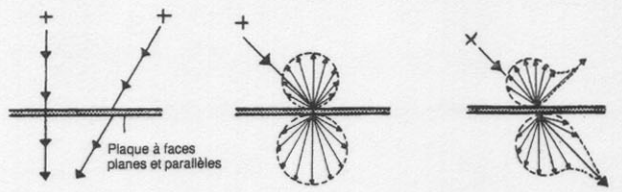
Tableau des éclairements nominaux, valeur indicative pour lieux de travail

Type de local / Type d'activité	En/lx
Locaux communs	
Zones de circulation dans les dépôts	50
Entrepôts	50
Entrepôts avec tâches de recherche	100
Entrepôts avec tâches de lecture	200
Passages entre rayonnages très hauts	20
Poste de commande	200
Expédition	200
Cantines	2500
Autres salles de détente	100
Salles de gymnastique	300
Vestiaires	100
Salles d'eau	100
Toilettes	100
Infirmeries	500
Salles de machines	100
Approvisionnement en énergie	100
Bureau de poste	500
Centrale téléphonique	300
Circulation dans des bâtiments	
Pour personnes	50
Pour véhicules	100
Escaliers	100
Quais de chargement	100
Bureaux	
Bureaux avec postes de travail à proximité de fenêtres	300
Bureaux	500
Grand bureaux et bureaux collectifs	
Réflexion élevée	750
Réflexion moyenne	1000
Dessin technique	750
Salles de réunion	300
Locaux de réception	100
Locaux pour circulation du public	200
Salles d'ordinateurs	500
Industrie chimique	
Installations télécommandées	50
Installations avec interventions manuelles limitées	100
Postes de travail occupés en permanence dans des installations techniques	200
Postes d'observation	300
Laboratoires	300
Travaux avec exigences visuelles élevées	500
Contrôle de couleurs	1000
Industries du ciment, de la céramique et du verre	
Postes ou zones de travail près de fourneaux, mélangeurs, broyeurs,	200
rouleaux, presses, moulage, soufflage	300
Meuler, corroder, polir le verre, manipulation d'instruments en verre	500
Travaux de décoration	500
Meuler à la main, graver	750
Travaux de précision	1000
Usines métallurgiques, aciéries, fonderies	
Installations de production sans interventions	50
Installations de production avec interventions	100
Postes de travail occupés en permanence dans installations de production	200
Postes d'observation	300
Postes de Contrôle	500
Usinage des métaux	
Forgeage de petites pièces	200
Soudage	300
Travaux grossiers et moyens sur machines	300
Travaux de précision sur machines	500
Postes de contrôle	750
Laminoir à froid	200
Tréfilerie	300
Usinage de tôles lourdes	200
Usinage de tôles légères	300
Production de petit outillage	500
Montage grossier	200
Montage mi-fin	300
Montage de précision	500
Etampage	200
Atelier de moulage, cave etc.	50
Passerelles	100
Préparation du sable	200
Ebarbage	200
Poste de travail au mélangeur	200
Halls de moulage	200
Postes de vidage	200
Atelier de moulage par machines	200
Atelier de moulage à la main	300
Atelier de noyautage	300
Construction de modèles	500
Galvanisation	300
Application de peinture	300
Postes de contrôle	750
Fabrication d'outils, mécanique de précision	1000
Carrosserie	500
Laquage	750
Laquage en travail de nuit	1000
Rembourrage	500
Montage de produits finis	500
Inspection	750
Usines génératrices	
Installations de chargement	50
Salles de chaudières	100
Salles de compens. de pression	200
Salles de machines	100
Salles annexes	50
Distribution dans bâtiments	100
Distribution à l'extérieur	20
Postes d'observation des installations de distribution	300
Travaux de révision	500
Industrie électrotechnique	
Fabrication de câbles et lignes, travaux de montage, travaux avec du fil métallique grossier	300
Montage d'appareils téléphoniques, travaux avec du fil métallique moyen	500
Montage d'appareils de précision, réglage, contrôle	1000
Montage d'éléments minuscules, composants électroniques	1500
Stoppage	1500
Industries de bijoux et horlogerie	
Fabrication de bijoux	1000
Façonnage de pierres précieuses	1500
Atelier d'opticien et d'horloger	1500
Usinage et transformation du bois	
Bassins de vapeur	100
Scie alternative à cadre	200
Assemblage	200
Choix de bois de placage, laquage, menuiserie selon modèle	500
Travaux sur machines à bois	500
Affinage de bois	500
Recherche de défauts	750
Fabrication et transformation de papier, industrie graphique	
Fabrique de cellulose	200
Machines à papier, fabrication de cartonnages	300
Reliure, impression de papiers muraux	300
Tous travaux de clichés, travaux sur pierres, planches et machines à imprimer, fabrication de matrices	500
Impression à la main, tri du papier	750
Retouches, lithographie, composition à la main ou mécanique, mise en train de la composition	1000
Contrôle de la couleur lors de l'impression en couleurs	1500
Gravure sur acier et cuivre	2000
Industrie du cuir	
Travail de tannage	200
Usinage des peaux	300
Sellerie	500
Teinture des peaux	750
Contrôle de la qualité, exigences moyennes	750
Contrôle de la qualité, exigences élevées	1000
Contrôle de la qualité, exigences très élevées	1500
Contrôle de la couleur	1000
Fabrication et usinage textiles	
Postes de travail dans des bains	200
Filatures	300
Teinture	300
Filage, tricotage, tissage	500
Couture, impression de tissu	750
Magasin de modes	750
Fabrication de modes	1000
Contrôle des articles, de la couleur	1000
Industrie alimentaire, produits de consommation	
Postes de travail en général	200
Mélange, conditionnement	300
Abbatoirs, laiterie, moulin	300
Coupage, désossage	300
Production de comestibles et de cigarettes	500
Contrôle des produits, décoration, tri	500
Salles de laboratoire	1000
Commerce de gros et de détail	
Magasin de vente, postes de travail permanents	300
Caisse	500
Artisanat et commerce (exemples pour différentes branches)	
Peinture d'éléments de construction en acier	200
Travaux préalables au montage d'installations de chauffage ou d'aération	200
Serrurerie	300
Garages automobiles	300
Menuiserie de bâtiment	300
Atelier de réparation	500
Atelier de radio ou télévision	500
Secteur tertiaire	
Hôtellerie, restauration, accueil	200
Cuisines	500
Salles de restauration	200
Buffets	300
Salles de réunion	300
Restaurants à libre service	300
Laveries, lavage	300
Repassage à la machine	300
Repassage à la main	300
Tri	300
Contrôle	1000
Soins des cheveux	500
Esthétique	750



Exécution des paralumes

① Paralume parallèle
② Paralume parallèle oblique
③ Paralume diagonal
④ Paralume diagonal oblique
⑤ Disposition des lampes a ≥ 2/3d



⑥ Transparence directionnelle d'un verre clair avec décalage des rayons obliques.

⑦ Transparence diffuse des verres opalins translucides, albâtre, etc.

⑧ Transparence mixte de verres d'ornementation, de la soie, des verres opalins clairs, etc.

Matériaux	Dispersion	Épaisseur mm	Réflexion %	Transpar. %	Absorption %
Verre clair	Nulle	2-4	6-8	90-92	2-4
Verre ornemental	Faible	3,2-5,9	7-24	57-90	3-21
Verre clair, dépoli ext.	Faible	1,75-3,1	7-20	63-87	4-17
Verre clair, dépoli int.	Faible	1,75-3,1	6-16	77-89	3-11
Verre opale : groupe 1	Bonne	1,7-3,6	40-66	12-38	20-31
groupe 2	Bonne	1,7-2,5	43-54	37-51	6-11
groupe 3	Bonne	1,4-3,5	65-78	13-35	4-10
Verre opale doublé : groupe 1	Bonne	1,9-2,9	31-45	47-66	3-10
groupe 2	Bonne	2,8-3,3	54-67	27-35	8-11
Verre opale couleur					
rouge		2-3	64-69	2-4	29-34
orange		2-3	63-68	6-10	22-31
vert		2-3	60-66	3-9	30-31
Verres opalins	Faible	2,2-2,5	13-28	58-84	2-14
Porcelaine	Bonne	3,0	72-77	2-8	20-21
Marbre poli	Bonne	7,3-10,0	30-71	3-8	24-65
Marbre imprégné	Bonne	3-5	27-54	12-40	11-49
Albâtre	Bonne	11,2-13,4	49-67	17-30	14-21
Carton faiblement teinté	Bonne		69	8	23
Parchemin non teinté	Bonne		48	42	10
Parchemin teinté jaune clair	Bonne		37	41	22
Parchemin jaune foncé	Bonne		36	14	50
Soie blanche	Assez b.		28-38	61-71	1
Soie colorée	Assez b.		5-24	13-54	27-80
Shirting	Bonne		rd. 68	rd. 28	rd. 4
Resopal coloré	Bonne	1,1-2,8	32-39	20-36	26-48
Pollopas blond	Bonne	1,2-1,6	46-48	25-33	21-28
Cellon blanc (trouble)	Bonne	1,0	55	17	28
Cellon jaune (trouble)	Bonne	1,0	36	9	55
Cellon bleu (trouble)	Bonne	1,0	12	4	84
Cellon vert (trouble)	Bonne	1,0	12	4	84
Verre à glace		6-8	8	88	4
Verre armé		6-8	9	74	17
Verre brut		4-6	8	88	4
Verre de protection solaire (vert)		2	6	38	56

⑨ Propriétés des matériaux transparents du point de vue de la technique de l'éclairagisme.

ÉCLAIRAGE

TUBES FLUORESCENTS POUR INSTALLATIONS PUBLICITAIRES

Ces lampes permettent toutes sortes de tracés, d'écritures, d'ornements et de figures. Comme elles sont facilement réglables (le réglage s'effectue par l'intermédiaire d'une résistance ou d'un transformateur de réglage), elles sont courantes en cinéma et au théâtre.

Les **plafonds éclairants** pour bureaux et bâtiments commerciaux sont constitués par des lampes fluorescentes basse tension derrière un paralume qui laisse passer la lumière directe vers le bas et légèrement vers le côté et ne prend que peu la poussière (fig. 1 à 5).

Les bandes lumineuses constituées de luminaires à flux longitudinal assurent un éclairage d'ambiance régulier avec un effet d'ombres douces semblable à celui de la lumière du jour.

Les lampes à vapeur de mercure à haute pression en ampoules fluorescentes sont utilisées non seulement pour l'éclairage des fabriques et halls d'ateliers mais surtout pour l'éclairage extérieur.

MATÉRIAUX TRANSPARENTS ET TRANSLUCIDES

Lorsqu'on détermine la grandeur, la couleur, la dimension des fenêtres et l'éclairage des pièces, la connaissance de la transparence, de la dispersion et de la réflexion des matériaux est importante pour les effets artistiques et économiques. On distingue : les **matériaux réfléchissants** (fig. 9) avec faisceau réfléchi dirigé, complètement dispersé et partiellement dispersé, et les **matériaux transparents** avec transparence dirigée (fig. 6), dispersée (fig. 7), et mixte (fig. 8).

Il faut remarquer que les **verres mats** avec dépoli intérieur (à préférer déjà du fait qu'ils se salissent moins) absorbent moins de lumière que les verres dépolis extérieurement (tableau fig. 9).

Les abat-jour de soie teintée doublés de blanc ont pour une faible diminution de la transparence une absorption inférieure d'environ 20% à celle du même abat-jour non doublé.

Les **verres lumière du jour**, qui n'ont pour but que de faire ressembler la couleur de la lumière électrique à celle du soleil, absorbent environ 35% de la lumière, ceux qui doivent se rapprocher davantage de la lumière diffuse du soleil absorbent de 60 à 80%.

Les verres à vitres transparents laissent passer selon la qualité 65 à 95% de la lumière. Un mauvais verre transparent, en particulier dans le cas de vitrages doubles ou triples, peut absorber tellement de lumière que l'augmentation de la dimension des fenêtres qui en résulte n'est plus en rapport avec la meilleure calorifugeation des fenêtres multiples.

Verres plats

Ces verres étirés par un procédé mécanique sortent de l'étireuse prêts à l'emploi sans autre façonnage. Très transparents, incolores, d'épaisseur uniforme, ayant de chaque côté des surfaces planes, très blanches, ils ont une transparence de 91 à 93%.

Qualités

Qualité 1 : qualité la meilleure du commerce pour les pièces de choix (habitations, bureaux).

Qualité 2 : verres bon marché, de construction, pour fabriques, magasins de stockage, fenêtres de caves et soupiraux. Pour les vitrages contigus, n'utiliser que des verres de la même qualité.

Utilisation

Vitrages des fenêtres, vitrines, portes, cloisons de séparation, meubles, verres de sécurité à plusieurs couches, fenêtres doubles. Façonnage ultérieur : meulage, gravure à l'acide, dépolissage, émaillage au four, argenture, peinture, courbure. Verres spéciaux pour travaux particuliers en toutes épaisseurs tels que verres argentés, verres pour plaques sèches, verres pour automobiles, verres de sécurité (p. 137-142).

Caractéristiques physiques du verre de bâtiment

Poids : 1 m² en 1 mm d'épaisseur = 2,5 kg/mm m².
Résistance à la compression : 8 800 à 9 300 kg/cm², résistance caractéristique 800 kg/cm².
Résistance à la traction : 300 à 900 kg/cm², résistance caractéristique 300 kg/cm²
Résistance à la flexion : 900 kg/cm² (valeur physique)
Dureté échelle Mohs (dureté sclérométrique) : 6 (feldspath) à 7 (quartz).
Coefficient d'extension thermo-linéaire: 9 x 10^{-6} cm/mK.
Coefficient d'élasticité : E = 7,5 x 10^5 kg/cm².
Coefficient de conductibilité thermique : d = w/m degré ou 0,601 w/mK.

Désignation	Épaisseur mm	Tolérance mm	Plus grandes dim. de livraison mm
Verre à vitres minces	0,6 –1,2		600 x 1260
	1,2 –1,8		800 x 1600
	1,75–2,0		600 x 1880
Verre à vitres		+ 0,2	
Épaisseur moyenne	2,8	- 0,1	1200 x 1880
Épaisseur double	3,8	± 0,2	1400 x 2160
Verre à vitre épais	4,5	+ 0,3 - 0,2	2760 x 5000 ou
	5,5	± 0,3	
	6,5	± 0,3	3000 x 5000
	8	± 0,5	2600 x 5040
	10	± 0,7	2600 x 3960
	12	± 0,8	2600 x 3600
	15	± 1,0	2600 x 3000
	19	± 1,0	2600 x 3000
	21	± 1,0	2600 x 3000

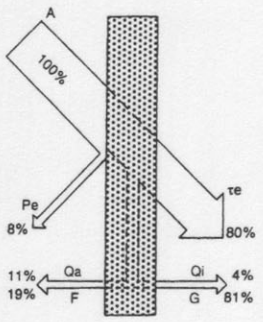
① **Verre plat : désignation et dimensions.**

Désignation	Épaisseur mm	Tolérance mm	Plus grandes dim. de livraison mm
Glace cristal	4	0,2	3180 x 6000
	5	0,2	3180 x 6000
	6	0,2	3180 x 6000
	8	0,3	3180 x 7500
	10	0,3	3180 x 9000
	12	0,3	3180 x 9000
	15	0,3	3180 x 6000
	19	1,0	2820 x 4500
	21	1,0	2760 x 4500

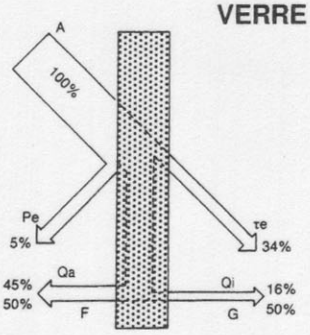
② **Glace cristal selon DIN 1259**
Obtenue par coulée. Transparence et réflexion nettes et irréprochables. Transparence à la lumière 90%.

Désignation	Épaisseur mm	Tolérance mm	Plus grandes dim. de livraison mm
Verre de protection contre le soleil	4	0,2	3150 x 6000
Bronze + gris	5	0,2	
	6	0,2	
	8	0,3	
	10	0,3	
	12	0,3	
Vert	4	0,2	3150 x 6000
	6	0,2	
	8	0,3	
	10	0,3	
	12	0,3	
V. à glace brut 134	8	1,0	1800 x 4410
178	6, 8, 10, 12	1,0	1710 x 4440
200	6, 8, 10, 12	0,5	2520 x 4500
274	6, 8, 10	1,0	2400 x 4440

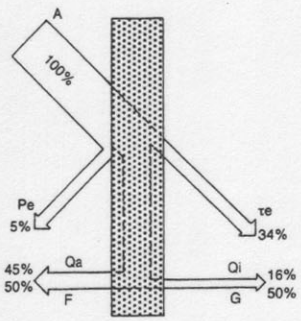
③ **Glace cristal** colorée dans la masse en gris, vert ou couleur bronze (verre de protection contre le soleil). Surface plane ne produisant pas de distorsion. Transparence et réflexion : l'énergie solaire est en partie absorbée et réfléchie.



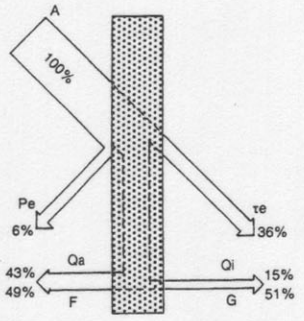
④ Verre normal clair, 8 mm.



⑤ Verre de protection contre le soleil couleur bronze, 8 mm.

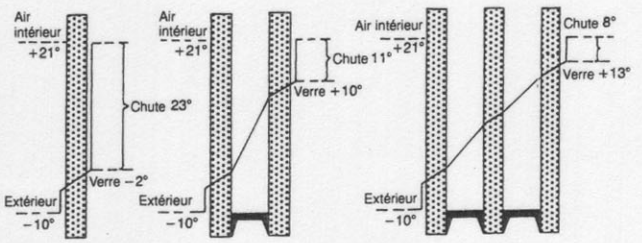


⑥ Gris, 8 mm.



⑦ Vert, 8 mm.

Comparaison entre un verre normal clair et un verre de protection contre le soleil (Fig. 4 à 7):
A = Énergie solaire (directe et diffuse = 100%); τe =Transmission directe; Pe = Réflexion totale; Qa = Convection et rayonnement secondaire vers l'extérieur; Qi = Convection et rayonnement secondaire vers l'intérieur; F = Réflexion totale et convection vers l'extérieur; G = Transmission et convection vers l'intérieur.



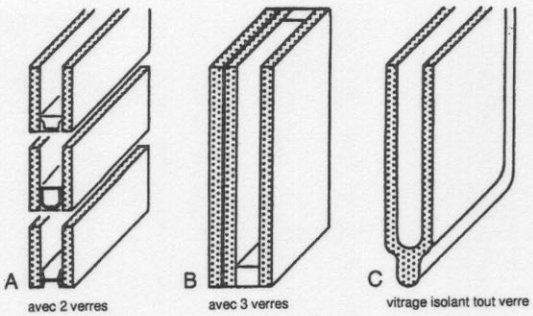
⑧ Rayonnement thermique pour vitrage simple, double, triple.

Catégorie de verre	Lame d'air mm	Dimensions maxi. Largeur cm	Hauteur cm	Surface m²	Epaisseur de l'élément mm
2 verre à vitre ép. moyenne	12	75	150	1,13	18,5
2 verre à vitre ép. double	12	141	240	3,36	20,5
2 verre épais 4,5 mm	12	170	270	3,40	21,5
2 verre épais 5,5 mm	12	500	270	8,00	23,5
2 verre épais 6,5 mm	12	500	270	8,00	25,5
2 verre épais 8-10-12 mm	12	500	260	8,00	28,5–36,5
2 glace cristal 5 mm	12	300	270	6,00	22,5
2 glace cristal 6 mm	12	500	300	6,00	24,5
2 glace cristal 8 mm	12	500	300	9,00	28,5
2 glace cristal 10 + 12 mm	12	500	300	10,00	32,5–36,5
Tolérance d'épaisseur ± 1,0-1,5 ; Rapport hauteur/largeur 1 :10					

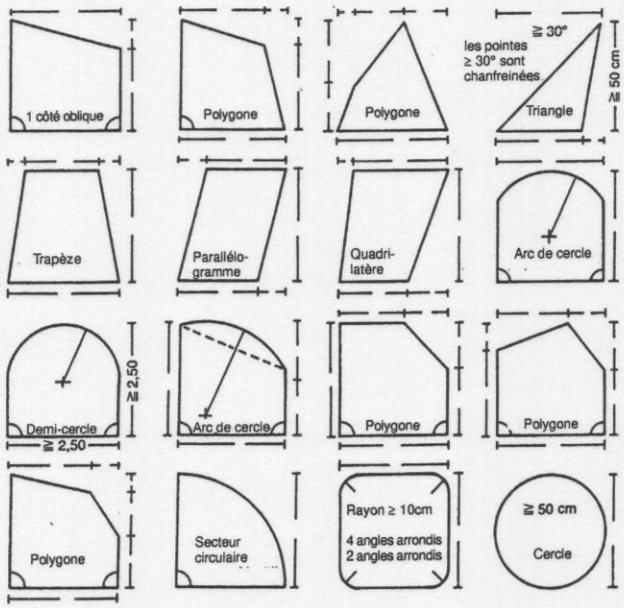
⑨ Vitrages isolants en verre à vitre, en verre épais et en glace cristal.

Verres isolants

Composés de deux ou plusieurs épaisseurs de verre fondues sur les côtés, soudées ou collées et maintenues séparées par des profilés. L'air séché à l'intérieur augmente l'isolation thermique et la protection contre les bruits. Les verres isolants ont des dimensions finies et ne peuvent pas être ajustés après fabrication (p 138, fig. 1).



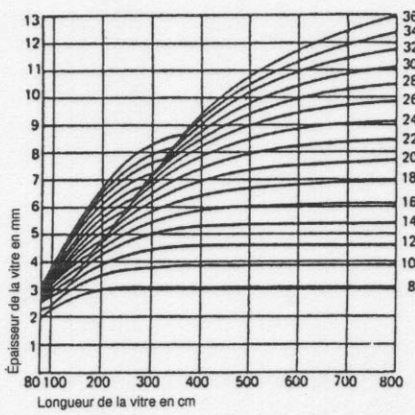
① Vitrages isolants.



② Vitrages isolants : formes commercialisées.

Hauteur du vitrage au-dessus du sol m	Construction normale (facteur de correction c = 1,2)		Construction du type tour (facteur de correction c = 1,6)	
	Poussée du vent W = q × c kN/m²	Facteur	Poussée du vent W = q × c kN/m²	Facteur
0–8	60	1,00	80	1,16
8–20	96	1,27	1,28	1,46
20–100	132	1,48	1,76	1,72
plus de 100	156	1,61	2,08	1,87
Type tour : bâtiment dont la plus petite dimension horizontale est inférieure au 1/5 de sa hauteur				

③ Poussée du vent.



④ Diagramme de poussée du vent destiné au calcul de l'épaisseur des vitrages isolants.

Exemple : Détermination de l'épaisseur minimale de la vitre extérieure d'un ensemble de verres isolants. Type de verre : verre à miroir cristal, largeur de la vitre : 160 cm, 180 cm, côté étroit du bâtiment supérieur à 1/5 de la hauteur du bâtiment. Hauteur du vitrage au-dessus du sol : 12 m. Poussée du vent : 0,96 kN/m² (96 kp/m²). Largeur et hauteur de la vitre selon le diagramme de la poussée du vent. On obtient ce qu'on appelle la valeur de base pour l'épaisseur du verre. Exemple : valeur de 4,2 mm, multiplié avec le coefficient de calcul selon le tableau (hauteur du vitrage de 8-20 m). Coefficient = 1,27; on obtient ainsi : 1,27 x 4,2 = 5,3 mm. La vitre extérieure devrait, dans ce cas, présenter une épaisseur minimale de 5,3 mm. Vitre disponible en épaisseur de 6 mm.

Les dimensions standard de vitrage isolant tout verre tiennent compte des dimensions nominales pour ouvertures de fenêtres et de portes avec et sans feuillure destinées à l'habitation.

Dimensions : vitrage isolant tout verre		2 x verre moyen	2 x verre double
Les vitrages ne peuvent être livrés dans d'autres dimensions ni avec des angles autres que des angles droits.	Côté court	37–75 cm	75,1–130 cm
	Côté long	60–200 cm	75,1–200 cm
	Tolér. de dimensions	± 2,0 mm	
	Dist. entre les verres	9 mm	7 mm
	Épaisseur totale	14 mm	
	Poids	14 kg/m²	19 kg/m²

⑤ Vitrage isolant tout verre (fig. 1).

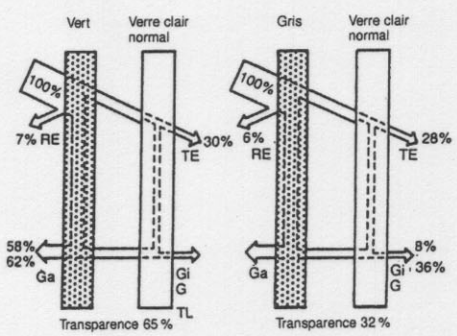
Épaisseur de la vitre mm	Épaisseur contre-vitre mm	Lame d'air mm	Dimensions maximales cm	Surface maximale m²	Épaisseur tot. du vitrage mm
5	5	12	100 × 160	1,60	22,5
6	6	12	150 × 260	3,90	24,5
6	6	12	150 × 246	3,69	24,5
8	8	12	170 × 280	4,76	28,5
10	10	12	200 × 450	9,00	32,5
10	10	12	240 × 343	8,23	32,5
12	12	12	190 × 450	8,55	36,5
12	12	12	240 × 343	8,23	36,5
15	15	12	160 × 240	3,84	42,5

⑥ Vitrage de sécurité isolant en verre trempé (Securit).

Catégorie de verre	Contre-vitre Verre épais mm	Lame d'air mm	Dimension max. Largeur cm x Hauteur cm	Épaisseur tot. du vitrage mm
à 2 verres				
(2 x 3) 6 mm (2 x verre moyen)	4,5	12	140 × 244	23
(3 + 4) 7 mm (verre moyen + épais)	5	12	140 × 244	24
(2 x 4) 8 mm (2 x verre moyen)	5	12	160 × 300	26
(2 x 4,5) 10 mm	5	12	180 × 350	28
(2 x 5,5) 12 mm	5	12	180 × 350	30
à trois verres				
11 mm	5	12	140 × 240	29
14 mm	5	12	160 × 300	32

⑦ Verre isolant armé/verre de sécurité feuilleté.

Verres de protection contre le soleil :
Verres absorbants dans les coloris gris, bronze et vert en verre plat ou en glace cristal (p.137). Ils accumulent la chaleur et subissent certaines tensions. C'est pourquoi il faut utiliser des verres précontraints. Les cadres sombres sont conseillés. Le trempage de leur surface les rend réfléchissants. Leur utilisation la plus efficace consiste à les employer comme écran protecteur contre le soleil, sous la forme de verres précontraints aérés sur l'arrière. Transparence de 32 à 65% selon la couleur. Selon le type de revêtement, on peut adapter l'impression visuelle du coloris aux caractéristiques fonctionnelles. Dimensions maximales : 350 x 250 cm.



⑧ Transparence des verres de protection contre le soleil.

Catégorie de verre	Contre-vitre Glace cristal mm	Lame d'air mm	Dim. maximales Largeur cm	Hauteur cm	Surface m^2	Épaisseur de l'élém. mm
Couleur bronze et gris (non trempé)						
6 mm	6 mm	12	216	378	4,65	24,5
8	8	12	216	378	4,65	28,5
10	10	12	216	378	4,65	32,5
12	12	12	216	378	4,65	36,5
Couleur bronze, gris + vert (trempé)						
6	6	12	150	260	3,92	24,5
8	8	12	170	280	4,82	28,5
10	10	12	220	343	7,66	32,5
12	12	12	220	343	7,66	36,5
Lame d'air aussi en 6, 7, 9 et 10,5 mm						

① Verre de protection contre le soleil.

Verres de sécurité non feuilletés protégeant du soleil. Ils existent en gris, en vert et couleur bronze et dans des épaisseurs de 6, 8,10 et 12 mm. Dimensions mini : 40 x 60. Dimensions maxi : 1,50 x 2,46 en 6 mm, 1,70 x 2,80 en 8 mm, 1,90 x 4,50 et 2,40 x 3,43 en 10 mm, 2,40 x 3,43 et 1,90 x 4,50 en 12 mm.

Verres de sécurité non feuilletés en glace brute. Ils sont peu transparents et diffusent la lumière. Épaisseurs disponibles en 6, 8, 10 et 12 mm. Dimensions comprises entre 40 x 60 et 2,52 x 3,43 m.

Lame d'air en mm	Lame d'air L = air G = gaz	Ép. totale en mm ± 2 mm	Coef. de réflex. W/m²K	Isol. acoust. R_w (dB)	Catég. d'isol. acoust.	Dimensions maxi. en mm ± 2 mm
12	G	22	3,0	37	3	2400×1410
16	G	26	2,9	40	4	2400×1410
16	G	28	2,9	41	4	2400×1410
20	G	32	2,7	42	4	2400×1410
24	G	38	2,7	44	4	2400×1410
16	G	32	2,7	44	4	2400×1410
24	G	40	2,7	45	5	2400×1410
12	G	25	2,7	42	4	2400×1410
12	G	26	2,7	43	4	3000×2000
16	G	30	2,7	46	5	3000×2000
20	G	34	2,7	46	5	3000×2000
20	G	37	2,7	48	5	3000×2000
24	G	41	2,6	50	6	3000×2000
20	G	42	2,3	52	6	3000×2000

② Verre de protection contre le bruit.

L'utilisation d'un vitrage isolant acoustique permet d'abaisser un bruit de circulation (70-80 dB) à un niveau de 40 dB voisin d'un chuchotement. Le cadre et son étanchéité jouent un rôle important dans l'isolation acoustique. Des joints et des raccords défectueux diminuent la valeur de cette isolation (p. 166).

Verre dispersant la lumière. Il est fabriqué à partir de verre feuilleté de sécurité, de verre à vitres, de verre épais, de verre coulé ou de glace armée. Il est constitué d'une lame de fibre de verre entre deux feuilles de verre. Les bords sont étanches à l'air.

Propriétés : protection contre le rayonnement thermique, production de lumière diffuse à partir d'un éclairage uniforme, protection contre les bruits. Dimensions maximales : 141 x 240 cm, 32 dB - 33 dB.

Verres de sécurité feuilletés. Ils sont constitués par un assemblage de feuilles très élastiques intercalées entre les feuilles de verre. En une seule couche, ils protègent des agressions, en verre isolant, ils assurent une isolation phonique et thermique. Ils sont classifiés selon les catégories de sécurité.

Dimensions maximales

Type sans éclats	2400 x 3660 mm
Type avec éclats	3750 x 2640 mm
Verre isolant	3750 x 2560 mm

Exemples d'utilisation Niveau	Maisons particulières	Catégorie de résistance	Composition vitrage	Épaiss. mm	Poids (kg/m²)
2e étage	Maisons individuelles ou bâtiments collectifs dans lotissement	A1	Une feuille	9	21
			Vitrage isolant	23	31
1er étage	Maisons isolées	A2	Une feuille	9,5	22
			Vitrage isolant	23,5	32
Rez-de-chaussée	Maisons d'habitation grand standing, maison de vacances, maison de week-end	A3	Une feuille	10	23
			Vitrage isolant	24	33

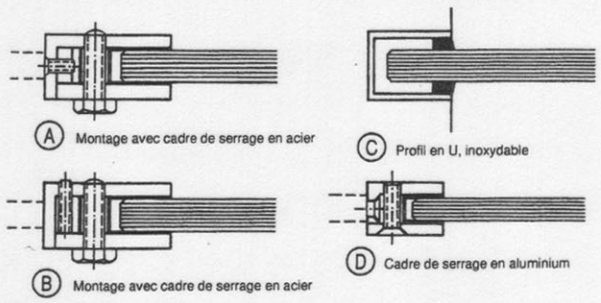
③ Protection anti-projectiles.

Exemples d'utilisation	Catégorie de résistance	Composition vitrage	Épaiss. mm	Poids (kg/m²)
Maisons d'habitation grand standing avec inventaire de valeur Certaines parties de grands magasins Magasins photo, audio, vidéo Pharmacie Ensembles électroniques	B1 plus bas degré anti-effraction	Une feuille	18	43
		Verre isolant	32	53
Magasins d'antiquités Musées Galeries d'art Installations psychiatriques	B2 moyen degré anti-effraction	Une feuille	28	65
		Verre isolant	42	75
Magasins de fourrures Bijouteries Centrales électriques Maisons d'arrêt	B3 plus haut degré anti-effraction	Une feuille	32	76
		Verre isolant	46	66

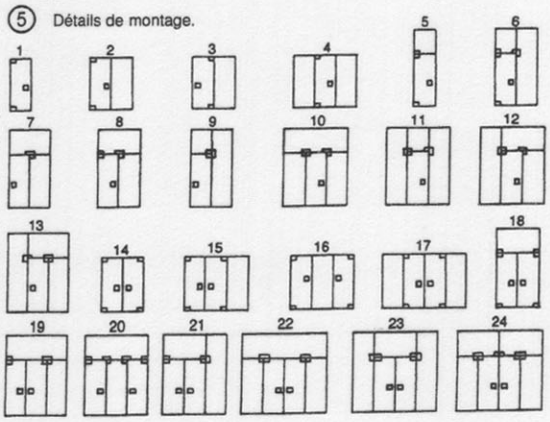
④ Protection anti-effraction.

Verres de sécurité non feuilletés. Verres précontraints par traitement thermique spécial, élastiques, résistants aux chocs, gauchissables, insensibles aux variations de température, se brisent sans éclats. Ils sont fabriqués en glace cristal, rectifiée et polie sur les deux faces ou en verre à vitre épais pour moyens de transport ainsi que pour vitrages de bâtiments. Ils sont recommandés pour les portes en verre, les gymnases, les salles de sport et les vitrines.

Portes entièrement en verre. Dimensions par battant de 10 cm en 10 cm jusqu'à 90 x 2,10-1,50 x 2,90. Épaisseur du verre 10, 12, 15 mm. Isolation acoustique moyenne 27, 29, 31, 32, 33 dB.



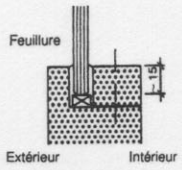
⑤ Détails de montage.



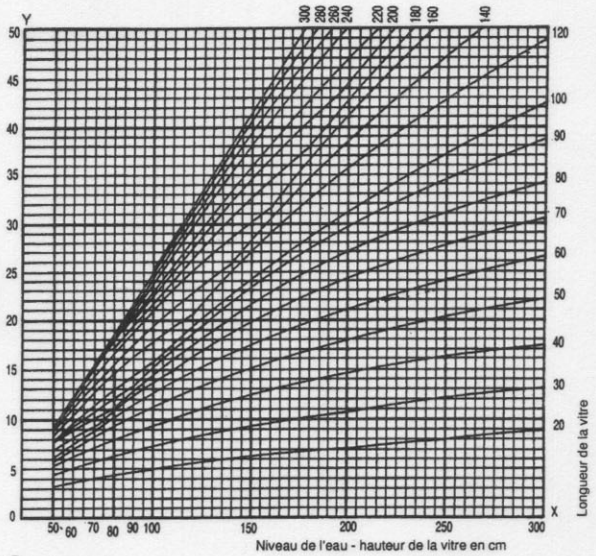
⑥ Types d'entrées entièrement en verre.

Verre de sécurité en une épaisseur pour salles de sport. Le verre de sécurité pour le vitrage de salles de sport est obligatoire.

Haut. montage depuis le sol fini	Épaisseur env. 8 mm		Épaisseur env. 10 mm	
	▭	▭	▭	▭
jusqu'à 300 cm	120×200 100×240	130×130	160×200 120×260	180×180
plus de 300 cm	120×260 100×280	130×130	160×260 120×300	180×180



① Dimensions conseillées pour vitrage d'un gymnase.



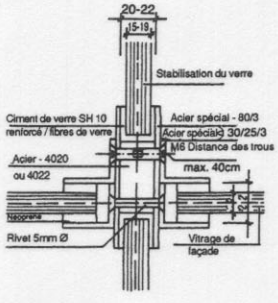
② Épaisseur du vitrage : vitre d'un aquarium en verre à glace de sécurité.

Exemple : épaisseur du vitrage d'un aquarium, hauteur des vitres 80 cm = niveau de l'eau, longueur des vitres = 125 cm ; recherché : l'épaisseur du verre. Sur l'abscisse, on cherche le niveau de l'eau de 80 cm, on remonte verticalement jusqu'à ce que l'on tombe sur le point d'intersection avec la courbe de la longueur des vitres de 120 cm. Ce point d'intersection montre sur l'ordonnée l'épaisseur du verre, soit 15,4 mm.

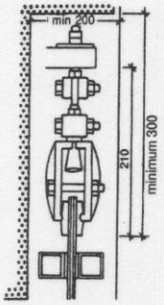
Épaisseur mm	Verre à vitre cm	Épaisseur mm	Verre épais cm	Épaisseur mm	Verre à glace cm
2	80 × 160	4,5	122 × 188	5	120 × 230
3	122 × 216	5,5	122 × 188	6	120 × 230
4	122 × 216	6,5	122 × 188	8	120 × 230

③ Verre anti-reflet, transparence nette sans contrastes gênants et sans reflets, pour vitrines, encadrements, etc.

Vitrage suspendu. Il est conseillé pour une hauteur de volume dépassant 4,5 m. De nouvelles réalisations deviennent possibles car la hauteur de volume est théoriquement illimitée. Le vitrage suspendu suivra mieux le tassement et les mouvements de la construction. Les ensembles mixtes verre/métal se montent également suspendus (fig. 4 et 5).



④ Ensemble verre-métal suspendu.



⑤ Suspension.

Dimensions max.	Épaisseurs		
120 × 120 cm	5,5 mm	120 × 216 cm	5 mm
150 × 260 cm	6,5 mm	140 × 244 cm	6 mm
170 × 280 cm	8,0 mm	160 × 300 cm	8 mm

⑥ **Verres de protection contre la chaleur** Sur les plates-formes de commande, dans les cabines de grue et dans les installations de mesure et de réglages, les conditions de travail peuvent être considérablement améliorées par l'utilisation de verres vaporisés à l'or et réfléchissant la chaleur. Réflexion de la chaleur 85-90%.

Verre de protection contre le feu

Un nombre de constructions en progression incessante et des incendies spectaculaires ont poussé le législateur à renforcer les mesures de prévention, pour empêcher la propagation des incendies.

Les vitrages de catégorie G doivent résister aux flammes et au passage des gaz pendant une durée de 30, 60, 90, 120 et 180 minutes. Le verre armé classique peut satisfaire les exigences de la catégorie G60. Dimensions maximales autorisées 80 x 200 cm, épaisseur 6-7 mm.

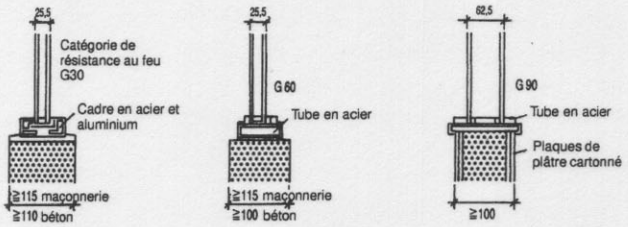
Briques de verre armées

Classement G60, à double paroi G120.

Avec un verre sodico-calcique (verre flotté ou *floatglas*) trempé, sous forme de verre isolant, on atteint la classe G60. Avec un verre borosilicate trempé, sous forme de vitre simple, on atteint la catégorie G120 et comme verre isolant la catégorie G90.

Utilisé dans la construction d'immeubles pour éviter la propagation du feu d'une étage à l'autre. De même pour les façades convergeant en angle aigu, où l'utilisation de verre du type G permet l'accès des pièces de ce secteur à la lumière du jour.

Exemples pour vitrages G de catégorie G30, G60 et G90 (fig. 7). On utilise ce type de verre pour le vitrage des secteurs pour lesquels la législation ne prévoit pas d'exigences particulières en matière d'ouvertures pour la lumière ; par exemple, pour les voies de sauvetage si le bord inférieur du vitrage se situe ≥1,80 m au-dessus du sol, en façade d'immeubles pour éviter que les flammes sautent d'un étage à l'autre, de même pour les façades convergeant en angle aigu. Les exigences pour le verre du type F sont plus sévères.



⑦ Vitrage par verres résistant au feu (fig. 8).

Les fenêtres en béton F90 sont des éléments de construction normés. Elles sont autorisées pour la construction de murs en verre résistant au feu. Sous forme de fenêtres individuelles ou parois vitrées et théoriquement d'une longueur illimitée.

Verre résistant au feu		Classe de résistance au feu						Désignation du type de fenêtre
		F 30	F 60	F 90	G 30	G 60	G 90	
Pyrostop	F 30	●						PF 30
	F 60		●					PF 60
	F 90			●				PF 90
Contraflam	F 30	●						CF 30
	F 60		●					CF 60
	F 90			●				CF 90
Verre à glace armé					●	●	●	DSG 90
Verre à glace armé en deux volumes de verre flotté					●	●	●	DSG 90 D
Verre coulé armé					●	●	●	GDG 90
Verre coulé armé en deux volumes de verre cathédrale					●	●	●	BDG 90 D
Pyran					●	●		SPG 60
					●	●	●	SPG 90

⑧ Fenêtre en béton avec verre résistant au feu (fig. 7).

Verre façonné. Des profilés en U supportent des charges importantes et offrent beaucoup de possibilités d'utilisation. Utilisés en double vitrage pour l'isolation thermique et la protection contre les bruits. Nécessitent peu de soin. Employés aussi pour les cages d'ascenseurs ou comme vitrages pour les toits. Répondent aux exigences pour les gymnases et les salles de sport en ce qui concerne les jets de balles et la sécurité relative aux coups. Les éléments les plus longs qui seront soumis à la poussée du vent doivent être armés avec des fils d'acier sur toute leur longueur ou avec un treillis en fils métalliques. Aucun renfort n'est nécessaire. Hauteur totale jusqu'à 6,80 m. Les surfaces ornementées suppriment les causes d'éblouissement dans les pièces.

Dimensions Profilés en verre	Hauteur au-dessus du sol m	Construction fermée: Fond vers l'intérieur	Construction fermée: Fond vers l'extérieur	Construction fermée: à double paroi	Construction ouverte: Fond vers l'intér. ou l'extérieur	Construction ouverte: à double paroi
41	0–8	3,50	4,25	5,00	3,00	4,25
	8–20	3,00	3,50	4,00	2,50	3,25
	20–100	2,50	3,00	3,50	2,00	2,75
60 / 232	0–8	5,00	5,75	7,00	4,50	6,00
	8–20	4,25	4,75	5,50	3,75	4,75
	20–100	3,50	4,00	4,75	3,25	4,00
41	0–8	3,25	4,00	4,50	2,75	3,75
	8–20	2,75	3,25	3,75	2,25	3,00
	20–100	2,25	2,75	3,25	1,75	2,50
60 / 262	0–8	4,75	5,50	6,50	4,25	5,50
	8–20	4,00	4,50	5,25	3,50	4,50
	20–100	3,25	3,75	4,50	3,00	3,75
41	0–8	3,00	3,75	4,00	2,50	3,25
	8–20	2,50	3,00	3,25	2,00	2,50
	20–100	2,00	2,50	2,75	1,50	2,00
60 / 331	0–8	4,50	5,25	6,00	3,75	5,00
	8–20	3,75	4,25	4,75	3,00	4,00
	20–100	3,00	3,50	4,00	2,50	3,25
41 / 498	0–8	2,50	3,00	3,25	2,25	3,00
	8–20	2,00	2,50	2,50	1,75	2,25
	20–100	1,75	2,00	2,25	1,50	1,75

① Verre façonné, cotes de montage maxi.

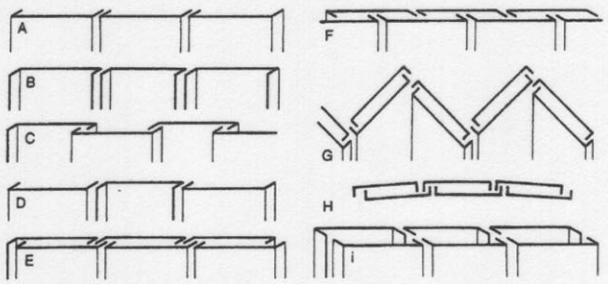
Norme	Type	Transparence en % (valeur moyenne) 1 paroi	Transparence en % (valeur moyenne) 2 parois	Isolation phonique Rw dB de 100 - 3200Hz 1 paroi	Isolation phonique Rw dB de 100 - 3200Hz 2 parois	Cœfficient de transmission de chaleur k (W/m²K) 1 paroi	Cœfficient de transmission de chaleur k (W/m²K) 2 parois
A	NP 2			27 dB	40 dB	5,6	2,8
C	NP 26			27 dB	40 dB	5,6	2,8
E	NP 3			27 dB	40 dB	5,6	2,8
G	NP 5			27 dB	40 dB	5,6	2,8
B	SP 2			27 dB	41 dB	5,52	2,7
D	SP 26			27 dB	41 dB	5,52	2,7
–	EP 26			27 dB	40 dB	5,6	2,8

② Caractéristiques physiques.

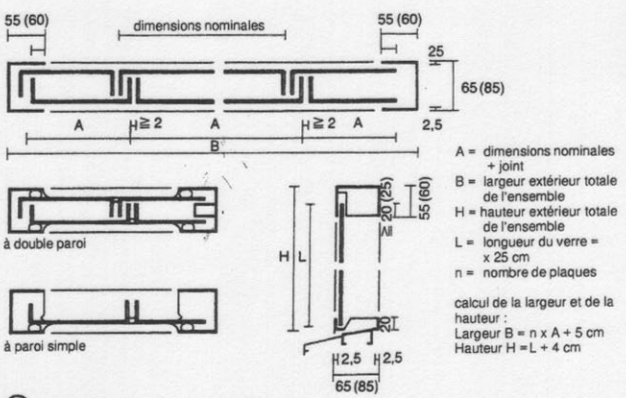
Dimensions en mm i	d	a	h	Poids Kp/m² Fenêtre, y compris l'étanchéité à simple paroi	à double paroi	Catég. de verre
220	6	232	41	20	40	Normale
218	7	232	60	26	52	Normale
250	6	262	41	20	40	Normale Armétreillis métal. Arméfils d'acier sur tte la long.
248	7	262	60	26	52	Normale Armétreillis métal. Arméfils d'acier sur tte la long.
319	6	331	41	18,5	37	Normale
317	7	331	60	24,5	49	Normale
486	6	498	41	17,5	35	Normale
486	6	498	41	17,5	35	Normale
d a/2 d h				Tolérances sur les dimensions		a ± 2 mm d ± 0,1 mm h ± 1 mm

③ Formes disponibles de profilés en verre façonné (p.70).

A à simple paroi, fond vers l'extérieur
B à simple paroi, fond vers l'intérieur
C à simple paroi, fond vers l'extérieur/vers l'intérieur
D à simple paroi, fond en alternance
E-I à double paroi, différentes formes

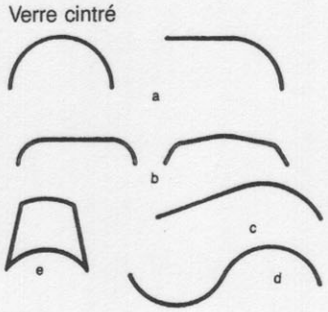


④ Possibilités de pose.



⑤ Dimensions totales des profilés en verre.

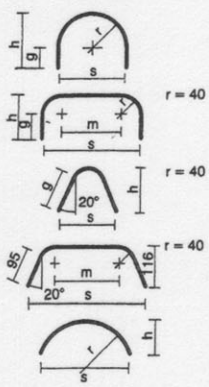
Verre cintré



a) Section circulaire cintrage avec ou sans intercalage de lignes droites
b) Cintrage des 2 côtés avec rayons de courbure égaux ou inégaux
c) Cintrage conique
d) Cintrage en S
e) Cintrage en U ou similaire avec ou sans intercalage de lignes droites

⑥ Formes de cintrage.

Exemples : possibilités de cintrage pour verres ornementaux



s	r	g	h	Développ.
80–300	40–150	0–100	40–190	126–501

s	m	g	h	Développ.
100–340	20–260	0–100	40–140	146–506

s	g	h		Développ.
80–200	7–183	33–200		112–464

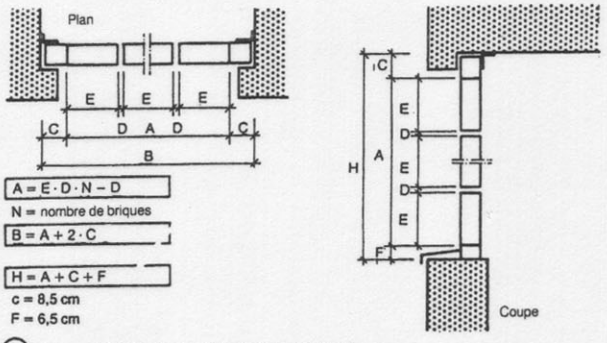
s	m			Développ.
160–340	20–200			308–488

s	h	R		Développ.
140–300	60–100	71–163		202–382

⑦ Formes de cintrage (dimensions en mm).

Briques de verre

Briques de verre pour murs intérieurs et extérieurs. La fabrication par estampage permet d'obtenir des effets décoratifs, diffusants et directionnels. Les briques de verre creuses de format 190 x 190 x 80 mm sont admises pour les vitrages des ouvertures dans les murs coupe-feu des catégories G 60 et G 120. Ces briques en verre sont fabriquées en différentes dimensions sans trempage. Leur surface intérieure est teintée. Leur surface extérieure est aussi teintée en couleur bronze comme protection contre le soleil. Elles assurent une bonne isolation contre la chaleur et le bruit. Elles ont une transparence allant jusqu'à 75%. Elles procurent une protection contre les effractions et les chocs. Réalisation possible de surfaces courbées une ou plusieurs fois.
Rayon mini. 65 cm dim. intérieure de la brique de verre : 11,5 cm
Rayon mini. 180 cm dim. intérieure de la brique de verre : 19 cm
Rayon mini. 370 cm dim. intérieure de la brique de verre : 24 cm



① Dimensions courantes des briques de verre.

Longueur ± 2 mm	Largeur ± 2 mm	Épaisseur ± 2 mm	Nombre de briques par m²	Briques de verre teintées
115 mm	115 mm	80 mm	64	
190	190	50	25	Rouge
190	190	80	25	
240	115	80	32	Bleu Jaune
240	157	80	27	
240	240	80	16	Vert
300	300	100	10	

② Dimensions des briques de verre (nombre de briques par m², joints compris).

Formats des briques de verre mm	Marge d'isol. contre les sons aériens	Isolation phonique R_w
190 × 190 × 80	–12 dB	40 dB
240 × 240 × 80	–19 dB	42 dB
240 × 115 × 80	– 7 dB	45 dB
300 × 300 × 100	–11 dB	42 dB
à double paroi 240 × 240 × 80	– 2 dB	50 dB
Suivant les normes en vigueur		

③ Éléments en briques de verre.

Cat. de protect. contre le bruit	R_w	
6	≧ 50 dB	Indiqué pour parois ou fenêtres de pavés de verre /double épaisseur
5	45–49 dB	Indiqué pour parois en pavés de verre
4	40–44 dB	Indiqué pour parois en pavés de verre
3	35–39 dB	
2	30–34 dB	
1	25–29 dB	
0	≧ 39 dB	

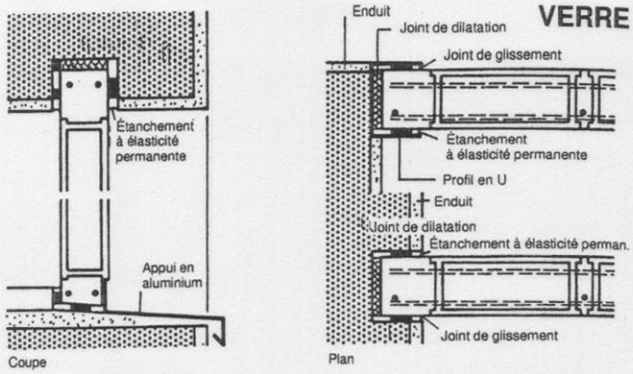
④ Catégories de protection contre le bruit, directives VDI 2719.

Détermination du coefficient d'isolation phonique R'_w [1] : R'_w = LSM + 52 dB (LSM = marge d'isolation des sons aériens). Les briques de verre représentent une solution idéale pour toute construction nécessitant une protection importante contre les bruits aériens. Les constructions en briques de verre à une seule paroi répondent aux exigences allant jusqu'à la catégorie 5 de la protection contre les bruits aériens. Les constructions en briques de verre à double paroi avec un écartement d'au moins 50 cm répondent aux exigences de la catégorie 6. Veiller à ce que les éléments de construction avoisinantes présentent le même coefficient de protection contre les bruits aériens.

[1] L'indice Rw, défini par la norme internationale ISO 717, n'est pas réglementaire en France.

	Épaisseur mm	Surface individuelle jusqu'à m²	pour une longueur jusqu'à mm
Briques de verre pleines	30	6	6000
Briques de verre creuses	50 80 100	10 18 24	6000

⑤ Surfaces individuelles maxi. en briques de verre.



⑥ Briques de verre : détails de montage.

Verres coulés en fabrication armée ou non. Il en existe de toutes sortes, en blanc et en multiples teintes. Ils ne produisent pas d'éclats et sont admis dans la construction de murs anti-feu. Ils sont lumineux et produisent un éclairage directif ou diffus. Ils ont une grande transparence (82-92%) mais ne sont pas limpides. Un vitrage en verre coulé façonné sur un ou deux côtés peut améliorer l'éclairage en le rendant jusqu'à 60% plus lumineux à 5 m de distance, et jusqu'à 20% à 20 m.
Les verres armés (dont les deux côtés sont lisses) et les verres armés façonnés (avec un côté lisse et l'autre façonné) en 6-8 mm d'épaisseur et avec des dimensions ≤ 250 x 60 résistent au feu et à la chaleur. Il existe des verres coulés armés avec du fil d'acier dans les dimensions 60 x 250 mm et en surface ≤1,5 m² pour les murs coupe-feu.

Verre armé	Verre armé ornemental	Verre brut	Verre façonné Verre cathédrale	Verre clair horticole
Faible	Forte	Cannelé Forte	Faible jusqu'à forte selon la surface	Suffisamment forte

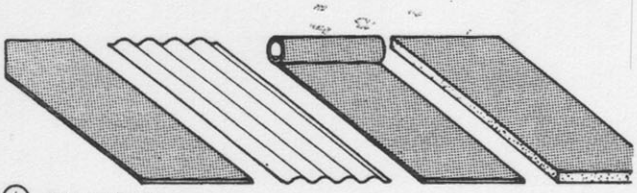
⑦ Dispersion de la lumière pour les verres coulés.

Désignation	Épaisseur mm	Dim. maximales cm
Verre armé blanc	7	252 × 450
Verre armé blanc	9	186 × 450
Verre armé jaune	7	186 × 450
Verre armé façonné blanc	7	252 × 450
Verre armé façonné jaune et blanc	7	186 × 450
Verre armé façonné	9	150 × 360
Verre brut martelé blanc	5, 7, 9	186 × 450
Verre brut martelé jaune	6	186 × 450
Verre brut cannelé blanc	6	168 × 450
Verre brut lisse blanc	4	150 × 210
Verre ondulé	6	168 × 450
Verre coulé type antique jaune et gris	4	126 × 210
Verre coulé type antique mi-sombre et sombre	4	126 × 210
Verre cathédrale mi-sombre et sombre	4	126 × 210
Verre dispersant la lumière	6	126 × 306
Verre de type « Listral » blanc	4	165 × 306
Verre de type « Listral » blanc	6	150 × 360
Verre de type « Listral » satiné	4	126 × 180
Verre de type « Listral » satiné	6	126 × 210
Verre façonné	4	150 × 210
Verre façonné	6	150 × 360
Autre sortes de motifs		150 × 210

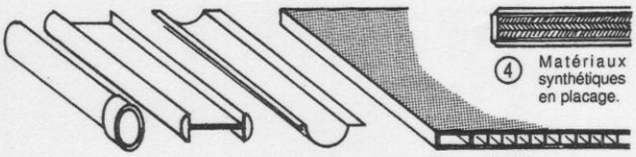
⑧ Dimensions des verres coulés.

Épaisseur mm	Dimensions standard cm		
3	30 × 144	46 × 144	48 × 120
	60 × 200	60 × 174	73 × 160
	73 × 165	73 × 170	73 × 145
3,8	46 × 144	48 × 120	60 × 174
	60 × 200	73 × 143	73 × 160
	73 × 165	73 × 170	
5	60 × 174	60 × 200	73 × 143
	73 × 160	73 × 165	73 × 170

⑨ Verres clairs horticoles (dimensions standard).



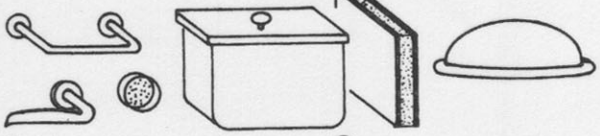
① Formes planes.



② Formes linéaires.

④ Matériaux synthétiques en placage.

③ Plaque double avec entretoise.

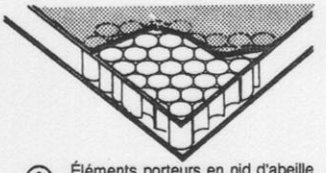


⑤ Pièces préformées.

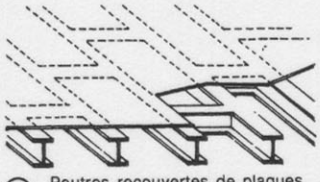
⑥ Éléments préfabriqués (p.139).



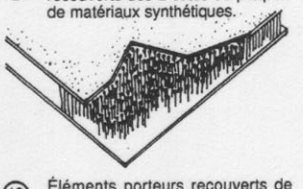
⑦ Plaques à trois couches.



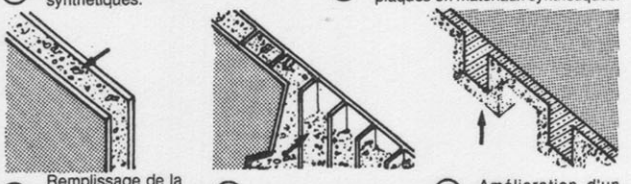
⑧ Éléments porteurs en nid d'abeille recouverts des 2 côtés de plaques de matériaux synthétiques.



⑨ Poutres recouvertes de plaques synthétiques.



⑩ Éléments porteurs recouverts de plaques en matériaux synthétiques.



⑪ Remplissage de la couche intermédiaire.

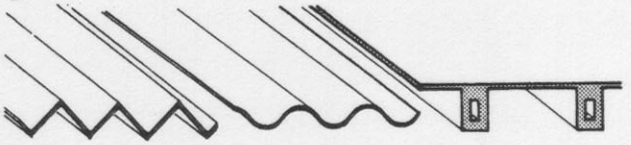
⑫ Amélioration d'un mur.

⑬ Amélioration d'un plafond.



⑭ Ossature porteuse linéaire (grille).

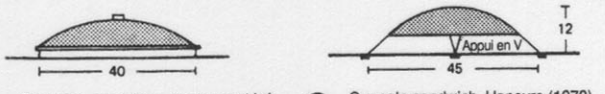
⑮ Formes galbées.



⑯ Ossature plissée.

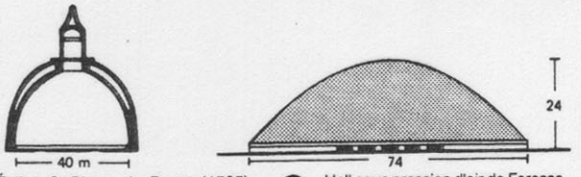
⑰ Ossature ondulée.

⑲ Nervures.



⑲ Coupole en béton de la société Schott à Iéna (1925) 450 kg/m².

⑳ Coupole sandwich. Hanovre (1970) 33 kg/m². 3 points d'appui.



㉑ Église St-Pierre de Rome (1585) 2 600 kg/m².

㉒ Hall sous pression d'air de Forossa, Finlande (1972) 1,65 kg/m².

Les matières synthétiques brutes se présentent sous forme liquide, sous forme de poudre ou en granulés. On distingue les matériaux thermodurcissables (qui durcissent sous l'action de la chaleur), les matériaux thermoplastiques (qui se déforment sous l'action de la chaleur) et les élastomères (élasticité permanente). Ils sont traités industriellement avec des additifs chimiques, des produits de remplissage, de la fibre de verre et des produits colorants pour obtenir des produits semi-finis, des matériaux de construction et des éléments préfabriqués.

Ils possèdent des qualités exceptionnelles pour la construction. Ils sont imperméables, résistants à la corrosion, d'un entretien nul et d'un poids minime. Ils sont de différentes couleurs et colorés dans la masse. Ils ont une grande stabilité à la lumière. Ils sont utilisés selon les cas comme enduit coloré durable sur d'autres matériaux de construction ou comme pellicule sur l'acier, le contre-plaqué (fig. 4), etc. On peut les modeler et les transformer dans de larges limites. Ils sont faciles à travailler. Leur conductibilité thermique est faible. Formes possibles (fig. 1 à 6).

Plaque double avec âme en 16 mm d'épaisseur et 1 200 mm de largeur. Longueurs 1,60, 2,00, 2,50, 3,00, 3,30 m et aussi en plus grandes longueurs.

Plaque double avec âme en 40 mm d'épaisseur et longueur de 2,5 m pour vitrage de toit et de 3,5 m pour vitrage vertical (fig. 3).

Le grand nombre d'appellations commerciales déconcerte le projeteur. Il doit tenir compte des désignations chimiques internationales et des abréviations des matériaux synthétiques. Les caractéristiques de ces matériaux sont souvent déjà déterminées par des normes de spécifications d'essais et des directives.

Les principaux matériaux synthétiques pour la construction, indiqués par leurs initiales, sont les suivants:

ABS	= acrylnitrile-butadiène- styrène	GF-UP	= polyester renforcé de fibres de verre
CR	= chloroprène	IIR	= buthylcaoutchouc
EP	= résine epoxyde	MF	= mélaminé formaldéhyde
EPS	= polystyrène expansé	PA	= polyamide
GFK	= matériau synthétique armé de fibres de verre	PC	= polycarbonate
PE	= polyéthylène	PS	= polystyrène
PIB	= polyisobutylène	PVC dur	= chlorure de polyvinyle dur
PMMA	= polyméthacrylate de méthyle (Plexiglas)	PVC mou	= chlorure de polyvinyle mou
PP	= polypropylène	UP	= polyester non saturé

Les produits semi-finis, les matériaux de construction et les éléments préfabriqués élaborés à partir de matériaux synthétiques contiennent en général jusqu'à 50% d'armatures, de produits de remplissage et d'autres produits additifs. Les matériaux synthétiques dépendent beaucoup de la température en ce qui concerne leur façonnage et leur emploi. La température limite d'utilisation se situe entre 80 et 120°C. Un échauffement durable supérieur à 80°C est rarement atteint dans les bâtiments (sauf pour les tuyaux d'eau chaude et en cas d'incendie).

Tenue au feu des matériaux synthétiques : en tant que matériaux organiques, ils sont combustibles. Certains peuvent être classés dans le groupe de matériaux de construction « difficilement inflammable ». La plupart appartiennent au groupe « normalement inflammable ». Mais quelques-uns font partie du groupe « facilement inflammable ». Les prescriptions correspondantes se trouvent dans les règlements relatifs à la construction et dans les directives pour l'emploi des matériaux combustibles dans la construction.

Classification des produits synthétiques pour la construction (classification internationale des matériaux de construction).

1. Matériaux de construction, produits semi-finis. 1.1 Panneaux muraux normaux et panneaux muraux allongés. 1.2 Matériaux avec une couche médiane en mousse rigide. 1.3 Matériaux en mousse avec additifs minéraux (béton léger HS). 1.4 Feuilles, panneaux allongés, bâches, tissus, fibres. 1.5 Revêtements de sols, revêtements pour terrasses de sport. 1.6 Profilés (sans fenêtres). 1.7 Tuyaux rigides, tuyaux souples. 1.8 Matières d'étanchement, colles, liants pour mortier, etc.

2. Éléments de construction, utilisations. 2.1 Mur extérieur. 2.2 Mur intérieur. 2.3 Plafond. 2.4 Toit et éléments accessoires. 2.5 Fenêtres, volets et éléments accessoires. 2.6 Portes, portails et éléments accessoires. 2.7 Supports.

3. Matériaux secondaires, petits éléments et autres. 3.1 Revêtements et éléments accessoires. 3.2 Bandes d'étanchement, bandes et plaques en plastique mousse souple. 3.3 Éléments de fixation. 3.4 Garnitures. 3.5 Accessoires pour l'aération (sans tuyaux). 3.6 Autres petites pièces.

4. Installations domestiques. 4.1 Blocs sanitaires. 4.2 Objets sanitaires. 4.3 Fournitures et accessoires sanitaires. 4.4 installations électriques et accessoires. 4.5 Chauffage.

5. Équipements, ameublement. 5.1 Meubles et accessoires mobiliers. 5.2 Appareils d'éclairage, installations d'éclairage.

6. Utilisations pour constructions diverses. 6.1 Toits, ossatures porteuses, lanterneaux. 6.2 Fabrication de pneus et de tentes. 6.3 Réservoirs de fuel, citernes, silos. 6.4 Bassins de piscines. 6.5 Tours, cheminées, escaliers. 6.6 Cellules habitables. 6.7 Maisons en matière plastique.

Il vaut mieux **ne pas** utiliser comme formes de construction pour les ossatures porteuses des formes linéaires mais des formes arrondies (en forme de coque). Les supports en matière synthétique ont l'avantage de ne pas peser lourd et en conséquence de n'imposer qu'une faible charge sur la construction sous-jacente. Ils peuvent être préfabriqués (fig. 14 et 15). Les constructions porteuses en matières synthétiques (sans autres matières premières) sont actuellement capables de supporter seulement leur propre charge, le poids de la neige et la poussée du vent ainsi que des surcharges légères (dans les phares par exemple). Les matières synthétiques suivantes sont appropriées : Plexiglas (jusqu'à des portées de 10 m), polyester renforcé de fibres de verre (jusqu'à 40 m), mousse à peau intégrée de polyuréthanne, couche de mousse intercalée entre des plaques métalliques (jusqu'à 45 m), enveloppes sous pression d'air (jusqu'à un diamètre de 74 m) (fig. 19 et 20).

Longueur d'onde			Fréquence	
En mètre		en nanomètres (nm)	En hertz (Hz)	
100000	10^5	100 billion	10^4	
10000	10^4	10 billion	10^5	Ondes longues
1000	10^3	1 billion	10^6	Ondes moyennes
100	10^2	100 milliards	10^7	Ondes courtes
10	10	10 milliards	10^8	Ondes ultra courtes
1	1	1 milliard	10^9	Télévision
1 dixième	10^{-1}	100 millions	10^{10}	
1 centième	10^{-2}	10 millions	10^{11}	Ondes radar
1 millième	10^{-3}	1 millions	10^{12}	
1 dix millième	10^{-4}	100000	10^{13}	Rayons infrarouges
1 cent millième	10^{-5}	10000	10^{14}	
1 millionième	10^{-6}	1000	10^{15}	
1 dix millionème	10^{-7}	100	10^{16}	Rayons ultraviolets
1 cent millionième	10^{-8}	10	10^{17}	
1 milliardième	10^{-9}	1	10^{18}	Rayons X
1 dix milliardième	10^{-10}	1 dixième	10^{19}	
1 cent milliardième	10^{-11}	1 centième	10^{20}	Rayons gamma
1 billionième	10^{-12}	1 millième	10^{21}	
1 dix billionième	10^{-13}	1 dix millième	10^{22}	
1 cent billionième	10^{-14}	1 cent millième	10^{23}	
1 mille billionième	10^{-15}	1 millionième	10^{24}	
			10^{25}	

780 nanomètres

rouge

orange

jaune

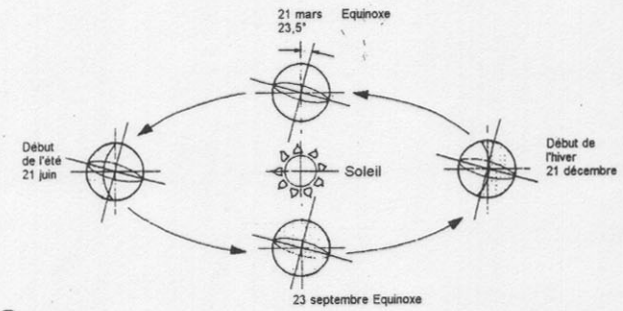
vert

bleu

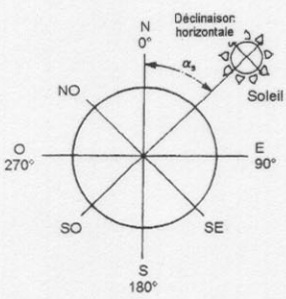
violet

380 nanomètres

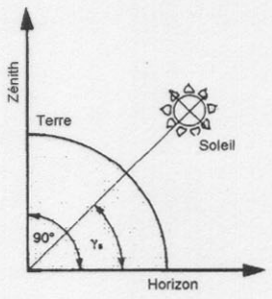
(1) Spectre énergétique du rayonnement électomagnétique (1 nanomètre = 1 millionième de millimètre)



(2) Les saisons - ici sur l'hémisphère Nord



(3) Angle azimutal-α



(4) Angle d'ascension γ

Exigences générales d'éclairage naturel des pièces

Toute pièce destinée à un séjour prolongé doit être éclairée par une quantité suffisante de lumière du jour. De plus, une vue suffisante sur l'extérieur doit être assurée.

Lumière, longueur d'ondes, couleur de la lumière

Dans le spectre des ondes électromagnétiques (fig.1), la lumière perceptible n'occupe qu'une place relativement faible, à savoir entre 380-780 nm de longueur d'ondes. La lumière (du jour ou artificielle) est la partie du rayonnement électromagnétique perceptible par l'œil qui se situe entre l'ultraviolet et l'infrarouge. Aux couleurs spectrales de cette partie on attribue des longueurs d'ondes, ainsi le violet par exemple correspond aux ondes les plus courtes, le rouge aux ondes les plus longues. La lumière du jour contient relativement plus de rayonnement à ondes courtes que la lampe à incandescence qui a une plus grande proportion de rayons longs, et par conséquent une plus grande proportion de lumière rouge.

L'homme perçoit la lumière du jour comme blanche, sauf au coucher du Soleil, à l'aurore et pour l'arc-en-ciel. L'unité de mesure de l'éclairement est le lux (lx). La lumière du jour à l'intérieur d'un local est donnée en % (*cf.* plus loin).

Bases astronomiques : Soleil, position du Soleil.

Les sources rayonnantes et lumineuses produisant la lumière du jour ne sont pas constantes. La "source primaire" de production de la lumière du jour est le Soleil, indépendamment de la composition du ciel. L'inclinaison de 23,5° de l'axe de la terre, sa rotation journalière autour de son axe propre et sa rotation annuelle autour du Soleil donnent en tout point de la terre une position spécifique du Soleil, dépendant de la saison et de l'heure (fig.2). Deux angles indiquent la position du soleil : l'azimut α_s et la hauteur du Soleil γ_s. Azimut : la projection sur plan horizontal de la position du Soleil, indique la déclinaison horizontale de 0°; 0° = nord, 90° = est, 180° = sud, 270° = ouest (fig.3), depuis le point de vue de l'observateur (fig.4).

Détermination de la position du soleil.

Il y a plusieurs méthodes pour déterminer la position du Soleil par rapport à un endroit donné, par exemple: latitude et détermination de l'angle de hauteur du Soleil.

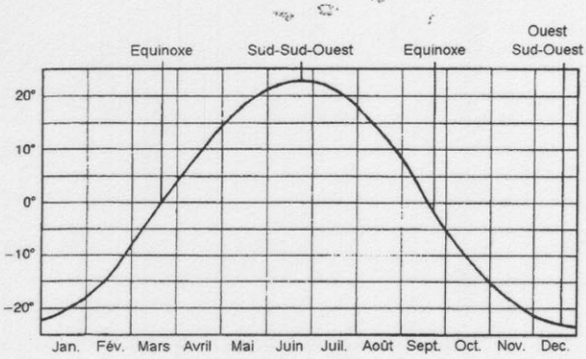
Étant donnée la déclinaison du Soleil au courant de l'année (p.145, fig.5), on distingue essentiellement quatre saisons ou positions du Soleil : le 21.3 et le 23.9, l'équinoxe, déclinaison du Soleil 0°.

Le 21.12, le solstice d'hiver (jour le plus court), déclinaison -23,5°, le 21.6, le solstice d'été (jour le plus long), déclinaison + 23,5°.

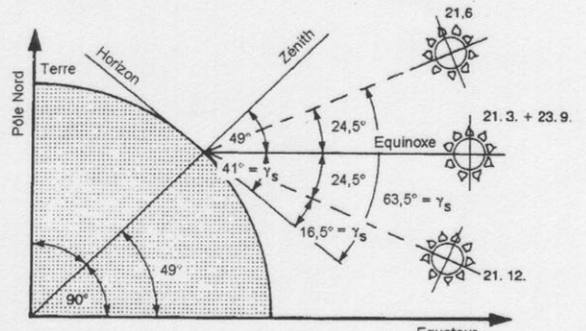
La position du Soleil découle des latitudes. Le 21.3 et le 23.9 à midi ($\alpha s = 180°$), le Soleil forme pour toute latitude un azimut identique. Par exemple à 49° latitude nord, l'azimut à midi ($\alpha_s = 180°$) est 51° (fig.6). L'angle de hauteur du Soleil au-dessus de l'horizon est 90° - 49° = 41°.

Le 21.6, la position du Soleil à midi ($\alpha s = 180°$) est plus élevée de 23,5° par rapport aux 21.3 et 23.9, donc 41° + 23,5° = 64,5°. En revanche, sa position le 21.12 est plus basse de 23,5° qu'aux équinoxes, donc 41° - 23,5° = 17,5°. Ces variations sont les mêmes pour toutes les latitudes.

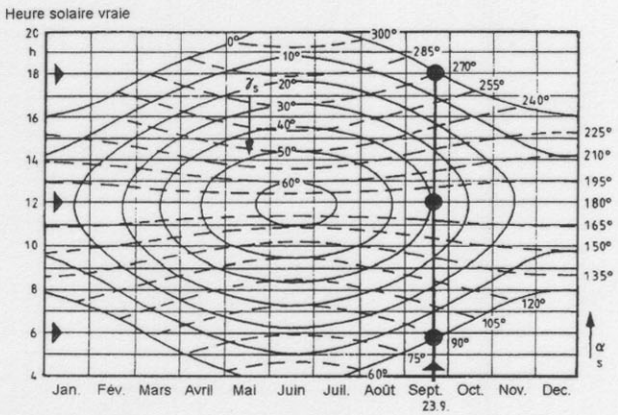
Ainsi on peut calculer pour toutes les latitudes l'angle γ de la position du Soleil correspondant à la saison.



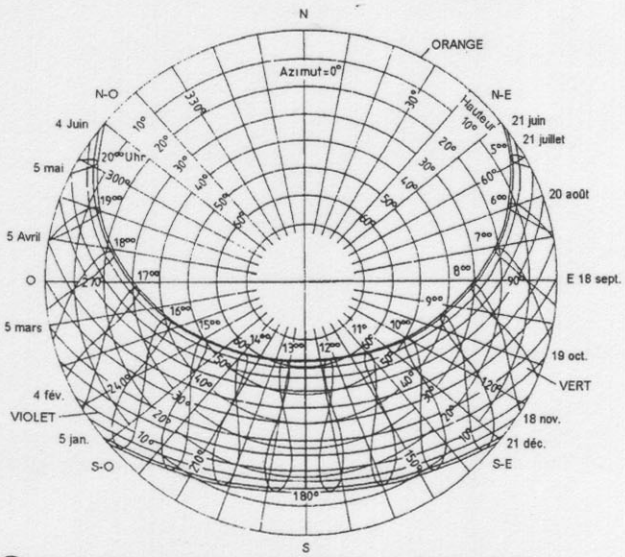
(5) Déclinaison du Soleil pendant l'année



(6) Degré de latitude et angle d'ascension γ_s



(7) Azimut du Soleil et hauteur du Soleil γs 51° lat. N. en fonction de la saison et l'heure.



(8) Diagramme de la position du Soleil pour 49°52' lat. N., 8°39' long. E., méridien d'origine pour l'heure : 15°00' long. E.

Diagrammes de la position du Soleil

Position du Soleil, le premier pour l'Allemagne centrale, le deuxième pour l'Allemagne du nord, le troisième pour l'Allemagne du sud. Le diagramme donne la projection schématique de la position du Soleil de l'azimut et de l'angle d'ascension pour l'heure solaire vraie, le lever du Soleil est à 6,00 heures sous $\alpha_s = 90°$ (Est), à 12,00 heures le même jour $\alpha_s = 180°$ (Sud), l'angle de hauteur est de 39°, le coucher du Soleil est à 18,00 heures, $\alpha_s = 270°$.

Pour déterminer le tracé local du Soleil, il existe un diagramme de la position du Soleil en couleur (fig.8). Y figurent la projection horizontale de l'azimut α_s et l'angle d'ascension du Soleil γ_s en fonction de l'heure et de la saison pour chaque latitude avec indication du méridien d'origine.

Pour déterminer la position du Soleil, les heures entières sont inscrites dans des courbes horaires en forme de boucle, en attribuant la couleur violet au premier semestre, le vert au deuxième. La courbe doit sa forme en boucle à la trajectoire elliptique de la terre et à son inclinaison sur le plan de l'écliptique. Les indications de l'heure valent pour le méridien d'origine donné, c'est-à-dire pour le fuseau horaire du lieu concerné.

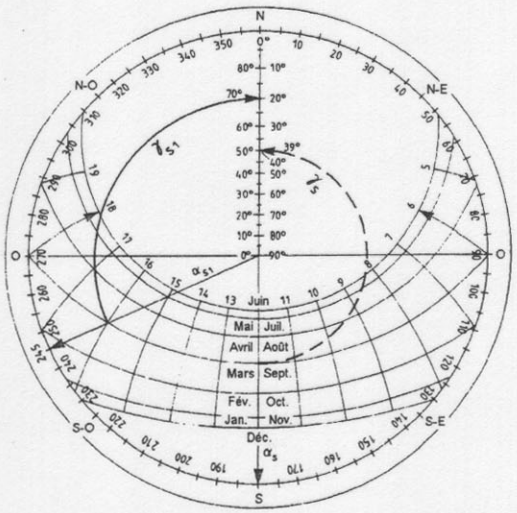
L'intersection entre les courbes de l'heure et du jour d'une même couleur marquent la position du Soleil selon le jour et l'heure. A l'aide du diagramme polaire en orange, il est possible de déterminer la position du Soleil par l'angle de direction du Soleil (azimut) et l'angle d'ascension du Soleil (hauteur) (fig.8).

Projection de la trajectoire solaire.

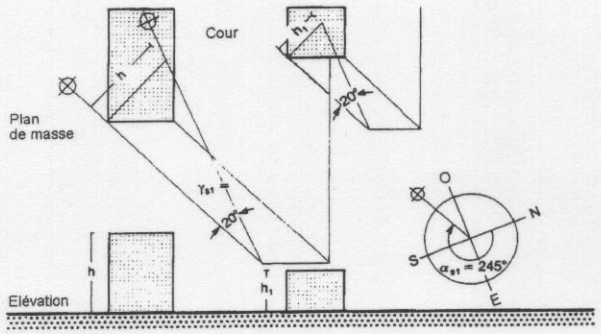
Avec les projections stéréophoniques on peut déterminer pour chaque degré de latitude (fig.9) la trajectoire solaire, le 21 du mois concerné, en fonction de la saison et de l'heure diurne.

Position du Soleil, heure, détermination de l'heure.

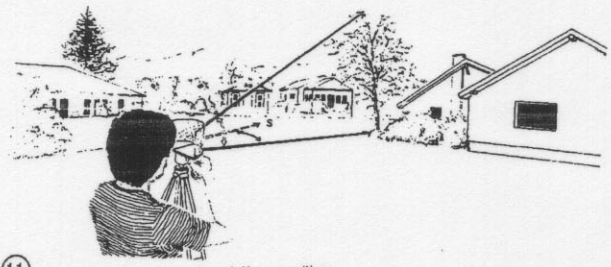
La position du Soleil détermine les conditions de la lumière du jour en fonction de l'heure et de la saison. L'heure solaire vraie est l'indication usuelle de l'heure dans les diagrammes de la position du Soleil lorsque l'on détermine l'heure en fonction de la lumière du jour. A tout lieu est attribué un fuseau horaire dont tous les points ont la même heure légale. Quand il est important de connaître l'heure légale d'un fuseau horaire, il convient de convertir l'heure solaire vraie en heure du fuseau horaire.



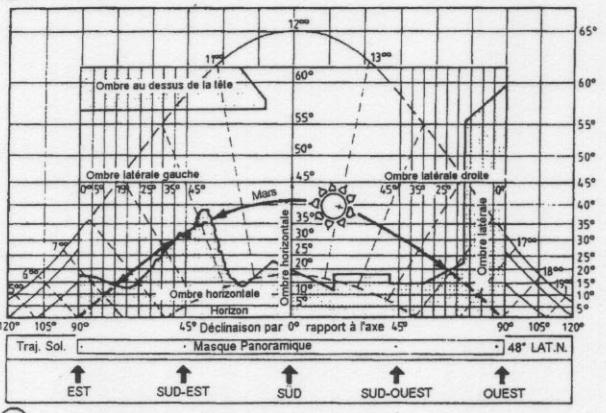
(9) Projection stéréographique de la trajectoire du Soleil, pour 51° lat. N. le 21.3 et le 23.9 : lever du Soleil à 6 h 00, coucher du Soleil à 18 h 00. γs = 39° à 12 h 00.



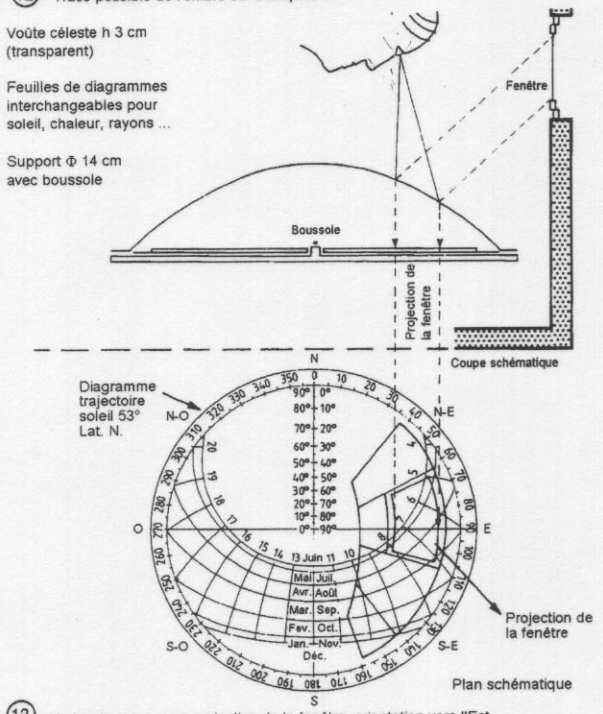
(10) Construction graphique de l'ombre.



(11) Masque panoramique (courbé) en position.



(12) Tracé possible de l'ombre sur transparent.



(13) Horizontoscope avec projection de la fenêtre, orientation vers l'Est.

Position du soleil, ombrage, méthodes

Pour déterminer et vérifier l'ensoleillement ou l'ombrage réels, aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur d'un bâtiment, en fonction de sa situation géographique, de la saison, de l'heure, de ses caractéristiques physiques et de son environnement, on peut avoir recours aux méthodes suivantes :

Construction graphique de l'ombre :

La détermination de l'ombre d'un bâtiment peut se faire à l'aide du tracé du soleil (apparent) projeté (fig.9), en plan horizontal et vertical : p. ex. déterminer les projections de l'ombre dans une cour, 51° lat. N, pour le 21 mars à 16 heures. A ce moment, le soleil brille sous un angle d'azimut (α_{s1}) de 245° et sous un angle d'ascension (γ_{s1}) de 20° (fig.9 à 10). Déterminer le Nord du plan de masse. La direction de l'ombre est ainsi donnée par un déplacement (parallèle aux rayons du soleil) des arêtes horizontales du bâtiment (α_{s1} = 245°). La longueur de l'ombre est déterminée par la hauteur du bâtiment, donc en rabattant la hauteur réelle h du bâtiment et en appliquant l'angle de hauteur de 20°. L'intersection avec la direction de l'ombre donne la longueur de l'ombre.

Masque panoramique :

Il existe pour l'Allemagne du Nord, du Centre et du Sud des tracés de la trajectoire du soleil (A4), en élévation (orientée vers le Sud), avec indication des angles d'azimut et de hauteur, des jours et des saisons. Ces tracés reportés sur transparent sont, selon le site étudié, courbés et placés en direction du rayonnement solaire éventuel. On peut alors observer à travers le transparent chaque incidence de l'environnement, de même que l'ombre portée au-dessus de la tête, et les reporter à l'échelle 1/1 sur l'abaque recopiée (fig.12). On pourra alors consulter le transparent pour analyser les ombres et l'ensoleillement de la façade ou du bâtiment à la véritable échelle.

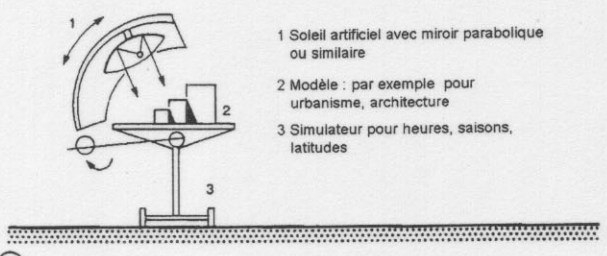
Horizontoscope :

C'est un appareil qui sert à déterminer sur place les proportions réelles d'ensoleillement ou d'ombre sur le bâtiment et à l'intérieur. Il est constitué d'une coupole transparente, d'une boussole, d'un support et des feuilles de diagrammes qui y seront posées et qui varient selon ce qui est recherché, par ex. éclairement, rayonnement de chaleur, etc.

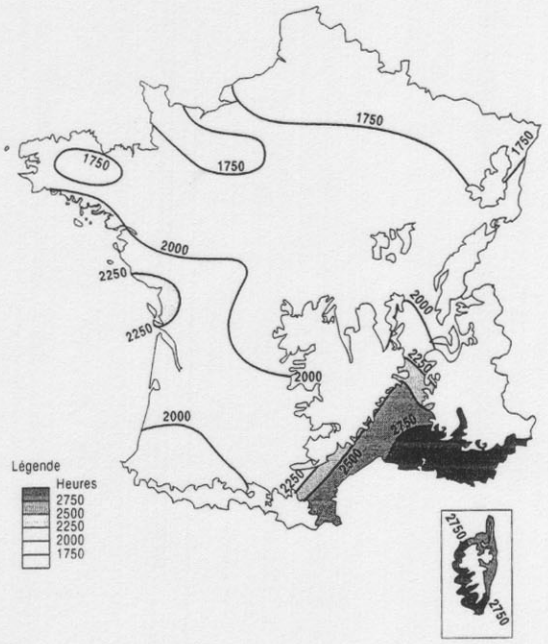
Le principe de l'horizontoscope est basé sur la représentation de l'ensoleillement et de l'ombre réels dans une pièce à construire (fig.13). A un point donné de la pièce on pourra relever, au moyen de la projection de l'ouverture de la fenêtre sur le dôme et en même temps sur la feuille posée en dessous, la valeur réelle de l'ouverture pour le flux de lumière. On peut ainsi déterminer, en fonction de l'orientation du bâtiment, les conditions d'ensoleillement et d'éclairage pour tout point dans la pièce, pour toute heure et toute saison (fig.13).

Simulation sur maquette :

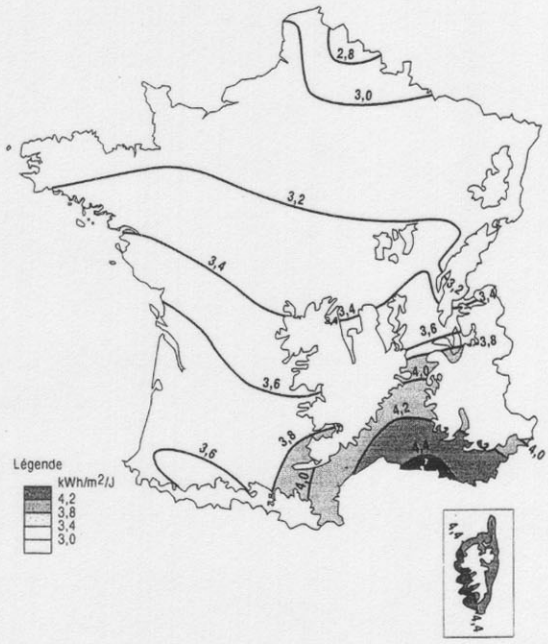
Pour simuler ou déterminer l'ensoleillement ou l'ombre sur ou dans un bâtiment, il est conseillé de tester une maquette à l'échelle sous un soleil artificiel (lumière parallèle) (fig.14).



(14) Soleil artificiel.



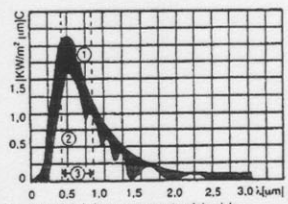
(14) Durée moyenne d'insolation annuelle en heures (d'après document de la Météorologie française).



(15) Irradiation solaire globale quotidienne en France (d'après document de la Météorologie française).

Etat du ciel p.ex. 51° latitude nord			
Temps	Clair, sans nuages, ciel bleu	Brumeux, nuageux, soleil perceptible en disque blanc	Ciel totalement couvert, sombre
Intensité d'irradiation horiz. W/m²	600–800	200–400	50–150
Eclairement horizont. Lux	60000–100000	19000–40000	5 000 20000
Part de diff. du ciel	10–20%	20–30%	80–100%

(16) Eclairement en fonction de la qualité de la lumière du jour et des conditions météorologiques.



① Intensité J du rayonnement solaire à la limite de l'atmosphère terrestre en fonction de la longueur d'onde (gs = 90°)
La partie hachurée indique les pertes dues à la réflexion, à la dispersion et à l'absorption du rayonnement par la teneur de l'air en vapeur d'eau, en gaz carbonique et en ozone ainsi que par la présence de particules de poussière et de fumée

② Intensité J du rayonnement solaire atteignant la terre

③ Zone de lumière visible

(17)

Conditions météorologiques

Le rayonnement thermique et l'intensité de la lumière du jour à la surface de la Terre au cours d'une année sont fonction de la latitude, du temps et des différents états du ciel (clair, couvert, sombre, partiellement nuageux, etc.).

À propos de la lumière du jour et de la fraction d'insolation caractéristiques de nos latitudes, il faut savoir que :

Une année a 8 760 heures ;
la durée moyenne de "journées de ciel clair" est d'environ 4 300 heures ;
le nombre d'heures ensoleillées varie entre 1300 et 1900 heures par an (fig.14), dont au moins les trois quarts pendant le semestre d'été.

La majeure partie de l'année, c'est-à-dire pour les deux tiers des heures de lumière du jour, c'est une lumière du soleil plus ou moins diffuse, en fonction des conditions météorologiques locales, qui atteint la Terre.

Le rayonnement solaire atteignant la surface de la Terre par voie directe ou indirecte (rayonnement global) crée ainsi à la surface de la Terre et dans un environnement proche un climat local spécifique (fig.15). "Les temps d'insolation indiqués sont comptés en dixièmes d'heure. Les données ne tiennent compte que du macroclimat, les variations du microclimat sont négligées".

Pour obtenir les données climatiques (température, fraction d'insolation, composition du ciel, etc.) pour un endroit précis, on consultera les Services Météorologiques.

Dans la période des "journées de ciel clair", on constate ainsi à la surface de la Terre une intensité variable du rayonnement solaire due à la latitude et au temps, ainsi qu'une qualité variable de la lumière du jour (fig.16).

Bases de la physique du rayonnement

Le rayonnement solaire est une source de chaleur très peu constante. Une petite partie seulement de l'énergie solaire atteint la surface sous forme d'énergie thermique, car l'atmosphère de la Terre soit diminue le rayonnement du soleil soit fait paraître son intensité irrégulière.

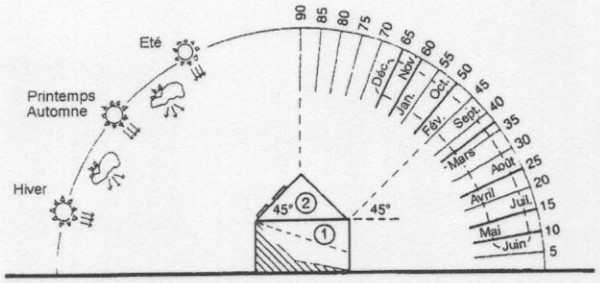
Cette diminution se fait essentiellement par des facteurs de trouble tels que la dispersion, la réflexion et l'absorption du rayonnement, par des particules de poussière ou de brume (cause d'une lumière du jour diffuse) ainsi que par la teneur de l'air en vapeur d'eau, gaz carbonique et ozone.

La totalité de l'énergie du rayonnement solaire atteignant la Terre est transmise dans une gamme de longueurs d'ondes de 0,2 à 0,3 mm.

Distribution de la totalité de l'énergie à la surface de la Terre : environ 3 % de rayons ultraviolets dans une gamme de longueurs d'ondes de 0,2 à 0,38 mm, environ 44 % de rayonnement visible dans une gamme de longueurs d'ondes de 0,38 à 0,78 mm, environ 53 % de rayons infrarouges dans une gamme de longueurs d'ondes de 0,78 à 3,0 mm.

La zone 2 (fig.17) indique le rayonnement solaire atteignant la Terre, elle est appelée constante solaire et atteint sous nos latitudes env. 1000 watt/m^2 sur une surface perpendiculaire au rayonnement.

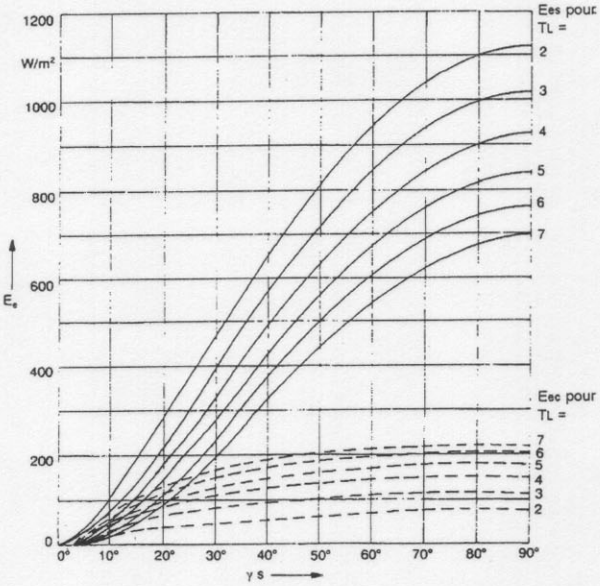
Son intensité tombe par temps presque couvert à environ 200 W/m^2, et à 50 à 200 W/m^2 par rayonnement diffus (ciel couvert avec soleil entièrement caché) (fig.16).



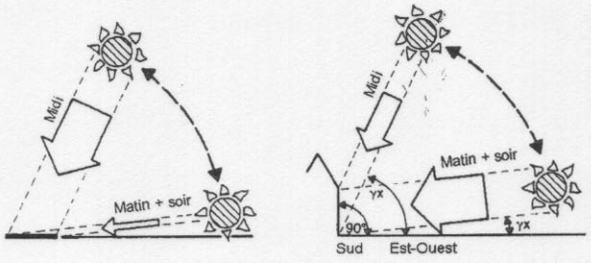
① Surfaces intérieures d'une construction pouvant être éclairées par ensoleillement direct de l'hiver à l'été.

② Inclinaison optimale de collecteurs pour l'exploitation du rayonnement global annuel.

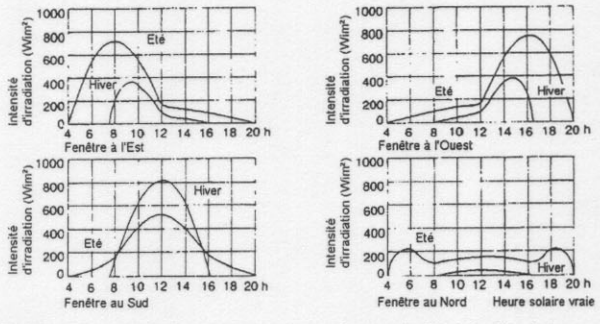
⑱ Angle d'inclinaison optimal pour surfaces orientées vers le Sud.



⑲ Eclairement horizontal Ees par le Soleil et Eec par le ciel par temps clair et des différents coefficients de trouble TL (d'après Linke) en fonction du soleil γs. Ainsi que l'éclairement horizontal par le Soleil et par le ciel, au niveau de la mer, en fonction de la hauteur du Soleil. L'éclairement global Eeg est la somme de l'éclairement horizontal par le soleil Ees et par le ciel Eeg.



⑳ Comparaison du rayonnement direct sur de surfaces horizontales et verticales en fonction des différentes position du Soleil pendant la journée. Rapport entre la quantité de rayonnements sur une surface et l'angle d'insolation (λx). Diminution de l'ensoleillement en fonction des différents angles d'inclinaison (0°-90°).



㉑ Exemples d'intensité du rayonnement sur surfaces verticales en fonction de leur orientation, par temps dégagé en hiver (Déc.) et en été (Juin).

Rayonnement global

Le rayonnement solaire agissant sur un bâtiment (partiellement transformé en rayonnement thermique sur la surface du bâtiment) est le rayonnement global E_{eg}. Il est la somme de l'insolation "directe" et "indirecte" (à cause de l'atmosphère terrestre et la partie diffuse du rayonnement due à la composition du ciel), mesurée en Watt par mètre carré ou également en Watt-heures par mètre carré par mois, par jour ou par an. Pour le rayonnement diffus et direct il faut également tenir compte de la part du rayonnement réfléchi par des bâtiments avoisinants, rues ou surfaces attenantes (surtout en cas de forte réflexion).

On peut directement tirer profit du rayonnement global comme source thermique pour "l'utilisation passive" par des dispositions constructives (surfaces en verre afin d'utiliser l'effet de serre, parois intérieures à haut pouvoir d'accumulation de chaleur, etc.) (fig.18) ou indirectement comme "utilisation active" pour suffire aux besoins énergétiques du bâtiment (installation de capteurs, cellules solaires, etc.) (fig.18). Inversement, le rayonnement global détermine le dimensionnement de l'installation de ventilation ou de climatisation en raison du flux de chaleur agissant directement sur les besoins en froid des différents types de constructions.

Le rayonnement global nécessaire, en un lieu donné, pour l'utilisation de l'énergie solaire sur un bâtiment ou des capteurs, peut se calculer en tant qu'unité énergétique.

Le rayonnement global pour un ciel couvert, clair et "moyen" est normalisé. La figure 19 montre "l'intensité du rayonnement horizontal en Watt par mètre carré par le soleil E_{eS} et par le ciel E_{eC} en fonction de la hauteur du soleil ..." pour un ciel clair. L'intensité du rayonnement horizontal global E_{eg} est la somme des parts produites par le soleil E_{eS} et par le ciel E_{ec}.

Application : Afin d'être en mesure de déterminer la quantité d'énergie solaire réellement utilisable, il faut représenter les parties de bâtiment en tenant compte des pentes et éventl. de l'orientation des surfaces du bâtiment correspondantes (fig.11). Le rayonnement horizontal peut être déterminé à partir de la figure 19.

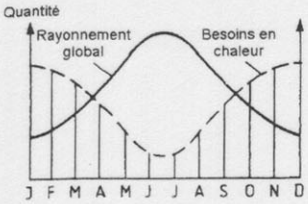
La figure 20 démontre schématiquement la diminution de la quantité d'ensoleillement selon différentes inclinaisons (0° à 90°) ou orientations.

Avec une surface verticale on ne peut utiliser au cours de l'année qu'environ 50% de l'intensité du rayonnement global horizontal.

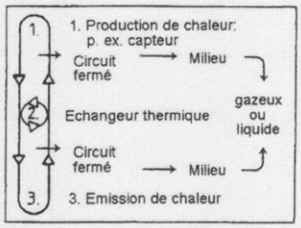
La figure 21 permet de relever directement la quantité de rayonnement sur une surface verticale mais à orientations variées par ciel sans nuages, au moins selon la position du soleil la plus haute et la plus basse.

Systèmes solaires passifs et actifs

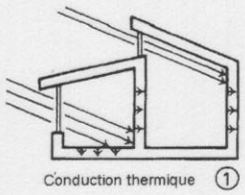
Le besoin en énergie d'un bâtiment sous nos latitudes est plus important pendant la période de chauffage de 7 mois que pendant les mois de mai à août. Bien que la part du rayonnement global ne soit pas très intense pendant les mois de septembre - avril, il est néanmoins possible de couvrir une partie de la consommation énergétique (chauffage, eau chaude et aération, etc.) par l'exploitation thermique de l'énergie environnante (fig.22) ; le problème primordial étant ici l'accumulation de l'énergie à long terme. La mise en œuvre de l'énergie solaire s'effectue selon deux systèmes caractérisés par leur mode d'action : actif ou passif.

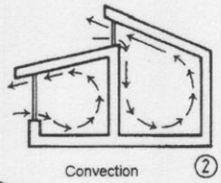


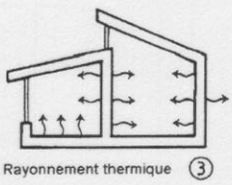
(22) Besoins en chaleur - Fraction d'insolation

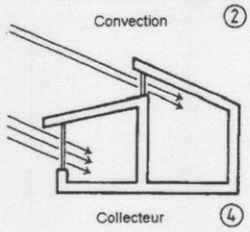


(23) Cascade thermique - système actif


Conduction thermique (1)


Convection (2)


Rayonnement thermique (3)


Collecteur (4)

(24) Systèmes passifs (principes).

Vitrage	g
Double vitrage en verre clair	0,8
Triple vitrage en verre clair	0,7
Briques de verre	0,6
Vitrage multiple, verres spéciaux (protection thermique, protection contre le soleil)	0,2–0,8

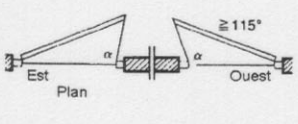
(25) Taux globaux de transmission d'énergie g (transparence) pour vitrages

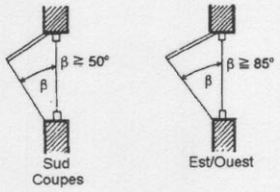
Colonne	1	2	3
Ligne	Constr. intér.	Valeurs maximales conseillées (gf x f)	
		Sans aération naturelle importante	Avec aération naturelle importante
1	Légère	0,12	0,17
2	Lourde	0,14	0,25

(26) Valeurs maximales conseillées (gf x f) en fonction des possibilités d'aération naturelle

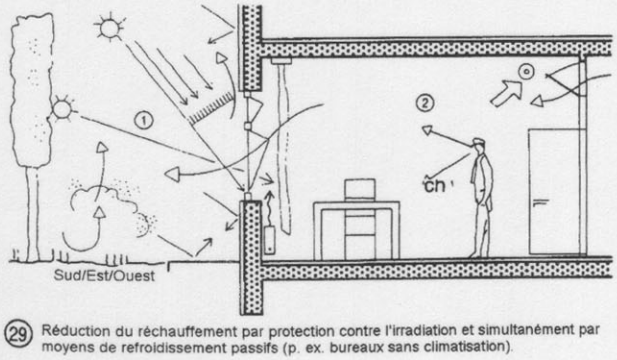
Dispositif antisolaire	z
Pas de dispositif antisolaire	1,0
A l'intérieur ou entre les vitres	
Tissu ou feuille	0,4–0,7
Jalousies	0,5
A l'extérieur	
Jalousies, lames orientables, avec lame d'air	0,25
Jalousies, volets roulants, volets, lames fixes ou orientables	0,3
Auvents, loggias	0,3
Stores ventilés en haut et sur les côtés	0,4
Stores en général	0,5

(27) Coefficient de minoration z pour dispositifs antisolaires liés au vitrage





(28) Disposition d'auvents, loggias, stores ou similaires



(29) Réduction du réchauffement par protection contre l'irradiation et simultanément par moyens de refroidissement passifs (p. ex. bureaux sans climatisation).

On parle de systèmes actifs lorsque les processus de récupération et de dégagement de chaleur se font par un ensemble d'appareils installés dans le bâtiment. On les appelle aussi systèmes indirects car le dégagement de la chaleur n'a lieu qu'après des processus de transformation. La figure 23 représente, sous forme de cascade thermique, le principe de fonctionnement du système actif. La récupération de chaleur peut se faire ici au moyen de capteurs solaires.

Les systèmes passifs exploitent "directement" l'énergie solaire en transformant celle qui atteint le bâtiment grâce à la forme de celui-ci, aux matériaux utilisés pour sa construction et à ses éléments, et en l'accumulant et en la dégageant directement dans le bâtiment.

Il faut mentionner ici 4 processus physiques importants pour la récupération, la transformation et le dégagement de la chaleur.

1. *Conduction thermique (fig.24)*[1] :

Lors de l'absorption du rayonnement du soleil par un matériau, l'énergie solaire est transformée en énergie calorifique. Le flux thermique naît de la différence de température et il est également fonction de la capacité calorifique du matériau. Si la température ambiante est inférieure p. ex. à un mur réchauffé, l'énergie "accumulée" est dégagée vers l'entourage.

2. *Convection (fig.24)*[2] :

Un mur ou un matériau réchauffé par le rayonnement du soleil, finit par dégager son énergie, selon la différence de température avec son entourage. Plus la différence de température entre le mur et l'entourage est importante, plus il dégage de chaleur. L'air ainsi réchauffé remonte.

3. *Rayonnement thermique (fig.24)*[3] :

Les ondes courtes du rayonnement solaire se transforment à la surface du matériau en ondes longues (infrarouge). Le dégagement s'effectue dans toutes les directions et dépend de la température de surface du matériau.

4. *Captage (fig.24)*[4] :

La lumière du soleil pénètre par les vitrages orientés vers le sud. Le rayonnement transformé à l'intérieur (ondes longues) ne peut plus traverser la vitre, l'intérieur s'échauffe (effet de serre) (fig.24).

L'utilisation de ces systèmes demande une analyse préalable des possibilités d'accumulation, de régulation et de distribution dans le bâtiment.

Protection contre l'irradiation en été

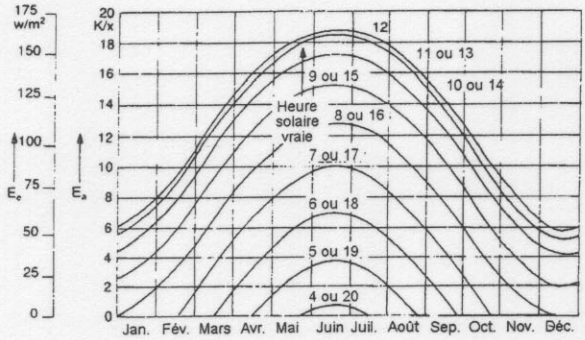
Pour éviter une éventuelle surchauffe, il est conseillé de prévoir une protection thermique d'été avec aération naturelle pour tout bâtiment équipé de façades transparentes. Le produit des taux globaux de transmission d'énergie (g) (fig.25) x coefficient de protection contre le soleil (z) (fig.27) x part des fenêtres dans la façade (f) - donc g x z x f - doit être : pour bâtiments lourds = 0,14-0,25 ; pour bâtiments légers = 0,12 – 0,17 (fig.26). Les protections antisolaires de grand format dépassant largement le plan de la façade doivent être évaluées de façon critique, car leurs conséquences optiques considérables sur la vue peuvent la léser de façon permanente

L'harmonie entre les caractéristiques du milieu naturel (fig.28), les lois de la physique et leur incidence logique sur la spécification des matériaux et la forme qui en résulte, demande une analyse approfondie cas par cas (fig.29).

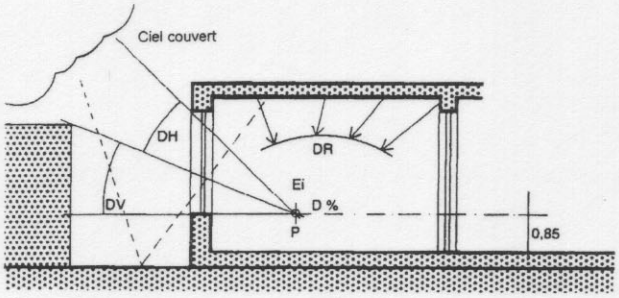
Explications pour figure 29 :

Espace extérieur et façade ① :
- Ombrage et aération par la végétation (arbres, buissons, etc.).
- Revêtement du sol clair (largeur environ 1 m) par exemple cailloux, galets devant le bâtiment.
- Protection fixe contre le soleil et l'éblouissement, saillie d'env. 90 cm.
- Matériaux de façade clairs et réfléchissants (couleurs pastels)
- Dimensions de fenêtres appropriées (avec verre isolant) pour faciliter la pénétration de la lumière et de la chaleur, châssis blanc à l'intérieur.

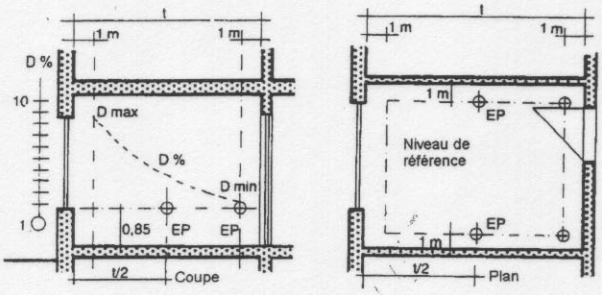
Espace intérieur et façade ② :
- Plantes éventuellement.
- Revêtement de sol clair ou mi-clair.
- Chauffage mixte (air chaud et eau chaude).
- Rideau clair comme protection contre l'éblouissement, transformant le rayonnement solaire direct en rayonnement diffus (surtout pendant les périodes de transition).
- Couleurs claires et mates (pastels et naturelles pour les meubles) pour toutes surfaces et surtout au plafond.
- Aération transversale par fenêtres oscillo-battantes.
- Éventuellement. ventilation mécanique simple.



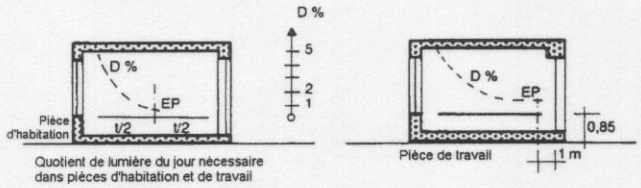
(30) Eclairement horizontal Ea par ciel couvert pour 51° latitude Nord en fonction de la saison et de l'heure, Eo = intensité d'irradiation horizontale.



(31) Lumière du jour et éclairement de l'intérieur d'une pièce pour le point P.



(32) Quotient de lumière du jour par lumière latérale avec niveau de référence et évolution de la lumière du jour à l'intérieur d'une pièce.



Quotient de lumière du jour nécessaire dans pièces d'habitation et de travail

(33) Quotient de lumière du jour nécessaire dans pièces d'habitation et de travail.

Eclairement intérieur Ei/lux	Eclairement extérieur Ei/lux Ea	
	5000	10000 lux
200	4,0%	2,0%
500	10,0%	5,0%
700	14%	7,0%

(34) Quotient de lumière du jour nécessaire pour éclairement souhaité à l'intérieur d'une pièce, avec l'éclairement variable d'un ciel couvert.

Eclairement extérieur Ei/lux	Eclairement intérieur Ei/lux
5000	50
10000	100

Eclairement escompté de l'intérieur d'une pièce au point EP, pour différents éclairements par ciel couvert, si D = 1% (Ei = D x Ea/100%).

Mesurage et évaluation de la lumière du jour à l'intérieur avec éclairage latéral ou zénithal

La lumière du jour à l'intérieur d'une pièce peut être évaluée selon les critères suivants :
- éclairement et luminosité,
- uniformité,
- éblouissement,
- ombrage.

Bases : pour l'évaluation de la lumière du jour à l'intérieur on prend toujours pour base l'éclairement d'un ciel couvert (donc rayonnement diffus). Le quotient de lumière du jour D(*daylight-factor*) s'applique à la lumière du jour entrant par une fenêtre latérale. Il détermine le rapport entre l'éclairement intérieur (Ei) et l'éclairement extérieur (Ee) au même moment, D = Ei/Ee x 100%. La lumière du jour à l'intérieur est toujours donnée en pourcentage. Pour un éclairement extérieur de 5 000 lux et un éclairement intérieur de 500 lux, D = 10%. Le quotient de lumière du jour reste toujours constant. L'éclairement intérieur ne varie qu'en fonction de l'éclairement extérieur au même moment. L'éclairement extérieur d'un ciel couvert varie en fonction de l'heure et de la saison, allant, par exemple, de 5000 lux en hiver jusqu'à 20 000 lux en été (fig.30).
Le quotient de lumière du jour pour le point P se compose de plusieurs facteurs d'influence (fig.31).
$D = (DC + DV + DR) \tau k_1 k_2 k_3$

Signification :
DC part de la lumière du ciel,
DV part de la construction voisine,
DR part de la réflexion intérieure,
Coefficients de minoration :
t degré de transmission de lumière du vitrage,
k_1 petits bois et menuiserie des fenêtres,
k_2 petits bois du vitrage,
k_3 angle d'incidence de la lumière du jour.

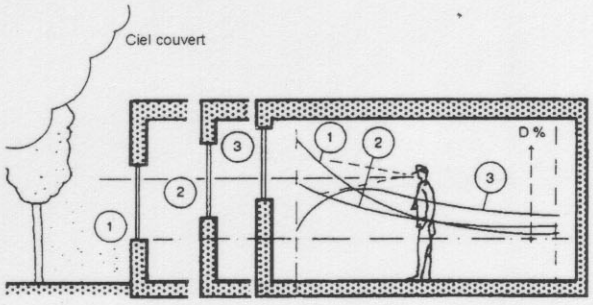
Niveau de référence pour l'éclairement horizontal de l'intérieur (fig.32). Sa hauteur virtuelle est de 0,85 cm. La distance par rapport aux murs de la pièce est de 1 m. Sur ce plan de référence, on fixe les points de relevés des mesurages (EP) pour l'éclairement horizontal. Les quotients de la lumière du jour à calculer de cette façon seront ensuite représentés sous forme de courbe des quotients de la lumière du jour. L'évolution de cette courbe en coupe fournit des renseignements concernant l'éclairement horizontal pour le plan de référence (aux points définis) (fig.32) ; de plus elle détermine ainsi D_{min} et D_{max} (voir aussi uniformité). Le quotient de la lumière du jour fournit donc des renseignements concernant la variation de la lumière du jour à l'intérieur.

Quotients de la lumière du jour D% nécessaires :

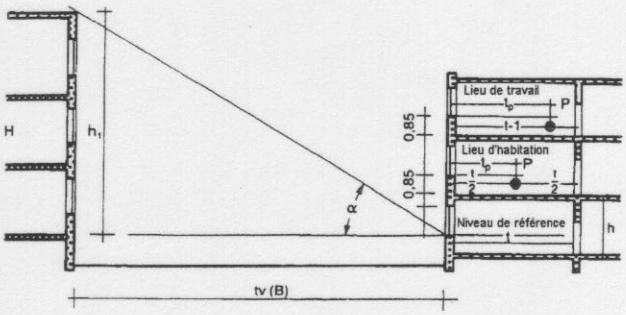
Les directives s'appliquant à ce domaine figurent dans la réglementation sur l'éclairage naturel des locaux et les lieux de travail (lumière du jour à l'intérieur).En l'absence d'autres données dans ce domaine, on peut cependant obtenir par le biais de l'uniformité (voir ci-après) la valeur de la variation de lumière naturelle recherchée.
À condition que les lieux de travail et les pièces d'habitation aient des dimensions comparables, on devrait s'efforcer de respecter les valeurs suivantes pour le quotient de la lumière du jour dans les lieux de travail:
$D_{min} \geq 1\%$ pour pièces d'habitation, point de référence au milieu de la pièce (fig.33).
Dans les lieux de travail : point de référence : le point le plus profond de la pièce (fig.33).
$D_{min} \geq 2\%$ pour les lieux de travail à vitrage sur deux côtés.
$D_{min} \geq 2\%$ pour les lieux de travail à éclairage zénithal, pour $D_m \geq 4\%$.

N.B. : Pour un vitrage latéral, le quotient maximal spécifique de la lumière du jour devrait être 6 fois plus élevé que les exigences minimales et pour un éclairage zénithal des lieux du travail, le quotient moyen de la lumière du jour (D_m) 2 fois plus élevé que D_{min}.

Quelques exemples de différents éclairements souhaitables à l'intérieur en fonction de l'éclairement extérieur sont donnés sur la figure 34.



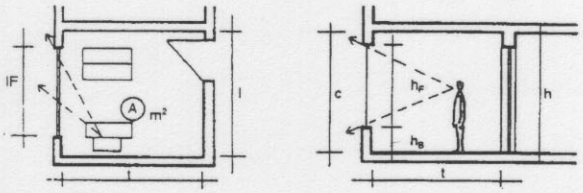
(35) Variation de la lumière du jour à l'intérieur d'une pièce selon différentes hauteurs de fenêtres verticales.



(36) Définition pour le calcul de la largeur de fenêtre nécessaire.

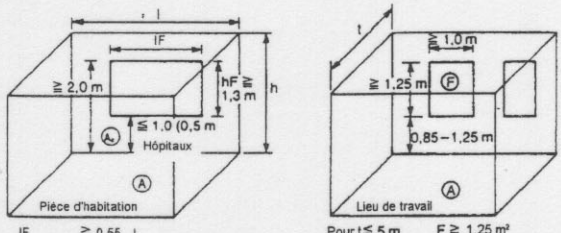
Largeur de fenêtre (IF) m						
Hauteur de la pièce (h)	2,50 m			3,00 m		
Hauteur de la fenêtre (hF)	1,35 m			1,85 m		
Profondeur de la pièce (p)	5 m	7 m		5 m	7 m	
Largeur de la pièce (l)						
Construction masquante						
$\alpha = 0°$	5	2,75	2,75	5	2,75	2,75
	7	3,85	3,85	7	3,85	3,85
$\alpha = 20°$	5	2,75	4,46	5	2,75	2,75
	7	3,85	6,07	7	3,85	3,85
$\alpha = 30°$	5	3,69	–	5	2,75	3,83
	7	5,07	–	7	3,85	5,18

(37) Détermination de la largeur de fenêtre (IF) pour différentes dimensions de la pièce et en fonction de constructions masquantes (extrait).



Pièces d'habitation	Lieux de travail		
c ≧ 2,20 m hA ≧ 0,90 m IF ≧ 0,55 m . l Exigences minimales	comme pour pièce d'habitation si: h ≦ 2,50 m t ≦ 6,00 m A ≦ 50 m²	pour h < 3,50 m surface fenêtre > 30% de l x h	Pour h > 3,50 m c. hA ≧ 1,30 m hA ≧ 0,90 m IF ≧ 0,55 . l

(38) Vues selon les normes.



IF ≧ 0,55 . l
IF/m ≧ 0,1 A/m²
IF . hF ≧ 0,3 . AF
≧ 0,16 . A
IF . hF/m² ≧ 0,07 . A . h/m³
Fenêtres nécessaires pour pièces d'habitation

Pour t ≦ 5 m F ≧ 1,25 m²
Pour t > 5 m F ≧ 1,5 m²
Σ F = 0,1 . pour A ≦ 600 m²
Σ F = 60 + 0,01 A pour A > 600 m²
Dimensions des fenêtres dans les lieux de travail

(39) Vues et dimensions de fenêtres (résumé).

Rapports entre luminosité, dimensions des fenêtres, vues

L'emplacement, les dimensions et le type des fenêtres sont déterminants pour la variation de lumière du jour à l'intérieur des pièces (fig.35). Pour définir les dimensions des fenêtres pour des lieux de travail et d'habitation de dimensions différentes, on prend comme base :

– D% = 0,9 pour le milieu d'une pièce d'habitation, pour le point le plus profond d'un lieu de travail ;
– largeur des fenêtre = 0,55 x largeur de la pièce ;
– ciel couvert ;
– réflexion : mur = 0,6,
plafond = 0,7,
sol = 0,2 ;
– déperditions de lumière : verre = 0,75,
petits bois k_1 = 0,95,
salissures k_2 = 0,95 ;
– lumière reflétée par constructions voisines : (Dv = 0,2) ;
– angle des constructions masquantes α = de 0° jusqu'à 50° (fig.36 et 37).

N.B. : Idem pour des lieux de travail de dimensions comparables à celles des pièces d'habitation :

hauteur de la pièce (h) ≤ 3,50 m ;
profondeur de la pièce (p) ≤ 6 m ;
surface de la pièce (A) ≤ 50 m².

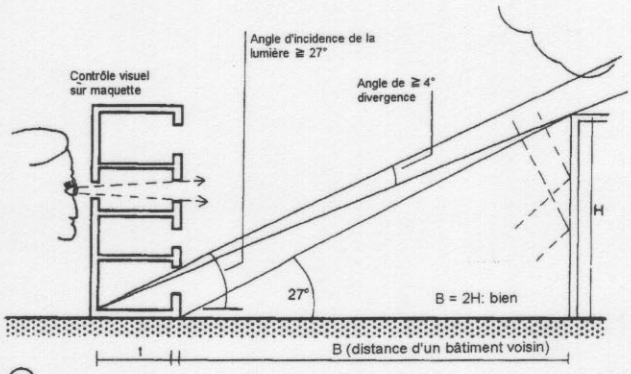
Les vues sur l'extérieur requièrent également certaines dimensions des fenêtres pour les pièces d'habitation et lieux de travail (fig.38 et 39).

La réglementation en Allemagne stipule que :
– des distances sont à respecter par rapport aux limites du terrain,
– pour toute pièce de séjour une vue sur l'extérieur est exigée,
– pour les fenêtres dans les pièces d'habitation on prévoit généralement 1/8e jusqu'à 1/10e de la surface utile.

Il faut aussi tenir compte de l'incidence de la lumière, de la distance avec d'autres constructions, de la constitution de la surface des constructions avoisinantes et des dimensions des fenêtres. Par exemple, une distance entre bâtiments B = 2h (≥ 27°) est souhaitable. On obtiendrait ainsi un angle d'ouverture vers le ciel ≥ 4° (limité par le linteau et les constructions avoisinantes) assurant la part minimale d'éclairage naturel à l'intérieur (fig.40).

Les projets d'urbanisme doivent être regardés d'un œil critique quant à leurs caractéristiques concernant la lumière à l'intérieur ; car les règlements sur la construction et les normes en vigueur n'indiquent, en général, que les exigences minimales.

Il est conseillé de procéder à un contrôle visuel des volumes intérieurs et extérieurs sur maquette, sous soleil artificiel ou avec un appareil d'endoscopie.



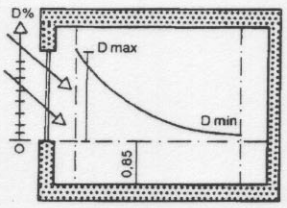
(40) Incidence de la lumière et distance d'un bâtiment voisin.

Type de travail	Lumière du jour D%
Grossier	1,33
Peu précis	2,66
Très précis	5,00
Précis	10,00!
NB: 10% est trop élevé côté Sud et bien côté Nord	

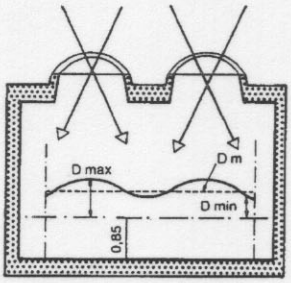
(41) Eclairement D%

Couleurs selon leur clarté (de sombre à clair)		Matériaux sans préparation (de sombre à clair)		Revêtement du sol en lés et dalles (de sombre à clair)	
Rouge	0,1 à 0,5	Béton brut	0,25–0,5	Sombre	0,1–0,15
Jaune	0,25–0,65	Maçonnerie brut		Moyen	0,15–0,25
Vert	0,15–0,55	Brique rouge	0,15–0,3	Clair	0,25–0,4
Bleu	0,1–0,3	Brique jaune	0,3–0,45		
Marron	0,1–0,4	Brique silico-calcaire	0,5–0,6		
Blanc (moyen)	0,7–0,75	Bois			
Gris	0,15–0,6	Sombre	0,1–0,2		
Noir	0,05–0,1	Moyen	0,2–0,4		
		Clair	0,4–0,5		

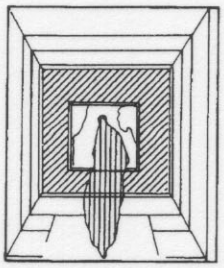
(42) Degrés de réflexion (couleurs d'un matériaux sans préparation).



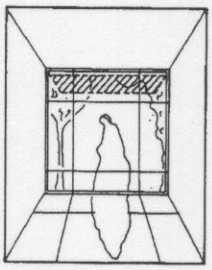
(43) Uniformité par éclairage latéral.



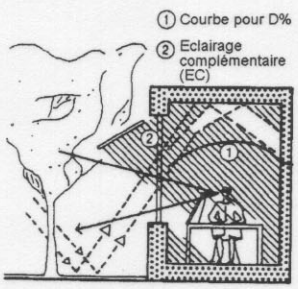
(44) Uniformité par éclairage zénithal



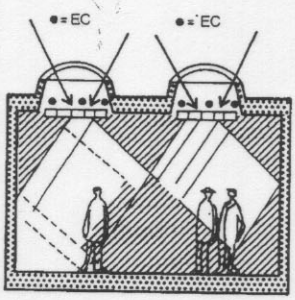
(45) Eblouissement



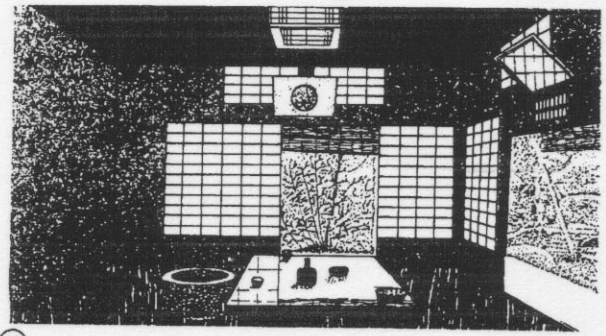
(46) Eblouissement insignifiant



(47) Zones d'ombre avec éclairage latéral.



(48) Zones d'ombre avec éclairage zénithal.



(49) Eclairage dans une maison d'habitation japonaise.

Éclairement, facteur de réflexion, rendu des couleurs et éblouissement

Les effets combinés de ces caractéristiques de la lumière du jour ont une grande influence sur la clarté à l'intérieur. En fonction du type d'activité, une intensité minimale de lumière naturelle est nécessaire pour accomplir certaines tâches visuelles (fig.41). Pour cette raison il convient d'accorder le choix des degrés de réflexion des murs, du plafond et du sol aux exigences des tâches visuelles à accomplir. Les différents degrés de luminosité dans une pièce dépendent directement des degrés de réflexion des surfaces et de la disposition des fenêtres dans la façade (fig.42 et fig.35).

L'uniformité (G) de l'éclairage par la lumière du jour à l'intérieur devrait s'élever pour un éclairage latéral à $G \geq D_{min}/D_{max}$ 1 : 6 (fig.43), et pour un éclairage zénithal à $G \geq D_{min}/D_{max}$ 1 : 2 (fig.44). Ainsi se caractérise en principe la variation de lumière du jour à l'intérieur. L'uniformité par un éclairage zénithal est plus grande, car la luminance zénithale est trois fois plus élevée que la luminance au niveau de l'horizon. Les mesures visant à modifier l'uniformité peuvent être influencées par :

- degrés de réflexion (très élevés),
- guidage de la lumière par écrans,
- disposition des fenêtres,

L'éblouissement peut être causé par des réflexions directes et indirectes des surfaces et par des contrastes de luminance défavorables (fig.45 et fig.46).

Les mesures à prendre pour éviter l'éblouissement sont :

- protection antisolaire, à l'extérieur,
- protection contre l'éblouissement, à l'intérieur ou à l'extérieur, en liaison avec une protection antisolaire,
- surfaces mates,
- position correcte de l'éclairage complémentaire.

Un certain degré d'ombrage est souhaitable afin de pouvoir différencier des objets ou autres dans la pièce (fig.47).

Mesures pour obtenir un ombrage d'une certaine plasticité par éclairage latéral :

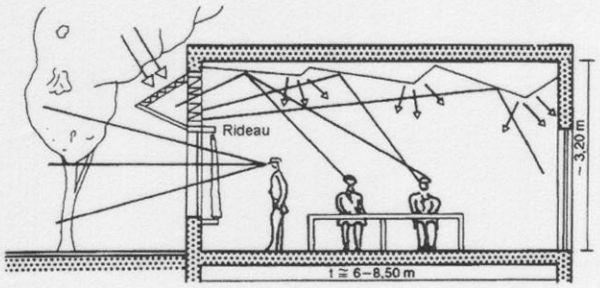
- protection antisolaire,
- protection contre l'éblouissement (également au Nord),
- distribution équilibrée de la lumière du jour,
- pas d'éblouissement direct,
- façade différenciée ou échelonnée.

Mesures pour obtenir un ombrage d'une certaine plasticité pour éclairage zénithal :

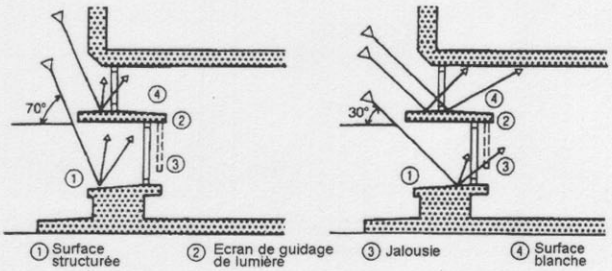
- filtrer la lumière incidente au niveau du bord inférieur des lanterneaux par des matériaux transparents, grilles ou autres (fig.48),
- éclairage complémentaire (EC),
- surfaces claires et mates en combinaison avec des différenciations de couleurs (structure portante, ...).

En résumé : Critères de qualité de la lumière du jour-éclairage latéral.

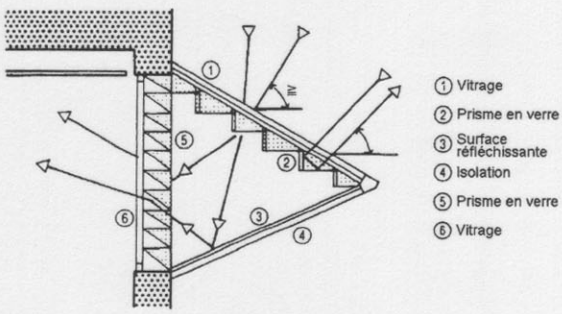
Le plus important est d'appliquer les critères de qualité de la lumière du jour de sorte à créer une identité spatiale. C'est principalement la forme de la façade, donc le point de transition entre intérieur et extérieur, qui détermine les modifications de la lumière du jour et les possibilités de vues. Une transition progressive, à différents plans, et en même temps transparente, peut suffire aux diverses exigences relatives à l'éclairage naturel au cours des saisons (fig.49).



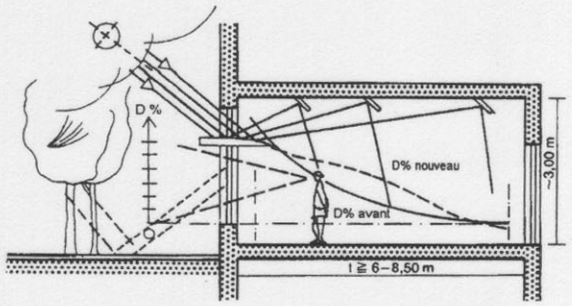
(50) Principe de la déviation de lumière.



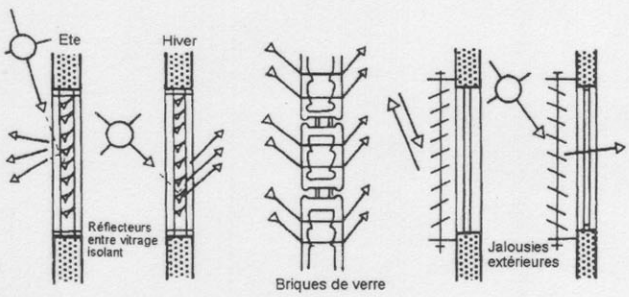
(51) Mount Airy Public Library, N. Carolina USA.



(52) Guidage de la lumière par prisme



(53) Configuration d'un plafond de guidage de la lumière.



(54) Guidage de la lumière.

Guidage de la lumière (éclairage latéral)

Plus une pièce est profonde (généralement 5 à 7 m) plus l'intensité de la lumière du jour diminue (cf. Courbe des quotients de la lumière du jour). La déviation de la lumière permet un éclairage naturel même dans le cas de pièces d'une profondeur assez importante.

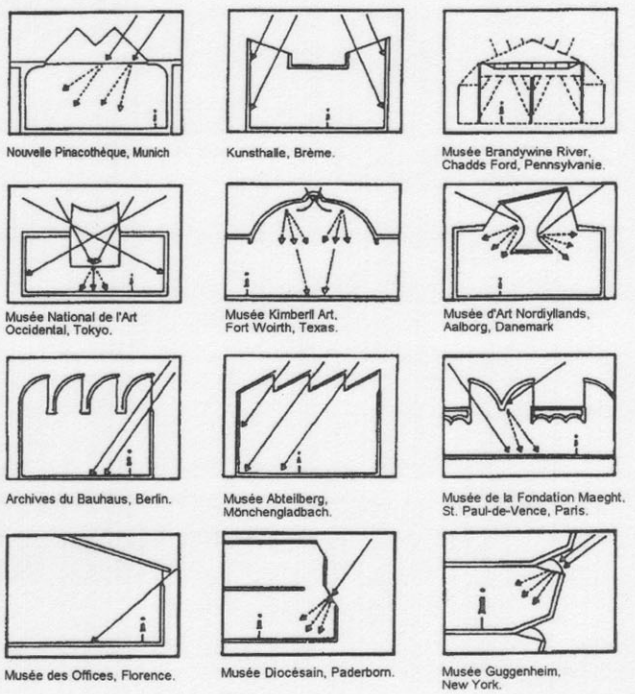
Bases et déviation de la lumière : La déviation de la lumière repose sur le principe : angle d'incidence = angle de réflexion. Le but de cette déviation est de (fig.50) :
– distribuer plus uniformément la lumière du jour,
– améliorer l'éclairage naturel dans le fond de la pièce,
– éviter l'éblouissement du soleil haut, utiliser le soleil d'hiver,
– profiter de la luminance zénithale ou l'utiliser de façon indirecte,
– dévier un rayonnement particulièrement diffus,
– pas de protection antisolaire supplémentaire (plutôt des arbres), seulement une protection contre l'éblouissement à l'intérieur.

Réflecteurs (lightshelves) : Ils peuvent se monter devant ou derrière la fenêtre au niveau de l'imposte.
Des surfaces brillantes, polies ou blanches servent de plan de réflexion. Elles améliorent l'uniformité de l'éclairage, d'autant plus quand le plafond est structuré de façon convenable. Éventuellement poser une protection contre l'éblouissement dans la zone entre imposte et plafond (fig.51).

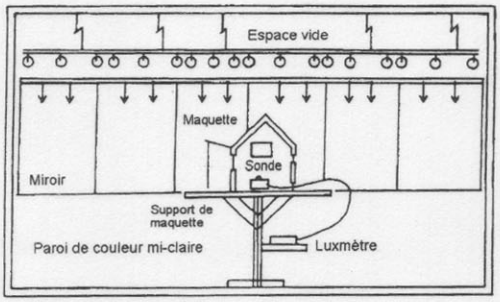
Prismes : L'utilisation de prismes optiques permet une sélection et une déviation des rayons plus contrôlées (fig.52). Les plaques des prismes reflètent la lumière du jour avec une faible déclinaison et ne laissent passer qu'une lumière diffuse. Elles ont une surface réfléchissante qui empêche le passage des rayons solaires. Elles assurent un éclairement suffisant jusqu'à une profondeur de la pièce de 8 m environ.

Vue, déviation de la lumière, protection contre l'éblouissement :
Une déviation de la lumière en liaison avec un plafond servant de réflecteur, permet d'améliorer l'éclairement d'une pièce (fig.53). La vue n'est pas gênée, on exploite la luminance zénithale ; il faut une protection contre l'éblouissement uniquement en hiver ; éventuellement un éclairage supplémentaire en imposte.

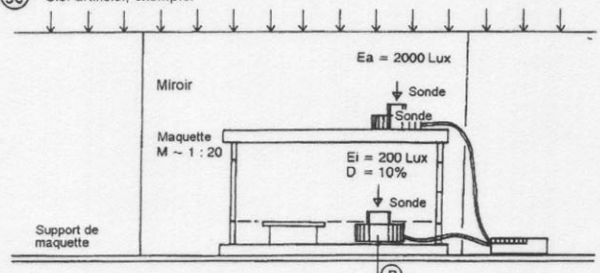
Verres solaires, briques de verre, jalousies : Possibilités de sélectionner et dévier le rayonnement par les dispositifs suivants (fig.54) :
– verres solaires : des miroirs réflecteurs (immobiles) entre les verres renvoient la lumière l'été et la transmettent l'hiver ;
– briques de verre : rectifiées prismatiquement, elles augmentent l'uniformité ;
– jalousies : des jalousies extérieures claires et réglables guident la lumière du jour. Exemples de musées avec déviation de la lumière en plafond (fig.55).



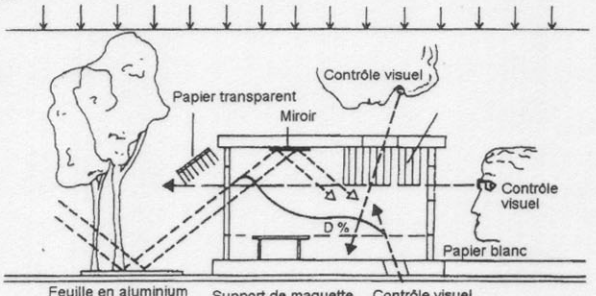
(55) Déviation de la lumière - éclairage zénithal (exemples de musées).



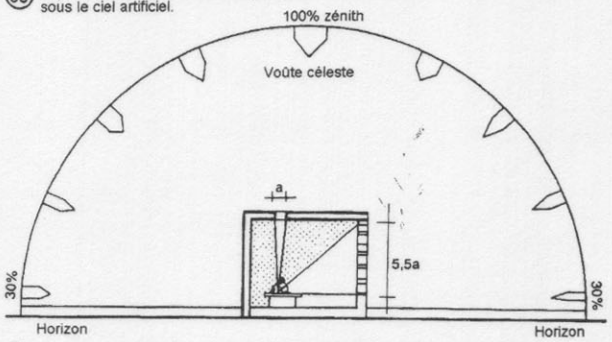
(56) Ciel artificiel, exemple.



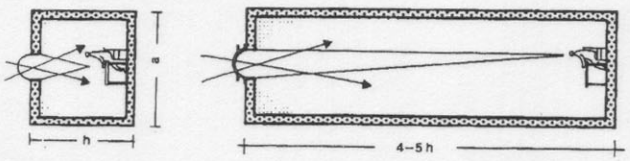
(57) Mesurage de la lumière du jour pour la maquette sous le ciel artificiel.



(58) Expériences avec la lumière du jour pour la maquette sous le ciel artificiel.

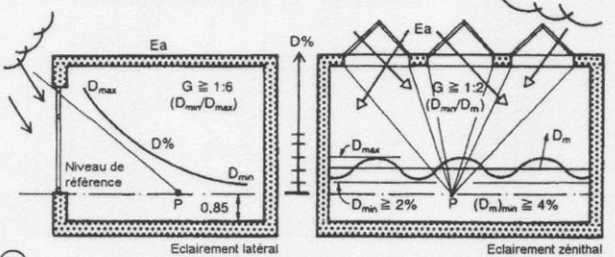


(59) Espace avec ouverture dans le plafond et disposition latérale des fenêtres en fonction de la luminance zénithale.



(60) Pièce carrée d'une hauteur de 3 m avec une ouverture au plafond.

La même pièce avec une hauteur de 12-15 m.



(61) Lumière du jour (D% et Dm%) et uniformité (R) pour éclairements latéral et zénithal.

Procédés et méthodes pour déterminer la lumière du jour (D%) à l'intérieur d'un local (éclairage latéral et horizontal) par ciel couvert

Il existe des procédés pour déterminer la lumière du jour, par calcul, graphique, assistance par ordinateur ou technique de mesure, par exemple. Afin d'avoir tous les renseignements nécessaires à la construction d'une pièce ou d'un bâtiment, il est conseillé de simuler approximativement la lumière du jour probable à l'intérieur. Ceci peut se faire à l'aide de dessins ou de maquettes.

Mais comme la lumière du jour ne peut être déterminée et évaluée que dans la troisième dimension, il vaut mieux utiliser une maquette de la pièce dans des conditions simulées. Ceci permet de tester les différents effets de la lumière du jour.

Procédé expérimental : un faux plafond, mat, clair et transparent, avec un éclairage artificiel par-dessus et des miroirs tout autour (horizon), simulera les effets réels d'un ciel couvert homogène, en plein air (fig.56).

Un éclairement de 2000-3000 lux environ est suffisant. A l'aide d'une maquette architecturale (M ~ 1 : 20) et en utilisant un luxmètre, il est possible de mesurer l'éclairement extérieur (E_e = 2000 lux). Une sonde permet de mesurer l'éclairement à l'intérieur de la maquette (E_i par exemple 200 lux), le quotient de la lumière du jour à l'intérieur, au point P, est donc de 10%. Cette méthode permet de déterminer la variation de lumière du jour dans la maquette (fig.57).

La variation de la lumière du jour, l'éclairement, l'effet de couleur, les dimensions de la pièce et autres paramètres peuvent être influencés par les matériaux. Il faut veiller à ce que les critères de qualité concernant la lumière du jour soient respectés. Les matériaux essentiels pour les expériences avec la lumière à l'intérieur de la maquette sont les suivants : cartons ou papier de couleurs différentes, de préférence pastels ; papier transparent pour la protection contre l'éblouissement et pour le rayonnement diffus ; papier aluminium ou autres matériaux brillants pour la réflexion (fig.58).

Lumière du jour à l'intérieur d'un local avec lanterneau

L'éclairage de l'intérieur par la lumière du jour zénithale est assujetti aux mêmes conditions que par fenêtres latérales, c'est-à-dire lumière du jour par ciel couvert. Alors que l'éclairement latéral crée une assez mauvaise uniformité (d'où les exigences plus élevées pour D%), c'est différent avec un lanterneau. La qualité de la lumière du jour de ce type dépend essentiellement des facteurs suivants : luminance zénithale, proportions de la pièce, critères de qualité, lumière du jour, lanterneaux, coefficients de minoration.

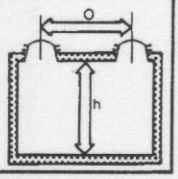
Soit un poste de travail (fig.59) dans une pièce à la même distance de la fenêtre latérale que de l'ouverture dans le plafond au-dessus de lui. Si l'on veut obtenir la même luminance sur le niveau de référence (0,85 m au-dessus du sol) latéralement que zénithalement, la surface des fenêtres doit être 5,5 fois plus grande que celle de l'ouverture dans le plafond.

Explication : La lumière d'en haut est plus claire, car la luminance zénithale est trois fois plus élevée que la luminance horizontale. 100% de la lumière du ciel tombent sur l'ouverture dans le plafond, seulement 50% pénètrent par la fenêtre latérale. L'éclairage d'une pièce "par le haut" dépend de ses proportions, c'est-à-dire de sa longueur, largeur et hauteur (fig.60). Éviter l'effet de cave éventuel.

Critères de qualité de l'éclairage zénithal : L'évolution de la lumière du jour (D%) à l'intérieur avec vitrage latéral se caractérise par D_{min} et D_{max} (fig.61). Pour l'éclairage zénithal à l'intérieur, on exige une uniformité de $G \geq 1 : 2$ (D_{min} /D_m), pour $D_{min} \geq 2\%$. De même pour les lieux de travail $(D_m)_{min} \geq 4\%$ (fig.61).

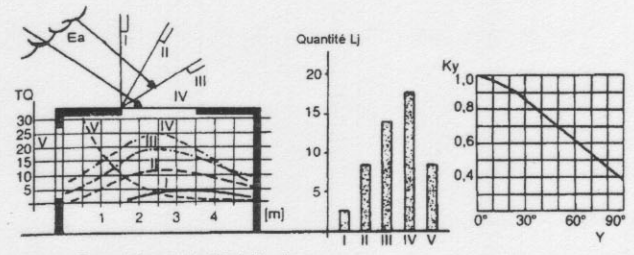
Rapport Dmin:Dmax	Recommandation	Valeurs pour ke = O/h (90° / 60° / 45°)		
Près de 1:1	Recherchée	< 1 . . . 1,1		
1:1,5	Admissible	1,2	1,3	1,4
1:2	Critique	1,4	1,5	1,7
1:2,5	A éviter	1,6	1,8	2,0
1:3		1,7	2,0	2,2

O = h·ke



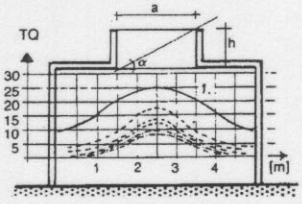
Ecartement des lanterneaux, hauteur de la pièce et régularité recherchée en tenant compte de la forme des ouvertures dans l'épaisseur du toit (coefficient ke).

(62) Valeurs conseillées pour le rapport Dmin/Dmax.



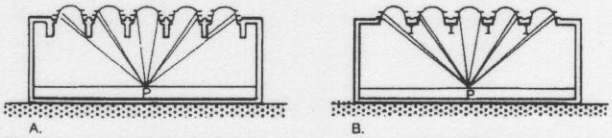
(63) a Comparaison entre l'évolution de la lumière du jour avec éclairage latéral et celle d'un éclairage zénithal, en fonction de 4 entrées de lumière présentant des inclinaisons différentes.

(63) b Coefficient de réduction ky en fonction de la pente d'un toit en sheds.



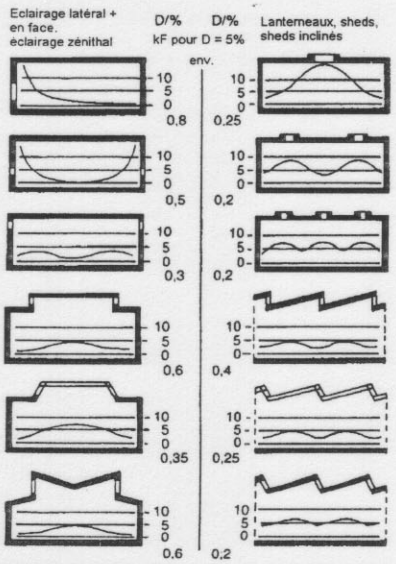
(64)

——— h = O 1. Pour une entrée de lumière sans costières h = 0 (—)
– – – – h = a 2. Pour une entrée de lumière avec costières pour h = a (– – –)
– · – · h = 2a 3. Pour une entrée de lumière avec costières pour h = 2a (– · –)



(65) Réduction de la quantité de lumière du jour pour un éclairage zénithal avec costières hautes ou avec une construction massive au plafond.

Eclairage régulier de l'intérieur et, par conséquent, une amélioration de la lumière du jour pour un éclairage zénithal avec, au plafond, construction légère à bon pouvoir de réflexion.



(66) Influence de l'entrée de lumière sur l'évolution du quotient de lumière du jour - pour des dimentions principales de la pièce identiques: kF = surface des fenêtres/surface du sol = 1:6. Est également indiquée la valeur nécessaire de kF pour Dmin = 5%.

Ouvertures d'éclairage zénithal

Les entrées de lumière isolées dans le toit provoquent sur la surface utile des zones de clarté minimale et maximale caractéristiques. On tient compte de la moyenne arithmétique de ces zones "clair/sombre" ; elle est appelée quotient moyen de la lumière du jour, D_m.

D_m est donc la moyenne arithmétique entre D_{min} et D_{max} , pour la surface utile ou le niveau de référence (sol + 0,85 m). Pour $G \geq 1:2$, la référence n'est donc pas D_{max} mais D_m, car les variations de la lumière du jour arrivant d'en haut sont, sur le plan physiologique, ressenties comme "plus que constratées". Pour cette uniformité ($D_{min} = 1$ et $D_m = 2$) on exige $D_{min} \geq 2\%$ (fig.61).

Au niveau de l'orientation de la lumière zénithale, les critères de qualité à atteindre sont également en fonction de la hauteur de la pièce et de la forme de l'ouverture (facteur k_e).

Une uniformité idéale peut être obtenue si les distances entre les ouvertures lumineuses (O) correspondent à la hauteur (h) de la pièce, c'est à dire pour un rapport de 1 : 1.

En pratique, on préconise un rapport de 1 : 1,5 à 1 : 2 entre l'entraxe des lanterneaux et la hauteur de la pièce (fig.62).

Le tableau (fig.62) indique ces rapports et leurs effets, de même que des recommandations pour les puits de lumière à créer sous les lanterneaux.

Type d'ouverture et construction : La pente des ouvertures lumineuses détermine le pourcentage de lumière par rapport au firmament lumineux ainsi sélectionné. La comparaison entre la quantité de lumière entrant par une fenêtre latérale et celle entrant par une ouverture dans le toit, selon différentes inclinaisons, est donnée sur la figure 63 a. Une ouverture horizontale permet le passage de la plus grande quantité de lumière.

En revanche, on constate pour la fenêtre latérale que sa luminance maximale n'est atteinte qu'à proximité de la fenêtre. Et à un vitrage vertical d'ouverture dans le toit correspond la luminance la plus faible enregistrée sur le niveau de référence. Il existe donc un facteur de minoration (k_y) pour la quantité de lumière en fonction de l'inclinaison de l'ouverture. Ces facteurs pour les toits en sheds sont donnés sur la figure 63 b. Le rayonnement diffus arrivant sur la fenêtre horizontale subit les conséquences relatives à la profondeur de son encastrement et à son type de construction, avant d'éclairer la pièce. Les valeurs de la variation de la quantité de lumière, passant par l'ouverture en fonction des hauteurs des costières sous la coupole du lanterneau sont représentées sur la figure 64. Il faut donc éviter des relevés trop hauts et massifs ou un encastrement trop profond (fig.65 A). On recommande ainsi une construction légère à bon pouvoir de réflexion (fig.65 B).

Cependant la qualité de la lumière du jour par lanterneaux ne dépend pas uniquement des paramètres précédents, mais aussi du rapport de la surface totale des lanterneaux à la surface de la pièce (facteur k_F). La figure 66 compare les paramètres en question pour des fenêtres latérales et un éclairage zénithal.

Pour porter à $D_{min} = 5$ % le quotient de lumière du jour avec des fenêtres latérales plus un éclairage zénithal, il faut considérablement augmenter le nombre de fenêtres latérales, le rapport pouvant aller jusqu'à 1 : 1,5. En revanche, on peut obtenir le même résultat, surtout sous des toits en sheds inclinés, en augmentant légèrement la surface de l'éclairage zénithal. Un rapport d'environ 1 : 4 à 1,5 s'avère suffisant (rapport surface de l'éclairage zénithal : surface du sol).

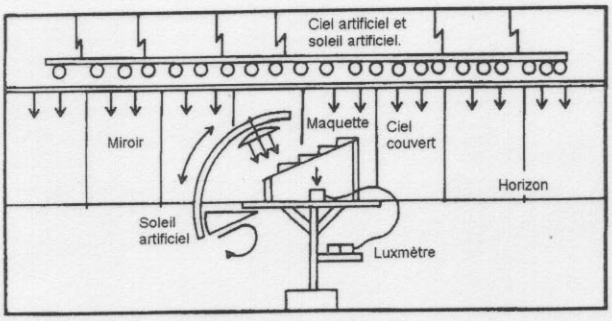
Les autres facteurs de minoration pour l'éclairage zénithal sont :

τ = degré de transmission du vitrage,

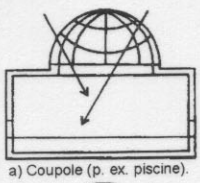
k_1 = petits bois ou construction,

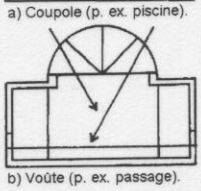
k_2 = salissure du vitrage,

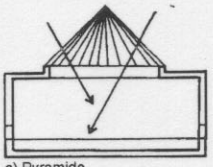
k_3 = éclairage diffus.

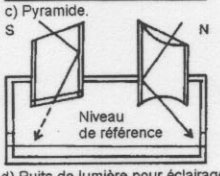


(67) Ciel artificiel et soleil artificiel.


a) Coupole (p. ex. piscine).

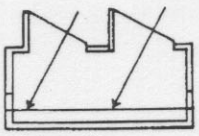

b) Voûte (p. ex. passage).

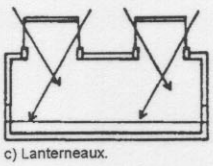

c) Pyramide.

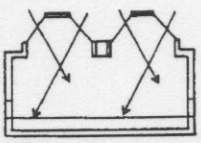


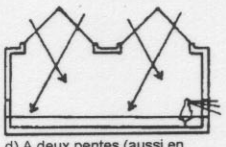
d) Puits de lumière pour éclairage direct et indirect.

(68) Ouvertures de grande dimension.

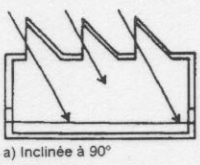

a) A une pente.

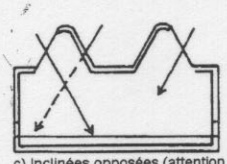

c) Lanterneaux.

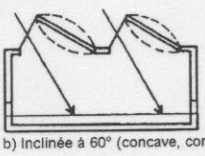

b) En losanges.

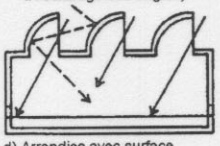

d) A deux pentes (aussi en coupoles individuelles).

(69) Ouvertures en longueur.

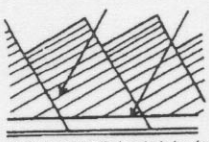

a) Inclinée à 90°

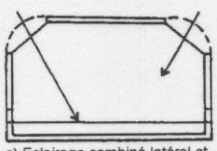

c) Inclinées opposées (attention à l'éclairage des angles).

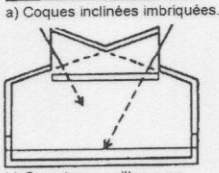

b) Inclinée à 60° (concave, convexe).

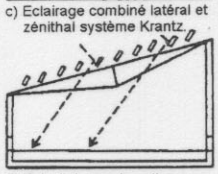

d) Arrondies avec surface extérieure blanche.

(70) Ouvertures en sheds (concave, convexe).


a) Coques inclinées imbriquées.


c) Eclairage combiné latéral et zénithal système Krantz.


b) Ouverture papillon avec couverture translucide.


d) Toit vitré avec lamelles pour lumière diffuse et directe.

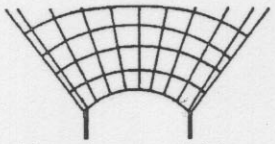
(71) Formes particulières.

Évaluation empirique de la qualité de la lumière du jour par éclairage zénithal

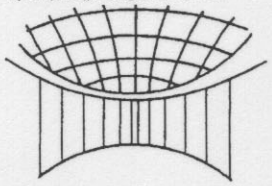
L'évaluation définitive de l'éclairage par la lumière du jour doit s'effectuer par ciel couvert. Les ouvertures dans le toit sont cependant exposées à la lumière diffuse et à la lumière directe. Ces différents types d'éclairage devraient être simulés aussi bien sous ciel artificiel que sous soleil artificiel. Les critères de la qualité de la lumière du jour sont, dans ce cas, à évaluer par l'œil (fig.67).

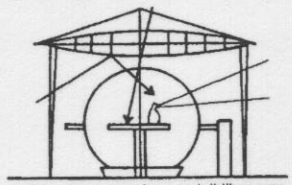
Paramètre d'étude et éclairage zénithal (fig.68 à 72, et fig.55).

- pas d'orientation vers le Sud des ouvertures zénithales,
- transformer le rayonnement incident en rayonnement diffus,
- respecter les critères de qualité pour la lumière du jour,
- éviter de grands contrastes de luminance,
- tenir compte de la courbe pour D_m,
- éclairer tous les angles et surfaces de l'enveloppe de la pièce,
- éviter l'éblouissement,
- différencier l'éclairage des surfaces de l'enveloppe de la pièce,
- prévoir des vues sur l'extérieur.


a) Coques (p. ex. gares, stades)


c) Tentes (p. ex. pour loisirs)


b) Membranes (p. ex. gymnases)


d) Pièce transparente sous toit libre avec vue ciblée et guidage de la lumière

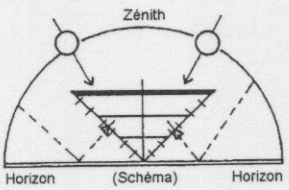
(72) Ouvertures de grandes dimensions à formes caractéristiques.

Lumière latérale et zénithale

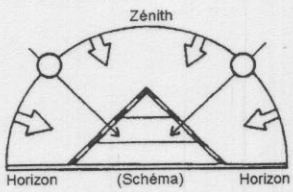
Le choix entre lumière latérale et lumière zénithale dépend de l'utilisation et de la fonction du bâtiment ainsi que des sources lumineuses extérieures, c'est-à-dire de la situation géographique du site. Pour des conditions climatiques et lumineuses extrêmes il faudrait étudier des formes adaptées (fig.73 et 74).

Les formes des bâtiments dans nos latitudes devraient être déterminées en fonction du type de lumière prédominant diffuse et directe (fig.75 et 76). En construisant aux USA quelques bâtiments exemplaires dans leurs solutions, Gunnar Bikets à rendu hommage aux thèmes de lumière latérale et zénithale, orientation de la lumière, exposition à la chaleur, etc.

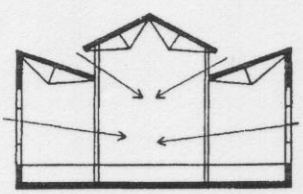
Dans les pays scandinaves (part élevée de lumière diffuse), Alvar Aalto a réalisé quelques édifices exemplaires.

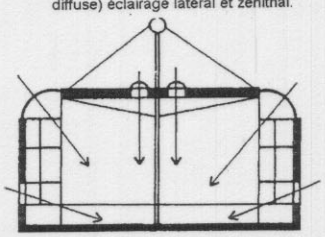


(73) Bâtiment à réaliser dans des régions méridionales (fort ensoleillement), éclairage latéral.

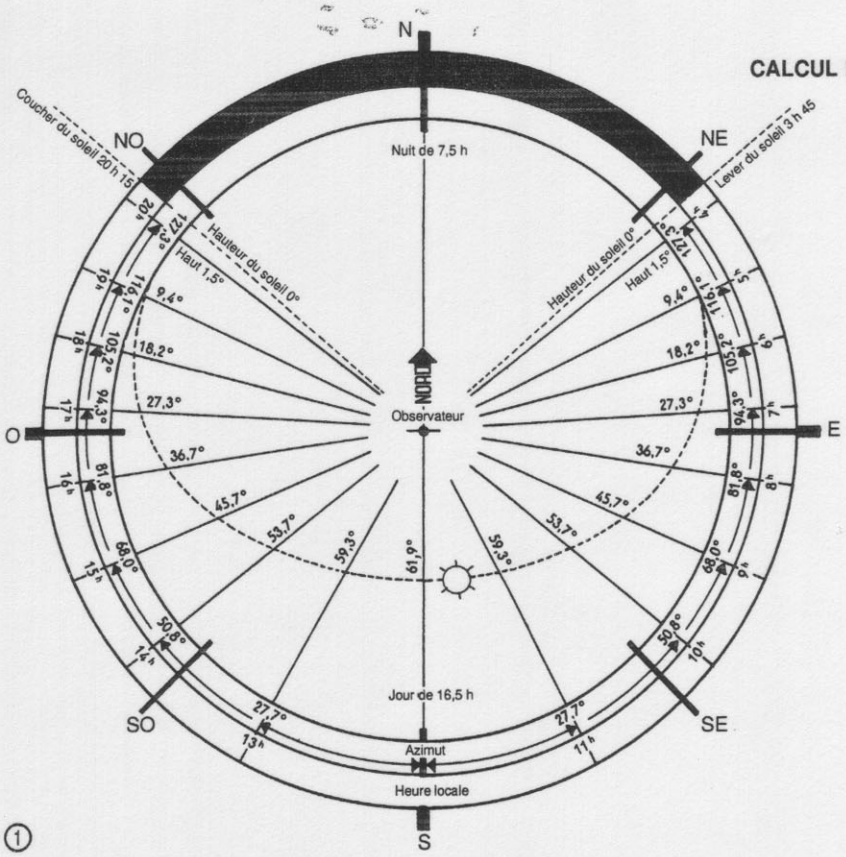


(74) Bâtiment à réaliser dans des régions nordiques (forte proportion de lumière diffuse) éclairage latéral et zénithal.

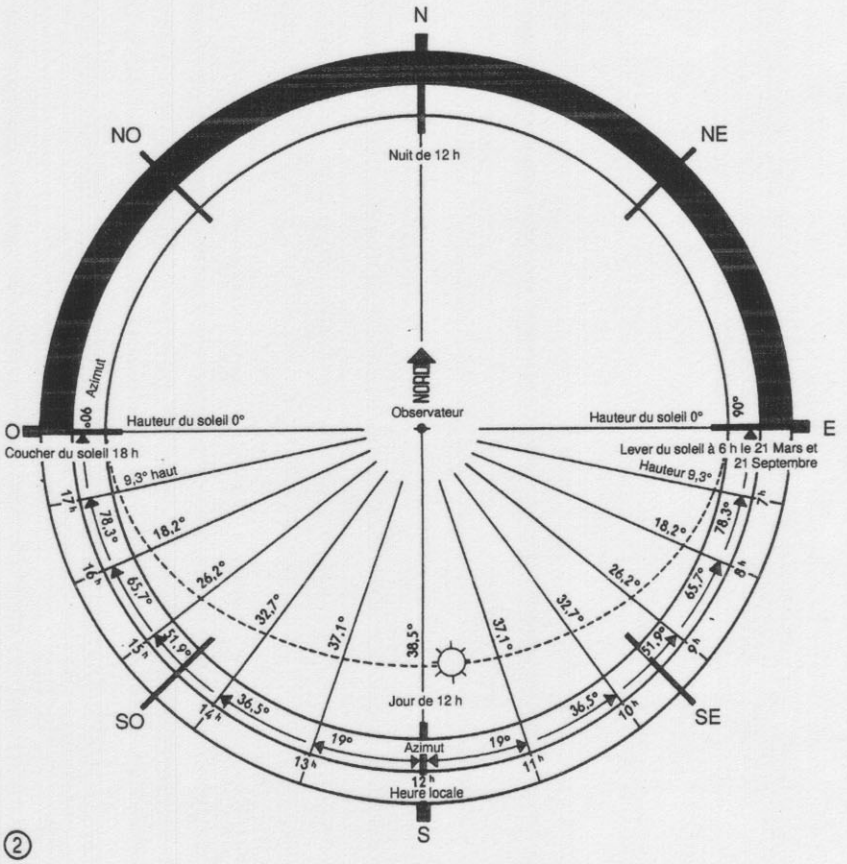

(75) Possibilité d'éclairage latéral et zénithal.


(76) Eclairage latéral et zénithal. Effacement de l'effet d'enveloppe du volume.

CALCUL DE L'ENSOLEILLEMENT DES BÂTIMENTS



① Trajectoire du soleil au **solstice d'été** (vers le 21 juin), jour le plus long de l'année. 51°30' latitude Nord (Anvers)



② Trajectoire du soleil à l'**équinoxe de printemps** (vers le 21 mars) et à l'**équinoxe d'automne** (vers le 21 septembre).

Marche à suivre

Au moyen des figures ci-contre, il est possible de trouver rapidement l'ensoleillement d'un bâtiment projeté ; il suffit pour cela de superposer le plan du bâtiment dessiné sur du papier transparent à la figure représentant la trajectoire du soleil conformément à son orientation réelle ou inversement. Les indications ci-après concernant la trajectoire du soleil se rapportent à la région située à environ 51°30' latitude Nord (Anvers).

Pour la France, la Belgique, le Luxembourg et la Suisse, on ajoutera 1° à la hauteur du soleil par degré de latitude au fur et à mesure qu'on descendra vers le Sud. Par exemple, à Amiens (49°50' lat. Nord) on ajoutera 1°40', à Paris (48°55') on ajoutera 2°50', à Marseille (43°15') on ajoutera 8°15'.

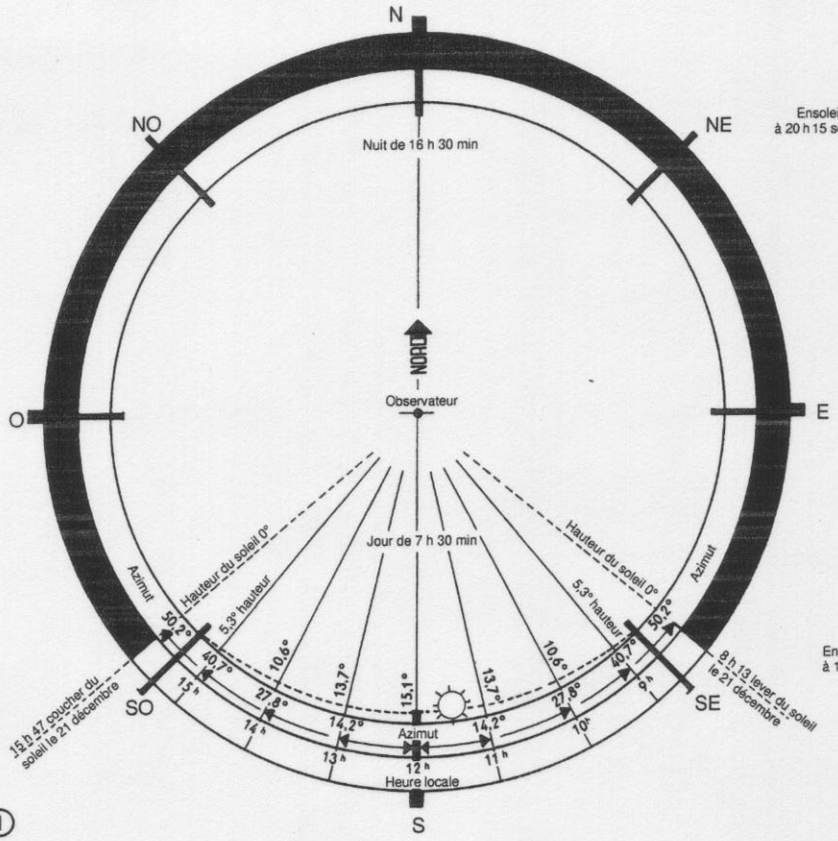
Les degrés indiqués sur le second cercle extérieur se rapportent à l'azimut, c'est-à-dire à l'angle sous lequel on mesure la course du soleil d'Est en Ouest dans sa projection sur un plan de référence horizontal. Les heures locales données dans le cercle extérieur sont les heures solaires. L'heure solaire locale s'obtient en retranchant une heure de l'heure légale d'hiver ou deux heures de l'heure légale d'été, et en ajoutant 4 min par degré de longitude Est, ou en retranchant 4 min par degré de longitude Ouest. On obtiendra ainsi un retard de 31 min à Strasbourg, Berne ou Menton (7°40' Est), de 50 min à Paris, Dunkerque ou Carcassonne (2°20' Est) et de 1h 18 min à Brest (4°30' Ouest).

Durée d'ensoleillement

L'ensoleillement a une durée à peu près constante (par jour), d'une part du 21 mai au 21 juillet (16 h à 16 h 45), d'autre part du 21 novembre au 21 janvier (8 h 15 à 7 h 30). Dans les périodes intermédiaires, la durée d'ensoleillement change d'environ 2 heures par mois. Mais l'ensoleillement réel, du fait du brouillard et des nuages, est à peine de 40% de ces durées théoriques. Le rendement est d'ailleurs très différent suivant les endroits. À Paris, la proportion est particulièrement bonne (presque 55% en juillet, tandis qu'à Valenciennes, elle n'est que de 35%). Les renseignements précis pour chaque localité sont à demander aux observatoires officiels.

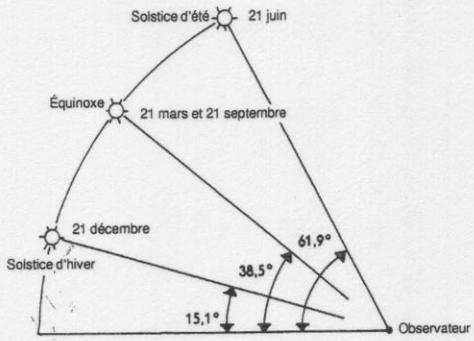
Soleil et chaleur

La chaleur naturelle en plein air dépend du soleil et de la capacité de réflexion calorifique du terrain. C'est pourquoi la courbe de la chaleur est en retard sur celle des hauteurs du soleil d'environ un mois. Le jour le plus chaud n'est pas le 21 juin, mais un des derniers jours de juillet ; le jour le plus froid n'est pas le 21 décembre, mais un des derniers jours de janvier. Naturellement, ce retard est très variable d'une localité à l'autre.



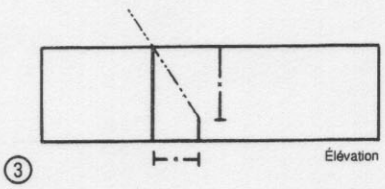
①

Trajectoire du Soleil. Solstice d'hiver (vers le 21 décembre), le jour le plus court de l'année 51°30' latitude Nord (Anvers).

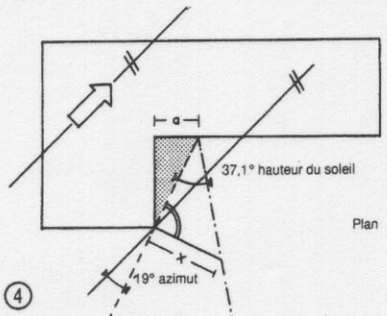


②

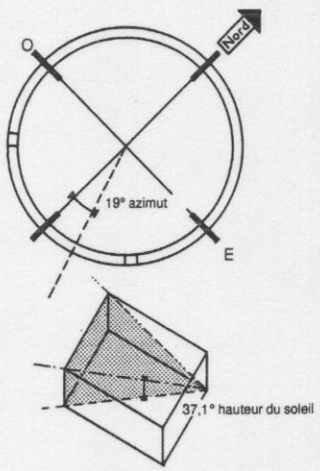
Hauteur du Soleil à midi aux jours de l'année marquant les changements de saison. La distance du Soleil par rapport à l'observateur correspond au rayon intérieur du tracé en pointillé représentant la projection sur le plan horizontal de la trajectoire du soleil sur la sphère céleste.



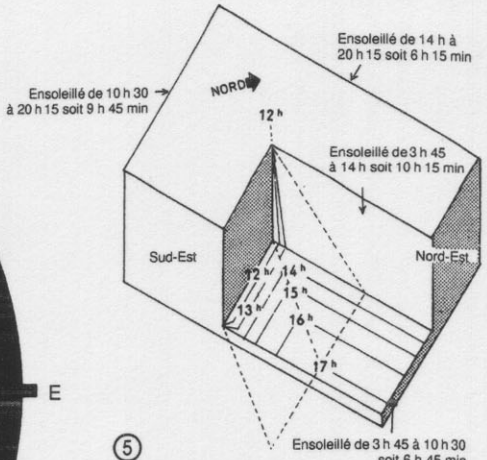
③



④

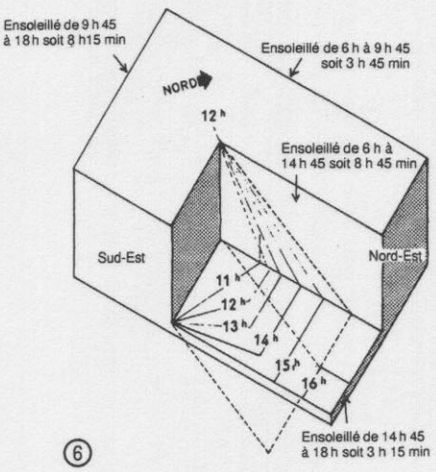


Pour déterminer l'ensoleillement ou les parties ombragées d'une construction à une époque déterminée de l'année et à une heure déterminée du jour (par exemple à l'équinoxe à 11 h) on porte sur le plan, à l'angle intéressé, l'angle azimutal. Il détermine en plan la limite de l'ombre sur laquelle on rabat la hauteur du Soleil (rayons lumineux réels). Le segment x obtenu, perpendiculaire sur l'ombre en plan, rappelé dans l'élévation, donne en liaison avec l'arête supérieure du bâtiment, la limite d'ombre sur la façade.



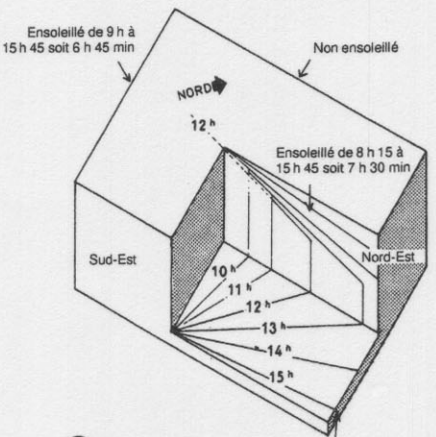
⑤

Solstice d'été.
Peu après 11 h, le côté Nord-Est se trouve à l'ombre ; peu après 13 h, le côté Sud-Est est également ombragé, pendant que les autres côtés sont, à ces heures, ensoleillés.



⑥

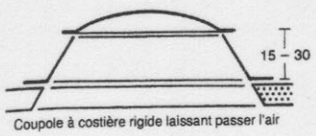
Équinoxes.
Le côté Nord-Est se trouve à l'ombre peu après 10 h, le côté Sud-Est peu avant 15 h.



⑦

Solstice d'hiver.
Le côté Nord-Est est ensoleillé à peine 1 heure, le côté Sud-Est se trouve à l'ombre peu après 15 h.

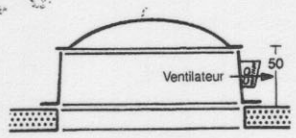
LANTERNEAUX



Coupole à costière rigide laissant passer l'air

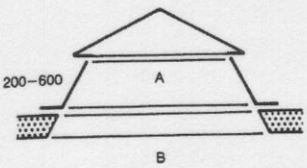
60 × 60	1,20 × 2,40	1,80 × 2,40
80 × 80	1,25 × 2,50	1,80 × 2,70
90 × 90	1,50 × 1,50	1,80 × 3,00
1,00 × 1,00	1,50 × 1,80	2,20 × 2,20
1,00 × 2,00	1,50 × 2,40	2,50 × 2,50
1,20 × 1,20	1,80 × 1,80	
1,20 × 1,80		
Coupoles rondes Ø 60, 90, 100, 120, 150, 180, 220, 250		

① Coupole à costière élevée.



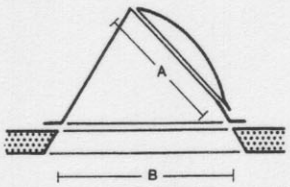
50 × 1,00	1,00 × 1,00	1,20 × 1,50
50 × 1,50	1,00 × 1,50	1,20 × 2,40
60 × 60	1,00 × 2,00	1,50 × 1,50
60 × 90	1,00 × 2,50	1,50 × 3,00
90 × 90	1,00 × 3,00	1,80 × 2,70

② Coupole à costière élevée.



A	B	A	B
40	60 × 60	1,60	1,80 × 1,80
70	90 × 90	1,70	2,00 × 2,00
80	1,00 × 1,00	2,20	2,00 × 2,20
1,00	1,20 × 1,20	2,30	2,50 × 2,50
1,30	1,50 × 1,50	2,40	2,70 × 2,70

③ Coupole pyramide.



A = Passage de la lumière	B = Ouverture dans la dalle
72 × 1,20 × 1,08	1,25 × 1,25
72 × 2,45 × 2,30	1,25 × 2,50
75 × 1,16 × 76	1,50 × 1,50

④ Coupole à redans orientée vers le Nord.

L'éclairage, l'aération et l'évacuation des fumées dans les pièces, les halls, les cages d'escalier, etc. peuvent être réalisés au moyen de coupoles, trappes d'évacuation, châssis de désenfumage ou d'aération fixes ou mobiles. On évite le rayonnement du soleil et l'éblouissement en orientant la coupole vers le nord (fig. 4). On réduit l'éblouissement lorsqu'on se trouve dans un cas où l'angle d'incidence des rayons du soleil est aigü grâce à des costières hautes (fig. 1). Les coupoles utilisées comme ouvertures d'aération doivent être placées à l'opposé de la direction des vents dominants afin d'utiliser l'appel d'air produit par le vent.

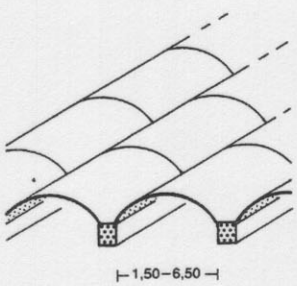
L'ouverture d'arrivée d'air doit être de 20 % plus petite que l'ouverture d'évacuation d'air. On obtient une plus forte aération en installant des ventilateurs dans la costière avec un débit d'air de 150 à 1 000 m³/h (fig. 2).

On place les coupoles à bords plats dans les endroits où il y a peu de risque de condensation.

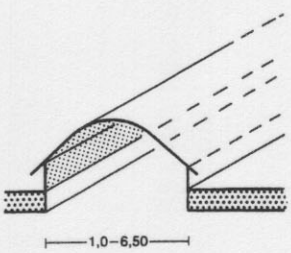
Il faut faire attention à l'aérodynamisme de la sortie d'air pour les dispositifs d'évacuation de fumées. Une rotation de 90° selon le cas du conduit d'évacuation permet de tenir compte de n'importe quelle variation de direction du vent. On utilise un dispositif « Lee-Luv » quand les deux aérateurs sont placés dans la direction ou contre la direction des vents dominants.

Des dispositifs d'évacuation de fumées sont exigés pour les cages d'escaliers qui dépassent quatre étages complets. La largeur des baies est variable et peut atteindre 5 m et même 7,50 m en fabrication spéciale sans dispositifs supplémentaires.

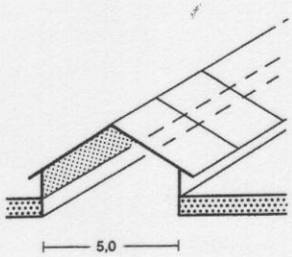
Les systèmes d'éclairage par lanterneaux assurent une lumière diffuse et anti-éblouissante (fig. 14). Les lanterneaux à redans avec une couche de fibre de verre garantissent tous les avantages techniques et climatiques d'un hall à redans (fig. 13). Une transformation des toits plats traditionnels en toits à redans est possible en ajoutant des lanterneaux (fig. 14).



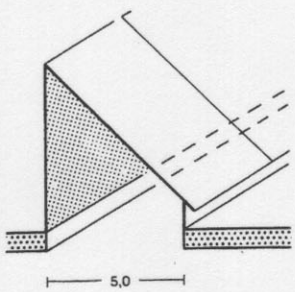
⑤ Lanterneaux en rangées.



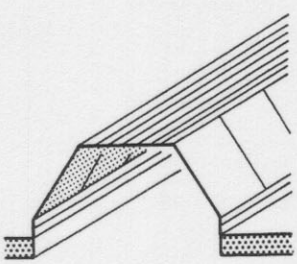
⑥ Lanterneau en chenille.



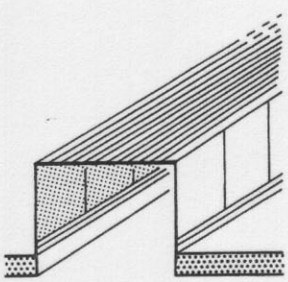
⑦ Coupole en batière.



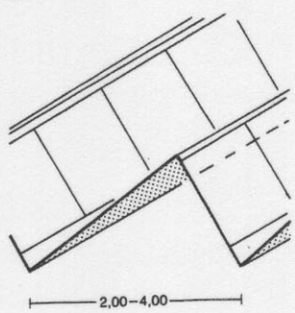
⑧ Coupole en appentis.



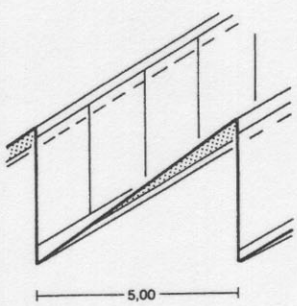
⑨ Lanterneaux à ouvertures inclinées.



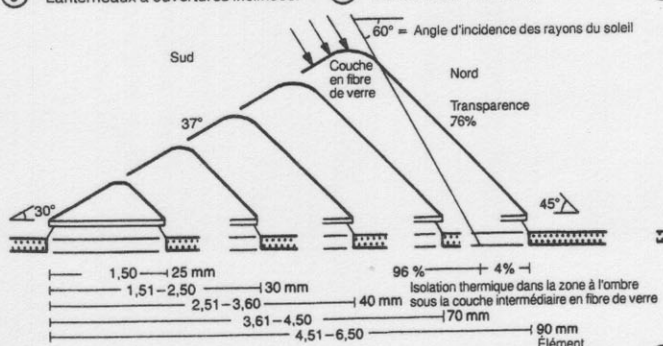
⑩ Lanterneaux verticaux.



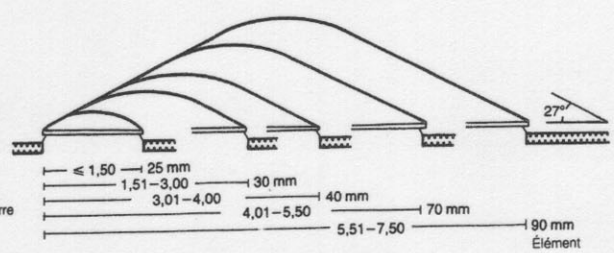
⑪ Sheds 60°, sheds inclinés.



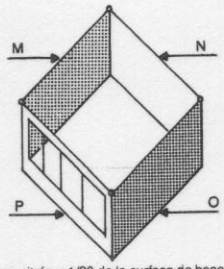
⑫ Sheds 90°, sheds verticaux.



⑬ Lanterneaux - sheds en plaques de polyester renforcé avec de la fibre de verre.

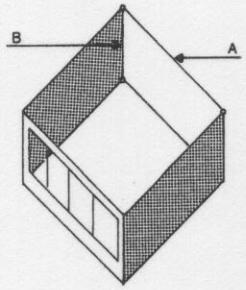


⑭ Éléments transparents à double paroi pour lanterneaux.

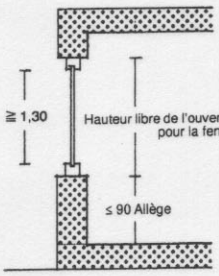


Surface vitrée = 1/20 de la surface de base.
Largeur des fenêtres : 1/10 (M + N + O + P)

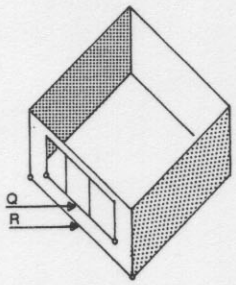
① Dimensions des fenêtres dans la construction industrielle.



② Dimensions des fenêtres ≥ 0,3 A x B.



③ Coupe sur la façade.



④ Larg. de l'ouverture vitrée Q ≥ 0,5 R.

Les fenêtres sont une nécessité incontournable pour travailler ou séjourner à l'intérieur avec suffisamment de lumière du jour. En conséquence, ces ouvertures finissent par devenir un élément créateur de styles de premier ordre, allant de la fenêtre en plein cintre romane à la fenêtre baroque richement ornementée et tout en mouvement. Dans les civilisations européennes du nord des Alpes, l'évolution des fenêtres a donné lieu à des formes tout à fait caractéristiques. Contrairement aux civilisations méditerranéennes favorisées par le climat, la vie quotidienne de l'autre côté des Alpes se déroulait à l'intérieur, où l'on dépendait de la lumière du jour. La lumière artificielle était chère et un bon éclairage des pièces pendant les heures sans soleil s'avérait exorbitant pour la majorité de la population.

Tout poste de travail nécessite une fenêtre assurant le contact avec l'extérieur.

La surface transparente d'une fenêtre doit atteindre au moins 1/20e de la surface de base d'un lieu de travail.

La largeur totale de l'ensemble des fenêtres doit être au moins égale à 1/10e de la somme des largeur des murs (M + N + O + P) (fig. 1).

Pour des lieux de travail dépassant une hauteur de 3,50 m, la surface transparente des fenêtres doit atteindre au moins 30% de la surface des murs extérieurs : ≥ 0,3 A x B (fig. 2).

Pour des pièces avec des dimensions correspondant à des pièces d'habitation, on demande :

Hauteur minimale de la surface 1,3 m (fig. 3).

Hauteur d'allège ≤ 0,9 m.

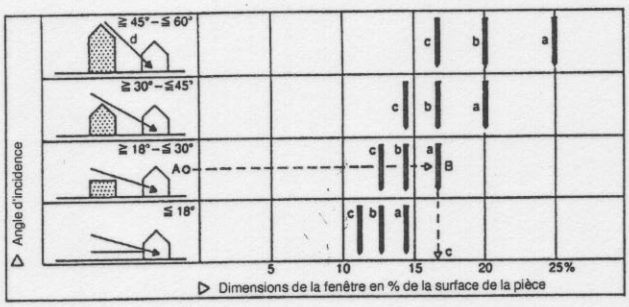
La hauteur totale de toutes les fenêtres doit équivaloir à 50% de la largeur du lieu de travail Q = 0,5 R (fig. 4).

a) Dimensions nécessaires des fenêtres d'une pièce habitable en fonction de la surface de base : la surface des fenêtres, en m², doit équivaloir à 14% de la surface de base de la pièce habitable. Pour une pièce de séjour de 20 m², la surface de la fenêtre doit être de l'ordre de 20 m² x 0,14 = 2,8 m².

b) Dimensions nécessaires pour fenêtres de cuisine.

c) Dimensions nécessaires des autres pièces.

d) Angle d'incidence de la lumière. Plus l'angle d'incidence est important, plus les fenêtres doivent être grandes. Raison : Plus les constructions avoisinantes sont proches et plus elles sont hautes, plus l'angle d'incidence augmente et plus la quantité de lumière pénétrant dans la maison diminue. Une surface vitrée plus importante peut compenser un éclairement faible. Pour cette raison, les directives hollandaises déterminent les dimensions des fenêtres en fonction de l'angle d'incidence de la lumière.



⑤ Dimensions des fenêtres dans les maisons d'habitation.

Exemple (fig. 5).

A Appartement, angle d'incidence de la lumière 18° - 30°.

B Dimensions nécessaires des fenêtres du séjour.

C 17% de la surface de base sont suffisants pour les dimensions des fenêtres. La pente du toit est connue. Un lanterneau de pente 0° ne nécessite que 20% de la surface d'une fenêtre verticale pour un éclairement identique de la pièce - mais il manque la vue. Les fenêtres sont le point névralgique de l'isolation thermique. Pour cette raison il est avantageux d'obtenir l'éclairage d'une pièce avec la plus petite surface vitrée possible, à condition de négliger l'apport calorifique par le soleil.

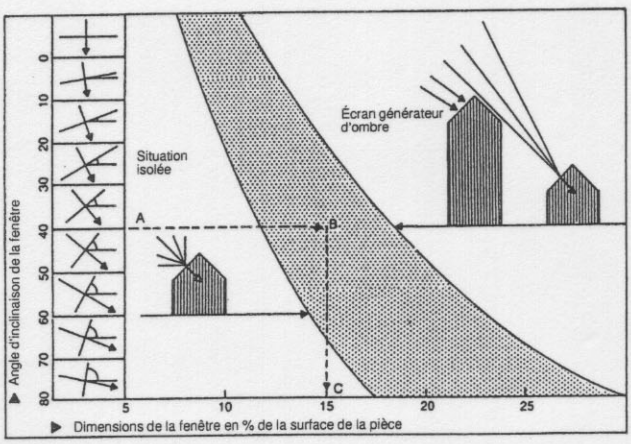
Outre les dimensions des fenêtres et l'inclinaison de la surface vitrée, l'emplacement de la maison joue un rôle important. A dimensions de fenêtres identiques, une maison isolée laissera pénétrer plus de lumière qu'une maison en centre ville.

Exemple (fig. 6 et 7).

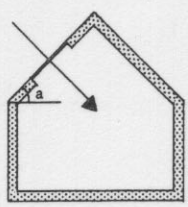
A Inclinaison d'une fenêtre de toit de 40°.

B La maison n'est pas isolée mais pas très ombragée non plus.

C Il suffit d'une fenêtre de 10% de la surface de la pièce.

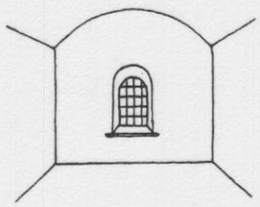


⑥ Dimensions des fenêtres.

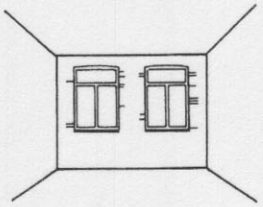


⑦ Fenêtre de toit.

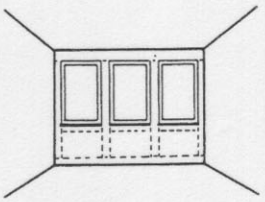
LARGEUR



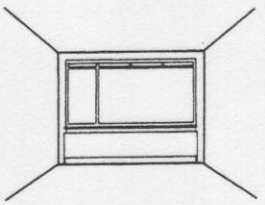
① Dans une maçonnerie en moellons.



② Dans une maçonnerie de briques.

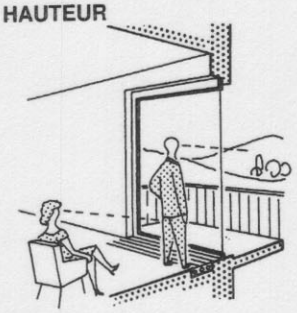


③ Dans une construction en pans de bois.

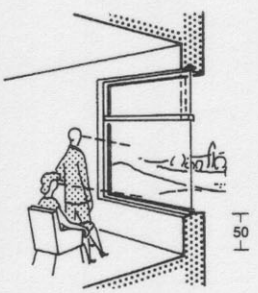


④ Dans une construction à ossature métallique ou en béton armé.

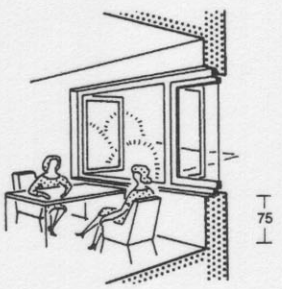
HAUTEUR



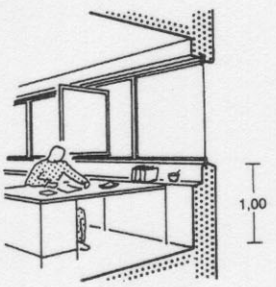
⑤ Site avec belle vue et avancée de balcon.



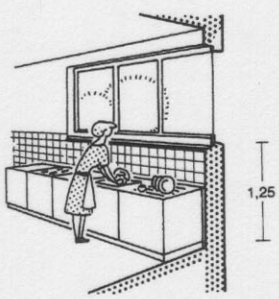
⑥ Pièce avec belle vue.



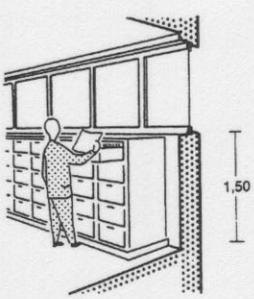
⑦ Hauteur normale (hauteur de table).



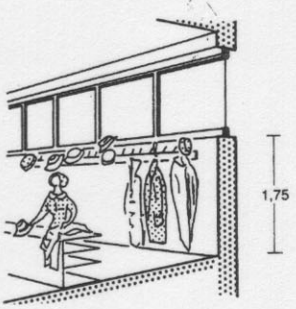
⑧ Bureau.



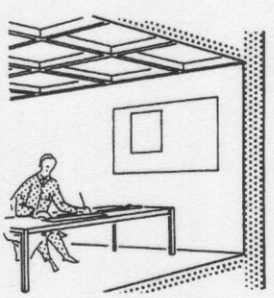
⑨ Cuisine.



⑩ Bureau (avec archives).

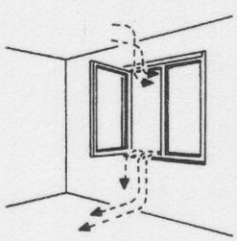


⑪ Vestiaire.

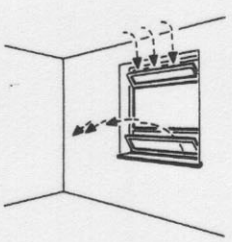


⑫ Éclairage par le haut (par ex. salle de dessin).

AÉRATION

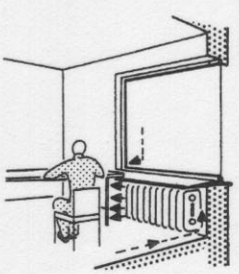


⑬ L'air frais pénètre dans la pièce, l'air chaud s'échappe : courant d'air.

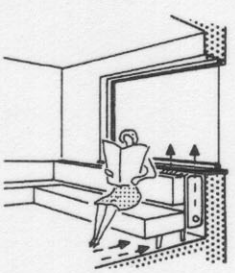


⑭ Des châssis à soufflet règlent mieux la ventilation.

CHAUFFAGE

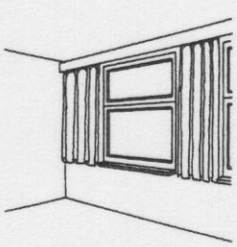


⑮ La personne assise reçoit air froid et chaud (malsain).

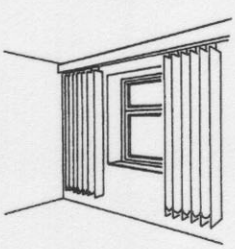


⑯ Les radiateurs incorporés (convecteurs) exigent arrivée et évac. de l'air.

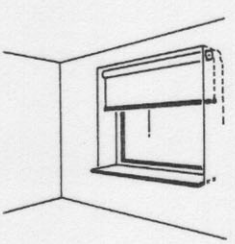
PROTECTION CONTRE LES REGARDS



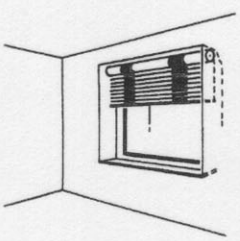
⑰ Prévoir suffisamment de place dans les angles pour les rideaux.



⑱ Rideaux à lames verticales.

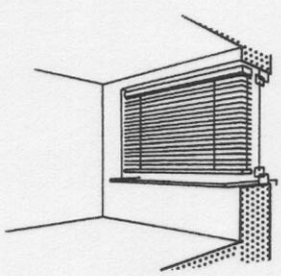


⑲ Store à enroulement automatique, en tissu ou matière plastique.

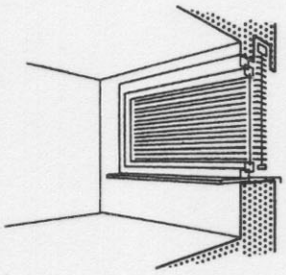


⑳ Store à lamelles.

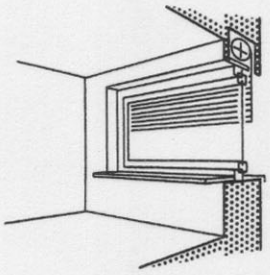
La protection contre le soleil consiste à éviter l'éblouissement et réduire le rayonnement calorifique. Alors que sous les latitudes Sud, l'ouverture minimale des fenêtres permet toujours une entrée suffisante de lumière, dans des pays de latitude moyenne, de grandes ouvertures de fenêtres avec arrivée de lumière diffuse sont préférables (fig. 1). A la latitude 50°, les fenêtres situées au Sud sont totalement protégées contre le soleil par une saillie formant un angle de 30° (fig. 9 et 10) et des jalousies (fig. 13) en lamelles plates (bois, aluminium, matière synthétique) dont l'écartement est un peu inférieur à la largeur des lamelles (fig. 13). Régler les volets roulants et stores selon les besoins. Les brise-soleil (fig. 15) fixes ou orientables conviennent également pour de grandes surfaces vitrées ou des surfaces inclinées. La chaleur montant le long de la façade doit pouvoir s'échapper par des fentes, sans s'accumuler dans le dispositif de protection et rentrer ainsi par l'ouverture des fenêtres. D'après Houghten, les jalousies en bois laissent passer 22% de la chaleur solaire, les stores 28%, les volets roulants intérieurs 45% et les fenêtres non protégées 100%.



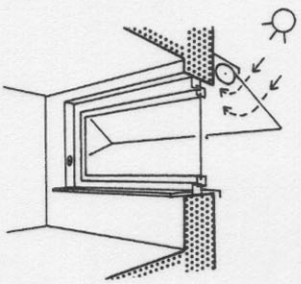
① Store vénitien intérieur.



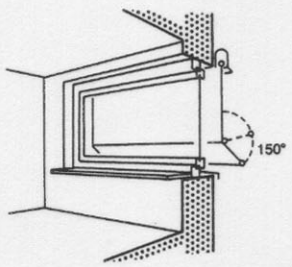
② Store vénitien extérieur.



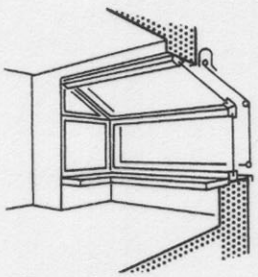
③ Volet roulant.



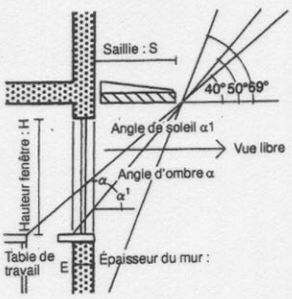
④ Les stores à projection arrêtent les rayons de soleil et protègent de la chaleur.



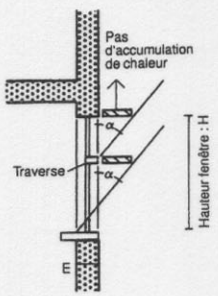
⑤ Store à projection partielle.



⑥ Store incliné / vertical.



⑦ Disposition d'un écran pare-soleil simple.

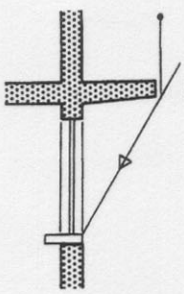


⑧ Écran pare-soleil double.

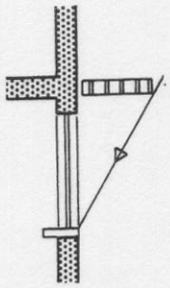
Angle de soleil α1 et angle d'ombre α pour un mur au sud sous la latitude 50° nord (fig. 7 et 8).

Le 21 juin (solstice d'été) à midi α1 = 63°, α = 27°.
Les 1er mai et 31 juillet à midi, α1 = 50°, α = 40°.
Les 21 mars et 21 septembre (équinoxes) à midi α1 = 40°, α = 50°.

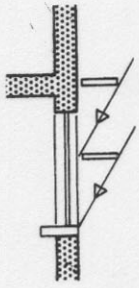
Formule générale, S = H x tan α;
prévoir au moins, S = (H x tan α) – E
où S = saillie, H = hauteur de la fenêtre, α = angle d'ombre et E = épaisseur du mur.



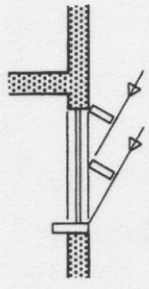
⑨ Balcon ou saillie.



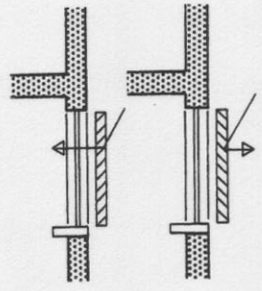
⑩ Écran en bois, aluminium ou acier.



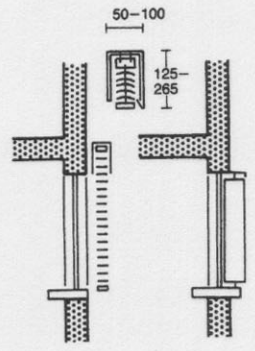
⑪ Écran double.



⑫ Écran double incliné.



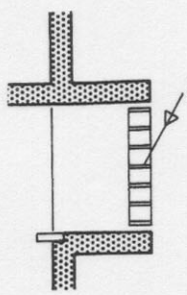
⑬ Jalousies : à gauche lumière diffuse, à droite ombre.



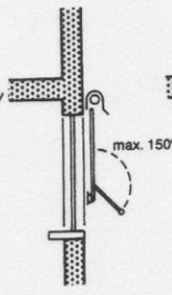
⑭ Store à lamelles.



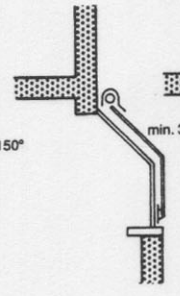
⑮ Brise-soleil à lames orientables.



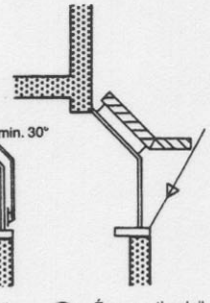
⑯ Écran anti-soleil.



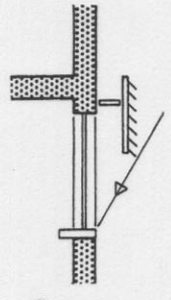
⑰ Store à projection partielle.



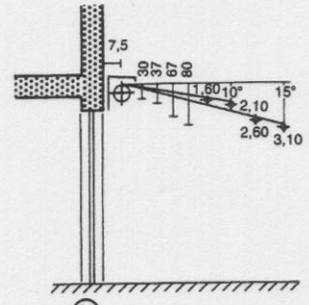
⑱ Store incliné/vertical.



⑲ Écran anti-soleil saillant.

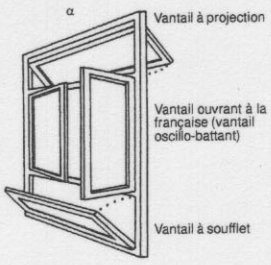


⑳ Écran saillant.

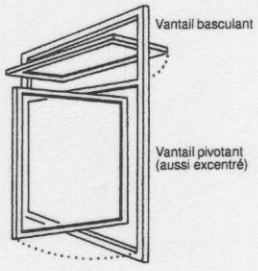


㉑ Store à bras articulés.

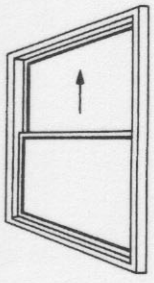
TYPES D'OUVERTURES



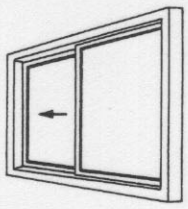
① Vantaux (vers l'extérieur et l'intérieur).



② Vantaux pivotant et basculant.

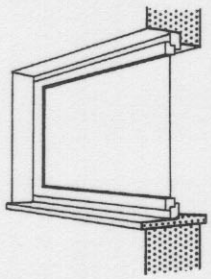


③ Fenêtre à guillotine.

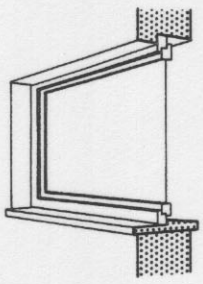


④ Fenêtre coulissante.

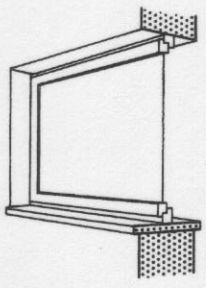
FORMES DE TABLEAUX



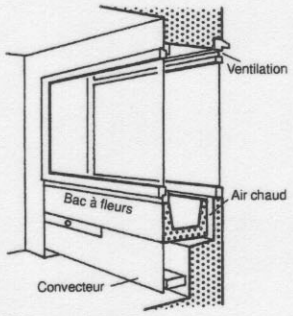
⑤ Feuillure intérieure avec fenêtre à dormant.



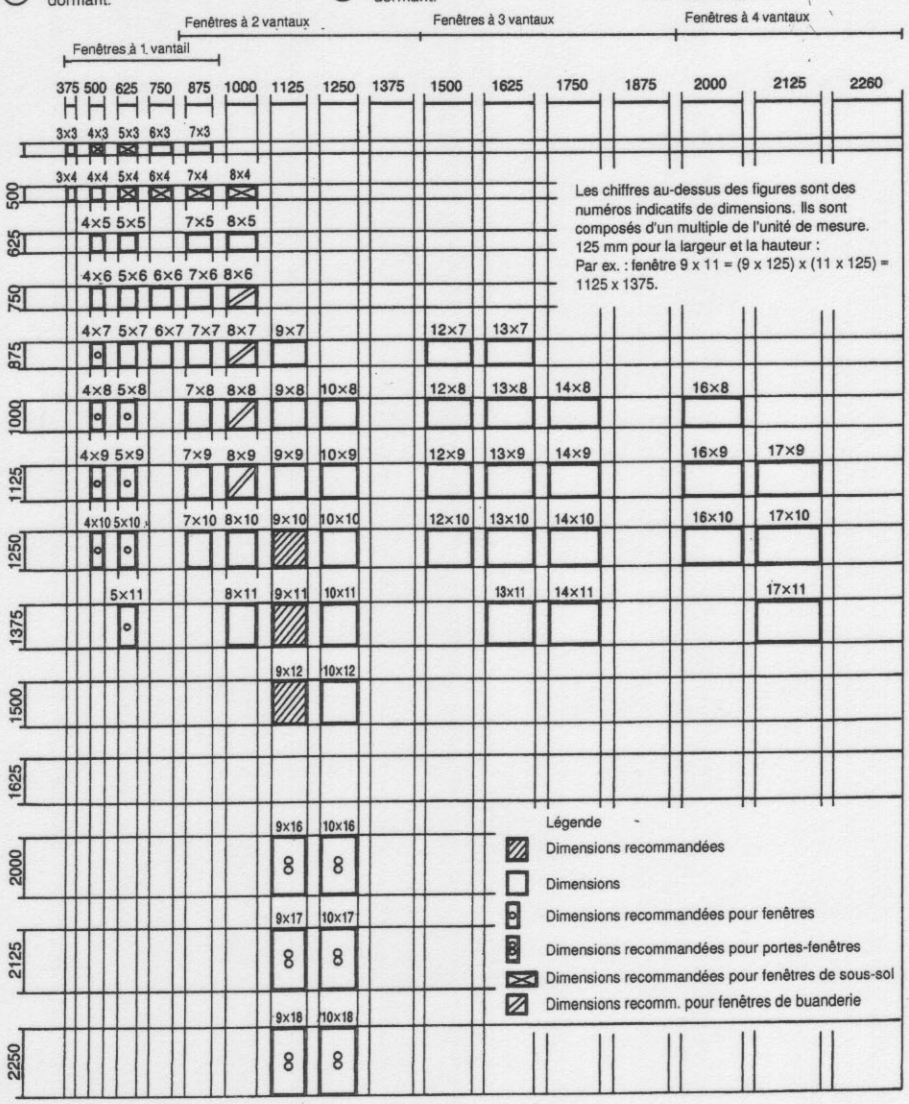
⑥ Feuillure extérieure avec fenêtre à dormant.



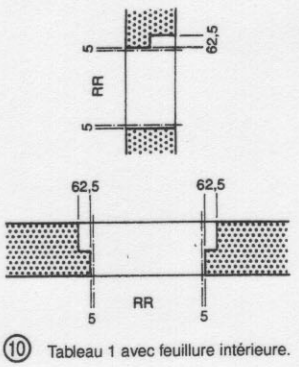
⑦ Tableau sans feuillure, avec fenêtre à huisserie.



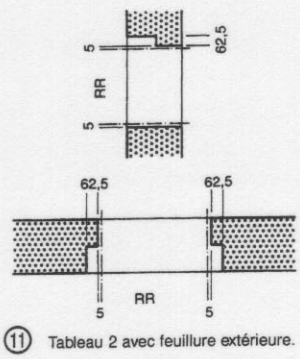
⑧ Fenêtre fleurie.



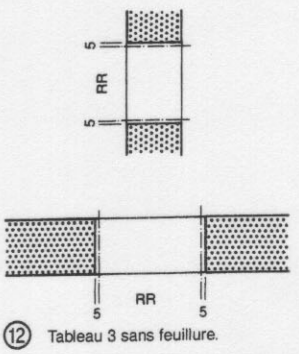
⑨ Dimensions usuelles en tableau des fenêtres (maçonnerie brute).



⑩ Tableau 1 avec feuillure intérieure.



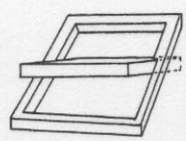
⑪ Tableau 2 avec feuillure extérieure.



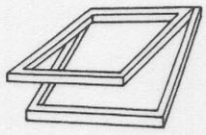
⑫ Tableau 3 sans feuillure.

FENÊTRES DE TOIT POUR COMBLE HABITABLE

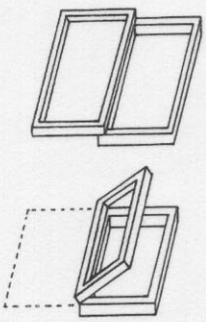
Le facteur déterminant pour le dimensionnement des fenêtres est le bien-être requis dans le local concerné. Le règlement sur les constructions préconise pour les pièces d'habitation une surface vitrée de 1/8e de la surface au sol (fig. 11).
De grandes fenêtres avec une grande surface lumineuse rendent une pièce confortable. La largeur des fenêtres des pièces secondaires se détermine en fonction de l'écartement des chevrons.
Le montage de chevrons de remplissage et de chevrons de renforcement, dans les pièces d'habitation, permet d'obtenir des fenêtres généreuses et larges. Des toits à pente prononcée demandent des fenêtres plus courtes, à pente faible des fenêtres plus longues. Les fenêtres de toiture peuvent être combinées avec un bâti de toiture, (fig. 12) et peuvent être juxtaposées ou superposées (fig. 12 et 13).



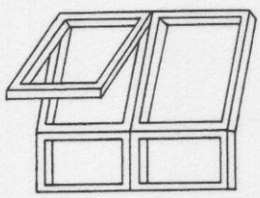
① Fenêtre basculante (à rotation).



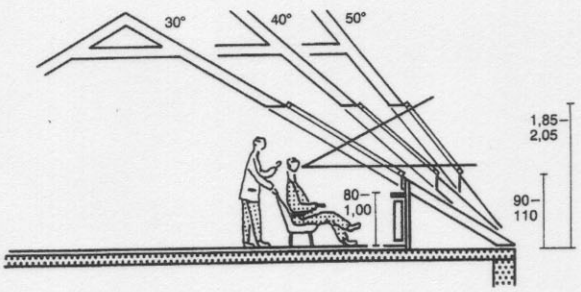
② Fenêtre à projection, fenêtre coulissante à projection.



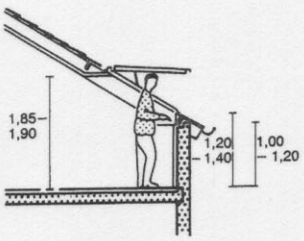
③ Fenêtre coulissante et battante.



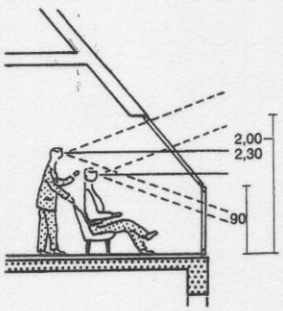
④ Fenêtre à projection avec élément vertical.



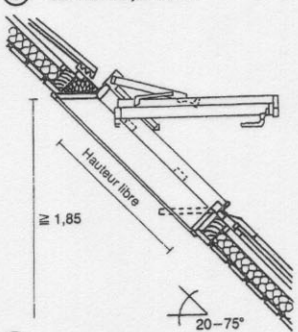
⑤ Disposition d'une fenêtre de toit.



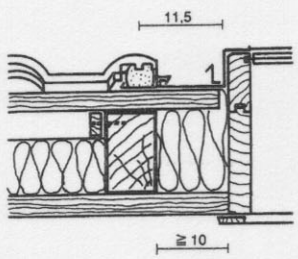
⑥ Sur mur de jambette.



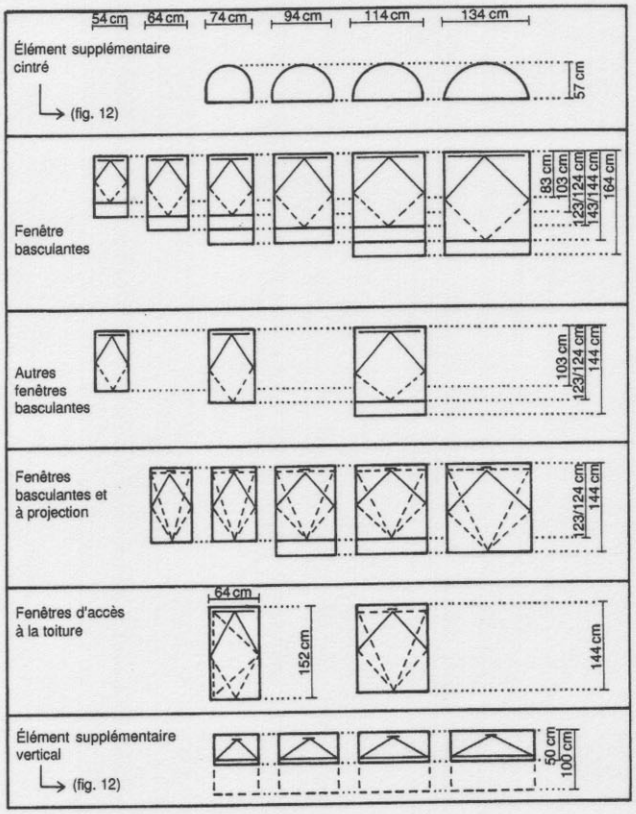
⑦ Avec une fenêtre verticale supplémentaire.



⑧ Variante, coupe verticale.



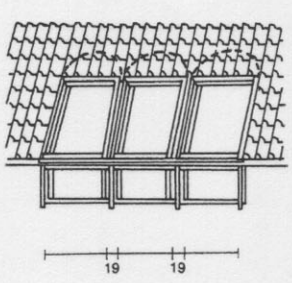
⑨ Coupe horizontale.



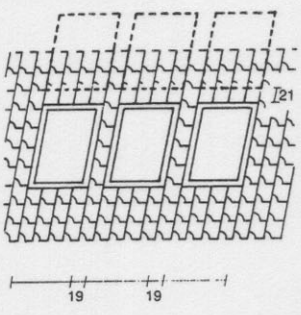
⑩ Dimensions de fenêtres.

Dim. des fenêtres	54/83	54/103	64/103	74/103	74/123	74/144	114/123	114/144	134/144
Surface d'éclairement en m²	0,21	0,28	0,36	0,44	0,55	0,66	0,93	1,12	1,36
Dimensions des pièces en m²	2	2–3	3–4	4–5	6–7	9	11	13 m²	

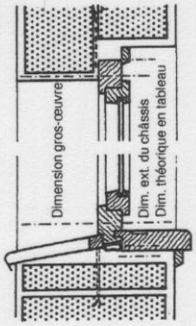
⑪ Dimensions des fenêtres en fonction de la surface des pièces.

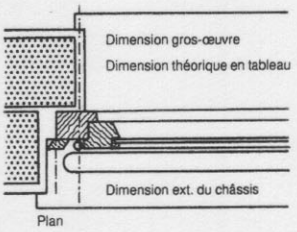


⑫ Fenêtres juxtaposées avec fenêtre verticale supplémentaire (fig. 10).

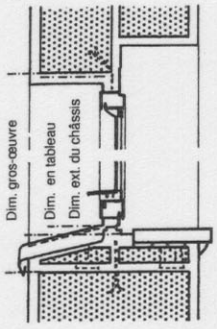


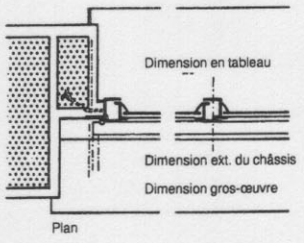
⑬ Fenêtres les unes à côté des autres ou les unes au-dessus des autres.



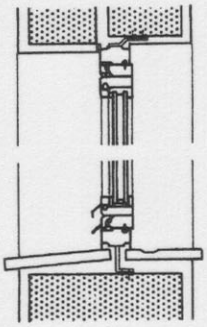


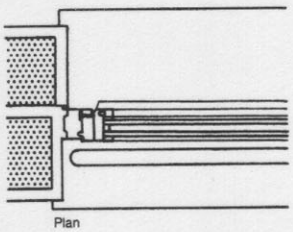
① Fenêtre en bois.



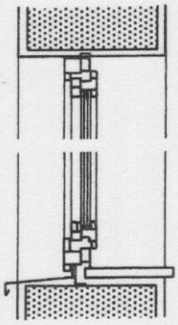


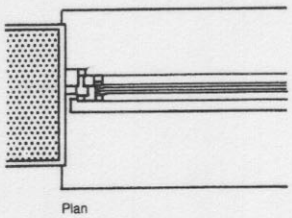
② Fenêtre en acier.



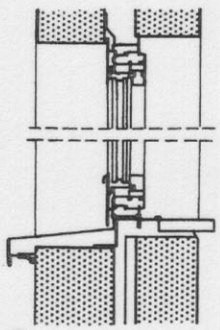


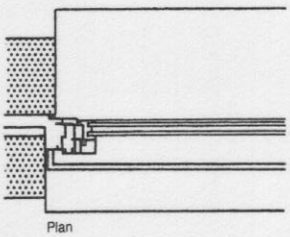
③ Fenêtre en profilés d'acier.





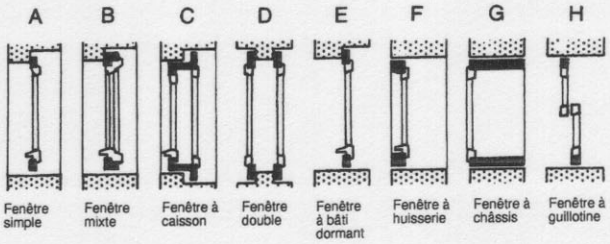
④ Fenêtre en PVC.





⑤ Fenêtre en aluminium.

La réglementation normalise les profilés en bois pour fenêtres à 1 ou 2 ouvrants, à la française, oscillo-battants et à soufflet. Classification selon le type de vantail (A - D) et le type de bâti (E - H). Il existe une multitude de formes de fenêtres, étant donné les fortes exigences actuelles, essentiellement destinées à la protection contre la chaleur et le bruit (fig. 1 à 5). Le vitrage en contact avec l'extérieur et les portes-fenêtres des pièces chauffées doit comporter verre isolant ou double vitrage.
Ne pas dépasser pour les fenêtres un coefficient de transmission thermique de 3,1 W/m²K.



⑥ Formes de fenêtres.

	Description du vitrage	Vitrage[1] K_V W / (m².K)	Fenêtres et portes-fenêtres huisserie comprise K_F pour catégorie de matériau [2] W / (m².K)				
			1	2,1	2,2	2,3	3
Utilisation de verre normal							
1	Vitrage simple	5,8			5,2		
2	Vitrage isolant de >6 à <8 mm	3,4	2,9	3,2	3,3	3,6	4,1
3	Vitrage isolant de >8 à <10 mm	3,2	2,8	3,0	3,2	3,4	4,0
4	Vitrage isolant de >10 à <16 mm	3,0	2,6	2,9	3,1	3,3	3,8
5	Vitrage isolant deux fois de >6 à <8 mm	2,4	2,2	2,5	2,6	2,8	3,4
6	Vitrage isolant deux fois de >8 à <10 mm	2,2	2,1	2,3	2,5	2,7	3,3
7	Vitrage isolant deux fois de >10 à <16 mm	2,1	2,0	2,3	2,4	2,7	3,2
8	Double vitrage, écartement des vitrages 20 à 100 mm.	2,8	2,6	2,7	2,9	3,2	3,7
9	Double vitrage en verre simple et verre isolant (lame d'air de 10 à 16 mm), écartement des vitrages 20 à 100 mm.	2,0	1,9	2,2	2,4	2,6	3,1
10	Double vitrage avec deux verres isolants (lame d'air de 10 à 15 mm), écartement des vitrages de 20 à 100 mm.	1,4	1,5	1,8	1,9	2,2	2,7
11	Mur en briques de verre avec briques de verre creuses.						3,5

[1] pour les fenêtres dont la part du châssis ne dépasse pas 5 % (vitrines de magasins), on peut remplacer le coefficient de transmission thermique de la fenêtre K_F par celui du vitrage K_V.

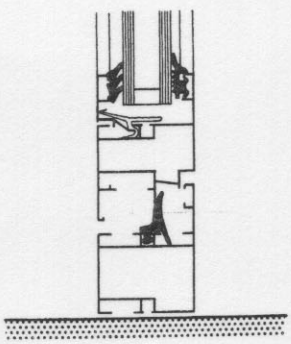
[2] La classification des bâtis selon la consistance du bâti se fait comme suit :

catégorie 1: fenêtres avec bâti en bois, matière plastique (cf. remarques) et bâtis mixtes (par exemple bâtis en bois avec revêtement en aluminium) sans justificatif particulier ou si le coefficient de transmission thermique du bâti K_F < 2,0 W / (m² x K) est prouvé par certificat.
Remarques : on ne classe les profilés pour fenêtres en matière plastique que quand c'est la matière plastique qui détermine les profilés et quand les éléments métalliques éventuellement utilisés ne servent qu'à rigidifier la fenêtre.

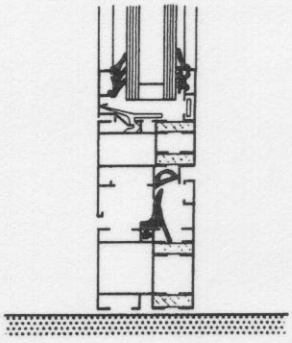
catégorie 2.1 : Fenêtre avec bâti en profilés de métal ou de béton, coefficient de transmission thermique du bâti K_R < 2,8 W / (m² x K) prouvé par certificat.

catégorie 2.2 : Fenêtre avec bâti en profilés de métal ou de béton, coefficient de transmission thermique du bâti 3,6 > K_R > 2,8 W / (m² x K) prouvé par certificat.

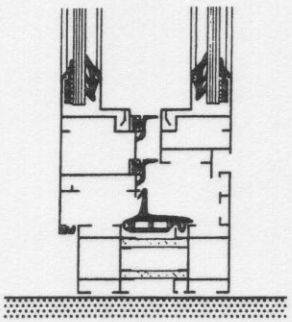
⑦ Coefficient de transmission thermique pour vitrage (K_V), et pour fenêtres et portes-fenêtres huisserie comprise (K_F).



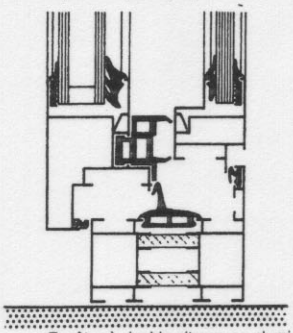
① Fenêtre en aluminium avec vantail à surface affleurée.



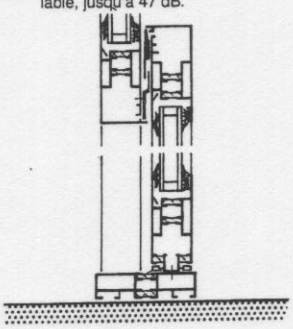
② Fenêtre en aluminium en profilés à rupture de joints jusqu'à 37 dB.



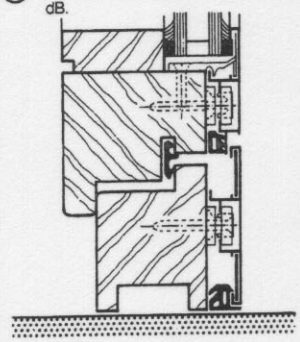
③ Fenêtre en aluminium universelle, protection contre le soleil intercalable, jusqu'à 47 dB.



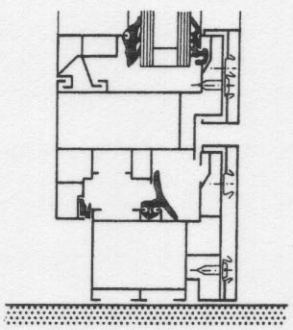
④ Fenêtre à double vitrage en aluminium, isolation acoustique jusqu'à 47 dB.



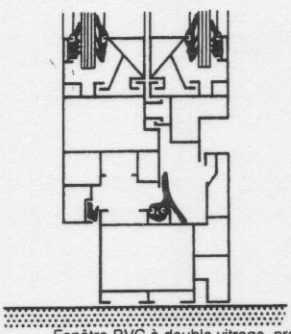
⑤ Fenêtre à guillotine en aluminium, isolation acoustique jusqu'à 35 dB.



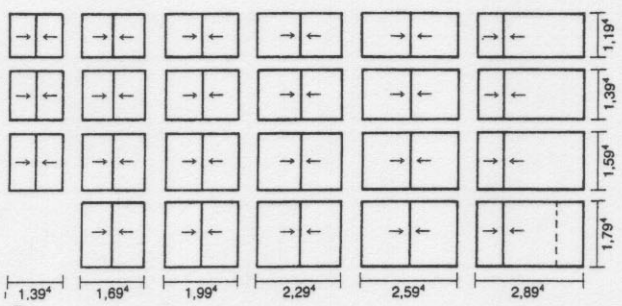
⑥ Fenêtre mixte bois- aluminium, jusqu'à 40 dB.



⑦ Fenêtre PVC avec habillage en aluminium, jusqu'à 42 dB.



⑧ Fenêtre PVC à double vitrage, protection contre le soleil intercalable, jusqu'à 45 dB.



⑨ Dimensions extérieures du dormant pour fenêtres coulissantes.

Le choix des fenêtres, des matériaux utilisés et de leur aspect de surface se fait en fonction de souhaits techniques et formels. Critères principaux : taille, format, division, type d'ouverture, matériau du bâti et aspect de surface. Pour l'étanchéité à la pluie sur une période assez longue, les facteurs déterminants sont la forme de la feuillure ainsi que l'emplacement et la disposition de l'étanchéité. Les éléments à poser tels que les caissons de volets roulants, allège et ventilations doivent satisfaire à la protection contre le bruit (fig. 10 à 12). Exigences techniques : étanchéité à la pluie battante, perméabilité des joints, ventilation, protection contre la chaleur, le bruit et le feu, sécurité en général, vitrage anti-effraction.

Type de route	Distance entre la fenêtre et le milieu de la route	Densité de la circulation le jour, dans les 2 sens, voitures / heure	Niveau sonore
Rue / mais.		<10	0
Rue avec maisons (2 voies)	<35	10 à 50	0
	26 à 35		I
	11 à 25		II
	≤ 10		III
Rue princ. av. maisons (2 voies)	>100	50 à 200	0
	36 à 100		I
	26 à 35		II
	11 à 25		III
	≤ 10		IV
Route en agglom.[1] (2 voies)	101 à 300		I
	101 à 300		II
	36 à 100		III
Rue princ. av. maisons (2 voies)	11 à 35	200 à 1000	IV
	≤ 10		
Artère princ. en ville	101 à 300		III
	36 à 100	1000 à 3000	IV
Zone indust.	>35		V
Artère principale de 4 à 6 voies	101 à 300		IV
Bretelle d'autoroute et autoroute	≤ 100	3000 à 5000	V

[1] en dehors d'une agglomération et pour les rues dans des zones industrielles et commerciales s'applique la catégorie immédiatement supérieure

⑩ Quelle est l'intensité du bruit ?

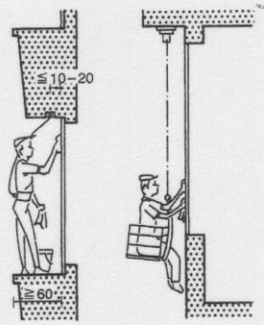
Niveau sonore applicable	Niveau sonore extérieur moyen (en dB)	Niveau nécessaire d'isolation acoustique des fenêtres R_w (en dB) pour pièces de vie dans des logements [2]
0	≤ 50	25 (30)
1	51 à 55	25 (30)
II	56 à 60	30 (35)
III	61 à 65	35 (40)
IV	66 à 70	40 (45)
V	> 70	45 (50)

[2] les valeurs entre parenthèses s'appliquent aux murs extérieurs et également aux fenêtres constituant plus de 60% de la surface des murs extérieurs.

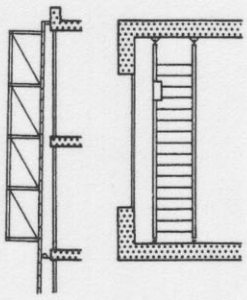
⑪ Choix d'une bonne isolation acoustique.

Classe d'insonorisation	Affaiblissement phonique dB	Indications générales pour les caractéristiques de construction de fenêtres et de dispositifs d'aération
6	50	Fenêtre avec précadre, étanchéité spéciale ; très grande distance entre les vitres, vitrage en verre épais.
5	45–49	Fenêtres avec isolation spéciale, grande distance entre les vitres, vitrage en verre épais ; fenêtre à vitrage double avec châssis de battant indépendant, isolation spéciale, distance entre les vitres > 100 mm, vitrage en verre épais.
4	40–44	Fenêtre avec étanchéité supplémentaire, verre de 2,8 mm ; fenêtre à double vitrage avec bâtis séparés, étanchéité spéciale, distance entre les vitres > 60 mm, vitrage en verre épais.
3	35–39	Fenêtre sans étanchéité supplémentaire, verre de 2,8 mm ; fenêtre à double vitrage avec étanchéité supplémentaire, distance normale entre les vitres, vitrage en verre épais ; vitrage isolant en plusieurs couches épaisses ; verre de 12 mm, solidement incorporé ou dans des fenêtres étanches.
2	30–34	Fenêtre à double vitrage en verre de 2,8 mm avec étanchéité suppl. ; vitrage isolant épais ou verre de 6 mm solidement incorporé ou dans des fenêtres étanches.
1	25–29	Fenêtres à double vitrage en verre de 2,8 mm et sans isolation supplémentaire ; fenêtre à vitrage isolant de faible épaisseur sans isolation supplémentaire.
0	20–24	Fenêtres non étanches avec vitrage ordinaire ou vitrage isolant.

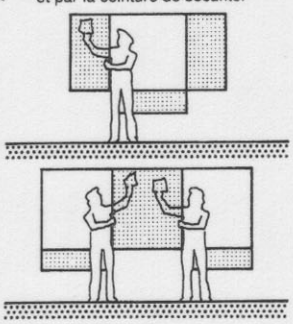
⑫ Catégories d'isolation acoustique pour fenêtres.



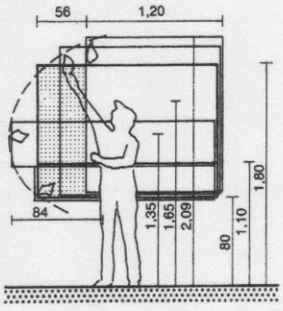
① Sécurité garantie par l'utilisation de l'appareil de sécurité à enroulement et par la ceinture de sécurité.



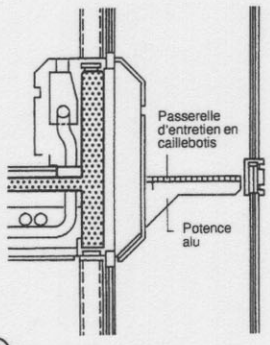
② Échelle de sécurité parallèle, utilisation possible : 3-4 étages.



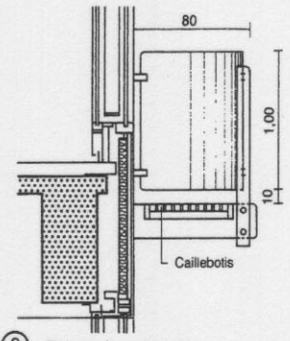
③ Nettoyage de fenêtres contigües.



④ Surface hachurée : surface accessible pour le nettoyage.



⑤ Passerelle d'entretien.



⑥ Balcon de nettoyage.

Nacelles de façades et dispositifs pour descendre le long des façades.

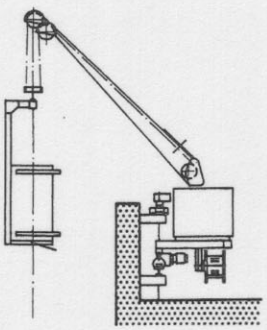
Pour la protection contre les chutes, on utilise des ceintures de sécurité avec lanières de retenue, cordes de sécurité ou des appareillages assurant la sécurité (fig. 1). Les nacelles de façade et dispositifs pour descendre le long des façades sont utilisés pour nettoyer les fenêtres (ainsi possibilité de pose des vitrages fixes) et les façades (fig. 8 à 11), pour les travaux d'entretien et de réparation (évite de monter un échafaudage). Montés suffisamment tôt, ils peuvent déjà servir lors des travaux de construction (pose de stores et de fenêtres, etc.). Quelques modifications légères de la construction permettent de s'en servir comme dispositif de secours en cas d'incendie. Il existe plusieurs types : échelle suspendue avec roulettes sur rail, dispositif avec nacelle sur rail ou non, attaché par aiguilles et crochets sur le plancher du toit ou à la balustrade.

Le dispositif pour descendre le long d'une façade sous forme d'échelle suspendue en métal léger (fig. 2) est composé d'une échelle suspendue avec roulettes et d'un système de rails. Largeur de l'échelle 724 ou 840 mm, longueur totale maximale 25 m, selon la forme du bâtiment. Charge maximale 200 kg (2 hommes et matériel). Les passerelles d'entretien (fig. 5) et les balcons de nettoyage (fig. 6) sont des variantes.

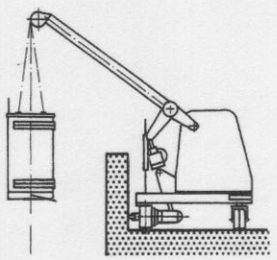
Type de bâtiment	Fenêtre extérieure	Fenêtre de toiture
Bureau	Tous les 3 mois*	Tous les 12 Mois
Bureaux publics	Toutes les 2 sem.	3 Mois
Magasins	Extérieur chaque sem.	6 Mois
	Intérieur 1 sem./2	
Magasins (dans rues principales)	Extérieur tous les jours	3 Mois
	Intérieur tous les jours	
Hôpitaux	3 mois	6 Mois
Écoles	3 - 4 mois	12 Mois
Hôtels (first class)	2 semaines	3 Mois
Fabriques (travail de précision)	4 semaines	3 Mois
Fabriques (travail lourd)	2 mois	6 Mois
Maison particulière	4 - 6 semaines	-

* Les fenêtres au rez-de-chaussée sont à nettoyer plus souvent

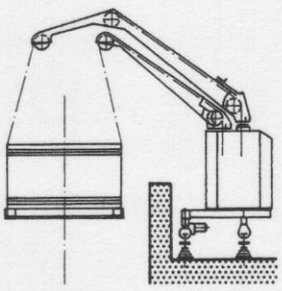
⑦ Fréquence du nettoyage des fenêtres.



⑧ Nacelle de façade pour une personne.

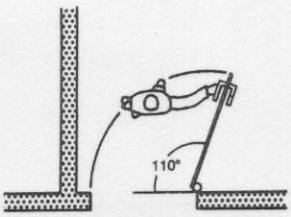


⑨ Disposition de la flèche en parallélogramme.

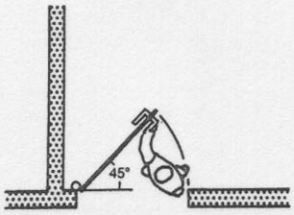


⑩ Avec 2 flèches réglables séparément.

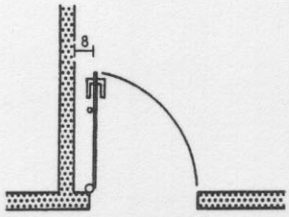
⑪ Plates-formes de travail.



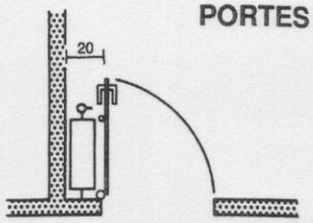
① Sens d'ouverture défavorable, en général.



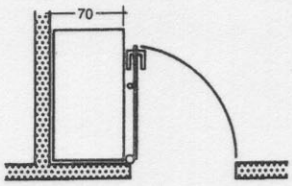
② Sens d'ouverture favorable, en général.



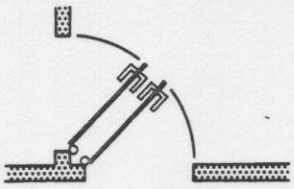
③ Distance minimale de la cloison.



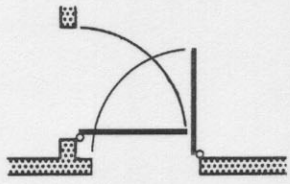
④ Avec radiateur.



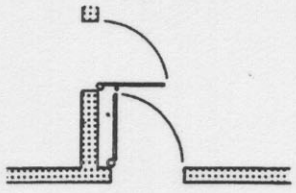
⑤ Avec armoire (disposition avantageuse).



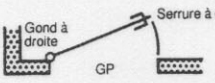
⑥ Disposition de deux portes situées dans un angle et s'ouvrant dans la même pièce.



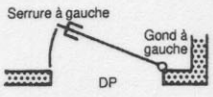
⑦ Deux portes, faux.



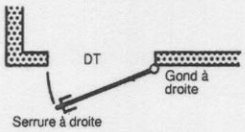
⑧ Deux portes, correct.



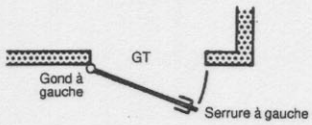
⑨ à gauche en poussant.



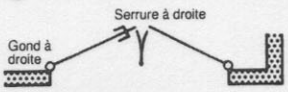
⑩ à droite en poussant.



⑪ à droite en tirant.



⑫ à gauche en tirant.



⑬ Porte à deux vantaux à serrure à droite.



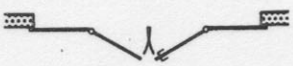
⑭ Porte va-et-vient à un ou deux vantaux, éventuellement service à droite.



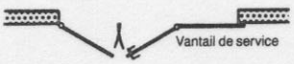
⑮ Porte tiercée à un vantail, axe excentré.



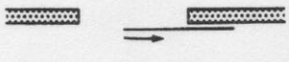
⑯ Axe au milieu, pour service à droite.



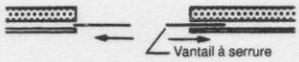
⑰ Porte à quatre vantaux.



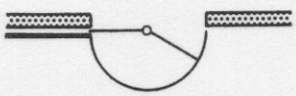
⑱ Porte à trois vantaux.



⑲ Porte coulissante, devant la paroi.



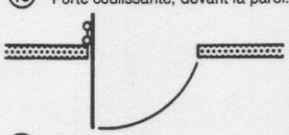
⑳ Porte coulissante à deux vantaux rentrant dans la paroi.



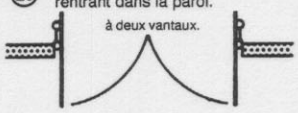
㉑ Porte coulissante avec un vantail battant.



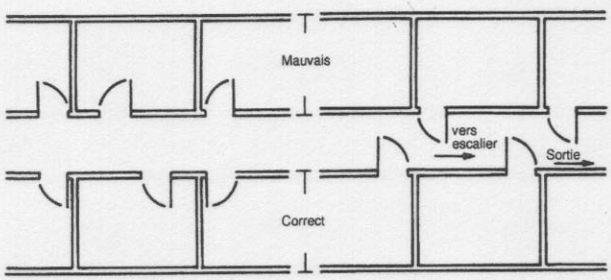
㉒ Porte coulissante à quatre vantaux avec deux vantaux battants.



㉓ Porte balancée américaine.

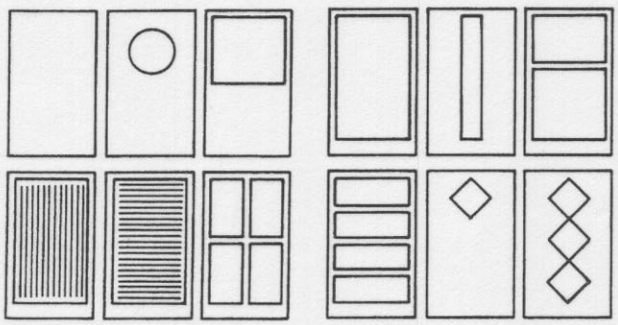


㉔ Porte balancée américaine.



㉕ Ouverture des portes dans les pièces.

㉖ Ouverture des portes dans le couloir.



㉗ Formes de portes.

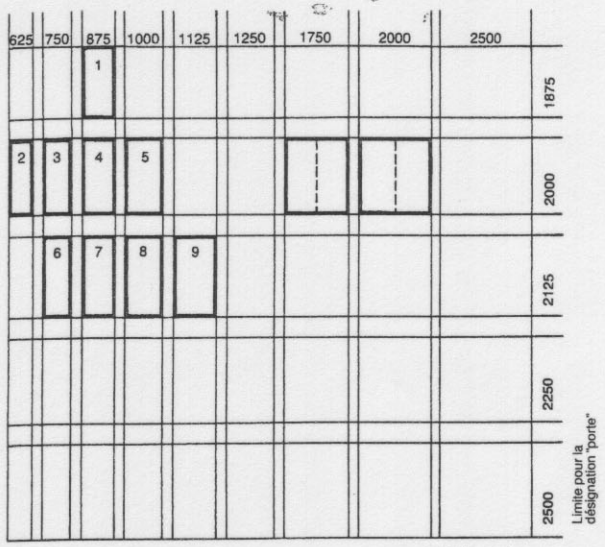
Il est important de bien disposer les portes à l'intérieur d'un bâtiment, car des portes mal disposées ou inutiles nuisent à la bonne utilisation de l'espace ou provoquent une perte de surface de rangement (fig. 1 à 8). On distingue : portes ouvrant vers l'intérieur, portes ouvrant vers l'extérieur, portes ouvrant sur le couloir. Normalement les portes s'ouvrent vers les pièces (fig. 25). Désignation des portes selon la position, l'utilisation, le sens d'ouverture, le type d'ouverture, l'huisserie, la forme.
Portes intérieures: porte d'une pièce, porte d'entrée d'appartement, porte de cave, porte de salle de bains, WC et pièces secondaires.
Portes extérieures: porte d'entrée de la maison, porte cochère, portes de balcon et de terrasse.
Les portes balancées américaines (fig. 23 et 24) ne demandent qu'un petit effort pour les ouvrir, elles sont spécialement indiquées pour les couloirs à grande circulation, pour les sas, etc. La largeur de la porte dépend de la destination de la pièce dans laquelle elle s'ouvre. La largeur mini-male de passage libre est de 55 cm. Largeur de circulation dans les constructions d'habitation :

portes à un vantail,	portes des pièces de vie	env.	80 cm
	portes secondaires, bains, WC	env.	70 cm
	portes d'entrée d'appartement	env.	90 cm
	portes d'entrée de maison	jusq.	115 cm
portes à deux vantaux,	portes des pièces de vie	env.	170 cm
	portes d'entrée de maison		140-225 cm

hauteur de passage libre pour portes d'intérieur :

au moins	190 cm
normalement	190-200 cm

Les portes coulissantes et tambours sont interdites comme portes de secours car en cas de danger, elles bloquent le passage.



cadre en gras : dimensions recommandées

7 pour les dimensions marquées d'un chiffre, la norme indique les dimensions exactes pour les bâtis et les vantaux.

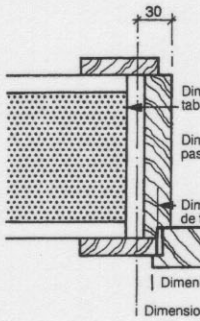
Les baies de ces dimensions correspondent généralement à deux vantaux.

① Baies selon normes (fig. 8).

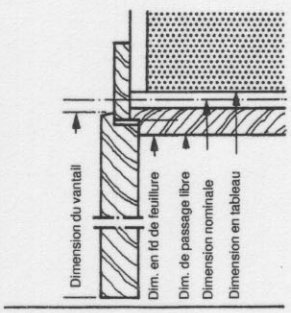
Les dimensions des baies pour les portes (fig. 1) sont des dimensions normalisées ; dans des cas exceptionnels nécessitant des dimensions différentes, ces dimensions nominales doivent être un multiple entier de 125 mm. Les huisseries sont à ouverture à droite et / ou à gauche (fig. 10).

	Dimensions nominales		Dimensions vantail				Dimensions huisserie	
	Baies pour portes		Dimensions vantail sans recouvrement		Vantail à recouvrement Dimensions en fond de feuillure		Largeur libre en feuillure	Hauteur libre en feuillure
					Var. tolérée ±1	$^{+2}_{0}$	Var. tolér. ±1	Var. tolér. $^{0}_{-2}$
1	875	1875	860	1880	834	1847	841	1858
2	625	2000	610	1985	584	1972	591	1983
3	750	2000	735	1985	709	1972	716	1983
4	875	2000	860	1985	834	1972	841	1983
5	1000	2000	985	1985	959	1972	966	1983
6	750	2125	735	2110	709	2097	716	2108
7	875	2125	860	2110	834	2097	841	2108
8	1000	2125	985	2110	959	2097	966	2108
9	1125	2125	1110	2110	1084	2097	1091	2108

⑧ Portes et bâtis rainurés.



② Largeur de la porte.

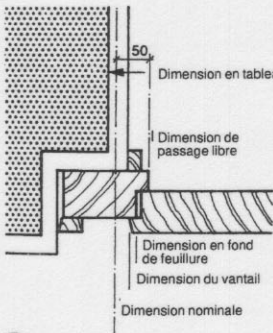


③ Hauteur de la porte.

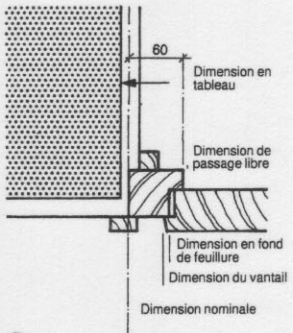
Dimensions nominales L x H	Dimensions de la baie L x H	Dimensions en feuillure largeur x hauteur $\pm 1\,^{0}_{-2}$	Dimensions passage libre L x H	Dimensions du vantail L x H
875×1875	885×1880	841×1858	811×1843	860×1860
625×2000[1]	635×2005	591×1983	561×1968	610×1985
750×2000[1]	760×2005	716×1983	686×1968	735×1985
875×2000[1]	885×2005	841×1983	811×1968	860×1985
1000×2000[1]	1010×2005	966×1983	936×1968[2]	985×1985
750×2125	760×2130	716×2108	686×2093	735×2110
875×2125	885×2130	841×2108	811×2093	860×2110
1000×2125	1010×2130	966×2108	936×2093[2]	985×2110
1125×2125	1135×2130	1091×2108	1061×2093[2]	1110×2110

[1] ces dimensions sont des dimensions indicatives.
[2] seules ces dimensions conviennent aux personnes en fauteuils roulants.

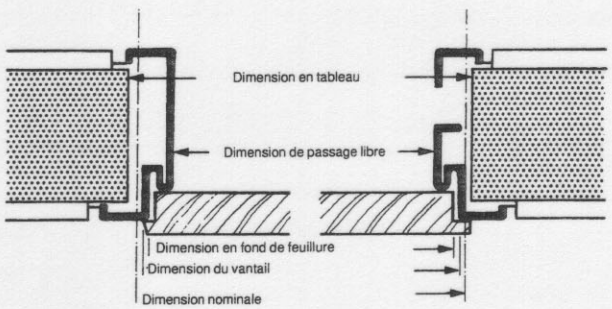
⑨ Dimensions huisseries métalliques (fig. 1 et 10).



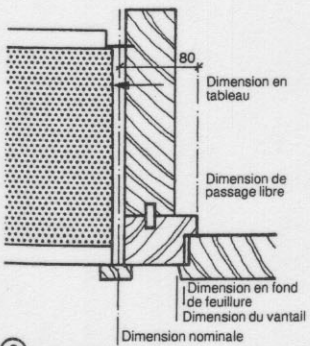
④ Porte à bâti dormant.



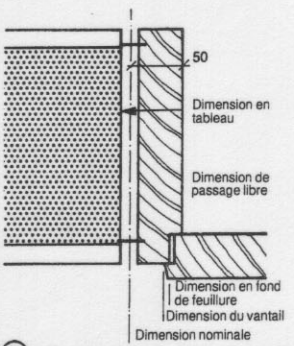
⑤ Porte à bâti dormant.



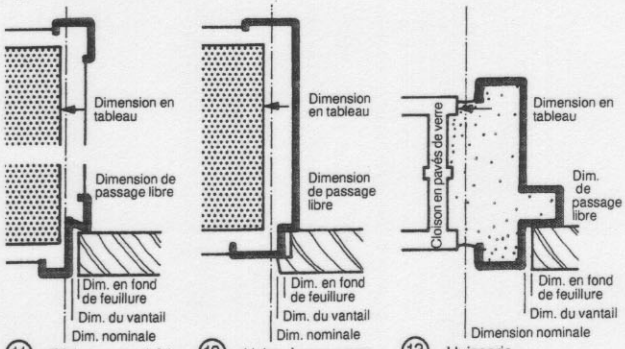
⑩ Huisseries métalliques.



⑥ Porte à chambranle sur ébrasement.



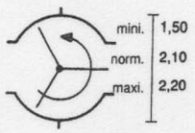
⑦ Porte à châssis (cadre d'embrasure).



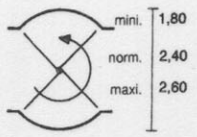
⑪ Bâti et contre-bâti. ⑫ Huiss. à recouvrem. ⑬ Huisserie.



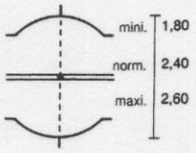
① Tambour à 2 vantaux.



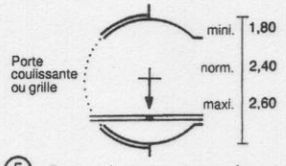
② Tambour à 3 vantaux.



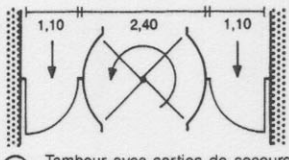
③ Tambour à 4 vantaux.



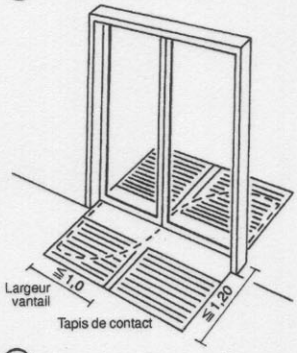
④ Tambour à 4 vantaux pliés.



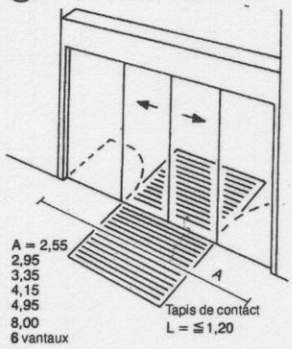
⑤ Paquet de portes repoussé.



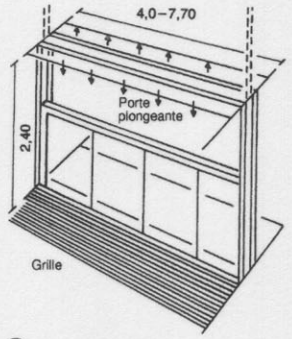
⑥ Tambour avec sorties de secours supplémentaires.



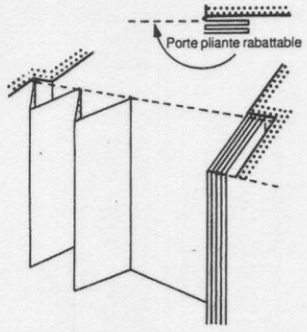
⑦ Portes battantes automatiques.



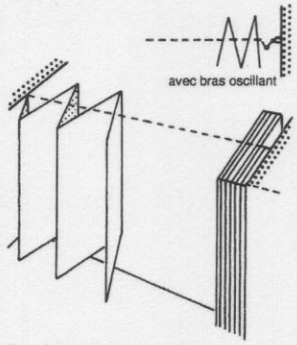
⑧ Portes coulissantes automatiques.



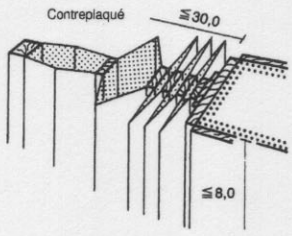
⑨ Portail escamotable (fig. 19).



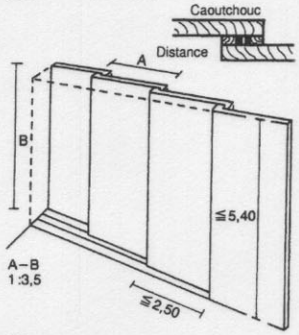
⑩ Porte pliante, guidage latéral.



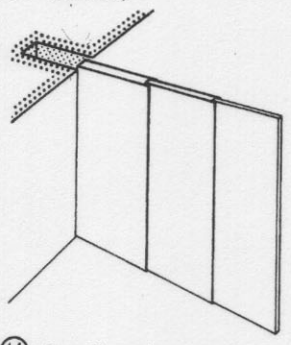
⑪ Porte pliante, guidage central (porte accordéon).



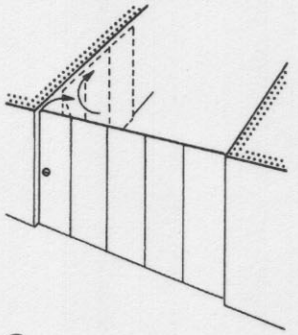
⑫ Porte accordéon en panneaux de bois ou matériaux flexibles.



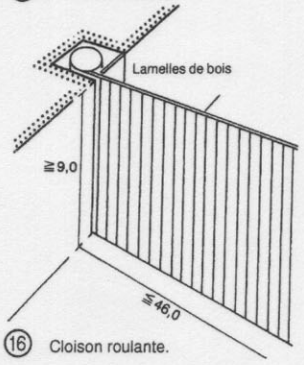
⑬ Porte télescopique.



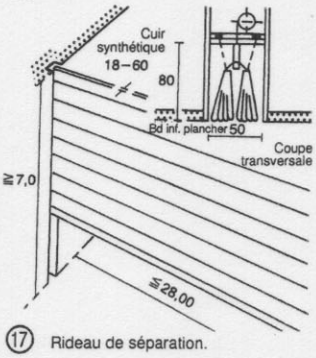
⑭ Porte télescopique.



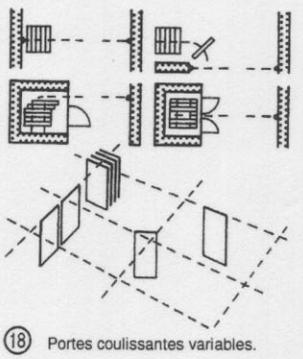
⑮ Portail coulissant articulé.



⑯ Cloison roulante.



⑰ Rideau de séparation.



⑱ Portes coulissantes variables.

Portes à tambour (fig 1 à 6). En période de forte circulation, surtout en été, les vantaux sont rabattus au centre de façon à permettre la circulation simultanée dans les deux sens.
Le groupe de vantaux est rangé sur un côté aux heures de circulation dans un seul sens (fermeture des magasins) (fig 4 à 5).

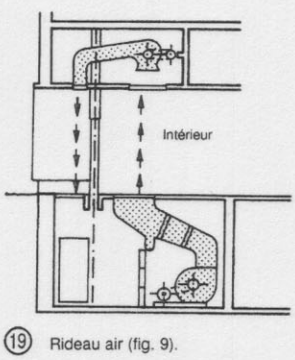
Portes automatiques. Les déclencheurs sont : commande par radar, tapis de contact électrique, (fig 7 à 8), sol de contact pneumatique, cellule photo-électrique. Les portes coulissantes automatiques peuvent être incorporées dans des issues de secours de magasins, bâtiments administratifs et magasins de libre service, 6 vantaux, largeur jusqu'à 8 m. Rideau d'étanchéité fermé le soir par porte levante (fig 9).

Fermeture d'une pièce par **porte pliante** à guidage latéral (fig 10), porte accordéon à guidage central (fig 11) pour fermeture d'ouvertures larges. Le mouvement de rotation peut être combiné avec le mouvement coulissant. Portes accordéon en contre-plaqué, cuir synthétique ou tissu (fig 12).

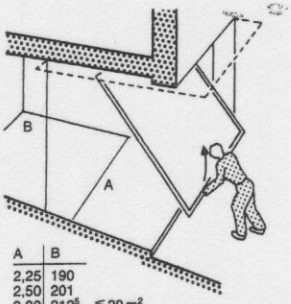
Les **portes télescopiques** sont constituées de plusieurs vantaux reliés entre eux par des tiges d'entraînement. Les portes télescopiques à guidage extérieur (fig 13) ont des vantaux pleins, les portes télescopiques à guidage intérieure ont des vantaux creux (fig 14).

Portes télescopiques à panneaux les uns à côté des autres (fig 13) ou les uns dans les autres (fig 14) ; coulissantes suspendues articulées (fig 15) ou à fermetures variables (fig 18).

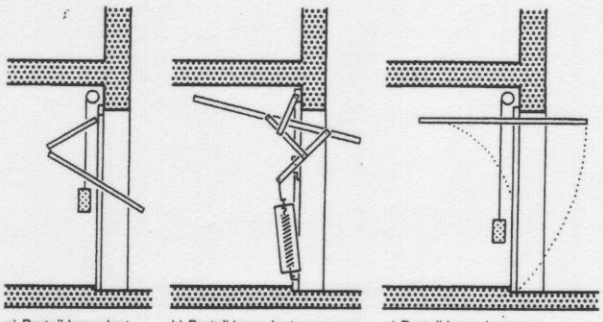
Les **rideaux de séparation** repliés vers le haut (fig 17) ou horizontaux à guidage par le haut (fig 16) permettent la séparation de pièces de grandes dimensions.

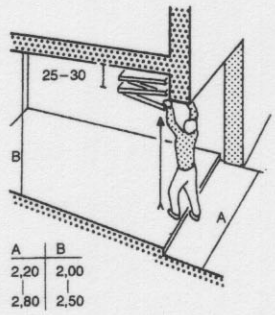


⑲ Rideau air (fig. 9).

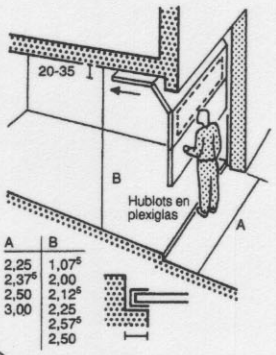


① Portail basculant.

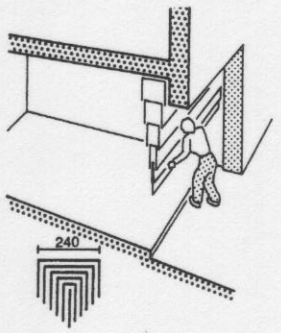




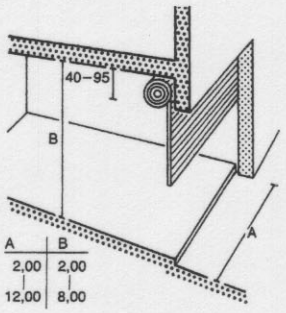
② Portail relevable pliant.



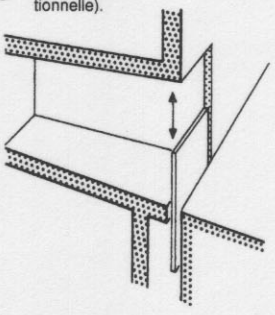
③ Portail articulé vertical (porte sectionnelle).



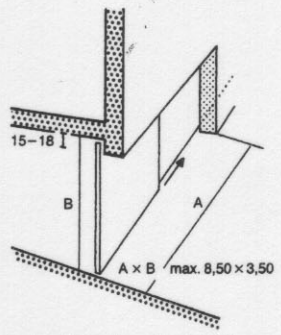
④ Portail relevable télescopique.



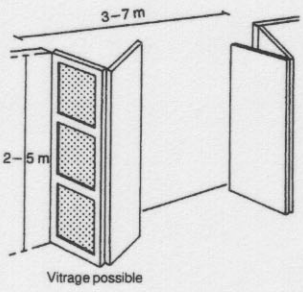
⑤ Rideau métallique (acier et aluminium).



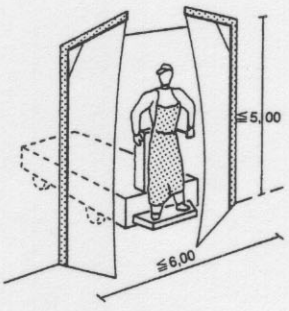
⑥ Portail descendant.



⑦ Portail coulissant (acier T30 - T90).



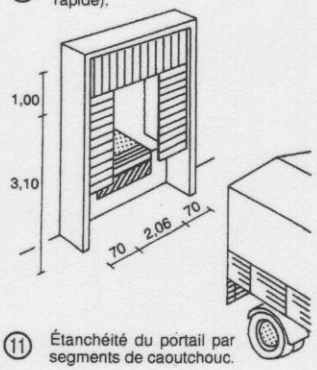
⑧ Portail pliant à moteur (portail pliant rapide).



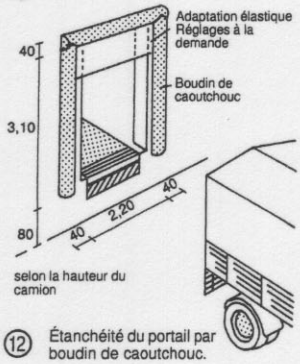
⑨ Porte va-et-vient en caoutchouc.



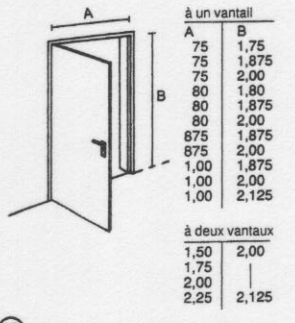
⑩ Rideau en bandes de PVC pour passages de grands véhicules.



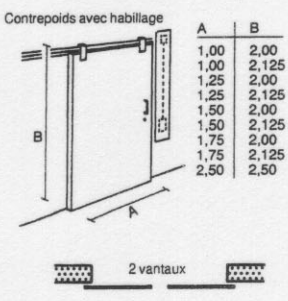
⑪ Étanchéité du portail par segments de caoutchouc.



⑫ Étanchéité du portail par boudin de caoutchouc.



⑬ Porte coupe-feu T30 - T90.



⑭ Portail coulissant coupe- feu T30 - T90.

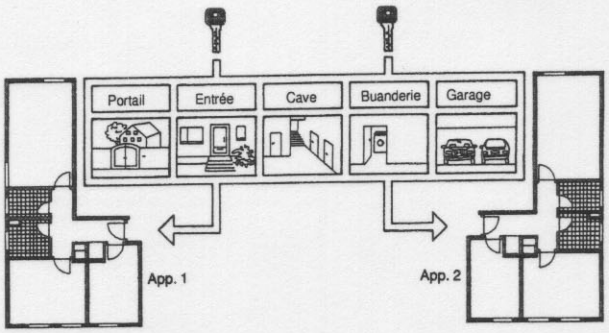
Pour garages et similaires sous forme de portail basculant (fig.1) ou portail basculant pliant avec ressort ou contrepoids ; à une paroi, à paroi double, plein, vitré partiellement ou totalement ; panneaux en bois, matière synthétique, aluminium ou tôle d'acier zinguée. Largeurs maximales de circulation : 4,82 x 1,96 m, surface maximale du vantail : 10 m² environ. Peut également se monter dans des portes cintrées. Confort d'utilisation grâce au moteur à commande radioguidée sous le plancher.

Portail relevable pliant (fig.2), portail sectionnel (fig.3), portail relevable télescopique (fig.4) et rideaux métalliques (fig.5) en aluminium montés sous le plancher. Portails de grandes dimensions à une ou plusieurs parois pour la construction industrielle, de voies de communication et d'ateliers; dimensions maximales : 18 m de large, 6 m de haut. Commande des portails : par tirage, cellule photo-électrique, commande à distance à inductions ou sans fils (électronique ou pneumatique), détecteur à contact.

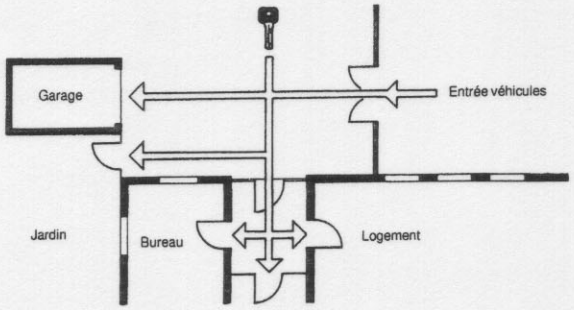
Portails de passage sous forme de portails à ouverture rapide (fig.8), portails va-et-vient en PVC (fig.9), à une seule couche de PVC transparent, résistant à l'usure et aux chocs. Également sous forme de bandes verticales (fig.10).

Étanchéité des portails par segments ou boudins en caoutchouc pour charger/décharger à la périphérie d'entrepôts chauffés ; protection contre les intempéries (fig.11 et 12).

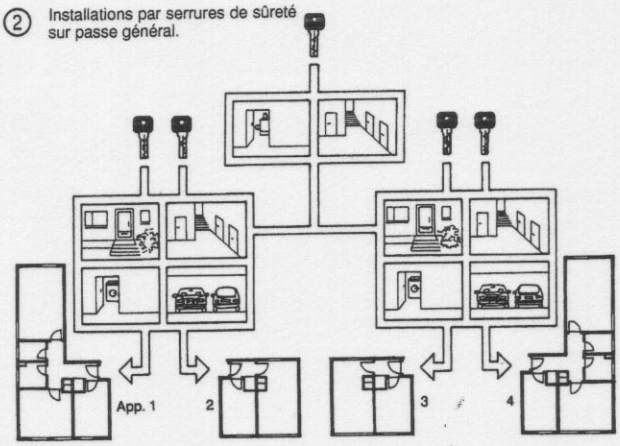
Portes coupe-feu T30 - T90, à un ou deux vantaux (fig.13), portail coupe-feu coulissant (fig.14), fermetures de murs coupe-feu sous forme de portail coulissant, levant ou basculant doivent fonctionner indépendamment du réseau électrique et se fermer automatiquement en cas d'incendie.



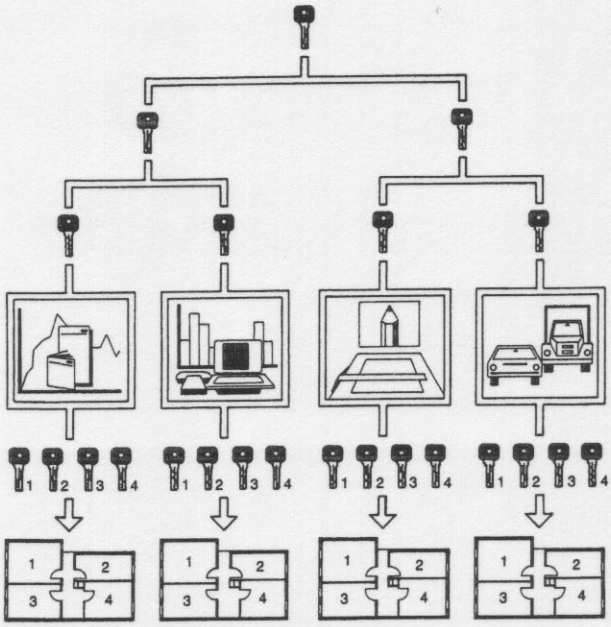
① Installations par serrures de sûreté sur passes partiels.



② Installations par serrures de sûreté sur passe général.



③ Installation combinée : serrures de sûreté sur passes partiels et passe général.



④ Installation par serrures de sûreté sur organigramme général.

Les serrures à cylindre offrent la meilleure sécurité étant donné la difficulté croissante de les ouvrir à l'aide d'outils.
Afin de s'adapter à toute épaisseur de porte, les cylindres sont commercialisés dans différentes longueurs variant de 5 mm, selon la demande, d'un côté ou des deux, avec un adaptateur. De part sa grande gamme de variations, le système IX est conçu pour des dispositifs de fermeture d'une ampleur et complexité hors du commun. Lors de la planification et de la commande d'un dispositif de fermeture, établir un plan de fermeture et son certificat de sécurité. Seule la présentation de ce document autorise à refaire des clefs de rechange.

Installations par serrures de sûreté sur passes partiels

Chacun ferme, avec la clef de son logement, les pièces et locaux centraux ou d'utilisation commune tels que la cave, la cour ou le portail d'entrée. Pour bâtiments collectifs et maisons dans lotissements (fig. 1).

Installations par serrures de sûreté sur passe général

Une clef principale ferme tous les cylindres de l'installation. Pour maisons individuelles, écoles, restaurants (fig. 2).

Installation combinée : serrures de sûreté sur passes partiels et passe général

Ce système regroupe plusieurs dispositifs de fermeture par passe partiel (fig. 3). Avec sa clef, chacun ferme les portes de son logement. De plus, un passe général ferme les portes centrales.

Installation par serrures de sûreté sur organigramme général

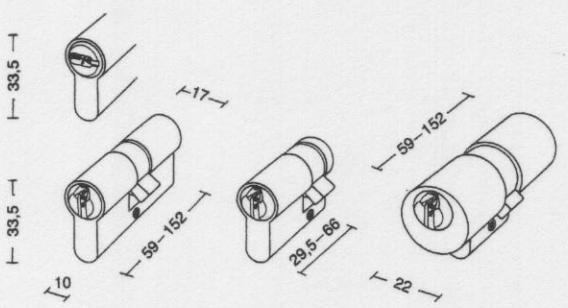
Elle est composée de plusieurs ensembles avec passes de groupe. Le passe général permet l'accès à toutes les pièces. Possibilité de séparer des zones avec passes généraux ou passes de groupe. Chaque cylindre ne peut être ouvert que par sa clef individuelle ou les clefs hiérarchiquement supérieures.

Pour fabriques, exploitations commerciales, aéroports, hôtels (fig. 4).

Points faibles à prendre en compte lors de la planification d'un bâtiment (fig. 5).

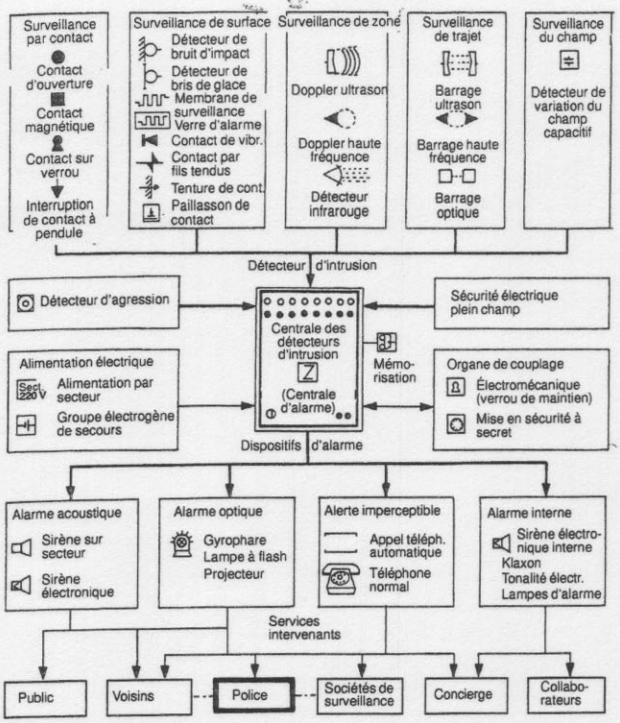
Boites à lettres, bureaux, cabines de bain, chambres froides, classeurs, garde-robes, issues de secours, portails coulissants, portes à huisserie creuse, portes d'armoires, portes de meubles, portes de passage, serrures d'armoires, verrous à targette, vestiaires	Points sensibles
Boîtiers de distribution, commandes électriques, grilles, machineries ascenseurs, portails de garage basculants, portes de cave, portes de passage de garages, portes de salle de chauffage, orifices de remplissage de fuel	Points très sensibles
Caillebottis, fenêtres de cave, fenêtres de toit, fenêtres oscillo-battantes, guichets, lucarnes, salles d'informatique, portes d'accès bureaux, portes d'entrée (appartement et immeuble), portes relevables	Points extrêmement sensibles

⑤ Aide-mémoire.

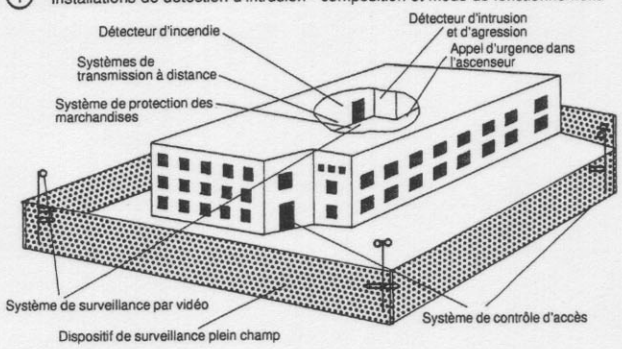


⑥ Cylindres ou canons.

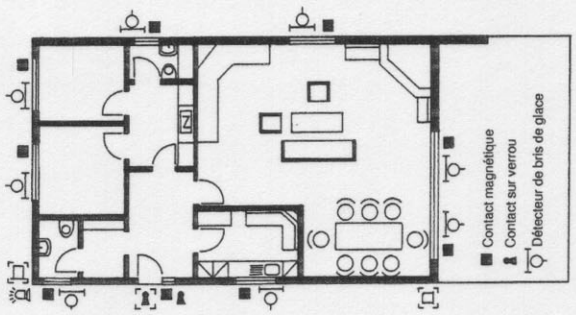
Dimensions en mm.



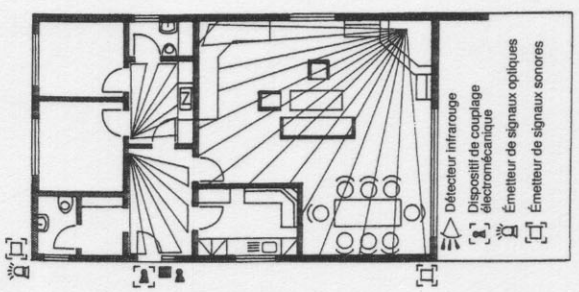
① Installations de détection d'intrusion - composition et mode de fonctionnement.



② Systèmes de sécurité.



③ Protection de la surface extérieure dans le secteur privé.



④ Protection à l'intérieur dans le secteur privé.

Sont appelées techniques de sécurité toute les mesures destinées à écarter un danger criminel pour la santé, la vie et les valeurs matérielles. En principe, tous les éléments d'un bâtiment peuvent être percés, acier et béton armé y compris. Le facteur décisif reste le besoin de protection, lequel se détermine par une analyse de la sécurité et des points faibles, avec une comparaison efficacité/coût.

Sécurités mécaniques

Sont appelés ainsi les dispositifs constructifs interposant un obstacle mécanique qui ne peut être surmonté que par la force et en laissant des traces d'effraction.

Le critère essentiel est leur capacité de résistance. La sécurité concerne essentiellement, dans des lieux d'habitation, les portes d'entrée, les fenêtres, soupiraux et, dans des locaux commerciaux, les vitrines, les entrées, les fenêtres, les châssis de toiture, les clôtures. Une protection mécanique, c'est entre autres une grille en acier, fixe ou roulante sur les baies et ouvertures d'aération, des volets roulants sûrs, une serrure sûre. Les verres armés renforcent la protection dans le domaine du vitrage. Les vitres en résine acrylique et en polycarbonate accroissent le protection.

Dispositifs de sécurité électriques

Ils se déclenchent automatiquement lors d'une tentative d'intrusion. Le critère de choix est le temps écoulé entre le déclenchement de l'alarme et l'intervention des services alertés.

1) Les installations de détection d'intrusion et d'agression servent à la surveillance et à la protection des personnes et objets à l'intérieur du bâtiment ainsi équipé.
   Les installations de détection d'intrusion ne peuvent pas empêcher l'intrusion dans une pièce sous surveillance mais ont pour but de la signaler le plus tôt possible.
   Un maximum de sécurité ne peut être obtenu que par des dispositifs mécaniques en liaison avec un détecteur d'intrusion installé de façon adaptée : surveillance de la surface extérieure, surveillance de la pièce, surveillance d'objets isolés, pièges, appel de secours.

   Une **détection incendie** est un dispositif signalant un danger, permettant aux utilisateurs d'appeler directement les secours en cas d'incendie et/ou de détecter et signaler un incendie le plus tôt possible. Elle assure ainsi la protection des personnes et des objets.

2) Les dispositifs de surveillance extérieurs servent à la surveillance de zones de terrain à l'extérieur de constructions entièrement fermées. Ils s'agit de mesures de protection dans l'espace libre attenant, normalement jusqu'à la limite du terrain : mesures mécaniques, mesures de détection électronique et/ou mesures d'organisation.
   But : délimitation juridique, dissuasion, empêchement, retardement, signalisation précoce, détection de personnes et de véhicules. Observation, identification de tentatives de sabotage et d'espionnage.
   Constitution : mesures constructives, clôtures, fossés, murs, barrières, portails, contrôle d'accès, éclairage.
   Mesures électriques : centrale de commande, détecteurs, capteurs, vidéo/télévision, système de contrôle d'accès.
   Mesures d'organisation : personnel, observation, surveillance, sécurité, groupe d'intervention, personnel technique, chiens de garde, plan d'appel en cas d'urgence.

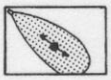
3) Les systèmes de protection des marchandises et des magasins sont des dispositifs électroniques qui servent à la protection, aux heures d'ouvertures normales, contre le vol et l'éloignement illégal et non autorisé de marchandises d'une pièce ou d'une zone surveillées.

Parties de construction et installations à protéger	Contact sur verrou	Contact magnét.	Contact de surveill.	Contact de transition	Détecteur de bris de glace	Membranes de surveill.	Verre d'alarme	Détect. de bruits de structure	Contact de vibration	Tenture et fils détect.	Paillasson de contact	Contact par fils tendus	Détecteur pendulaire	Formes particulières
Portes d'entrées de maisons, portes extérieures	●[2]	●	○											
Portes d'entrées d'appart. - intérieur.	●[3]	●	●							○				●[4]
Portes de pièces[12]	●[3]	●	●							○	○[5]			
Portes coulissantes - intérieur[12]	○[3]	○	●	●						○	○[5]			
Portails de garages basculants.		●	○											●[6]
Fenêtres à vantaux		●	○		●	○	●		○[7]					
Portes-fenêtres, rideaux		●	○	○	●	○	●		○[7]		○[5]			
Portes coulissantes en verre - extérieur		○		●	●	○	●		○[7]		○[5]			
Coupoles d'éclairage		○										●	○	●[8]
Fenêtres de toit		●			●		○[9]		○[7]					
Murs en briques de verre								○	●					
Vitrines, grandes surfaces vitrées fixes					●	●	●		○[7]					
Murs et planchers lourds								●	●	○				
Murs et planchers légers										●				
Escalier de grenier escamotable		○	○							●	○[5]	●	○	
Objets individ.[12] - Sculptures - Bas-reliefs - Tableaux		●												●[10]
Surfaces de sol - intérieur[12]											●			
Coffres-forts[12]								●			○[5]			●[11]
Armoires, boîtiers d'appareils[12]		●	●								○[5]			
Conduites, conduites pour aération, installation												●	●	

Détecteur d'intrusion ● bien approprié ○ encore approprié

[1] certains détecteurs sont à utiliser avec restriction, par exemple : pas sur verre armé ou sur verre feuilleté
[2] surtout en dispositif de fermeture.
[3] si montage sur cette porte.
[4] seulement si la porte d'accès doit être protégée, cf. aussi verrouillage des portes avec alarmes – p.129.
[5] comme piège, posé devant la porte.
[6] formes particulières de contact magnétique pour pose au sol.
[7] à ne pas utiliser à hauteur de mains, lorsque les vantaux sont peu stables ou en cas de vibrations à proximité.
[8] il existe des lanterneaux avec protection par alarme intégrée
[9] respecter les restrictions dues au poids du verre.
[10] pour des objets de grande valeur et abondants, une protection individuelle est conseillée – p.171.
[11] la protection conseillée est un détecteur de variation du champ capacitif – p.161.
[12] et / ou intégré dans la surveillance d'une pièce.

① Surveillances de contact et de surface - utilisation efficace des avertisseurs d'intrusion.

Critères de comparaison		Protection de la zone par ultrason	Doppler ultrasons	Doppler haute fréquence	Détecteur infrarouge
Caractéristiques de surveillance par détection prioritaire des mouvements					
Zone surveillée par unité - Valeurs indicatives. Portées		pose sur plafond 90-110 m² pose sur mur env. 40 m² jusqu'à 9 m	selon appareil 30 à 50 m² jusqu'à 14 m	selon appareil 150 - 200 m² jusqu'à 25 m	selon appareil 60 - 80 m² Pièces jusqu'à 12 m Couloirs jusqu'à 60 m
Surveillance totale de la pièce (plus de 80 % de la pièce)		assurée	pas assurée	pas assurée	assurée
Utilisation type		- pièces petites à moyennes - couloirs - surveillance partielle ou totale	- pièces petites à moyennes - surveillance partielle - protection par pièges	- pièces longues et grandes - surveillance partielle - protection de grandes surfaces par pièges	- pièces petites à grandes - surveill. partielle ou totale - protection par pièges + avertisseur d'incendie
Température ambiante admissible	moins de 0°C	adapté avec restrictions	adapté avec restrictions	adapté	adapté
	de 0° à 50°C	adapté	adapté	adapté	adapté
	plus de 50°C	non adapté	non adapté	adapté	non adapté
Possibilité d'installer plusieurs avertiss. dans la même pièce ?		sans problème	avec précaution	avec précaution	sans problème
Influence de pces avoisinantes ou zones de circ. attenantes		sans problème	sans problème	déconseillé	sans problème
Causes possibles de fausses alertes		- forts bruits dans les fréq. ultrasons - chauffage par air à prox. - fortes turbulences d'air. - murs peu stables - objets en mouvement, par ex. petits animaux	- forts bruits dans les fréq. ultrasons - chauffage par air - turbulences d'air - murs peu stables - objets en mouvement, par ex. petits animaux, - interférences à proximité du détect. (sensib. accrue)	- dév. des rayons par réflex. des objets métalliques - rayons passant à travers murs et fenêtres - murs peu stables - objets en mouvement, par ex. petits animaux, ventilateurs - interférences électromagnétiques	- sources calorifiques avec variations rapides de chaleur à proximité, p ex.lampes à incandesc, radiateurs, feu ouvert. - illumination forte, directe et changeante sur le détecteur - objets en mouvement, par ex. petits animaux.

② Surveillance d'une pièce - critères de comparaison les plus importants.

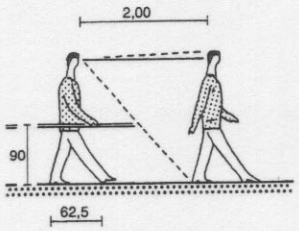
4) Les systèmes de protection des marchandises et des magasins sont des dispositifs électroniques qui servent à la protection, aux heures d'ouvertures normales, contre le vol et l'éloignement illégal et non autorisé de marchandises d'une pièce ou d'une zone surveillée.

5) Le système de contrôle d'accès, un contrôle d'accès électronique lié à un dispositif mécanique n'accordant l'accès à un bâtiment, une pièce ou une zone, qu'après contrôle de l'identité. Contrôle électronique de l'identité de la personne ou du laisser-passer. Il est techniquement possible de relier le contrôle d'accès à un dispositif d'enregistrement de l'heure de passage.

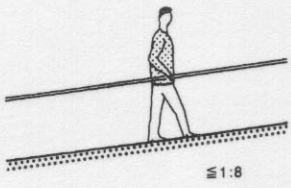
6) Les systèmes de transmission de données à distance et de transmission ou échange de données entre deux lieux différents par le biais du réseau téléphonique public permettent : surveillance à distance, mesurage, commande, diagnostic, interrogation à distance, contrôle de l'état de données, informations et situations d'un site vers l'autre.

7) Les systèmes de surveillance observent, commandent, contrôlent et enregistrent les phénomènes et processus, à l'aide de caméras et écrans, par voie manuelle et/ou automatique, à l'intérieur et à l'extérieur de constructions, le jour et la nuit, 365 jours par an.

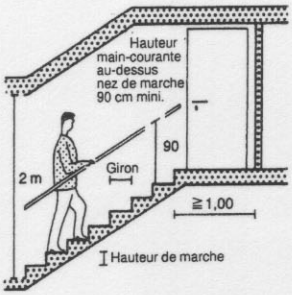
8) Systèmes d'appel d'urgence dans l'ascenseur, utilisation : ascenseurs, monte-charge. De tels systèmes assurent la sécurité des usagers et sont avant tout destinés à la désincarcération de personnes se trouvant bloquées à l'intérieur d'un ascenseur.
Ils leur permettent de rentrer en contact verbal direct avec les services de commande - poste toujours en service - chargés du sauvetage / de la libération des personnes en difficulté.



① Longueur de pas d'un homme sur sol horizontal.



② Une surface en pente raccourcit la longueur de pas; pente agréable 1/10 à 1/8.



③ Pente normale favorable 17/29; longueur de pas : 2 hauteurs de marche + 1 giron = 62,5 cm env.

Les directives relatives à la construction des escaliers varient selon les différents règlements. La norme définit les exigences concernant les dimensions des escaliers.

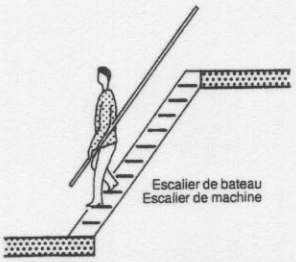
Pour les immeubles d'habitation à 2 appartements maxi. : largeur utile minimale 0,90 cm, 17/28 hauteur /profondeur de marche. Escaliers d'immeubles : largeur 1,20 m.

Le nombre et la largeur des escaliers dans les bâtiments recevant du public se calcule en fonction du temps d'évacuation et de l'effectif total admissible (fig. 5).

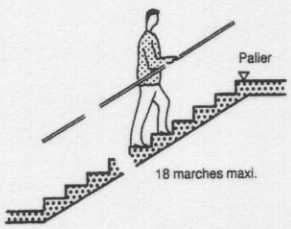
Longueur du palier de repos supérieure à la largeur de l'escalier. Les portes s'ouvrant sur les escaliers ne doivent pas diminuer la largeur de passage.

On obtient une pente douce et agréable pour les perrons dans les jardins en prévoyant des paliers de repos toutes les 3 marches. Comme on se déplace plus lentement sur un escalier de théâtre ou un perron, il peut être plus doux.

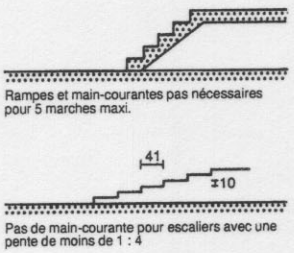
Les escaliers secondaires et de secours doivent permettre de franchir une grande hauteur en peu de temps.



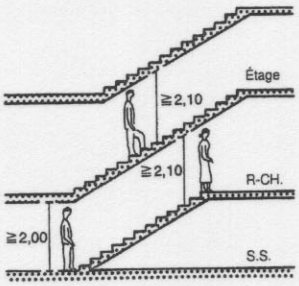
④ Escalier-échelle de meunier avec rampe.



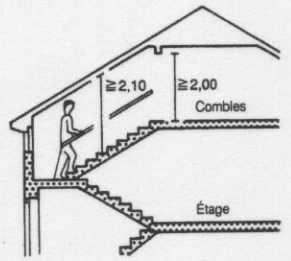
⑤ Escalier normal 17/29, palier après 18 marches maxi.



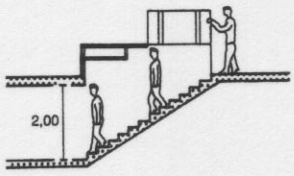
⑥ Escaliers sans main-courante.



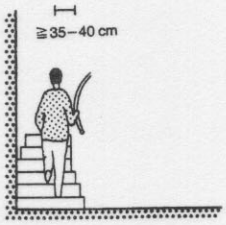
⑦ Des escaliers bien disposés économisent de l'espace.



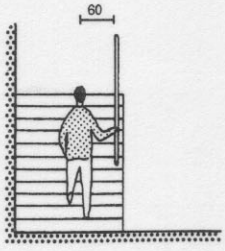
⑧ Si chevrons et poutres sont dans le sens de l'escalier, on économise de l'espace et des adaptations coûteuses.



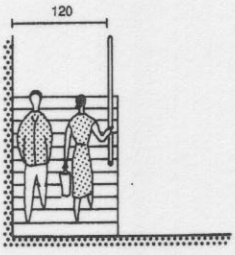
⑨ Les entrées de caves et la présence de soffites sont à éviter. La disposition ci-dessus est avantageuse et sans danger.



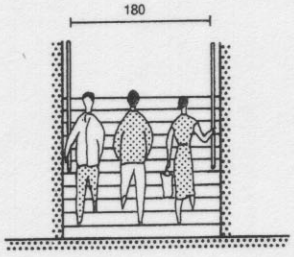
⑩ Escalier à vis; distance de la ligne de foulée au bord extérieur de l'escalier 35 - 40 cm.



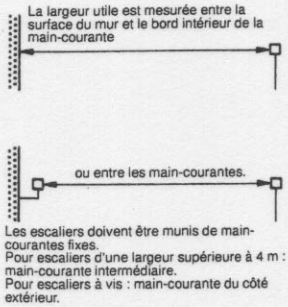
⑪ Escalier droit; distance de la ligne de foulée à la rampe 60 cm.



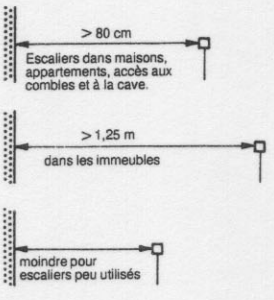
⑫ Escalier permettant le croisement de deux personnes.



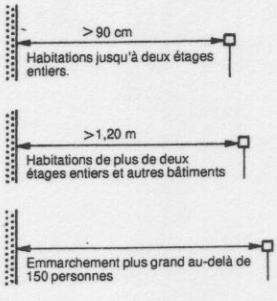
⑬ Largeur supérieure pour trois personnes.

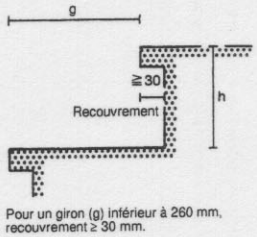


⑭ Dimensions minimales d'un escalier.

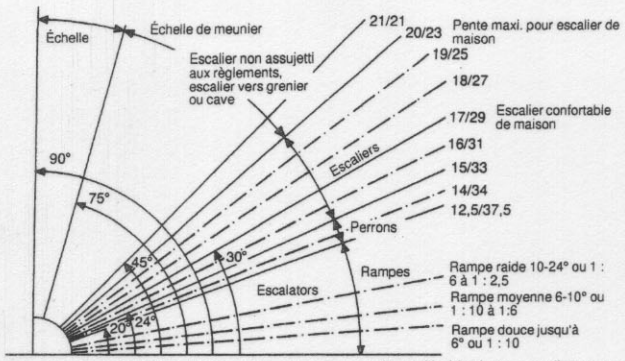


⑮ Dimensions de la largeur utile.





⑯ L'inclinaison d'un escalier doit rester constante sur toute la ligne de foulée.



① Pentes habituelles des rampes, perrons, escaliers d'habitations, escaliers pour machines et échelles.

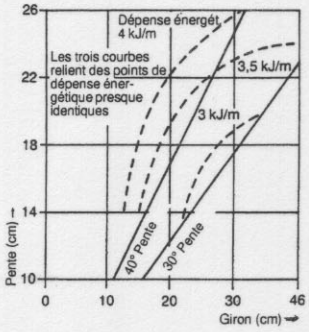
Type de bâtiment	Type d'escalier		Largeur utile de l'escalier	Pente p[2]	Giron g[3]
Immeubles d'habitation avec deux logements maxi.[1]	Escaliers réglementés	Escaliers conduisant à des pièces de séjour.	≧ 80	17 ± 3	28^{+9}_{-3}
		Escaliers de sous-sol et combles ne conduisant pas à des pièces de séjour	≧ 80	≦ 21	≧ 21
	Escaliers (supplémentaires) non réglementés		≧ 50	≦ 21	≧ 21
Escaliers (supplémentaires) non réglementés à l'intérieur d'un logement			≧ 50	Non déterminé	
Autres bâtiments	Escaliers réglementés		≧ 100	17^{+2}_{-3}	28^{+9}_{-2}
	Escaliers (supplémentaires) réglementés		≧ 50	≦ 21	≧ 21

[1] y compris les logements duplex dans des bâtiments de plus de deux logements.
[2] mais pas < 14 cm; [3] mais pas > 37 cm = définition du rapport de pente p/g.

③ Escaliers d'immeuble.

Hauteur d'étage	Escalier à deux volées, Pente douce (bonne)		Escaliers à 1 volée, à 3 volées et escalier d'immeuble, Pente douce (bonne)	
	Nombre marches	Haut. marche	Nombre marches	Hauteur marche
a	b	c	f	g
2250	–	–	13	173,0
2500	14	178,5	15	166,6
2625	–	–	15	175,0
2750	16	171,8	–	–
3000	18	166,6	17	176,4

② Hauteur d'étages et pentes d'escaliers.



④ Dépense énergétique d'un adulte montant un escalier.

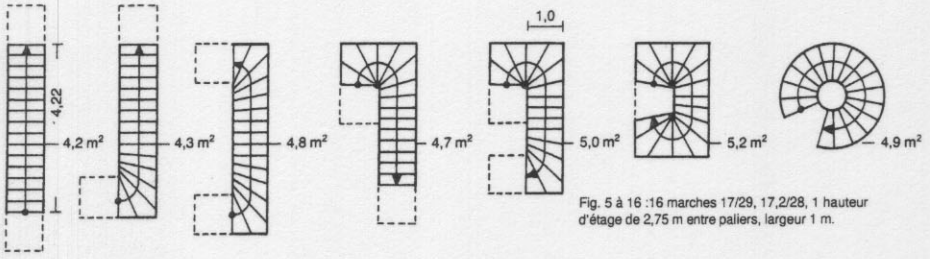
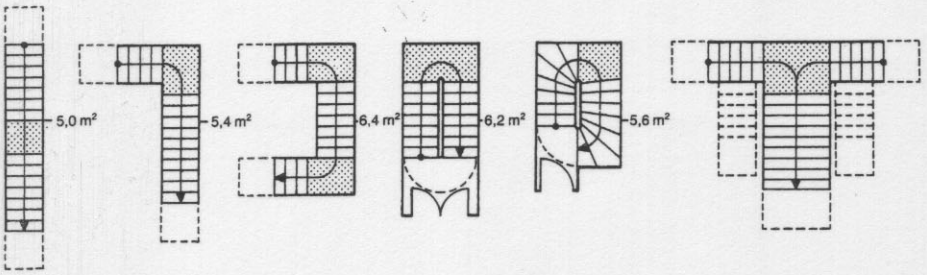


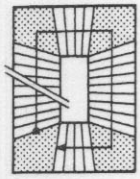
Fig. 5 à 16 :16 marches 17/29, 17,2/28, 1 hauteur d'étage de 2,75 m entre paliers, largeur 1 m.

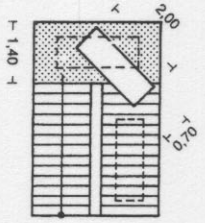
⑤ — ⑪ Les escaliers sans paliers intermédiaires recouvrent pratiquement la même surface, quelle que soit leur forme, mais par des marches tournantes on peut raccourcir la distance entre départ et arrivée (fig. 6 à 11) ; c'est pourquoi ces dernières solutions sont avantageuses pour les bâtiments à plusieurs niveaux.

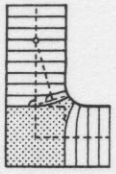


⑫ — ⑯ Les escaliers avec palier intermédiaire ont la même surface que les précédents, plus la surface du palier et moins la surface d'une marche. Ils sont nécessaires pour des hauteurs entre étages supérieures à 2,75 m. Largeur des paliers ≥ largeur de l'escalier.

⑰ Escalier à trois volées cher, peu efficace, encombrant.







⑱ Gain de place par balancement des marches.

⑲ Place nécessaire pour transport de meubles.

⑳ Dans les cages d'escalier étroites, une courbure des marches améliore les paliers.

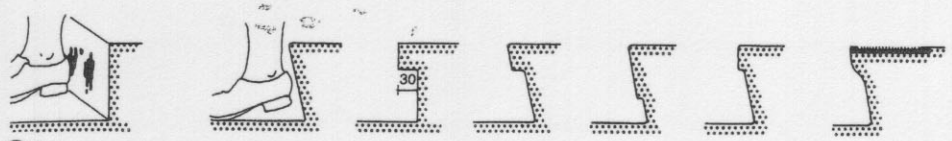
L'éventail des sensations est vaste entre les escaliers et les chemins : depuis les différentes sortes d'escaliers de logements jusqu'aux généreux perrons sur lesquels on déambule au lieu de monter et descendre. Se déplacer sur un escalier demande en moyenne 7 fois plus d'énergie que sur le terrain. Pour monter un escalier, une pente de 30° paraît, d'un point de vue physiologique, la meilleure solution pour effectuer ce « travail de montée », ainsi qu'un rapport hauteur de marche / profondeur de marche (h/p) = 17/29. Ce rapport est déterminé par la longueur de pas d'un adulte (env. 61 à 64 cm).

La formule de Blondel

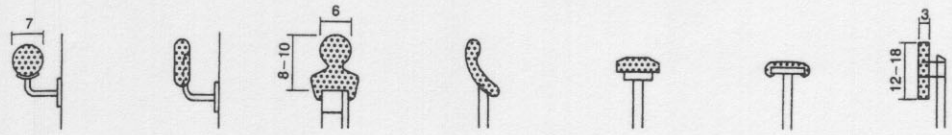
$$2h + G = 63$$

détermine le meilleur rapport pour monter un escalier avec la plus petite dépense d'énergie. Lors du dimensionnement et de la réalisation d'un escalier, à part les aspects déjà mentionnés, sa fonction et son aspect ont une importance considérable. Ce n'est pas le fait de monter qui est primordial mais la façon de le faire. Pour des perrons avec circulation intense on utilise de préférence des marches basses de 16 x 30 cm. Les escaliers de bureaux ou sorties de secours, en revanche, sont destinés à franchir rapidement la hauteur. Tout escalier réglementé doit se trouver dans une cage d'escalier ininterrompue, qui, par sa conception, ses accès et sa sortie vers l'extérieur, en permette l'utilisation comme issue de secours.

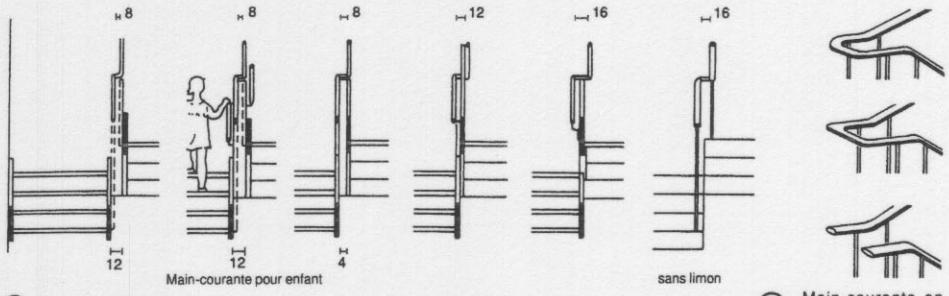
Largeur de sortie ≥ largeur d'escalier. Si plusieurs escaliers sont nécessaires, ils sont à disposer de sorte que les issues de secours soient les plus proches possible. Les portes des cages d'escalier doivent être coupe-feu ou pare-flammes avec ferme-porte automatique selon la réglementation, et notamment pour l'accès aux sous-sols, combles non aménagés, entrepôts, ateliers, magasins, etc.



① Profils de marche.



② Profils de main-courante. en bois en métal en mat. plastique en plexiglas

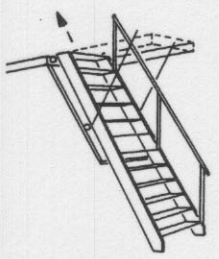


Main-courante pour enfant

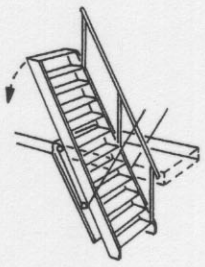
sans limon

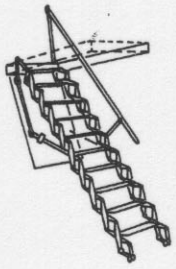
③ Main-courante et limons.

④ Main-courante en palier.

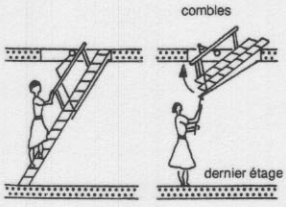


⑤ Escaliers escamotables : gain d'espace, 1, 2 ou 3 parties suffit (fig. 7).

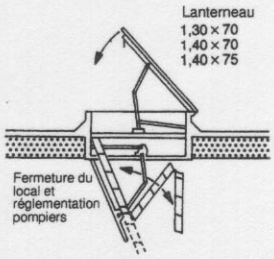




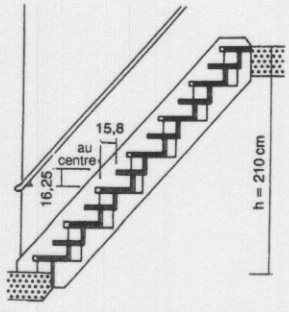
⑥ Escalier escamotable : gain d'espace (escalier extensible pour hauteurs de 2,00 à 3,80 m).



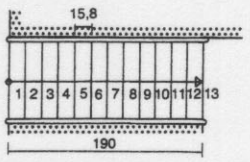
⑦ Faute de place, un escalier pliant en aluminium ou en bois suffit pour accéder au grenier (fig. 5 et 6).



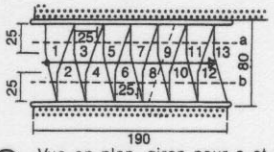
⑧ Sortie en terrasse avec escalier escamotable.



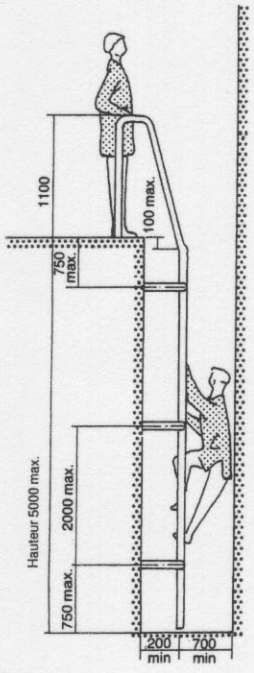
⑨ Escalier court, à marches alternées en bois. Coupe au centre.



⑩ Escalier normal (giron trop court).



⑪ Vue en plan, giron pour a et b supérieur à 20 cm.



⑫ Échelle fixe.

Profils des marches.
Pour éviter des marques de cirage (talons) sur les contre-marches verticales (fig. 1), contre-marches en retrait, d'où une marche plus grande.

À hauteur de main-courante, on a besoin d'un maximum de place, beaucoup moins à hauteur de pied où on peut donc diminuer la largeur en faveur de l'espace entre limons. Cette possibilité de décalage entre main-courante et limon permet en outre la fixation plus rationnelle du garde-corps sur le limon.

Bonne disposition avec vide de 12 cm entre les limons et main-courante décalée vers l'intérieur (fig. 3).

Possibilité de main-courante pour enfants (hauteur environ 60 cm). Les galeries, balcons, paliers et autres doivent être munis d'un garde-corps d'une hauteur de 1 m minimum.

Les échelles de meunier ont une pente de 45 à 55°. Mais si on recherche, malgré le manque de place, un accès semblable à celui d'un escalier, il existe des escaliers à marches intercalées (fig. 11). La valeur de la pente doit être la plus faible possible et la hauteur de chaque marche ≤ 20 cm. On mesure pour cela le giron, au niveau des axes de giron a et b (fig. 11) d'une part pour le pied droit et d'autre part pour le pied gauche.

Hauteur à monter	Escalier escamotable Dimensions (cm)
220–280	100 × 60 (70)
220–300	120 × 60 (70)
220–300	130 × 60 (70+80)
240–300	140 × 60 (70+80)

Largeur de la trappe
l = 59 ; 69 ; 79 cm

Longueur de la trappe
L = 120 ; 130 ; 140 cm

Hauteur de la trappe
H = 25 cm

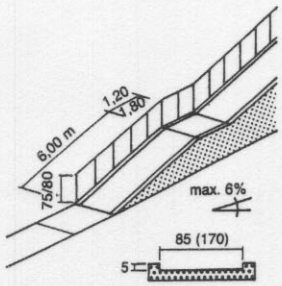
⑬ Escaliers escamotables (fig. 5 à 8).

RAMPES
ESCALIERS A VIS

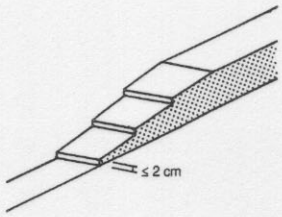
Les piétons, personnes en fauteuil roulant et personnes avec un landau doivent pouvoir franchir des dénivellations sans problèmes.
Rampes (fig. 1), rampes à ressauts (fig. 2), rampe-escalier (fig. 3), pentes (p.176, fig. 1).

Escaliers à vis et à noyau

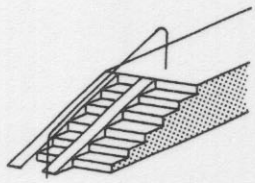
A partir d'une trémie d'un diamètre de 210 cm environ, un escalier de ce type est réglementé selon des normes avec une largeur utile de 80 cm au moins pour les maisons d'une ou deux familles, et à partir d'un diamètre de 270 cm pour toute autre construction (largeur utile au moins 1,20 m).
Les escaliers à noyau d'une largeur utile de moins de 80 cm ne sont autorisés que comme compléments aux escaliers réglementaires (sous-sol, combles, pièces secondaires) ; marches en tôle anti-dérapante, marbre, bois, pierre artificielle et sous forme de grille. Marches en tôle avec revêtement en matière synthétique ou moquette (fig. 6 à 9).
Escaliers en éléments préfabriqués d'acier, aluminium coulé ou éléments de bois.
Utilisation comme escalier de service, escalier de secours ou en mezzanine (fig. 13). Rampe en acier, bois et plexiglas (fig. 14).
Les escaliers à noyau font gagner de l'espace et doivent comporter un poteau stable comme axe central (fig. 5 et 6). Celui-ci peut également rester évidé (fig. 14, 15).



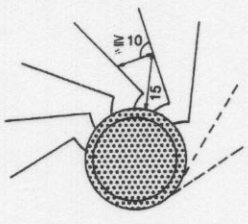
① Rampe.



② Rampe à ressauts.

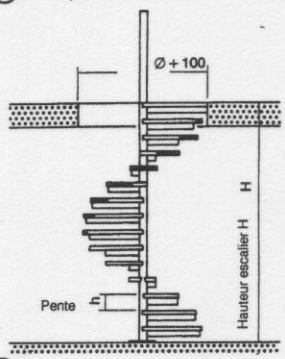


③ Rampe-escalier.

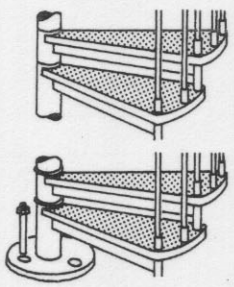


Des nez de marches tangents au noyau augmentent les girons

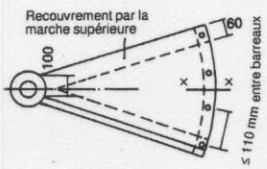
④ Marches tournantes - girons.



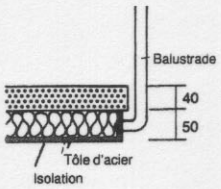
⑤ Escalier en colimaçon.



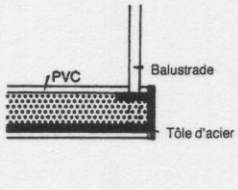
⑥ Marches en bois, acier, pierre naturelle et artificielle.



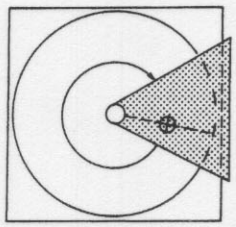
⑦ Configuration d'une marche.



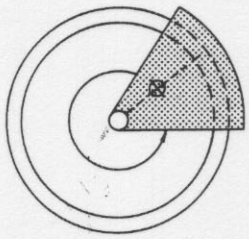
⑧ Marche en bois plein.



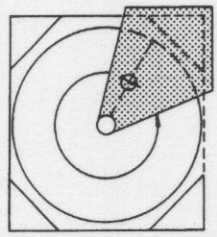
⑨ PVC sur chape ciment.



⑩ Trémie droite.



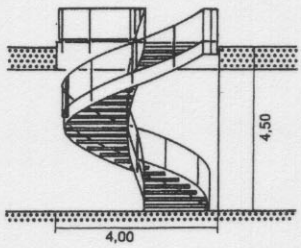
⑪ Trémie arrondie.



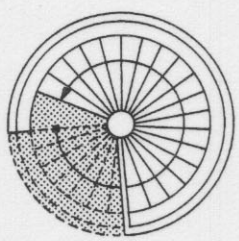
⑫ Trémie en angle.

Utilisation	Passage croisé impossible								Passage croisé possible				Passage croisé facile								
	Passage restreint				Passage moyen				Passage facile				Passage aisé								
					Passage pour petits meubles				Passage pour meubles démontés				Passage pour meubles				Pour forte fréquentation				
Locaux secondaires																					
Sous-sol, combles																					
Bar, hobby																					
Chambres, sauna																					
Piscine, laboratoire																					
Atelier, jardin																					
Galerie, petit entrepôt																					
Magasin avec escalier à vis intérieur																					
Duplex, boutique																					
Bureaux, grand entrepôt																					
Cabinet, local de magasin																					
Chambre d'amis																					
Escalier de secours																					
Escalier réglementé maison individ.																					
Diamètre escalier (dimensions nominales)	1200	1250	1300	jusqu'à	1500	1550	1600	1650	1700	1750	1800	1850	jusqu'à	2050	2100	2150	2200	jusqu'à	2400		
Largeur utile en mm	516	541	566	jusqu'à	653	678	703	728	753	778	625	650	jusqu'à	750	775	800	825	jusqu'à	925		
	entre noyau et main courante										à partir de 10 cm de giron										

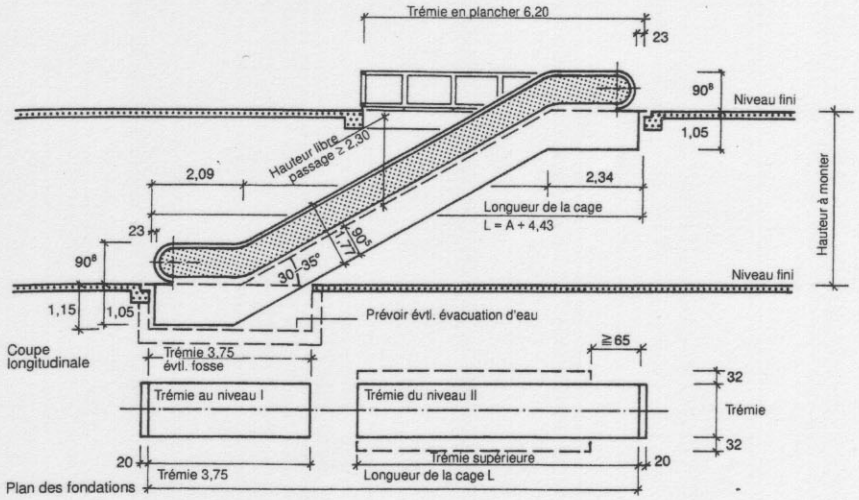
⑬ Dimensions minimales des escaliers à noyau selon leur utilisation.



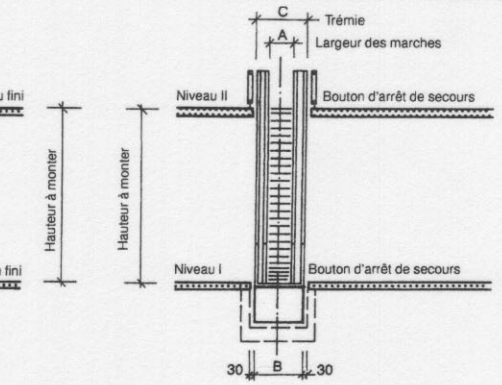
⑭ Escalier à vis, coupe verticale.



⑮ Plan pour (fig. 14).



① Escalier roulant en coupe longitudinale et plan de fondation.



② Largeur de l'escalier roulant.

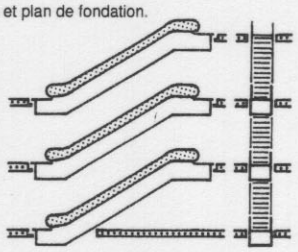
Larg. marches	600	800	1000
A	605–620	805–820	1005–1020
B	1170–1220	1320–1420	1570–1620
C	1280	1480	1680
Débit / h	5000–6000 Pers.	7000–8000 Pers.	8000–10000 Pers.

③ Dimensions et capacité d'escaliers roulants avec pente de 30° ou de 35° (27°,18°).

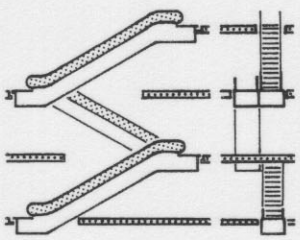
Capacité de transport

C = 3600 x (P x v/m) x c (Pers/h)

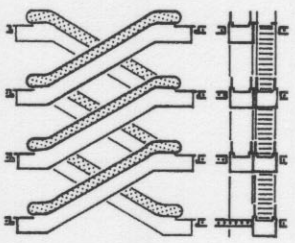
où :
P = personnes/marche (1; 1,5; 2).
m = profondeur de marche.
v = vitesse (m/s).
c = 0,5-0,8 coefficient d'utilisation de l'escalier mécanique.



④ À une volée parallèle.



⑤ À une volée alternée.



⑥ À deux volées croisées.



⑦ Escalier roulant, larg. 60 cm. ⑧ Largeur 80 cm. ⑨ Larg. 1,00 m.

Longueur en plan : figure 1.
Pour une pente de 30° = 1,732 x hauteur entre étages.
Pour une pente de 35° = 1,428 x hauteur entre étages.
Exemple : hauteur entre étages 4,50 m et pente de 30° (pente de 35° souvent pas admise à l'étranger)

Longueur en plan : 1,732 x 4,5 = 7,794.

Avec les parties horizontales à l'entrée et à la sortie, on obtient une longueur d'environ 9 m. L'escalier peut contenir environ 20 personnes simultanées les unes derrière les autres.

Vitesse	Vitesse de trajet par personne	Pour une largeur suffisante pour 1 personne on obtient	2 personnes côte à côte on obtient
0,5 m/s	~18 sec	4 000	8 000
0,65 m/s	~14 sec	5 000	10 000
		personnes transportées par heure	

⑩ Capacité (fig 1 à 3).

Les escaliers mécaniques, appelés aussi escaliers roulants (fig. 1 à 3) sont utilisés pour faire circuler de façon continue un grand nombre de personnes, par exemple dans les grands magasins, avec une pente de 30 ou 35°. (Ils ne sont pas considérés comme des escaliers par les règlements de sécurité.) Un escalier mécanique avec une pente de 35° est plus économique, car il demande une surface au sol moins importante.

Pour des hauteurs importantes, il vaut mieux choisir, pour des raisons psychologiques et de sécurité, une pente de 30°. Les deux pentes ont sensiblement la même capacité.

Pour les installations de circulation, appliquer si possible une pente de 27° à 28°, correspondant au rapport de montée d'un escalier confortable (16/3).

Selon une norme mondialement pratiquée, la largeur des marches est de 60 cm (1 personne), 80 cm (1-2 personnes) et de 100 cm (2 personnes) (fig. 7 à 9). Une largeur de 100 cm est suffisante pour une personne chargée.

Prévoir au départ et à l'arrivée un espace d'encombrement suffisant ≥ 2,50 m de profondeur.

La vitesse admise pour les grands magasins, bâtiments administratifs, bureaux, halles de foire et aéroports est généralement de 0,5 m/s.

Pour le métro et les installations de circulation publiques, on préfère 0,65 m/s.

Répartition moyenne de la circulation montante dans un grand magasin : escalier fixe 2%, ascenseurs pour personnes 8%, escaliers mécaniques 90%.

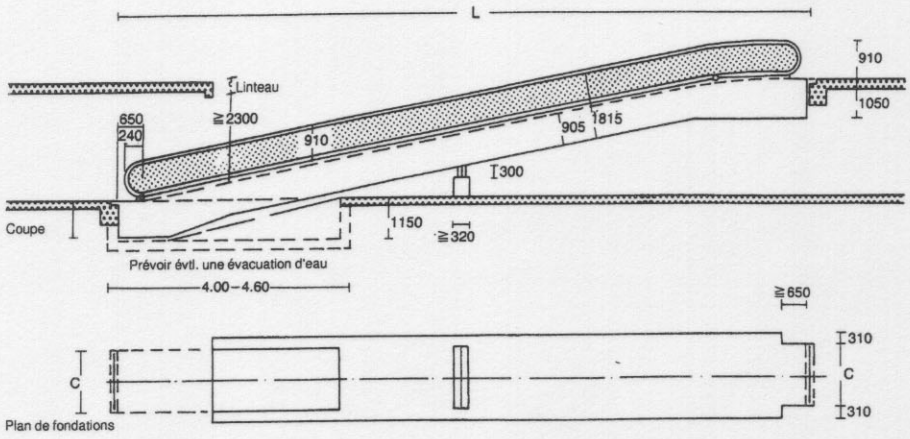
La circulation descendante se fait aux trois quarts environ par les escaliers mécaniques.

Suite à des observations sur le débit moyen d'un escalier mécanique conçu pour 1 500 m² de surface de vente, il vaut mieux compter un maximum de 500 à 700 m².

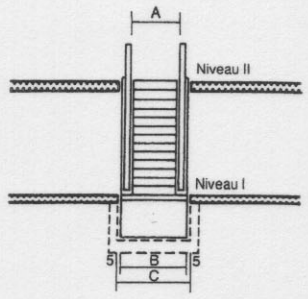
Escaliers mécaniques pour trafic urbain

Exigences élevées (fonctionnement, construction, sécurité), pente de 27°, 18° et 30°.

Dimensions et capacité (fig. 1 à 3).



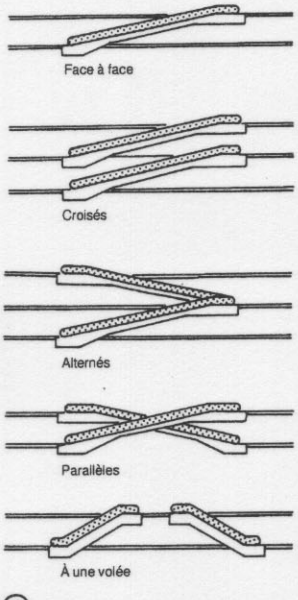
① Trottoir roulant. Coupe longitudinale et plan de fondations.



② Coupe transversale (fig. 1).

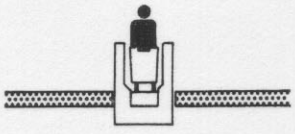
Type	60	80	100
A	600	800	1000
B	1220	1420	1620
C	1300	1500	1700

③ Dimensions (fig. 1 et 2).



④ Disposition de trottoirs roulants.

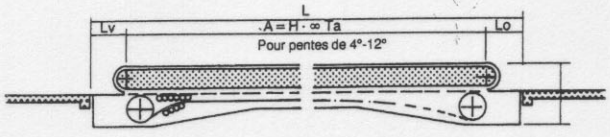
La capacité de transport d'un trottoir roulant se calcule selon la formule suivante :
C = (T x L x V x 3600) : 0,25.
dans laquelle :
L = largeur utile en m
V = vitesse en m/s
T = taux d'utilisation, variable entre 0,5 et 0,9; valeur moyenne de 0,7. On considère une surface utile de 0,25 m² par personne.



⑤ 1 personne avec chariot de 60 cm, largeur : 80 cm.

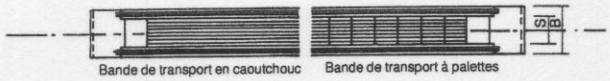


⑥ 2 personnes, largeur : 1 m.

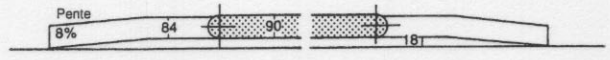


⑦ Coupe sur trottoir roulant avec bande.

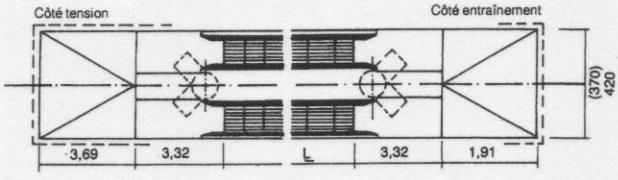
Avec bande de transport à palettes.



⑧ Vue en plan (fig. 7).



⑨ Coupe schématique d'un trottoir roulant à deux voies (fig. 10).



⑩ Vue en plan d'un trottoir roulant à deux voies avec déviateur horizontal (fig. 9).

TROTTOIRS ROULANT / GRANDS MAGASINS ET COMMERCES (VOIR RECOMM. POUR ESCALIERS MÉCANIQUES ET TROTTOIRS ROULANTS)

NF P82 500 et NF P82 502

Pente	10°	11°	12°
d	Sx5,6713 + 15480	Sx5,1446 + 14100	Sx4,7046 + 12950
g	6400	5900	5450
i	Hx5,6713 + 3340	Hx5,1445 + 3150	Hx4,7046 + 2990

⑪ Trottoir roulant avec courbe de raccordement supérieure (fig. 1).

Trottoir roulant horizontal	Avec bandes à palettes	Avec bande en caoutchouc	Trottoir roulant à deux voies
Largeur utile S	800 + 1000	750 + 950	2 x 800 + 2 x 1000
Largeur hors tout B	1370 + 1570	1370 + 1570	3700 + 4200
Réalisation	Construction plane pente ≥ 4°.		
Longueur d'une section	12 - 16 m		~10 m
Distance des appuis	Selon nécessité statique		
Longueur utile possible L	225 m = ≥ 300 m		
Capacité de transport	40 m/min.		11000 Pers./h

⑫ Dimensions et capacité des trottoirs roulants horizontaux (fig. 7 et 8).

L'avantage d'un trottoir roulant tient à la possibilité de transporter avec peu de risques landaus, fauteuils roulants, chariots, vélos et bagages encombrants. La planification doit prendre en compte la circulation escomptée pour que l'installation ait un rendement optimal.

La capacité de transport dépend de la largeur libre, la vitesse et le taux d'occupation. Elle peut atteindre 6 000 à 12 000 personnes/h. Pente maximale des trottoirs roulants 12° = 21 %. La vitesse normale est de 0,5-0,6 m/s à l'horizontale, et de 0,75 m/s pour une pente jusqu'à 4°. Un trottoir roulant court mesure environ 30 m, un trottoir roulant long jusqu'à 120 m. Pour permettre son utilisation par un maximum de personnes, il est recommandé de planifier une succes-sion de plusieurs trottoirs roulants courts.

Grâce à la possibilité de changement de direction, le trottoir à deux voies est peu encombrant (schémas des fig. 9 et 10) contrairement aux schémas des figures 7 et 8. La hauteur de construction est réduite (180 mm) et il est possible de le monter dans un bâtiment existant.

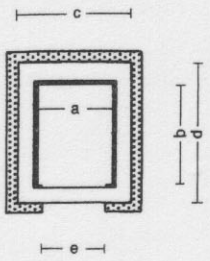
Valeurs de la cotangente de la pente d'un escalier roulant :

Formule = cot x L x hauteur à monter.

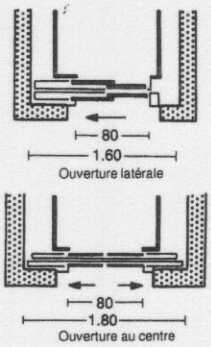
Pente en %	10°	11°	12°
cot L.	5,6713	5,1446	4,7046

Par exemple, hauteur à monter 5 m, pente 12 % :
Longueur moyenne = 4,7046 x 5 m = arrondi à 23,52 m.

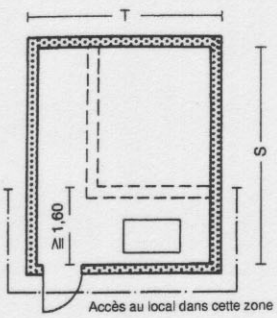
ASCENSEURS POUR IMMEUBLES D'HABITATION



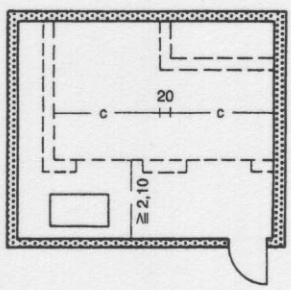
① Vue en plan : cage d'ascenseur et



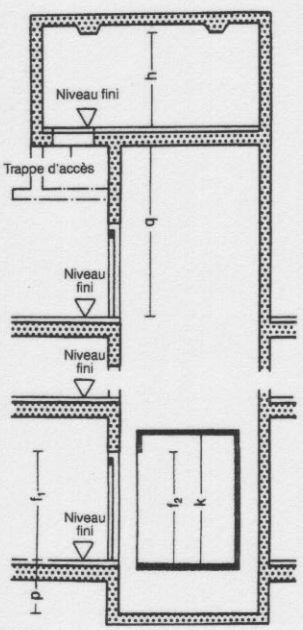
② portes.



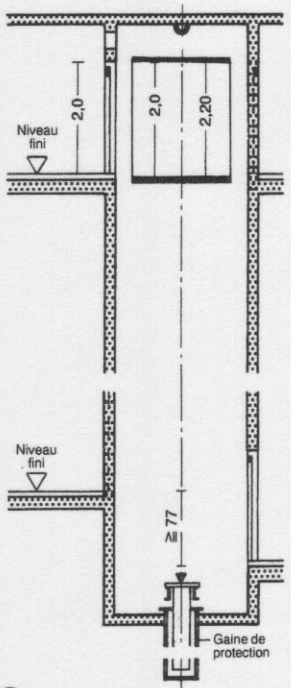
③ Local machinerie.



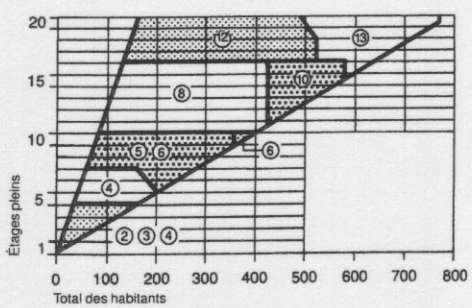
④ Local machinerie pour ascenseurs groupés.



⑤ Gaine et machinerie.



⑥ Gaine d'ascenseur hydraulique.



⑦ Capacité de transport pour immeubles d'habitation normaux.

La circulation verticale dans des immeubles de construction récente est en grande partie assurée par les ascenseurs. Lors de la planification de tels ensembles, l'architecte consulte normalement un ingénieur spécialisé. Dans de grands immeubles de plusieurs niveaux il est conseillé de regrouper les différents ascenseurs pour créer un noeud de communication. L'emplacement d'un monte-charge doit être clairement distinct de celui d'un ascenseur; lors de la planification, on peut en outre tenir compte de l'éventuelle utilisation d'un monte-charge pour le transport de personnes aux heures de pointe. La capacité des ascenseurs en immeuble d'habitation est fixée comme suit :

320 ou 400 kg (petit ascenseur) pour le transport de personnes avec ou sans charges.

630 kg (ascenseur moyen) pour utilisation avec landaus et fauteuils roulants.

1 000 kg (grand ascenseur) également pour le transport de brancards, cercueils, meubles et fauteuils roulants pour handicapés (fig. 8).

L'espace libre devant les accès aux ascenseurs doit être conçu et dimensionné de sorte que :

- les utilisateurs même avec bagages à main se gênent le moins possible en montant et en descendant,
- le chargement / déchargement des charges maximales autorisées (par exemple : landaus, fauteuils roulants, brancards, cercueil, meubles) s'effectue sans représenter des risques de blessure ou de dégradation.

Espace libre devant un ascenseur individuel

La profondeur utile minimale entre la porte de gaine et le mur d'en face doit équivaloir à la profondeur de la cabine. La surface utile minimale doit équivaloir au produit de la profondeur de cabine par la largeur de gaine.

Espace libre devant ascenseurs attenants

La profondeur utile minimale entre la porte de gaine et le mur d'en face, mesurée en face de la cabine, doit équivaloir à la profondeur de la plus grande cabine.

	Capacité kg	400			630				1000				
	Vitesse de transport ≤ m/	0,63	1,00	1,60	0,63	1,00	1,60	2,50	0,63	1,00	1,60	2,50	
Gaine	Largeur min. de la gaine c mm	1800			1800				1800				
	Prof. min. de la gaine c mm	1500			2100				2600				
	Prof. min. de la fosse p mm	1400	1500	1700	1400	1500	1700	2800	1400	1500	1700	2800	
	Hauteur min. de la tête de gaine q mm	3700	3800	4000	3700	3800	4000	5000	3700	3800	4000	5000	
Porte	Larg. libre porte gaine c_2 mm	800			800				800				
	Haut. libre porte gaine s_2 mm	2000			2000				2000				
Local machinerie	Surface minimale de la machinerie m²	8	10		10	12	14		12	14	15		
	Largeur minimale de la machinerie r mm	2400	2400		2700	2700	3000		2700	2700	3000		
	Profondeur minimale de la machinerie s mm	3200	3200		3700	3700	3700		4208	4200	4200		
	Hauteur minimale de la machinerie h mm	2000	2200		2000	2200	2600		2000	2200	2600		
Cabine	Largeur libre cabine s mm	1100			1100				1100				
	Prof. libre cabine b mm	950			1400				2100				
	Haut. libre cabine k mm	2200			2200				2200				
	Largeur libre d'accès à la cabine c_2 mm mm	800 800			800 800				800 800				
	Hauteur libre d'accès à la cabine f_2 mm mm	2000 2000			2000 2000				200				
	Nbre de personnes admissibles	5			8				13				

⑧ Dimensions de la construction, de la cabine et de la porte.

ASCENSEURS POUR BUREAUX, BANQUES, HÔTELS, ETC. MONTE-MALADES

Le bâtiment et sa destination déterminent le type de base de l'ascenseur à installer. Il sert au transport vertical de personnes et malades. Les ascenseurs sont des machines d'une longue durée de vie (entre 25 et 40 ans). Pour cette raison, ils doivent être conçus de façon à pouvoir encore répondre aux nouvelles exigences 10 ans après leur construction. Les modifications d'installations mal conçues ou trop petites sont chères voire carrément impossibles. Analyser le volume du trafic lors de la planification.

Analyse du volume de trafic : formes et définitions.
Temps de trajet : la valeur indique le temps de trajet pour un cycle de parcours.

Le temps d'attente moyen est le temps écoulé entre l'appel de l'ascenseur et son arrivée.

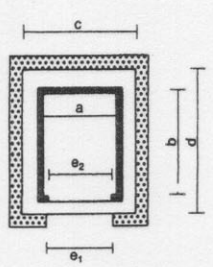
$$\text{Temps moyen d'attente (S)} = \frac{\text{temps d'un cycle de parcours (S)}}{\text{nombre d'ascenseurs/groupe}}$$

Capacité de transport : nombre de personnes transportées en un maximum de 5 minutes, se calcule comme suit :

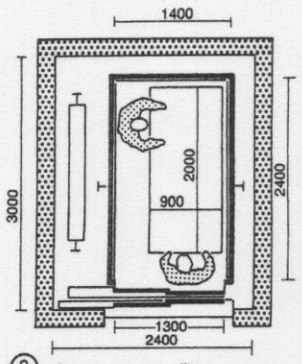
$$\frac{300\ (s) \times \text{taux d'utilisation de la cabine (personnes)}}{\text{temps d'un cycle de parcours (s)} \times \text{nombre d'ascenseurs/groupe}}$$

Capacité de transport en pourcentage :

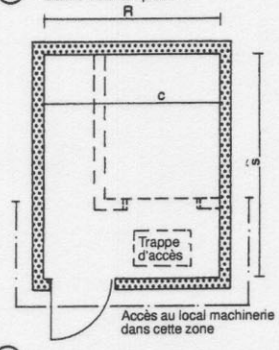
$$\text{capacité \%} = \frac{100 \times \text{capacité de transport (nombre de personnes)}}{\text{nombre de personnes dans le bâtiment}}$$



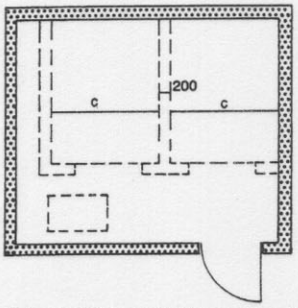
① Gaine vue en plan.



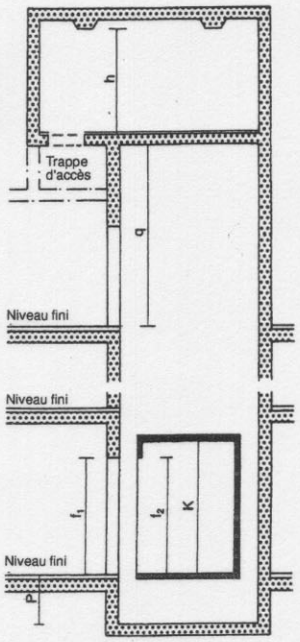
② Ascenseurs pour lits.



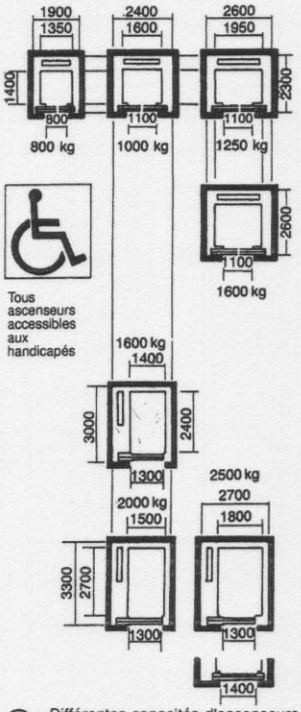
③ Local machinerie.



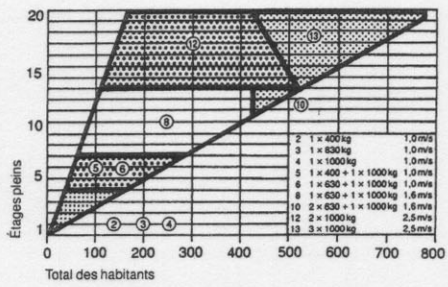
④ Ascenseurs groupés avec salle de machinerie commune.



⑤ Gaine pour ascenseur individuel.



⑥ Différentes capacités d'ascenseurs (fig. 8 et 9).



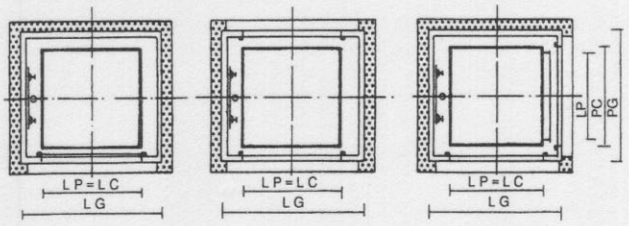
⑦ Capacité de transport pour immeubles d'habitation confortables avec ou sans étages de bureaux.

Capacité	kg	800				1000(1250)				1600			
Vitesse nominale	m/s	0,63	1,0	1,6	2,5	0,63	1,0	1,6	2,5	0,63	1,0	1,6	2,5
Largeur min. de la gaine	c	1900				2400				2600			
Profondeur min. de la gaine	d	2300				2300				2600			
Profondeur minimale de la fosse	p	1400	1500	1700	2800	1400	1700		2800	1400	1900		2800
Hauteur minimale de la tête de gaine	q	3800		4000	5000	4200			5200	4400			5400
Largeur libre porte de gaine	c_1	800				1100				1100			
Hauteur libre porte de gaine	f_1	2000				2100				2100			
Surface minimale de la machinerie	m²	15			18	20				25			
Largeur minimale de la machinerie	r	2500			2800	3200				3200			
Profondeur minimale de la machinerie	s	3700			4900	4900				5500			
Hauteur minimale de la machinerie	h	2200			2800	2400			2800	2800			
Largeur de la cabine	a	1350				1500				1950			
Profondeur de la cabine	b	1400				1400				1750			
Hauteur de la cabine	k	2200				2300				2300			
Largeur porte de la cabine	e_2	800				1100				1100			
Hauteur porte de la cabine	f_2	2000				2100				2100			
Nbre de personnes admissibles		10				13				21			

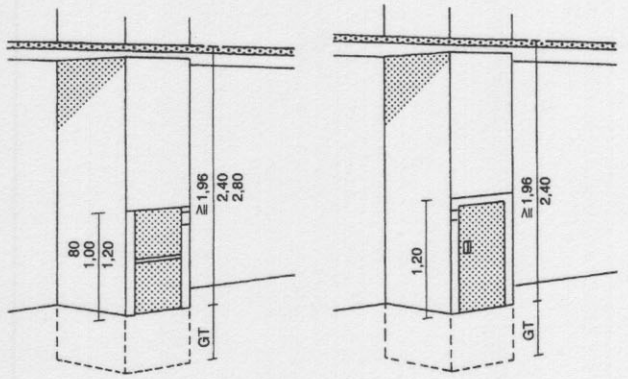
⑧ Dimensions en mm (fig.1 à 6). Ascenseurs accessibles aux fauteuils roulants.

Capacité	kg	1600				2000				2500			
Vitesse nominale	m/s	0,63	1,0	1,6	2,5	0,63	1,0	1,6	2,5	0,63	1,0	1,6	2,5
Largeur min. de la gaine	c	2400								2700			
Profondeur min. de la gaine	d	3000				3300							
Profondeur minimale de la fosse	p	1800	1700	1900	2800	1600	1700	1900	2800	1800	1900	2100	3000
Hauteur minimale de la tête de gaine	q	4400			5400	4400			5400	4800			5600
Largeur libre porte de gaine	c_1	1300								1300 (1400)[6]			
Hauteur libre porte de gaine	f_1	2100											
Surface minimale de la machinerie	m²	26				27				29			
Largeur minimale de la machinerie	r	3200								3500			
Profondeur minimale de la machinerie	s	5500				5800							
Hauteur minimale de la machinerie	h	2800											
Largeur de la cabine	a	1400				1500				1800			
Profondeur de la cabine	b	2400				2700							
Hauteur de la cabine	k	2300											
Largeur porte de la cabine	e_2	1300								1300 (1400)[5]			
Hauteur porte de la cabine	f_2	2100											
Nbre de personnes admissibles		21				26				33			

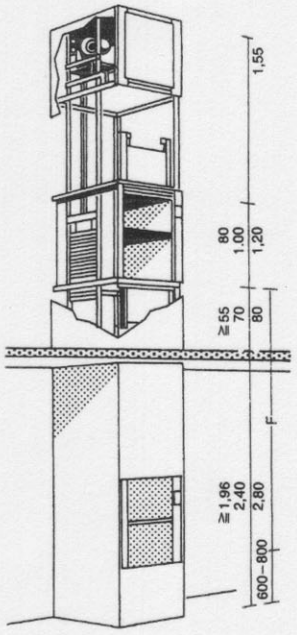
⑨ Dimensions : Ascenseurs pour lits.



① Petit monte-charge non traversant. ② Traversant. ③ En angle.



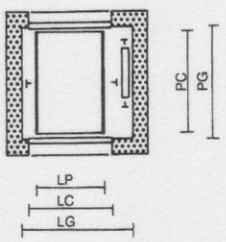
④ Petit monte-charge avec porte coulissante verticale au niveau du sol. ⑤ Petit monte-charge avec porte battante au niveau du sol.



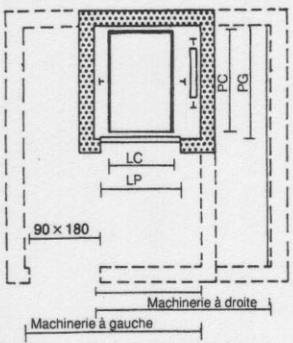
⑥ Petit monte-charge avec porte coulissante verticale et allège.

Type d'installation		Avec une porte et traversant							En angle et en angle traversant				
Charge utile	Q (kg)				100			300			100		
Vitesse	v (m/s)				0,45			0,3			0,45		
Larg. de cabine = larg. de porte	LC = LP	400	500	600	700	800	800	800	500	600	700	800	800
Profondeur de cabine	PC	400	500	600	700	800	1000	1000	500	600	700	800	1000
Haut. de cabine = haut. de porte	HC = HP			800			1200	1200			800		1200
Largeur de porte, en angle	LP	–	–	–	–	–	–	–	350	450	550	650	850
Largeur de gaine	LG	720	820	920	1020	1120		1120	820	920	1020	1120	1120
Profondeur de gaine	PG	580	680	780	880	980	1180	1180	680	780	880	980	1180
Haut. minimale de la tête de gaine	HTG			1990			2590	2590			2145		2745
Largeur de machinerie		500	500	600	700	800	800	800	500	600	700	800	800
Largeur de la porte de machinerie					600						600		
Dist. min. des ouv. de chargement	1.)			1930			2730	2730			1930		2730
Dist. min. des ouv. de chargement	2.)				700			450			700		
Hauteur minimale de l'allège seulement arrêt au niveau bas	HA			600			800	800			600		800

⑦ Dimensions et capacités des petits monte-charge.



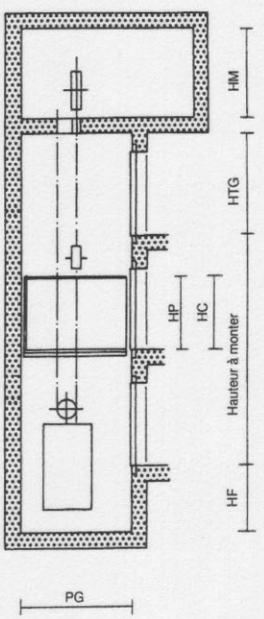
⑧ Monte-charge avec 2 ouvertures traversantes.



⑨ Monte-charge à une seule ouverture et local machinerie.

Charge utile	kg	630	1000	1600	2000	2500	3200
Vitesse	m/s	←	0,40	0,63	1,00	→	
Dimensions cabine	mm						
LC		1100	1300	1500	1500	1800	2000
PC*		1570	1870	2470	2870	2870	3070
HC		2200	2200	2200	2200	2200	2200
Dimensions porte	mm						
LP**		1100	1300	1500	1500	1800	2000
HP		2200	2200	2200	2200	2200	2200
Dimensions gaine	mm						
LG		1800	2000	2200	2300	2600	2900
PG		1700	2000	2600	3000	3000	3200
HF 0,4 et 0,63	m/s	1200	1300	1300	1300	1300	1400
1,0	m/s	1300	1300	1600	1600	1800	1900
HTG 0,4 et 0,63	m/s	3700	3800	3900	4000	4100	4200
1,0		3800	3900	4200	4200	4400	4400
HM		1900	1900	1900	2100	1900	1900

⑩ Monte-charge à poulie motrice, dimensions (fig. 8 et 9).



⑪ Coupe transversale (fig. 8 et 9).

Petits monte-charge

Charge utile ≥ 300 kg; surface de la cabine ≤ 0,8 m²; ils sont utilisés pour les petites marchandises, documents, repas, etc. On ne peut pas y accéder. On utilise couramment des éléments en acier profilé préfabriqués pour garnir les parois de la gaine ou le plafond. Les parois doivent être revêtues de matériaux non combustibles (fig. 1 à 6). Évaluation de la capacité de transport (fig. 7). La relation suivante permet de calculer le temps de trajet T pour un cycle de parcours :

$T = 2\,(h / v) + B_z + H\,(t_1 + t_2) = ...s$

où 2 = facteur constant pour un aller-retour; h = hauteur à monter; v = vitesse; B_z = temps nécessaire pour charger et décharger; H = nombre d'arrêts; t_1 = temps d'accélération et de freinage; t_2 = temps pour fermer et ouvrir les portes : 6 s pour les portes à un vantail, 10 s pour les portes à deux vantaux, 6 s pour les portes coulissantes verticales de petits monte-charge.

La capacité de transport C se déduit du temps pour un cycle de parcours à partir de la relation suivante :

C = 60 / temps (en s) d'un cycle de parcours = 60 / T = trajets/min.

Réglementation pour la construction : La machinerie doit pouvoir être fermée à clef. Elle doit être suffisamment éclairée et avoir des dimensions telles qu'on puisse effectuer des contrôles sans risque d'accident. La hauteur devant la machinerie doit être ≥ 1,8 m. Les monte-plats dans les hôpitaux doivent avoir des gaines à parois lisses et lavables.

Mise en marche : Elle se fait à l'aide d'un bouton-poussoir extérieur pour appeler ou envoyer avant et après chaque arrêt.

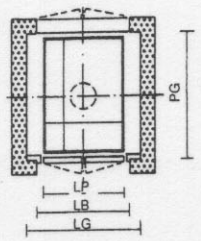
Monte-charge

Ce sont des installations qui servent à transporter des marchandises ou des personnes travaillant pour le propriétaire de cette installation.

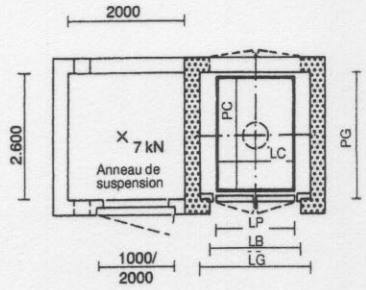
Précision d'arrêt :

Monte-charge sans ralentissement ± 20-40 mm. Ascenseurs et monte-charge avec ralentissement ± 10-30 mm. Vitesse : 0,25; 0,4; 0,63; 1,0 m/s.

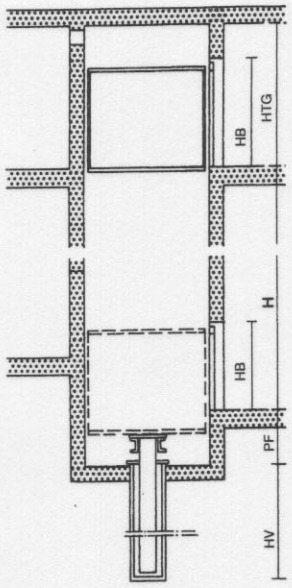
Ils répondent au besoin de transporter de façon économique des charges lourdes sur une hauteur peu importante. Utilisation recommandée jusqu'à une hauteur de 12 m. La machinerie peut être disposée indépendamment de l'emplacement de la gaine. Les monte-charge à vérins directs de la gamme normalisée transportent des charges jusqu'à 20 t sur une hauteur de 17 m maxi. (fig. 1 à 3), les monte-charge à vérins indirects normalisés jusqu'à 7 t sur 34 m maximum. Vitesse des monte-charge hydrauliques de 0,2 et 0,8 m/s. Une machinerie en superstructure n'est pas nécessaire. Il existe plusieurs variantes de monte-charge hydrauliques (fig. 6 à 9), le plus utilisé étant celui à vérin central (fig. 1 à 3). Il nécessite un trou foré, la tolérance d'arrêt peut être abaissée à ± 3 mm grâce à une commande indépendante de la charge. La hauteur libre des portes du monte-charge doit être au moins de 50 à 100 mm supérieure à celle d'autres portes. Comme il est possible d'entrer dans la cabine avec les engins transportant les charges, il est conseillé d'utiliser des portes battantes à deux vantaux, portes coulissantes articulées, à ouverture automatique ou manuelle, centrales ou latérales.



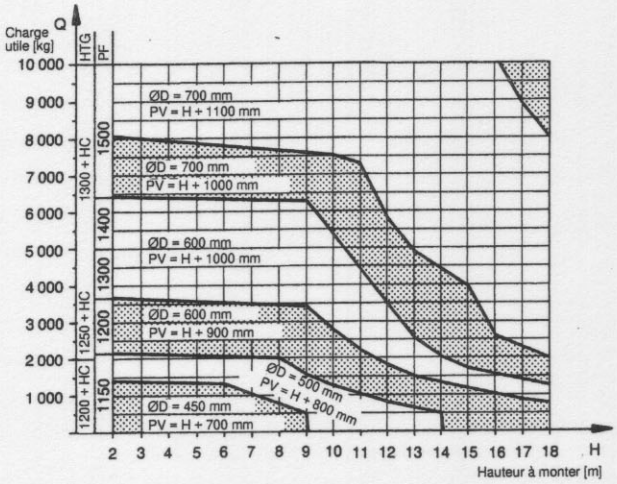
① Vue en plan de la gaine.



② Vue en plan de la gaine avec machinerie.



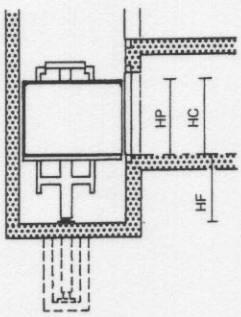
③ Coupe verticale.



④ Diagramme pour déterminer la hauteur de la tête de la gaine HTG; la profondeur de la fosse PF; la profondeur du vérin PV; le diamètre du cylindre de la gaine D.

Charge utile			Q ≤ 5000 kg	Q ≤ 10000 kg
Largeur de la gaine	LG	=	LC + 500	LC + 550
Profondeur de la gaine	PG	=	PC + 150 avec une porte PC + 100 avec deux portes traversantes	
Dimensions de la machinerie env.	Largeur	=	2000	2200
(disposition différente jusqu'à 5 m d'éloignement possible, davantage sur demande).	Profondeur	=	2600	2800
	Hauteur	=	2200	2700

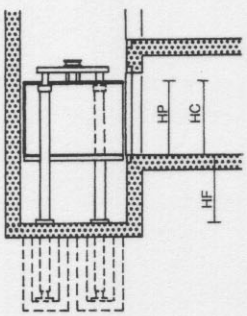
⑤ Données techniques (fig. 1 à 3).



⑥ Sac à dos 1:1.

Charge utile kg		630	1000	1600
Vitesse m/s		0,30 0,47	0,18 0,28	0,23 0,39
Hauteur à monter max. m		6,0	7,0	7,0
Dimensions cabine mm	L	1100	1300	1500
	P	1500	1700	2200
	H	2200	2200	2200
Dimensions porte mm	L	1100	1300	1500
	H	2200	2200	2200
Dimensions gaine mm	L	1650	1900	2150
	P	1600	1800	2300
	HF min.	1200	1400	1600
	HTG min.	3200	3200	3200

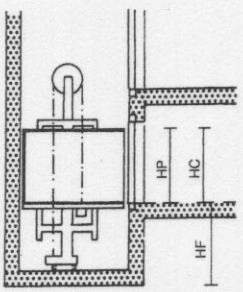
Dimensions (fig. 6).



⑦ Tandem 1:1.

Charge utile kg		1600	2000	2500	3200
Vitesse m/s		0,15 0,24	0,18 0,30	0,24 0,38	0,20 0,30
Hauteur à monter max. m		6,0	7,0	7,0	7,0
Dimensions cabine mm	L	1500	1500	1800	2000
	P	2200	2700	2700	3500
	H	2200	2200	2200	2200
Dimensions porte mm	L	1500	1500	1800	2000
	H	2200	2200	2200	2200
Dimensions gaine mm	L	2200	2200	2600	2800
	P	2300	2800	2800	3600
	HF min.	1300	1300	1300	1300
	HTG min.	3450	3450	3450	3450

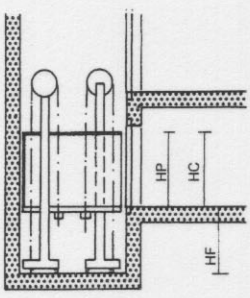
Dimensions (fig. 7).



⑧ Sac à dos 2:1.

Charge utile kg		630	1000	1600
Vitesse m/s		0,28 0,46 0,78	0,30 0,50 0,80	0,24 0,42 0,62
Hauteur à monter max. m		13,0	16,0	18,0
Dimensions cabine mm	L	1100	1300	1500
	P	1500	1900	2200
	H	2200	2200	2200
Dimensions porte mm	L	1100	1300	1500
	H	2200	2200	2200
Dimensions gaine mm	L	1650	1900	2150
	P	1600	2000	2300
	HF min.	1200	1400	1600
	HTG	3200	3200	3200

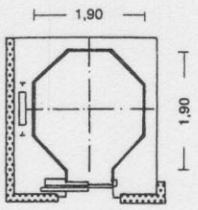
Dimensions (fig. 8).



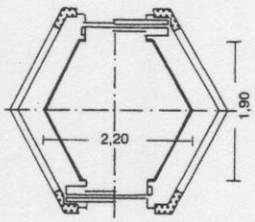
⑨ Tandem 2:1.

Charge utile kg		1600	2000	2500	3000
Vitesse m/s		0,23 0,39 0,61	0,19 0,32 0,50	0,25 0,39 0,64	0,21 0,31 0,51
Hauteur à monter max. m		13,0	14,0	16,0	18,0
Dimensions cabine mm	L	1500	1500	1800	2000
	P	2200	2700	2700	3500
	H	2200	2200	2200	2200
Dimensions porte mm	L	1500	1500	1800	2000
	H	2200	2200	2200	2200
Dimensions gaine mm	L	2300	2300	2600	2900
	P	2300	2800	2800	3600
	HF min.	1300	1300	1300	1300
	HTG	3400	3550	3650	3650

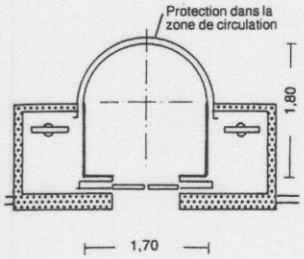
Dimensions (fig. 9).



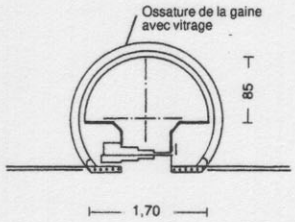
① Cabine octogonale.



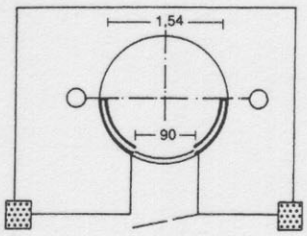
② Forme hexagonale.



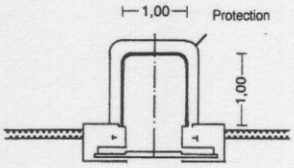
③ Forme semi-ronde.



④ Forme ronde.



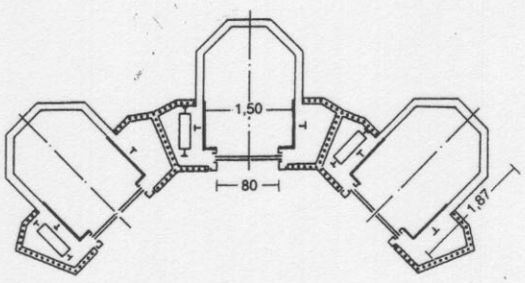
⑤ Cabine ronde.



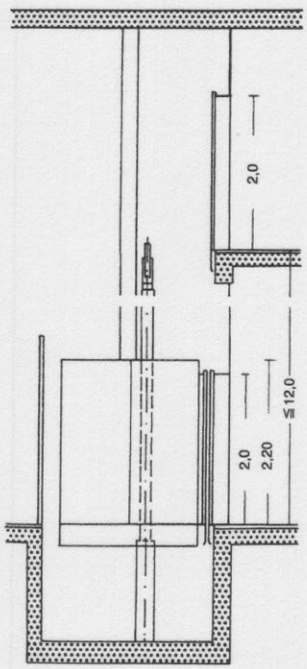
⑥ Forme en U.

Exemples de formes de cabines (fig. 1 à 6). Capacité de 400-1 500 kg, 5-20 personnes.
Systèmes d'entraînement et vitesse selon hauteur du bâtiment et exigences de confort : vitesse de 0,4 ; 0,63 ; 1,0 m/s ; entraînement hydraulique 0,25-1,0 m/s ou par courant triphasé.
Hauteur d'élévation ≤ 35 m ; 10 arrêts.

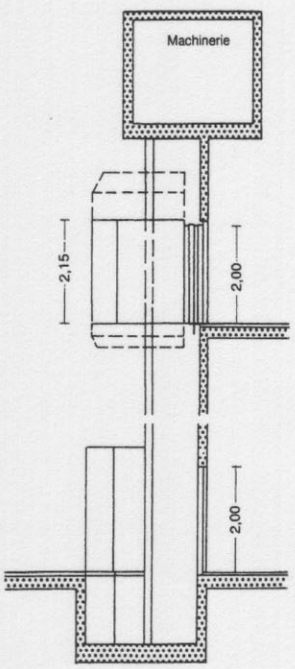
Formes de cabines : angulaire, ronde, semi-ronde, en U (fig. 1 à 6). Ascenseurs groupés également possibles (fig. 9).
Les ascenseurs panoramiques ont l'avantage d'assurer, dans une gamme de vitesses faibles, un transport calme, doux et sans à-coups.
L'esthétique de la cabine est un point fort de ce type d'ascenseur. On utilise les matériaux verre avec acier-poli, brossé ou brillant, laiton ou bronze.
Les ascenseurs panoramiques connaissent un très grand succès. Ceci vaut pour les ascenseurs extérieurs sur les façades de grands magasins luxueux et les ascenseurs intérieurs dans les grands magasins ou dans les foyers des grands hôtels. Le passager profite de la vue sur la rue ou sur les étages d'exposition ou de vente (fig. 10 à 11).



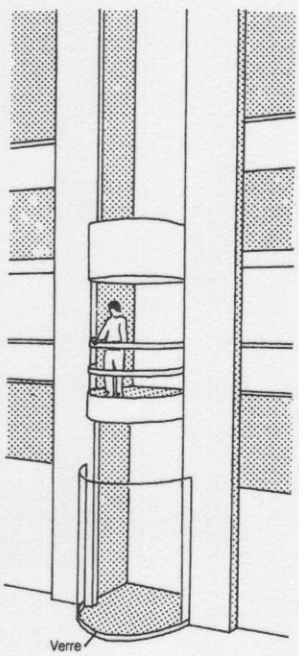
⑨ Ascenseurs panoramiques en verre groupés.



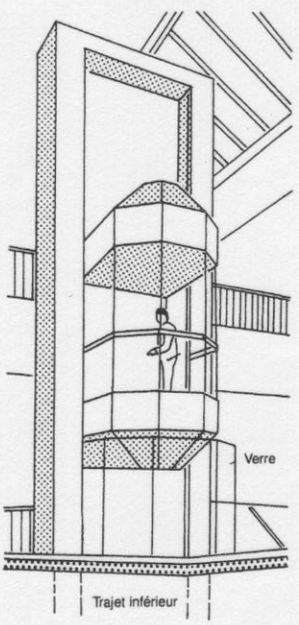
⑦ Ascenseur hydraulique : coupe transversale (fig. 3).



⑧ Ascenseur à câble : coupe transversale.

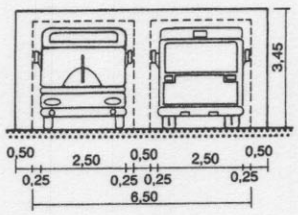


⑩ Ascenseur à l'intérieur d'un bâtiment (fig. 3).

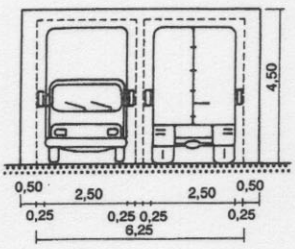


⑪ Ascenseur panoramique (fig. 9).

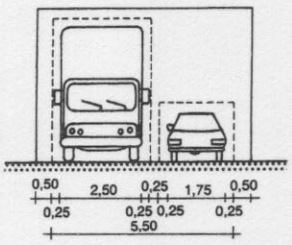
ESPACE NÉCESSAIRE À VITESSE NON RÉDUITE (50 KM/H)



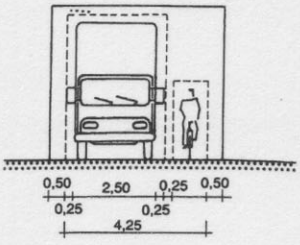
① Autocar / autocar.



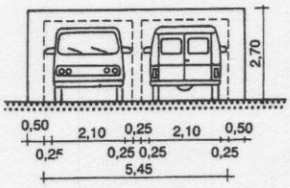
② Camion / camion.



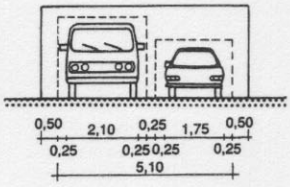
③ Camion / voiture.



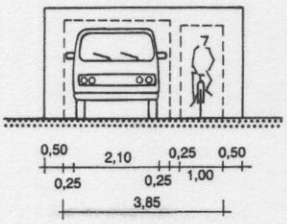
④ Camion / vélo.



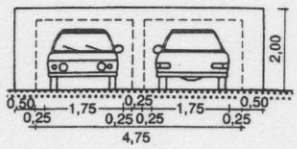
⑤ Camionnette / camionnette.



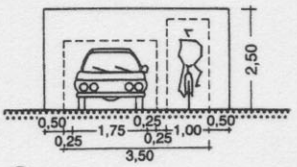
⑥ Camionnette / voiture.



⑦ Camionnette / vélo.

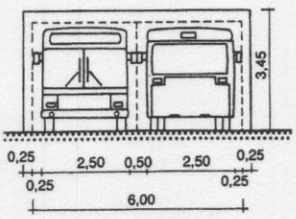


⑧ Voiture / voiture.

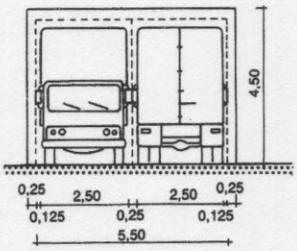


⑨ Voiture / vélo.

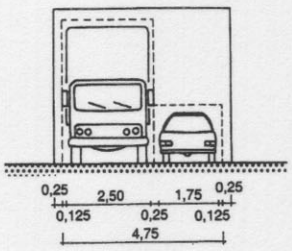
ESPACE NÉCESSAIRE À VITESSE RÉDUITE (moins de 40 KM/H)



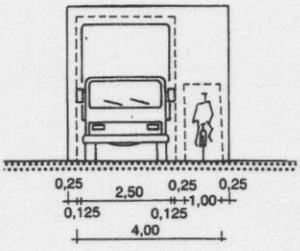
⑩ Autocar / autocar.



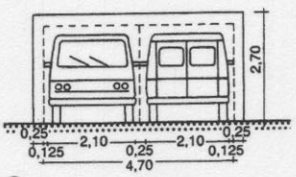
⑪ Camion / camion.



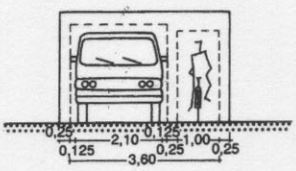
⑫ Camion / voiture.



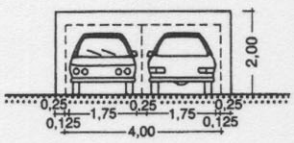
⑬ Camion / vélo.



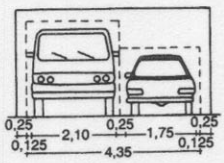
⑭ Camionnette / camionnette.



⑮ Camionnette / vélo.



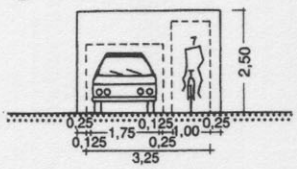
⑯ Voiture / voiture.



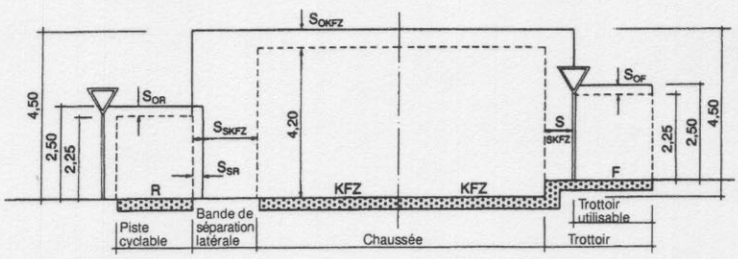
⑰ Camionnette / voiture.

Espace libre
Espace de circulation

Dimensions de base des espaces de circulation et espaces libres en cas de rencontre de véhicules choisis, à vitesses non réduite et réduite.

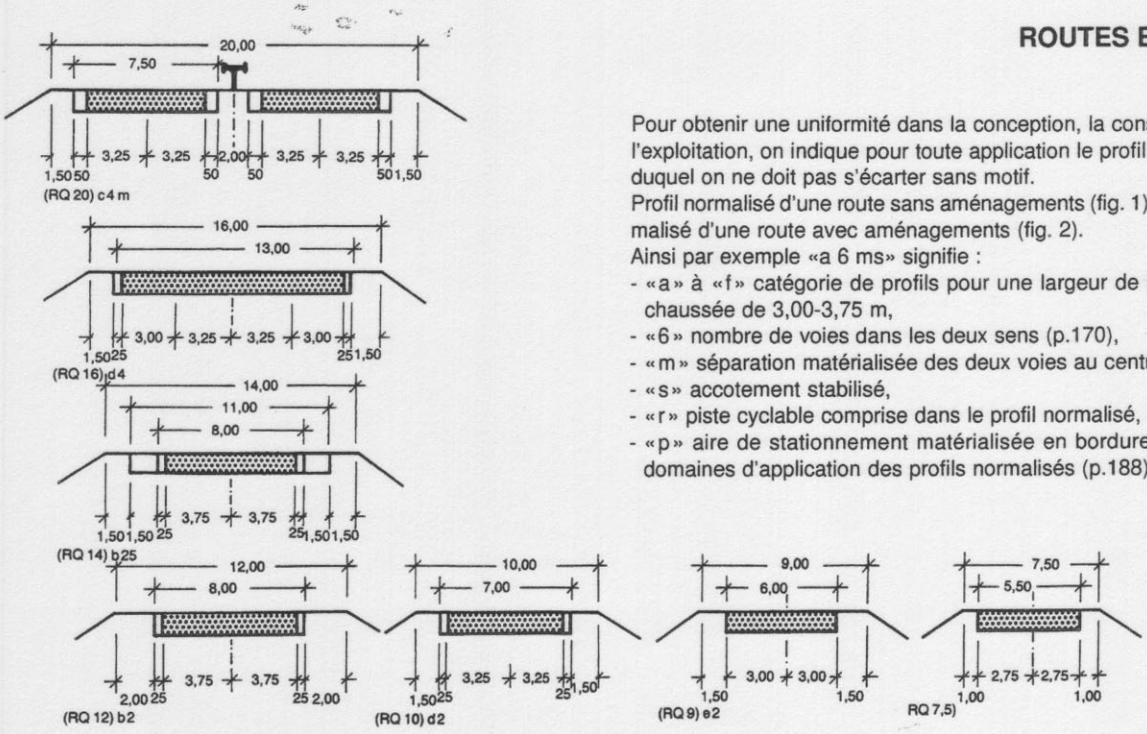


⑱ Voiture / vélo.



⑲ Dimensions de l'espace libre/zone de circulation véhicules.

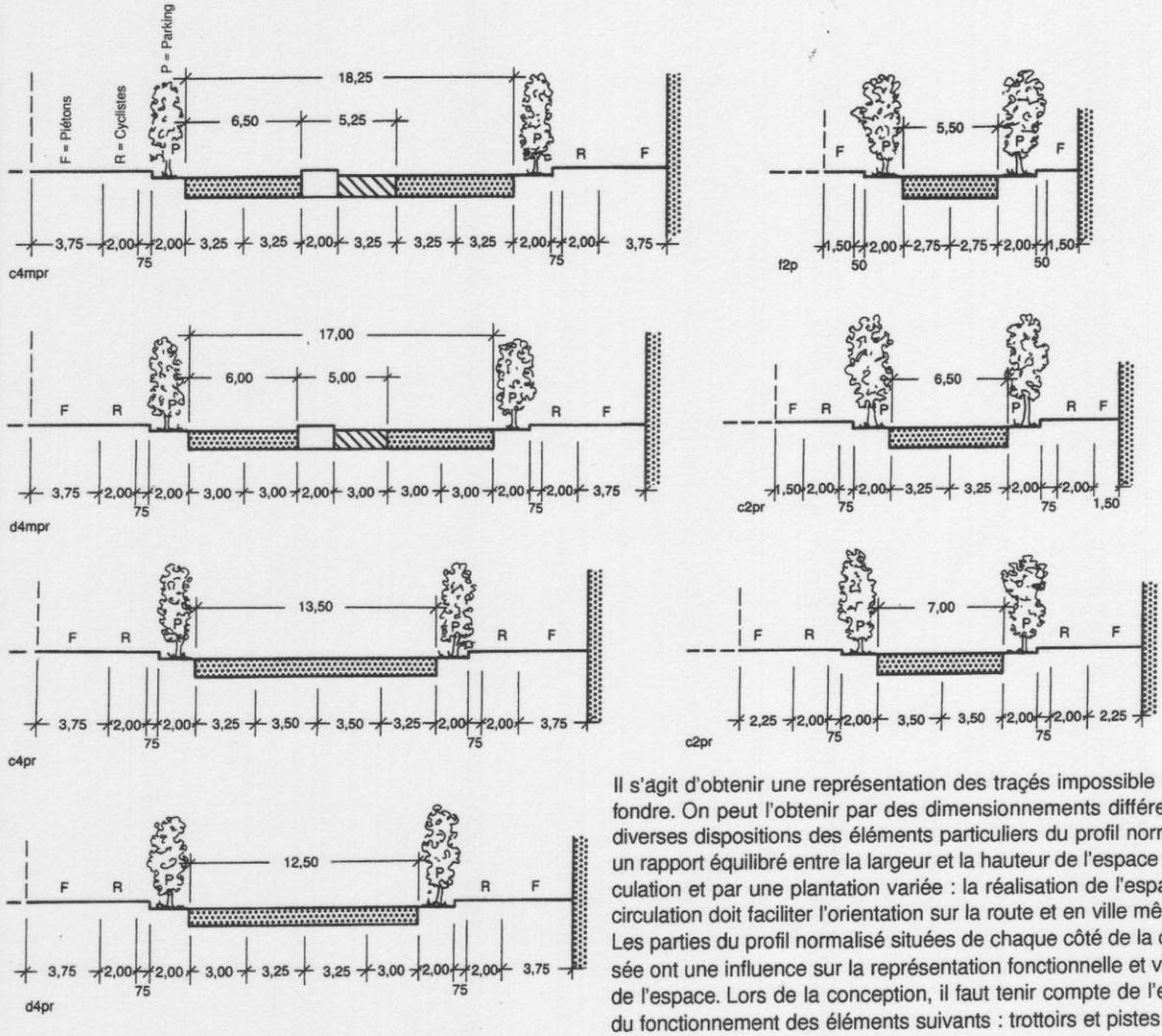
L'espace de circulation pour les automobiles est composé de l'espace occupé par le véhicule de référence (p.382 et suivantes), des marges latérales et supérieure, de l'espace supplémentaire pour la circulation à contre-voie ainsi que des espaces situés au-dessus des accotements, des canivaux praticables et des accotements stabilisés. Sa hauteur s'élève à 4,20 m (fig. 19). L'espace de circulation cyclable, matérialisé par un marquage, est de 1 m de large par 2,25 m de haut. L'espace piétonnier, matérialisé par un marquage, est de 0,75 m de large par 2,25 m de haut. La hauteur de l'espace de sécurité atteint 4,50 m pour le trafic automobile, et même 4,70 m pour permettre la rénovation du revêtement de la voie par surépaisseur. Pour les pistes cyclables et les trottoirs, la hauteur libre est de 2,50 m. La largeur de l'espace de sécurité latéral est mesurée à partir du bord de l'espace de circulation; la largeur réglementaire dépend de la vitesse maximale autorisée. Ainsi on a pour une vitesse autorisée de plus de 70 km/h une largeur de plus de 1,25 m (1,00 m); pour une vitesse autorisée de moins de 50 km/h, elle est de plus de 0,75 m (fig. 19). La largeur de l'espace de sécurité pour les cyclistes est de 0,25m.



① Profil transversal normalisé d'une route sans aménagements extérieurs.

Pour obtenir une uniformité dans la conception, la construction et l'exploitation, on indique pour toute application le profil normalisé, duquel on ne doit pas s'écarter sans motif.
Profil normalisé d'une route sans aménagements (fig. 1). Profil normalisé d'une route avec aménagements (fig. 2).
Ainsi par exemple «a 6 ms» signifie :

- «a» à «f» catégorie de profils pour une largeur de base de la chaussée de 3,00-3,75 m,
- «6» nombre de voies dans les deux sens (p.170),
- «m» séparation matérialisée des deux voies au centre,
- «s» accotement stabilisé,
- «r» piste cyclable comprise dans le profil normalisé,
- «p» aire de stationnement matérialisée en bordure de route, domaines d'application des profils normalisés (p.188).

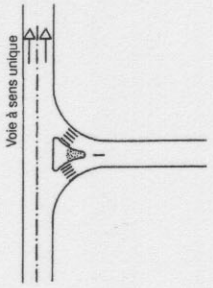


② Profil transversal normalisé d'une route avec aménagements extérieurs.

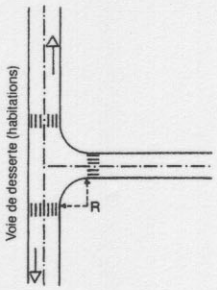
Il s'agit d'obtenir une représentation des tracés impossible à confondre. On peut l'obtenir par des dimensionnements différenciés, diverses dispositions des éléments particuliers du profil normalisé, un rapport équilibré entre la largeur et la hauteur de l'espace de circulation et par une plantation variée : la réalisation de l'espace de circulation doit faciliter l'orientation sur la route et en ville même.
Les parties du profil normalisé situées de chaque côté de la chaussée ont une influence sur la représentation fonctionnelle et visuelle de l'espace. Lors de la conception, il faut tenir compte de l'effet et du fonctionnement des éléments suivants : trottoirs et pistes cyclables en bordure de route, aires de repos et espaces de plein air, écrans et protections, espaces de livraison pour zones commerciales.

UTILISATION			TYPE DE ROUTE				
Catégorie de route	Densité du trafic [véhicules/h]	Critères d'utilisation particuliers	Profil normalisé	Type de trafic	Vitesse maxi. autorisée Vmax [km/]	Points de jonction	Vitesse projetée Vp [km/h]
1	2	3	4	5	6	7	8
A I	≦ 3800 pour $\bar{V}$ = 90 km/h ≦ 2800 pour $\bar{V}$ = 110 km/h		a 6 ms	véhicules	–	dénivelés	120 100
	≦ 2400 pour $\bar{V}$ = 90 km/h ≦ 1800 pour $\bar{V}$ = 110 km/h		a 4 ms	véhicules	–	dénivelés	120 100
	≦ 2200 pour $\bar{V}$ = 90 km/h ≦ 1800 pour $\bar{V}$ = 100 km/h	pour faible circulation poids lourds ou conditions spéciales	b 4 ms	véhicules	–	dénivelés	120 100
	≦ 1700 pour $\bar{V}$ = 70 km/h ≦ 900 pour $\bar{V}$ = 90 km/h		b 2 s	véhicules	≦ 100 (120)	(dénivelés) sur un seul niveau	100 90
	≦ 1300 pour $\bar{V}$ = 70 km/h ≦ 900 pour $\bar{V}$ = 80 km/h	pour faible circulation poids lourds	b 2	véhicules	≦ 100	(dénivelés) sur un seul niveau	100 90
A II	≦ 4100 pour $\bar{V}$ = 70 km/h ≦ 3400 pour $\bar{V}$ = 90 km/h		b 6 ms	véhicules	–	dénivelés	100 90
	≦ 2600 pour $\bar{V}$ = 70 km/h ≦ 2200 pour $\bar{V}$ = 90 km/h		b 4 ms	véhicules	–	dénivelés	100 90
	≦ 2300 pour $\bar{V}$ = 70 km/h ≦ 2100 pour $\bar{V}$ = 80 km/h	pour faible circulation poids lourds ou conditions spéciales	c 4 m	véhicules	≦ 100 (80)	dénivelés (sur un seul niveau)	100 90 (80)
	≦ 1700 pour $\bar{V}$ = 70 km/h ≦ 1400 pour $\bar{V}$ = 80 km/h		b 2 s	véhicules	≦ 100	sur un seul niveau	100 90 80
	≦ 1600 pour $\bar{V}$ = 60 km/h ≦ 900 pour $\bar{V}$ = 80 km/h	pour faible circulation poids lourds	b 2	véhicules	≦ 100	sur un seul niveau	100 90 80
	≦ 1700 pour $\bar{V}$ = 60 km/h ≦ 900 pour $\bar{V}$ = 80 km/h	pour trafic agricole > 10 véhicules/h	b 2 s	général	≦ 100	sur un seul niveau	100 90 80
	≦ 1300 pour $\bar{V}$ = 60 km/h ≦ 900 pour $\bar{V}$ = 70 km/h		b 2	général	≦ 100	sur un seul niveau	100 90 80
	≦ 1000 pour $\bar{V}$ = 60 km/h ≦ 700 pour $\bar{V}$ = 70 km/h	pour faible circulation poids lourds	d 2	général	≦ 100	sur un seul niveau	100 90 80
A III	≦ 2600 pour $\bar{V}$ = 60 km/h ≦ 2100 pour $\bar{V}$ = 80 km/h		c 4 m	véhicules	≦ 80 (100)	(dénivelés) sur un seul niveau	(100) (90) 80
	≦ 2300 pour $\bar{V}$ = 60 km/h ≦ 1800 pour $\bar{V}$ = 80 km/h	pour faible circulation poids lourds ou conditions spéciales	d 4	véhicules	≦ 80	sur un seul niveau	80 70
	≦ 1700 pour $\bar{V}$ = 60 km/h ≦ 900 pour $\bar{V}$ = 70 km/h	pour trafic agricole > 20 véhicules/h	b 2 s	général	≦ 100	sur un seul niveau	80 70
	≦ 1600 pour $\bar{V}$ = 50 km/h ≦ 900 pour $\bar{V}$ = 70 km/h	pour forte circulation poids lourds	b 2	général	≦ 100	sur un seul niveau	80 70
	≦ 1300 pour $\bar{V}$ = 50 km/h ≦ 700 pour $\bar{V}$ = 70 km/h		d 2	général	≦ 100	sur un seul niveau	80 70 60
	≦ 800 pour $\bar{V}$ = 50 km/h ≦ 700 pour $\bar{V}$ = 60 km/h	pour faible circ. poids lourds	e 2	général	≦ 100	sur un seul niveau	80 70 60
A IV	≦ 1400 pour $\bar{V}$ = 40 km/h ≦ 1000 pour $\bar{V}$ = 60 km/h	pour forte circulation poids lourds	d 2	général	≦ 100	sur un seul niveau	80 70 60
	≦ 900 pour $\bar{V}$ = 40 km/h ≦ 700 pour $\bar{V}$ = 50 km/h		e 2	général	≦ 100	sur un seul niveau	80 70 60
	≦ 300	indications inutiles	f 2	général	≦ 100	sur un seul niveau	70 60
B II	≦ 2800 pour $\bar{V}$ = 60 km/h ≦ 2400 pour $\bar{V}$ = 80 km/h	pour forte circulation poids lourds	b 4 ms	véhicules	≦ 80	dénivelés	80 70
	≦ 2600 pour $\bar{V}$ = 60 km/h ≦ 2100 pour $\bar{V}$ = 80 km/h		c 4 m	véhicules	≦ 80	dénivelés (sur un seul niveau)	80 70 (60)
	≦ 2500 pour $\bar{V}$ = 50 km/h ≦ 2100 pour $\bar{V}$ = 70 km/h	pour faible circulation poids lourds ou conditions spéciales	d 4	véhicules	≦ 70	sur un seul niveau	70 (60)
B III	≦ 2500 pour $\bar{V}$ = 50 km/h ≦ 2100 pour $\bar{V}$ = 60 km/h	pour forte circulation poids lourds	c 4 m	général	≦ 70	sur un seul niveau	70 60
	≦ 2200 pour $\bar{V}$ = 50 km/h ≦ 1800 pour $\bar{V}$ = 60 km/h		d 4	général	≦ 70	sur un seul niveau	70 60 (50)
	≦ 1400 pour $\bar{V}$ = 40 km/h ≦ 1000 pour $\bar{V}$ = 50 km/h		d 2	général	≦ 70	sur un seul niveau	70 60 (50)
	≦ 900 pour $\bar{V}$ = 40 km/h ≦ 700 pour $\bar{V}$ = 50 km/h	pour faible circulation poids lourds trafic autocars limité	e 2	général	≦ 60	sur un seul niveau	60 (50)
B IV	≦ 1400 pour $\bar{V}$ = 40 km/h ≦ 1000 pour $\bar{V}$ = 50 km/h		d 2	général	≦ 60	sur un seul niveau	60 50
	≦ 900 pour $\bar{V}$ = 40 km/h ≦ 700 pour $\bar{V}$ = 50 km/h	pour faible circulation poids lourds trafic autocars limité	e 2	général	≦ 60	sur un seul niveau	60 50
C III	≦ 2100		c 4 mpr	général	≦ 50	sur un seul niveau	(70) (60) 50
	≦ 2000	pour faible circ. poids lourds	d 4 mpr	général	≦ 50	sur un seul niveau	(70) (60) 50
	≦ 1900	cas particulier de c 4 mpr pour conditions spéciales	c 4 pr	général	≦ 50	sur un seul niveau	(70) (60) 50
	≦ 1800	cas particulier de c 4 mpr pour conditions spéciales	d 4 pr	général	≦ 50	sur un seul niveau	(70) (60) 50
	≦ 1700		c 2 pr	général	≦ 50	sur un seul niveau	(60) 50 (40)
	≦ 1500	pour faible circ. poids lourds	d 2 pr	général	≦ 50	sur un seul niveau	(60) 50 (40)
C IV	≦ 1000	pour forte circ. poids lourds	c 2 pr	général	≦ 50	sur un seul niveau	(60) 50 (40)
	≦ 1000		d 2 pr	général	≦ 50	sur un seul niveau	(60) 50 (40)
	≦ 600	trafic autocars limité	f 2 p	général	≦ 50	sur un seul niveau	50 (40)

(1) Domaines d'application des profils normalisés (p. 187).



① Embranchement sur un seul niveau.



② → comme ①

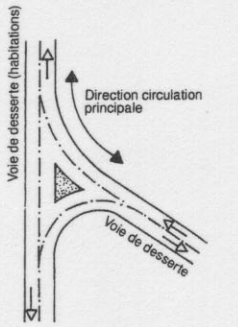
Dans certains pays, on opte rarement pour la solution des ronds-points (fig. 14 et 15). Dans d'autres pays, on les utilise fréquemment, étant donné la réduction du risque d'accidents graves qu'ils introduisent.

Autres avantages : pas de feux, moins de bruit et économie d'énergie. Le diamètre du rond-point dépend des longueurs de retenue liées à la densité du trafic. Une intersection décalée donne plus de place et plus de visibilité mais ne convient qu'au trafic lent, par exemple dans les quartiers résidentiels (fig. 16).

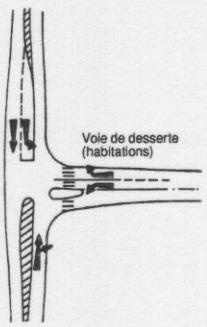
Les points de jonction des routes à deux voies sont d'habitude sur un seul niveau (avec ou sans feux).

On distingue : embranchement (une route débouche dans une autre) (fig. 1 et 2) et intersection (deux routes se croisent) (fig. 5 à 8).

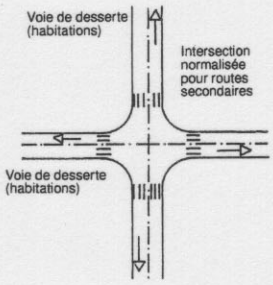
Toute construction est interdite dans une zone de 20 m depuis le bord de la chaussée d'une route nationale. Dans une zone de 40 m depuis l'extrémité de la chaussée, les constructions sont soumises à des limitations (p.192 : Autoroutes).



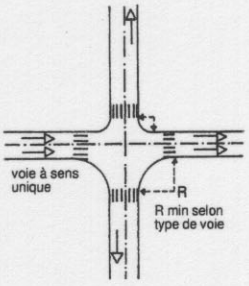
③ Embranchement voies de desserte.



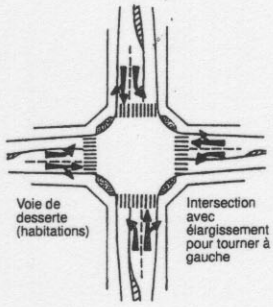
④ Avec élargissement du profil pour tourner à gauche.



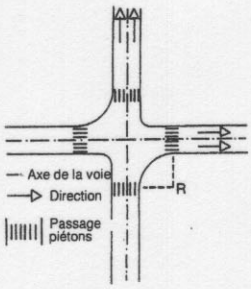
⑤ Intersection sur un seul niveau.



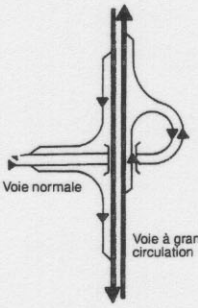
⑥ Intersection sur un seul niveau.



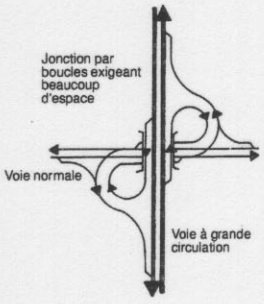
⑦ Intersection sur un seul niveau.



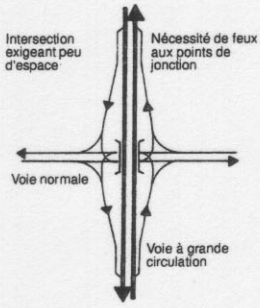
⑧ Intersection sur un seul niveau.



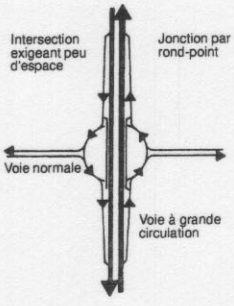
⑨ Embranchements / intersections - dénivelés.



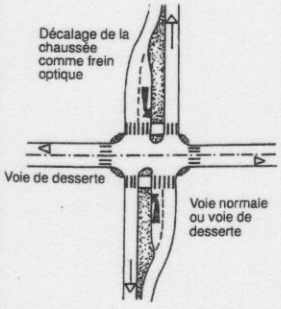
⑩ Embranchements / intersections - dénivelés.



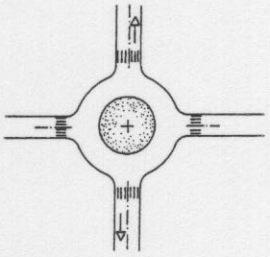
⑪ Embranchements / intersections - dénivelés.



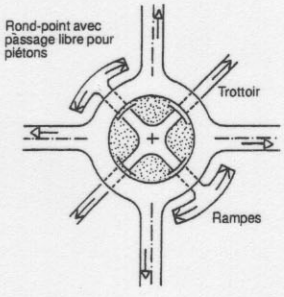
⑫ Embranchements / intersections - dénivelés.



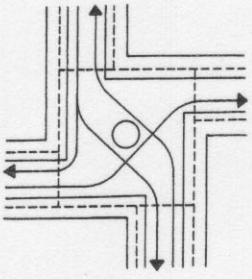
⑬ Rétrécissement de la chaussée.



⑭ Rond-point.

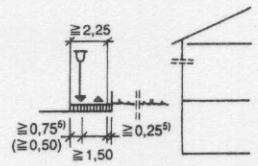


⑮ Rond-point passage piétons.



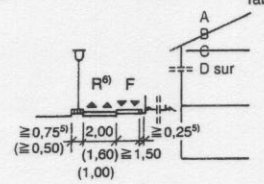
⑯ Intersection décalée pour ralentir le trafic.

Coupes transversales [1]
(Les valeurs entre parenthèses sont des valeurs minimales pour certaines zones de constructions)

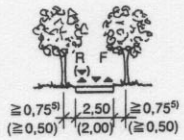


① Trottoir le long d'une voie.

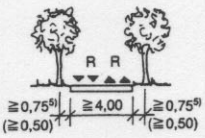
Tableau



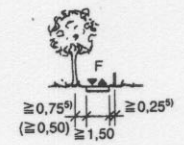
② Piste cyclable le long d'une voie.



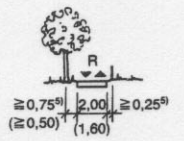
③ Chemin à usage mixte (piétons, cyclistes).



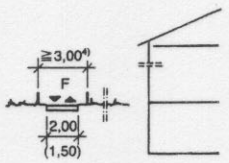
④ Voie cyclable.



⑤ Trottoir indépendant.



⑥ Piste cyclable indépendante.



⑦ Chemin d'accès interdit aux cyclistes.

Valeurs des éléments d'étude				
R_1 min [m]	S[2] max [%]	H_k min [m]	H_w min [m]	Haut. libre min [m]
	6 (12)[8]			2,50
10 (2)[7]	comme voie correspondante	30	10	2,50
10 (2)[7]	3 (4 sur <250m)[8] (8 sur < 30m)[8]	30	10	2,50
10 (2)[7]	3 (4 sur <250m)[8] (8 sur < 30m)[8]	30	10	2,50
	6 (12)[8]			2,50
10 (2)[7]	3 (4 sur <250m)[8] (8 sur < 30m)[8]	30	10	2,50
	6 (12)[8]			3,50 (2,50)

Remarques:

[1] De petites variations en largeur peuvent s'avérer nécessaires en fonction des dimensions des dalles.

[2] S_{min} = 0,5% (écoulement des eaux)

[3] Longueur des chemins d'accès aux habitations interdits à la circulation
1-2 niveaux ≤ 80 m
3 niveaux ≤ 60 m
4 niveaux et plus ≤ 50 m

[4] 4,00-4,50 m en cas de séparation en deux chemins

[5] Autres éléments augmentant la largeur
Une rangée continue d'arbres nécessite une bande de plantation d'au moins 2,50 m

[6] Circulation dans les deux sens uniquement dans des cas exceptionnels

[7] Rayon de raccordement dans des zones de jonction

[8] Dans des cas exceptionnels

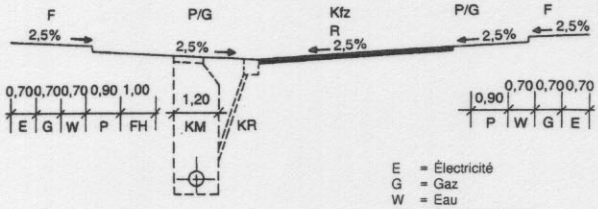
Abréviations pour les figures 1 à 7.

F = Piétons
R = Cyclistes
R_1 = Rayon du tournant
S = Pente longitudinale
H_k = Rayon de la courbe de raccordement au point haut
H_w = Rayon de la courbe de raccordement au point bas

① — ⑦ Zones de circulation pour piétons et cyclistes.

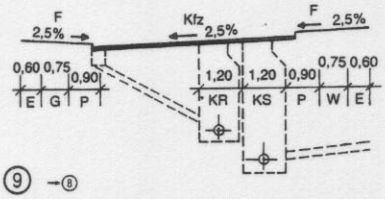
Zones de circulation pour piétons et cyclistes

Les zones de circulation pour piétons doivent être conçues de façons variées et intéressantes, et répondre aussi au besoin de jouer des enfants. Protection contre les intempéries par des arbres, arcades et parfois des abris. Les trottoirs longeant une rue ne doivent pas être inférieurs à 2 m, dont 1,50 m de largeur libre et 0,50 m d'espace de sécurité côté chaussée. Une plus grande largeur s'avère souvent nécessaire. À proximité d'écoles, centres commerciaux, culturels ou sportifs, prévoir une largeur de 3 m (fig. 1 à 7).
Les pistes cyclables longeant une rue à une voie doivent avoir une largeur de 1 m, pour une rue à deux voies une largeur de 2 m (au moins 1,60 m). Marges de sécurité supplémentaires de 0,75 m côté chaussée. Les chemins à usage mixte (piétons et cyclistes) doivent avoir une largeur de 2,50 m (au moins 2,00 m) (p. 191).

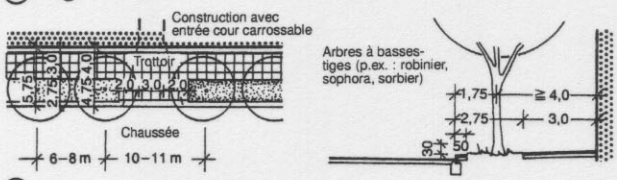


⑧ Espacement des canalisations d'alimentation et d'évacuation enterrées.

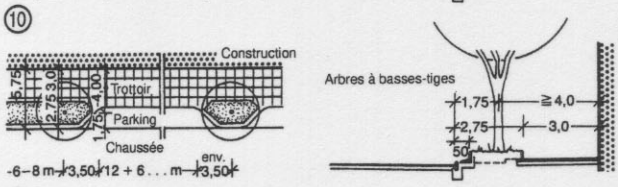
E = Électricité
G = Gaz
W = Eau
FH = Chauffage urbain
P = Câble télécomm.
KM = Égoût unitaire toutes eaux
KS = Évacuation eaux vannes et usées
KR = Évacuation eaux pluviales
F = Piétons
R = Cyclistes
kfz = Véhicules automobiles
P/G = Accotement gazonné



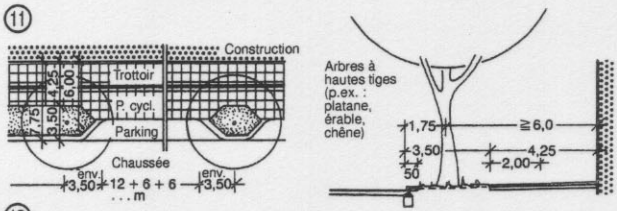
⑨ →⑧



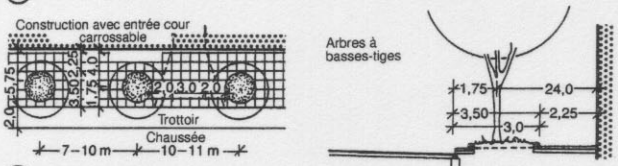
⑩



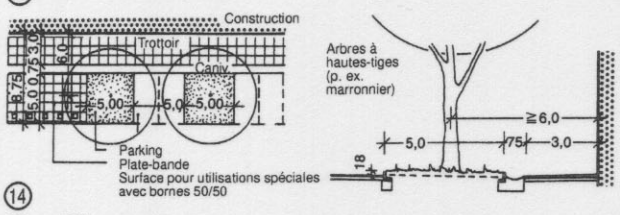
⑪



⑫

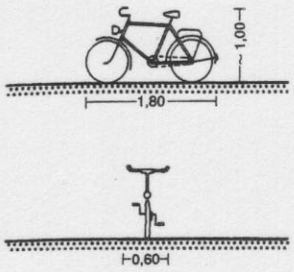


⑬

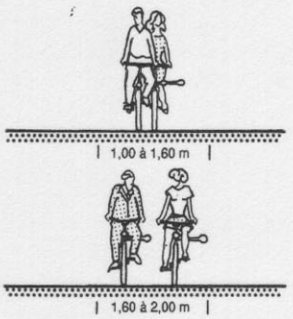


⑭

⑩ — ⑭ Exemples pour la réalisation d'un espace de circulation avec aménagements.



① Dimensions générales pour les bicyclettes.



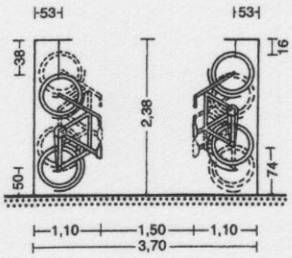
② Dimensions de base des espaces de circulation pour cyclistes.

La circulation à vitesse soutenue nécessite, en sens unique, une largeur de 1,40 m à 1,60 m. Dépassement et croisement à vitesse réduite une largeur de 1,60 m à 2,00 m (fig. 2), mieux 2,00 m à 2,50 m si des cyclistes avec remorque utilisent également la piste.

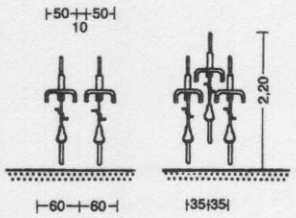
Les dimensions de base de l'espace de circulation d'un cycliste se composent de sa largeur de base et de sa hauteur (fig. 10) ainsi que de la marge de manœuvre nécessaire dans différentes situations.

Dimensionner assez largement les passages entre les supports pour bicyclettes, au moins 1,50 m, de préférence 2,00 m. Recouper tous les 15 m par un passage (fig. 6 et 7).

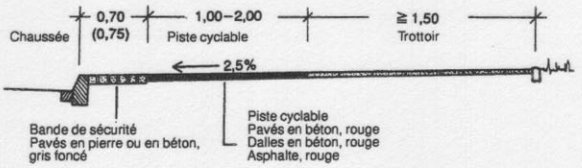
Largeur du passage entre supports verticaux pour bicyclettes au moins 2,50 m. Plus le support est long, plus le couloir doit être large. Largeur du couloir de 1,50 m au moins pour une longueur de 10 m, de 1,80 m pour 15 m et de 2,20 m pour 25 m.



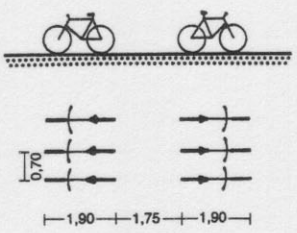
③ Supports pour bicyclettes.



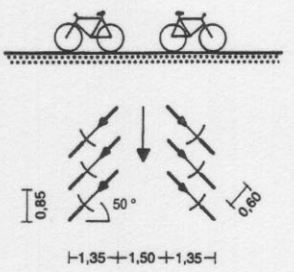
④ Les unes à côté des autres. Décalées.



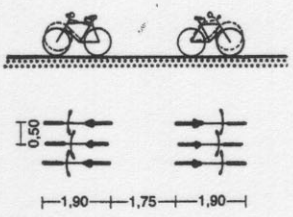
⑤ Profil d'une piste cyclable, matériaux, coloris.



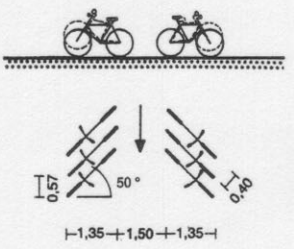
⑥ Dimensions de base pour garer une bicyclette, disposition droite à même niveau.



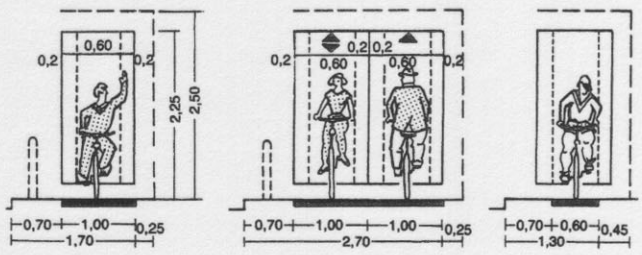
⑦ Disposition biaise à même niveau.



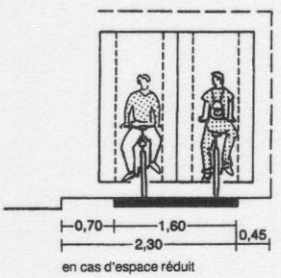
⑧ Disposition droite à niveaux décalés.



⑨ Disposition biaise à niveaux décalés.

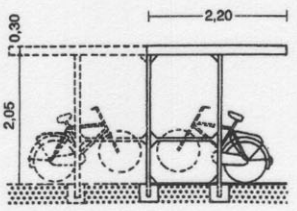


⑩ Largeurs de pistes cyclables, profils normalisés.

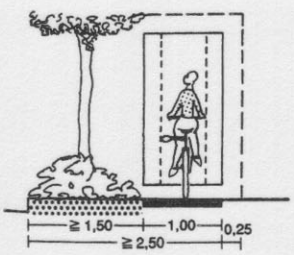


en cas d'espace réduit

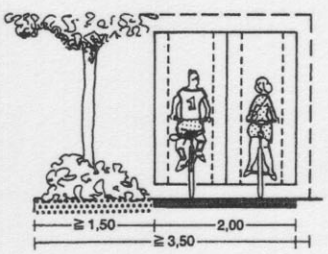
⑪ Profil minimal.



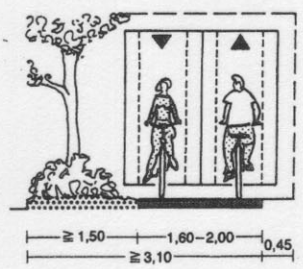
⑫ Abri à bicyclettes.



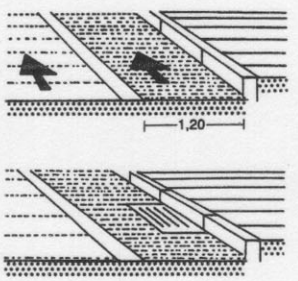
⑬ Pistes cyclables avec bande de verdure côté chaussée, solution optimale.



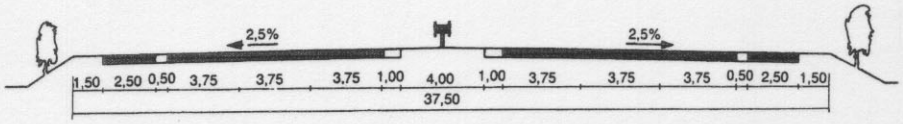
⑭ Solution optimale.



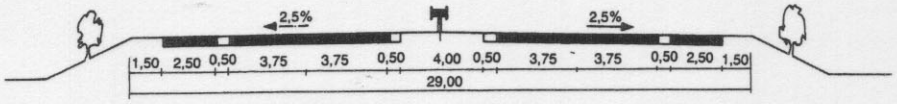
⑮ Bande de verdure nécessaire en cas de circulation dans les deux sens.



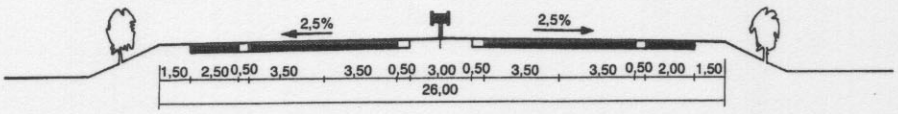
⑯ Piste cyclable bien conçue, éviter les avaloirs et autres.



① Coupe transversale normalisée sur une autoroute à six voies (RQ 37,50) a 6 ms.

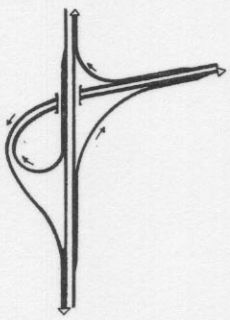


② Coupe transversale normalisée sur une autoroute à quatre voies (RQ 29,00, RQ 26) a 4 ms.

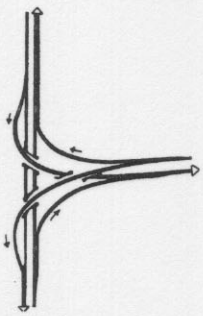


③ Coupe transversale normalisée sur une autoroute à quatre voies (RQ 29,00, RQ 26) b 4 ms.

Échangeurs d'autoroute (trois branches)



④ en trompette.

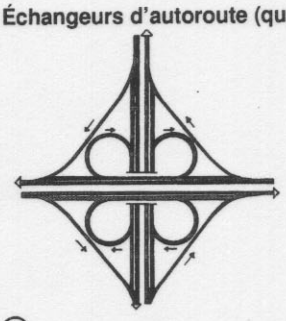


⑤ en triangle.

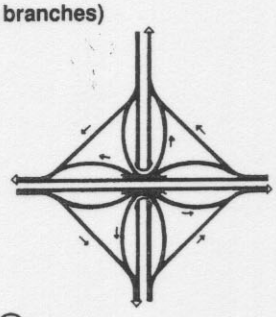


⑥ Bifurcation.

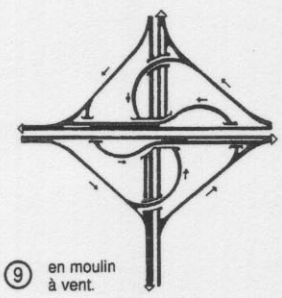
Échangeurs d'autoroute (quatre branches)



⑦ en feuille de trèfle.

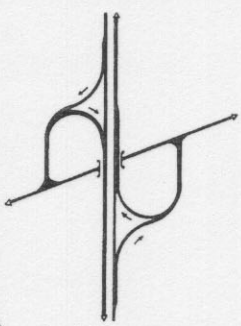


⑧ en croix de Malte.

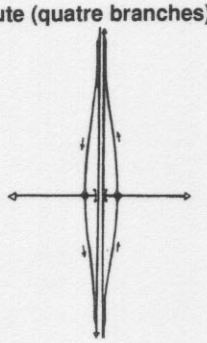


⑨ en moulin à vent.

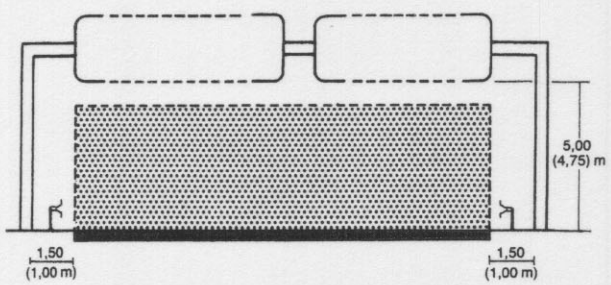
Bretelles de raccordement d'autoroute (quatre branches)



⑩ en demi-trèfle.

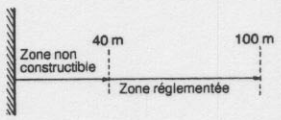


⑪ en losange.

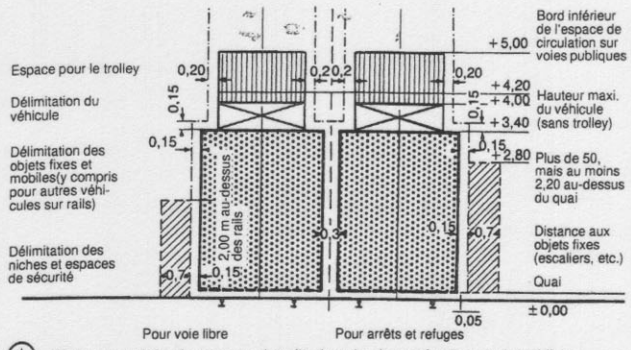


⑫ Panneaux de signalisation au-dessus de la chaussée.

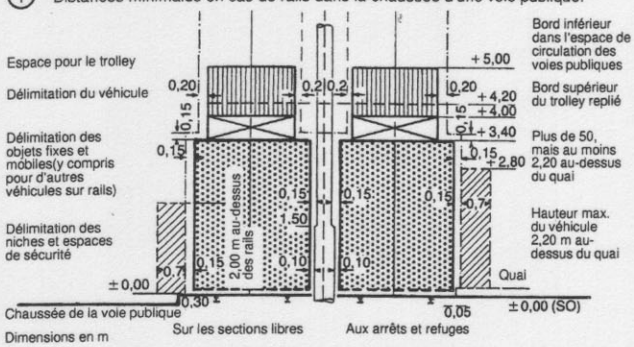
Les autoroutes sont des routes pour trafic rapide sans constructions attenantes.
Les deux chaussées à circulation unidirectionnelle sont séparées par un terre-plein central.
La chaussée stabilisée comporte généralement deux voies ou plus et une voie d'arrêt d'urgence (fig. 1 à 3).
Les autoroutes sont reliées entre elles sans surélévation, par des nœuds de jonction à trois branches (fig. 4 à 6) ou à quatre branches (fig. 7 à 9) et équipées de bretelles pour l'accès et la sortie (fig. 10 à 11).
Lors de la conception d'une nouvelle autoroute, l'aspect écologique occupe une place privilégiée.
Disposition de la signalisation des destinations (fig. 12), emplacement du panneau annonçant un accès d'autoroute à 1 000 m, pour les nœuds de jonction à 2 000 m du point de référence.
Afin que des constructions proches des autoroutes ne portent pas préjudice à la circulation (visibilité, diminution de l'attention), le législateur a fixé des zones d'interdiction de construire et des zones réglementées (accord obligatoire).
Les zones réglementées pour constructions ou modifications importantes d'une construction s'étendent à une distance de 40 à 100 m depuis le bord de la chaussée stabilisée de l'autoroute.
L'interdiction de construire s'applique à tout type de superstructure jusqu'à 40 m depuis le bord de la chaussée stabilisée. (fig.13).



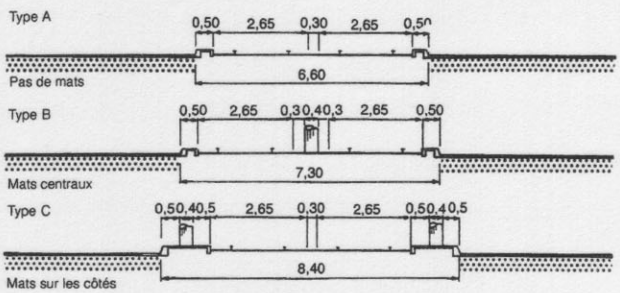
⑬ Interdiction de construire/construction réglementée.



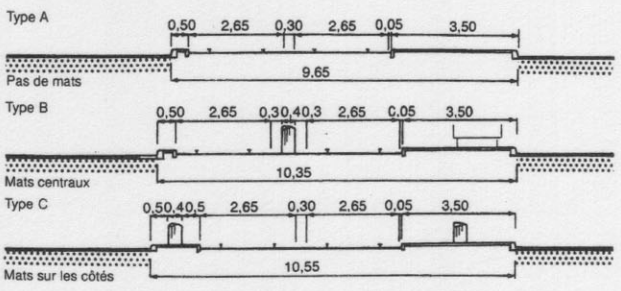
① Distances minimales en cas de rails dans la chaussée d'une voie publique.



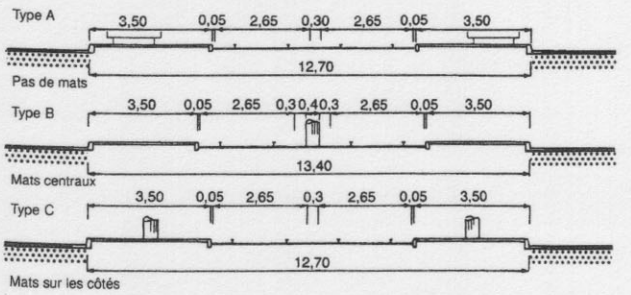
② Distances minimales en cas de rails sur plate-forme séparée dans l'espace de circulation d'une voie publique.



③ Largeur normalisée pour plate-forme séparée dans une voie de desserte.



④ Arrêts sur un seul côté (fig. 3).



⑤ Arrêts sur deux côtés (fig. 3).

Différenciation de systèmes : **le tramway** circule uniquement à vue et participe à la circulation routière (relève du code de la route) ; **la voie ferrée urbaine** circule sur des voies ferrées du type métro ou train ainsi que sur des voies suivant le tracé des rues ; **le métro** ne circule que sur des plates-formes séparées sans intersections et ne participe pas à la circulation routière.

Écartement normalisé : 1,435 m ou 1 m, largeur de l'espace libre = largeur de la caisse du véhicule plus le braquage géométrique en virage plus la largeur supplémentaire pour surélévation et marge de vacillement (au moins 2 x 0,12 m).

Largeur des voitures : 2,3 à 2,65 m (il existe encore des largeurs de 2,20 m, à éviter lors de la conception d'une installation nouvelle).

Distance depuis les axes des rails: au moins 2,60 m ou 2,95 m, mieux 3,10 m pour compenser le braquage dans des rayons moyens.

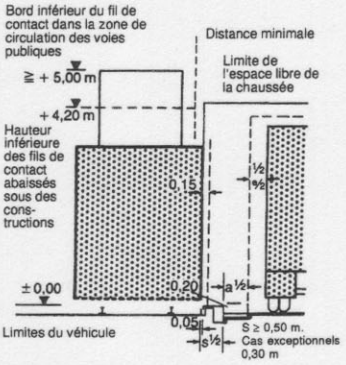
Distance de la caisse du véhicule au trottoir : pour les corps de voie séparés 0,5 m, exceptionnellement 0,30 m.

Rayon de la voie: si possible inférieur à 180 m, au moins 25 m dans les bifurcations et virages.

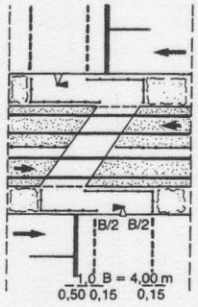
Pente longitudinale : maximum 25 pour mille, exceptionnellement 40 pour mille.

Dimensions du véhicule : longueur du véhicule entre 15 et 40 m, longueur maximale du train 75 m ; longueur du quai = longueur maximale du train 75 m + 5 m pour freinage imprécis. Hauteur maximale de la caisse du véhicule 3,40 m. Hauteur minimale de passage sous des constructions 4,20 m, à l'intérieur des rues 5 m.

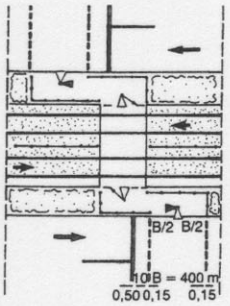
Arrêts : Largeur du quai au moins 3,50 m. Pour l'installation de salles d'attente pour les arrêts entre deux voies au moins 5,50 m. Dans l'intérêt des passagers, la largeur minimale autorisée de 1,50 m est à éviter (dans des conditions difficiles, prévoir au moins 2,00 m pour les quais latéraux). Espace de sécurité : 0,85 m de large depuis la ligne de délimitation du véhicule, du côté de la porte.



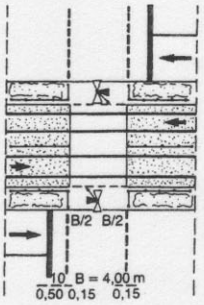
⑥ Délimitation des espaces libres pour chaussée et tramway.



⑦ Passage pour piétons sur la plate-forme, sans feux.



⑧ Passage piétons avec feux.



⑨ Voir figure 3.

La conception des zones de circulation (rues, voies, etc.) doit passer par la cybernétique, c'est-à-dire que les projets doivent être planifiés en respectant toutes les relations.

On distingue :

I. **Les voies à caractéristiques autoroutières** (voies rapides urbaines, autoroutes) avec un nombre de voies supérieur à 4.

II. **Les voies de grande communication** sans ou avec emplacement pour voie de tramway (fig. 1).

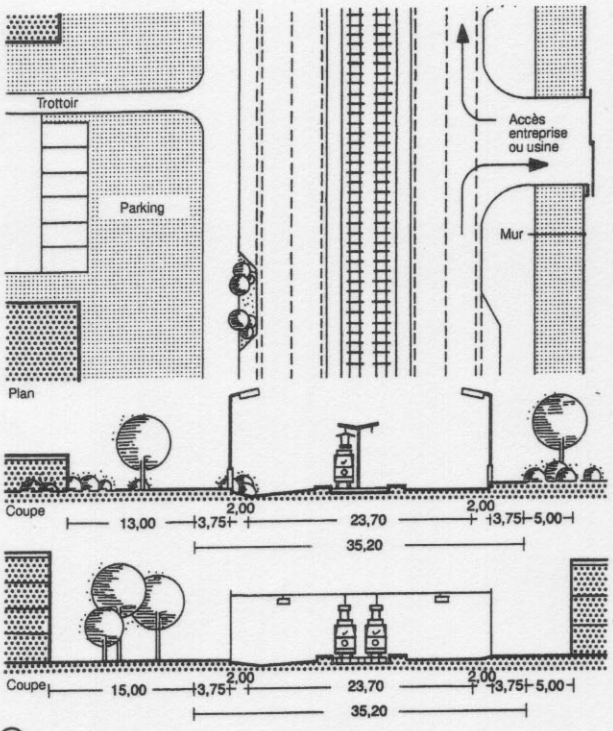
III. **Les voies de liaison locale** à deux ou quatre voies avec, par endroits, des places de stationnement latérales (fig. 2).

IV. **Les voies résidentielles** avec un nombre de voies de moins de 2, des places de stationnement latérales ou centrales (fig. 3 à 4).

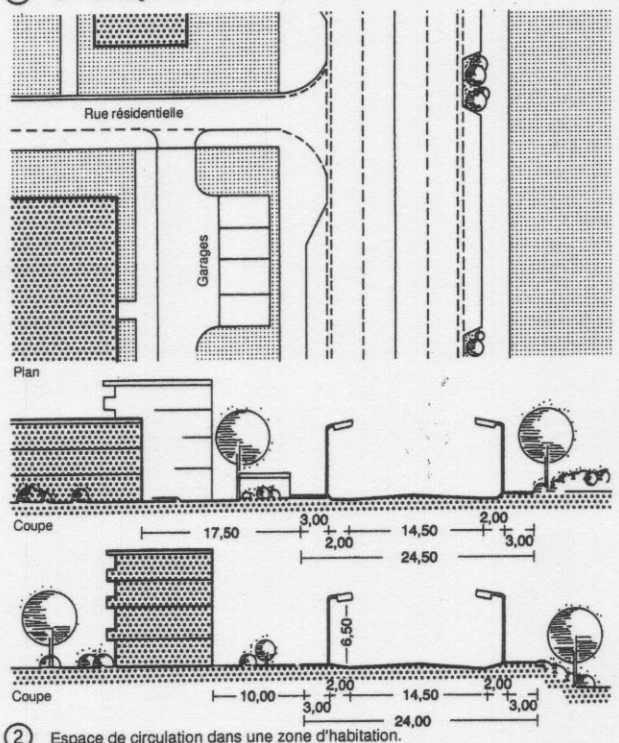
Les voies résidentielles (fig. 5 à 6) offrent beaucoup de surface de stationnement. On peut aménager des **aires de stationnement** entre les immeubles d'habitation (fig. 7).

L'espace aménageable dans le cas des voies de catégorie 4 est important : chemin donnant accès aux maisons, places et surfaces libres. Il faut considérer ici, spatialement, la rue comme partie intégrante des constructions.

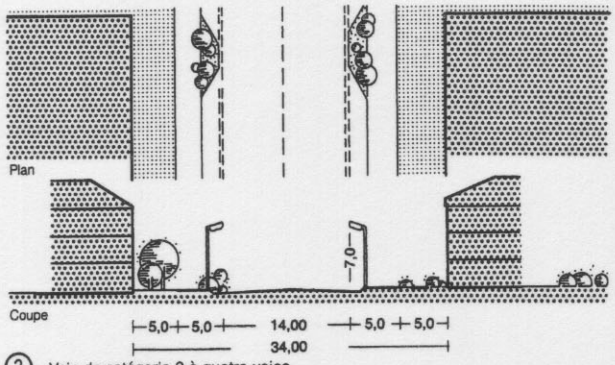
En règle générale, les voies de catégorie 2 ne devraient pas avoir d'accès latéraux. Les moyens de transport public à courte distance sur rails, comme le tramway, doivent être isolés de la circulation, c'est-à-dire situés sur une plate-forme particulière (fig. 1 et p. 195, fig. 1 à 5).



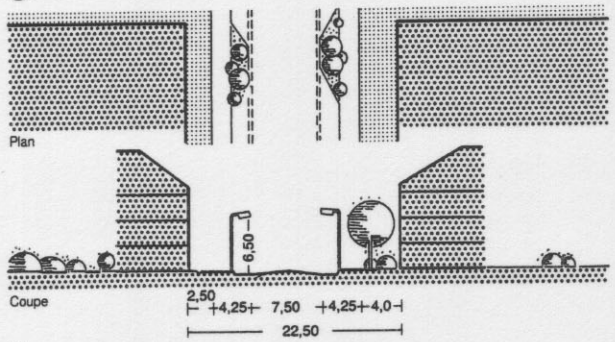
① Voie de catégorie 2 avec tramway.



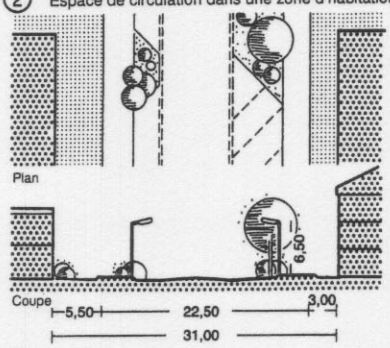
② Espace de circulation dans une zone d'habitation.



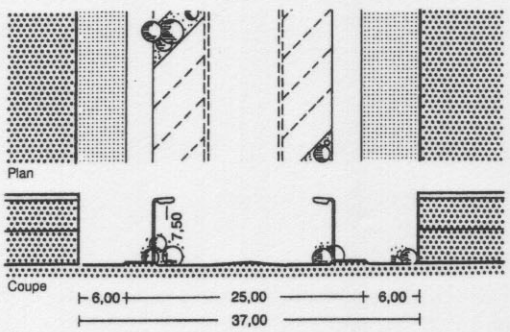
③ Voie de catégorie 3 à quatre voies.



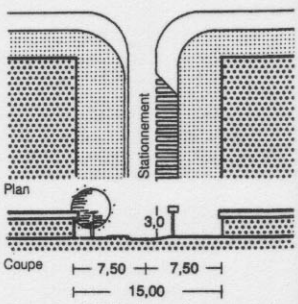
④ Voie de catégorie 3 à deux voies.



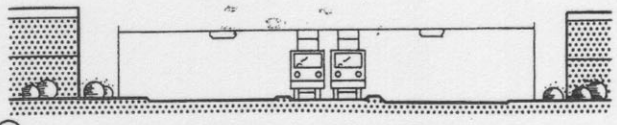
⑤ Voie avec stationnement unilatéral.



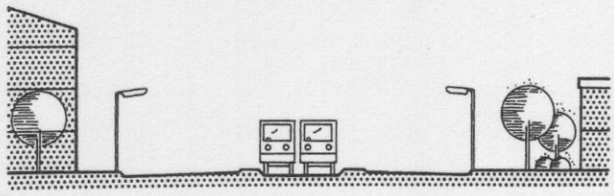
⑥ Stationnement bilatéral.



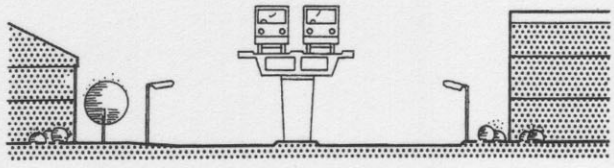
⑦ Possibilité de stationnement dans des parkings entre habitations.



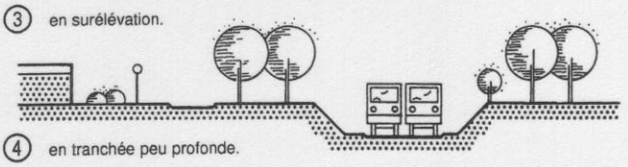
① Voie ferrée urbaine avec ligne électrique aérienne de contact.



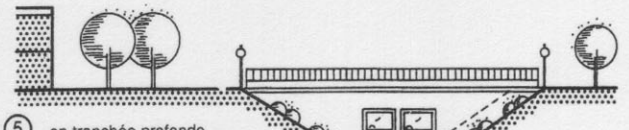
② Voie ferrée urbaine.



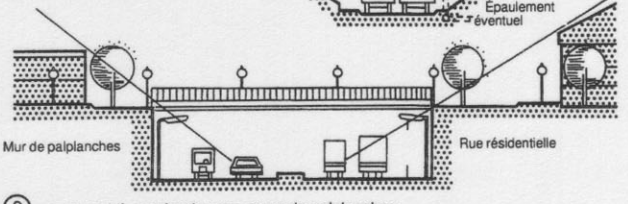
③ en surélévation.



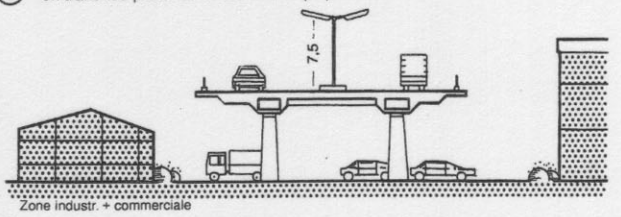
④ en tranchée peu profonde.



⑤ en tranchée profonde.



⑥ en tranchée profonde avec murs de palplanches.



⑦ en surélévation avec parking en dessous.

Les voies ferrées urbaines avec ligne électrique aérienne de contact, surtout en cas d'accès latéral, doivent être situées de préférence sur une piste séparée des autres voies de circulation par des grilles ou des haies (fig. 1 et 2).

Les voies ferrées urbaines surélevées (fig. 3) permettent une libre circulation en dessous. Le trafic n'est pas gêné par les feux, les horaires sont respectés. Mais le niveau sonore est plus important pour les riverains.

Mieux vaut faire passer le train dans une tranchée de faible profondeur (fig. 4), dans une tranchée profonde (fig. 5) ou en passage souterrain (fig. 6).

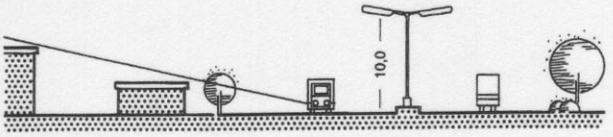
On peut amortir le bruit de la circulation en terrain plat par des constructions non habitées qui protègent du bruit (garages) ou par des plantations à droite (fig. 10), ou par un remblai avec des plantations (fig. 9 et p. 117).

Encore plus efficaces sont les voies dans des tranchées peu profondes avec des plantations sur les côtés (fig. 4) ou dans des tranchées profondes (fig. 5).

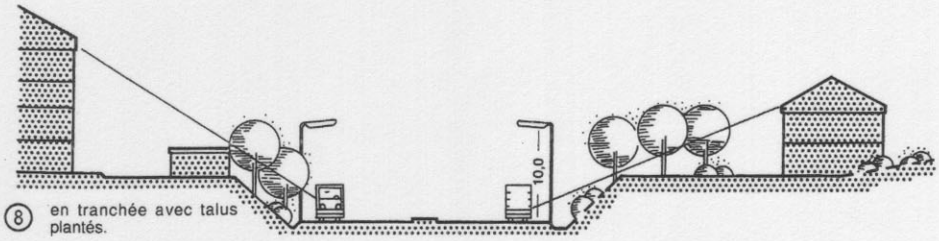
Les voies surélevées sur piliers conviennent mieux dans les zones industrielles où le bruit est moins gênant (fig. 7).

Des protections solides contre le bruit ne sont généralement applicables que lors de la construction de nouvelles routes, les routes à grande vitesse (100 à 120 km/h) étant suffisamment éloignées des quartiers résidentiels et passant de préférence dans des tranchées (fig. 4, 5, 6 et 9). Voies bordées de garages, avec places de stationnement devant, donnant accès aux quartiers d'habitation, depuis lesquelles on accède aux logements par de larges trottoirs sur lesquels des véhicules peuvent rouler en cas d'urgence (ambulances, pompiers, camions de déménagement) (p. 194, fig. 1 et 2). Beaucoup de verdure avec des arbres à feuillage persistant (conifères) améliore l'atmosphère tranquille de l'habitat (fig. 10). Un écran d'arbres d'une épaisseur de 100 m environ procure un amortissement du bruit d'environ 10 dB, ce qui signifie que le bruit est perçu comme moitié moins fort. Isolation acoustique (p. 197).

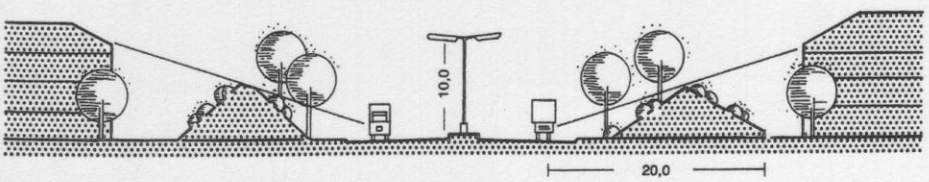
Un écran antibruit doit être conçu sur une distance permettant de couvrir les objets à protéger sur toute leur longueur au droit de la voie.



⑩ Voie de circulation en terrain plat.

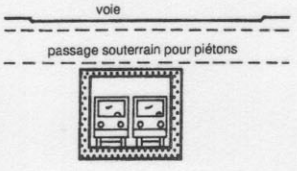


⑧ en tranchée avec talus plantés.



⑨ avec remblais de terre plantés, bon écran antibruit.

Des expériences ont montré que les voies de circulation passant en tranchées et bordées de plantations constituent la meilleure disposition pour la protection contre le bruit. Les ondes sonores principales ne doivent pas atteindre directement les constructions



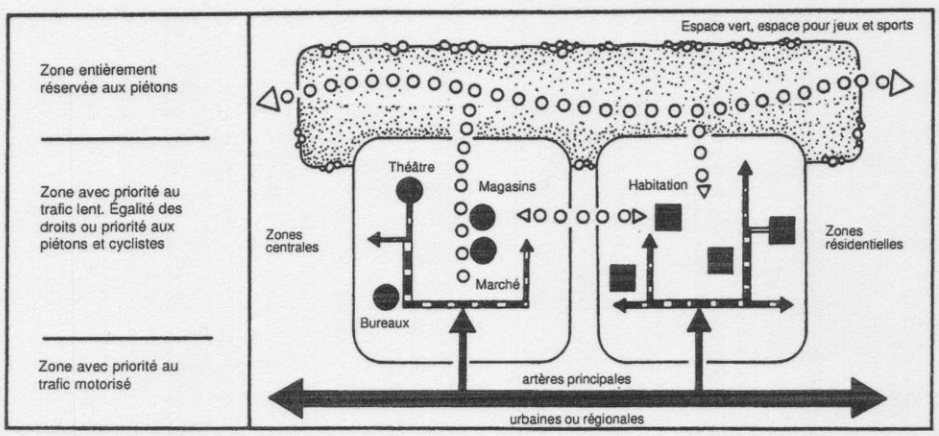
⑪ en passage souterrain.

AMÉLIORATION DE LA CIRCULATION

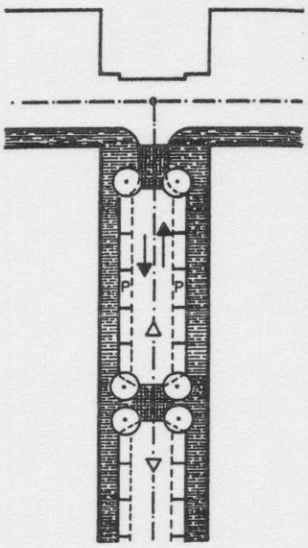
Nr.	Mesures à prendre / Effets recherchés	Suppression du trafic étranger	Réduction de la vitesse	Affirmation de la fonction habitation	Meilleure sécurité pour piétons et enfants	Plus d'espaces pour piétons et riverains	Réduction du bruit du trafic	Appel au respect « motivation positive »	Ensemble des mesures
A 1	Voies sans issue	●●	○		○		●		
2	Voies en boucle	●					○		
3	Voies à sens unique	●				○			
B 1	Changements de matériaux pour la chaussée		●						
2	Rétrécissement du profil	●	●●		●		●		
3	Restructuration optique de l'espace	●	●	●●	●		●	●	
4	Ralentisseurs	●	●●		●				
5	Réorganisation du stationnement		●●		●				P P P P
6	Pavement	●	●●	●●	●	●●	●	●●	
C 1	Panneaux « zone résidentielle »	●	●	●●	●●		●	●	Panneau normalisé
2	Limitation à 30 km/h		●		●		●		30
3	Modification des priorités	○	●		○				

A - Système de trafic
B - Réalisation dans le détail
C - Orientation du trafic
●● effets recherchés
● effets probables
○ effets possibles

① Amélioration de la circulation dans les rues des zones résidentielles / vue d'ensemble des mesures et de leurs effets.



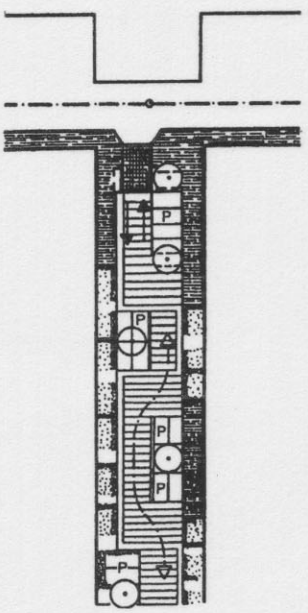
② Représentation schématique de l'attribution des priorités de circulation .



Mesures appliquées :
B1 + B2 + B3 +(évt. B4 + B6) + C1 + C2.

Zones pour piétons et conducteurs séparées, profil de chaussée réduit en faveur de trottoirs plus larges - réduction de la vitesse par rétrécissement de la chaussée et par pavage partiel - plus d'espace et de sécurité pour les piétons - conception améliorée par une organisation spatiale.

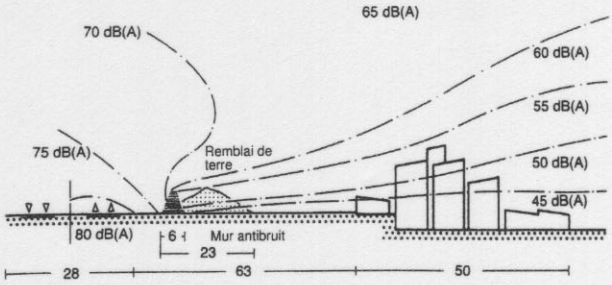
③ Aménagement d'une rue, Proposition A (fig. 1).



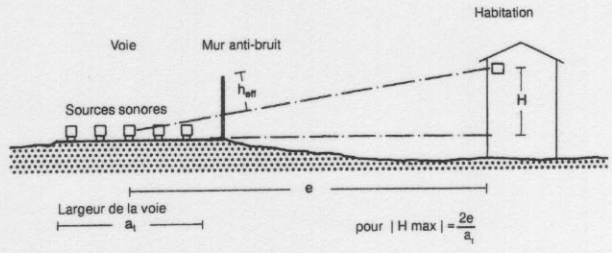
Mesures appliquées :
(A3) + B1 +B2 + B3 + B4 + B5 + B6 + C1.

On conduit, stationne et marche sur une surface commune (surface mixte) - utilisation multiple de toute la surface de la rue possible - limitation de la vitesse à 20 km/h (« rouler au pas ») - réorganisation complète de tout l'espace routier selon les besoins des habitants « rue résidentielle ».

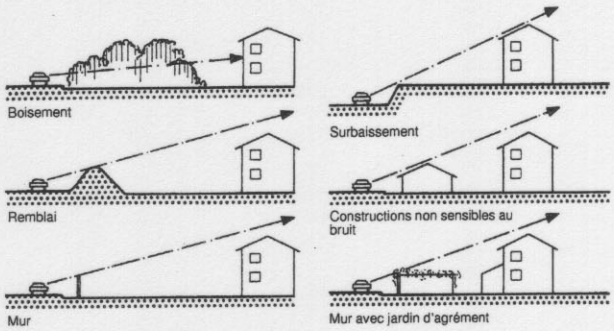
④ Aménagement d'une rue, Proposition B (fig. 1).



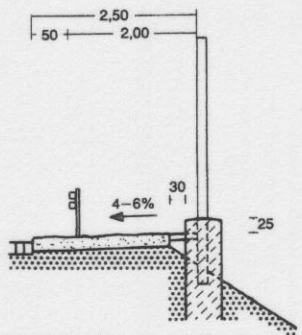
① Courbes d'intensité sonore. Effet sur le niveau sonore d'un remblai de terre ou d'un mur antibruit.



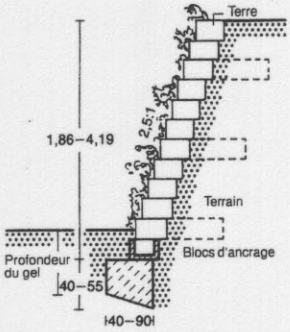
② Diagramme pour détermination de la hauteur d'un mur antibruit.



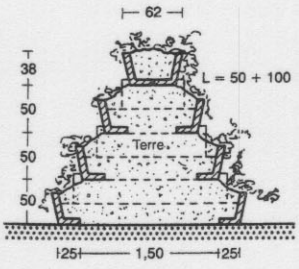
③ Mesures de protection contre le bruit au bord d'une route de liaison locale.



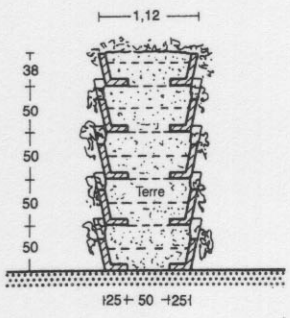
④ Disposition normalisée des murs antibruit.



⑤ Mur de protection en blocs de béton.



⑥ Pyramide antibruit (éléments en béton préfabriqués).

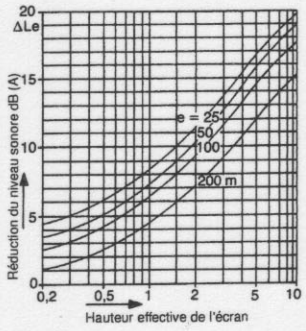


⑦ Rempart antibruit.

Une conscience accrue de l'environnement a conduit à un développement toujours plus important de la protection contre le bruit, notamment dans le domaine de la circulation. L'intensité sonore en cas de trafic intense dans un bâti dense a nécessité une protection efficace sous forme de remblais de terre, de murs ou de pyramides de protection contre le bruit. (fig. 1 à 7).

Le bruit du trafic transmis par le mur de protection doit être réduit de plus de 25 dB (A). Cet affaiblissement est désigné par ΔLA, R, STR et constitue dans le domaine du trafic routier une unité d'isolation acoustique.

On distingue les murs antibruit suivants : réverbérant, absorbant, très absorbant. Les directives pour la protection contre le bruit aux abords des voies donnent des indications de calcul précises. L'efficacité de l'écran ne dépend pas du matériau utilisé mais surtout de sa hauteur. Ceci tient au fait qu'il crée une zone de protection sonore par rapport aux bruit des véhicules qui, contrairement aux phénomènes optiques, n'est pas complet. Par diffraction, une petite partie de l'énergie sonore pénètre dans la zone à protéger du bruit. Cette partie est d'autant plus petite que le mur est haut et que la déviation du son diffracté est longue. Il existe un grand nombre d'éléments préfabriqués en béton, ainsi que des systèmes en acier, en verre ou en bois.



⑧ Réduction du niveau sonore.

	Jour	Nuit
Zone d'habitat pur, habitat de week-end	50	35
Zone d'habitat général habitat diffus	35	40
Zone de village, habitat mélangé	60	45
Centres,zones commerciales	65	50
Zones industrielles	70	70
Zones particulières	45-70	35-70

Niveaux sonores selon les zones construites, en dB (A)

Réduction requise		10	15	20	25	30	35
Distance nécessaire en m	Prairie	75–125	125–250	225–400	375–555	–	–
	Forêt	50–75	75–100	100–125	125–175	175–225	200–250

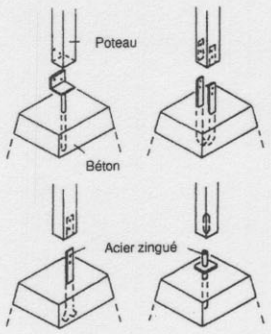
⑨ Réduction du bruit en fonction de la distance.

Hauteur du mur ou du rempart	1	2	3	4	5	6	7
Réduction en dB (A)	6	10	14	16,5	18,5	20,5	23,5

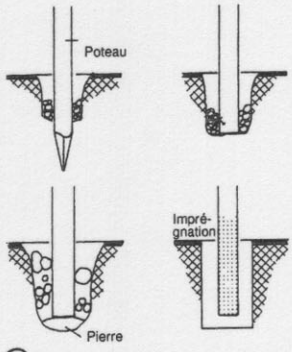
⑩ Réduction du bruit en fonction de la hauteur de l'écran.

Densité du trafic dans les deux sens, jour / véhicules/h	Catégorie de rue en fonction de la densité du trafic	Distance entre impact sonore et milieu de la chaussée en m	Catégorie du niveau sonore
10–50	Rue résidentielle secondaire (à 2 voies)	>35 26–35 11–25 ≤10	0 I II III
>50–200	Rue résidentielle principale (à 2 voies)	>100 36–100 26–35 11–25 ≦10	0 I II III IV
>200–1000	Voie rurale en agglomération et rue résidentielle principale (à 2 voies)	101–300 36–100 11–35 ≦10	I II III IV
	Voie rurale hors agglomération et en zones industrielle et commerciale (à 2 voies)	101–300 36–100 11–35 ≦10	II III IV V
>1000–3000	Avenue de grande communication et voie en zones industrielle et commerciale (à 2 voies)	101–300 36–100 <35	IV IV V
>3000–5000	Bretelle d'autoroute/voies à grande circulation, autoroute (à 4-6 voies)	101–300 ≦100	IV V

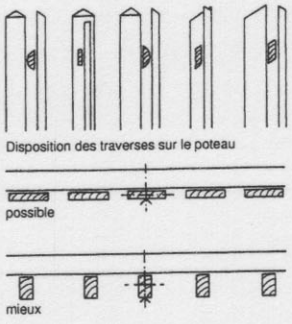
⑪ Estimation approximative du bruit de circulation à prévoir.



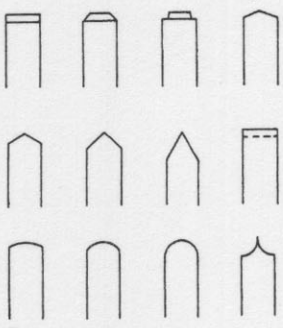
① Fixation des poteaux pour clôtures et pergolas.



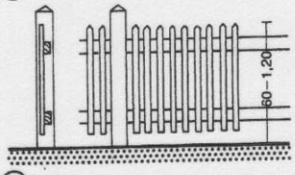
② Fixation des poteaux.



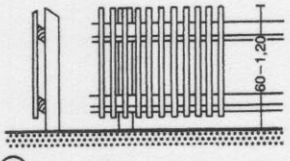
③ Lattes sur traverses.



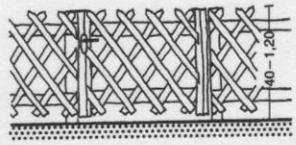
④ Têtes de lattes.



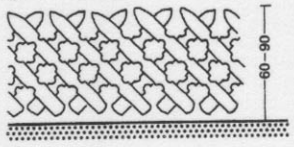
⑤ Clôture avec poteaux dépassants.



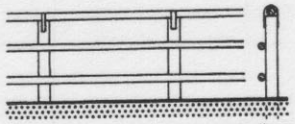
⑥ Avec lattis filant devant les poteaux.



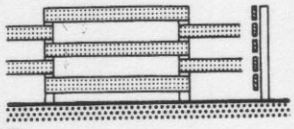
⑨ Clôture de chasseur.



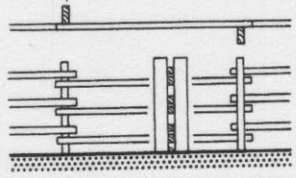
⑩ Clôture ornementale.



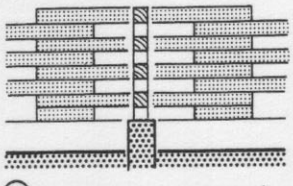
⑬ Clôture de pâturage avec lisse supérieure en bois rond.



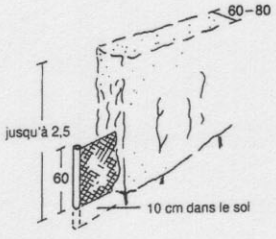
⑭ en planches collées.



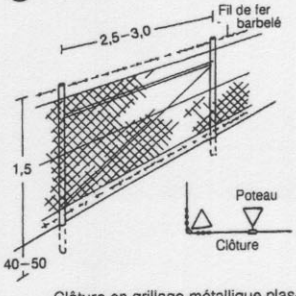
⑰ Clôture de pâturage avec poteaux et longerons décalés.



⑱ avec madriers de section carrée.



㉑ Haie avec clôture en grillage incorporée.



㉒ Clôture en grillage métallique plastifié, sur semelle inférieure ou avec faible distance entre grillage et sol – fil de fer barbelé intercalé – ou grillage enterré.

Loi sur le droit de voisinage, obligation de clôture.

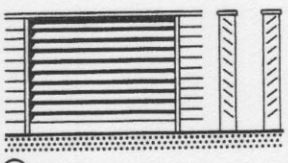
Lorsque des terrains construits ou utilisés à des fins commerciales sont contigus, le propriétaire est dans l'obligation de clôturer son terrain en limite avec celui du voisin si ce dernier le demande. Si sur les deux terrains, il y a des constructions ou s'ils sont utilisés à des fins commerciales, la clôture incombe aux deux propriétaires. Elle doit être conforme à l'usage local. Dans la plupart des cas, on opte pour une clôture d'une hauteur de 1,20 m (fig. 5 à 20). Elle doit être installée en limite de terrain, son coût est réparti en parts égales entre les propriétaires des terrains concernés.

Clôture commune : sur la limite du terrain ; *clôture individuelle* : mur de fondation au ras de la limite du terrain.

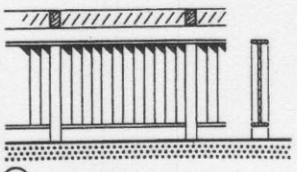
Écartement d'une haie par rapport à la limite du terrain : 1,00 m au-dessus d'une hauteur de 2,00 m, 0,50 m jusqu'à une hauteur de 2,00 m (fig. 21). Pour les haies, on mesure depuis la face latérale, pour les arbres depuis le milieu du tronc.

Enfouir de 10 à 20 cm les clôtures de protection contre le gibier, surtout dans les haies (fig. 21). Les clôtures en bois, poteaux, cadres et palissades ont une durée de vie plus importante s'ils sont traités. Durée de vie supérieure à 30 ans.

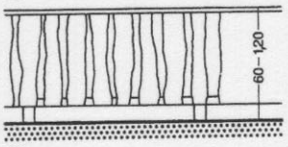
Les barrières en lamelles de bois (fig. 7 à 8), conviennent comme protection contre la vue et le bruit. Les barrières champêtres (fig. 9) restent les préférées en limite de terrains.



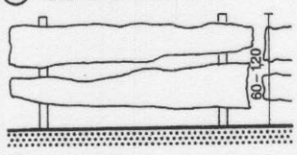
⑦ à lamelles horizontales.



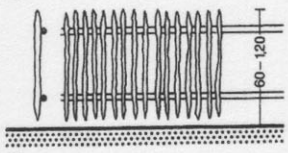
⑧ à lamelles verticales.



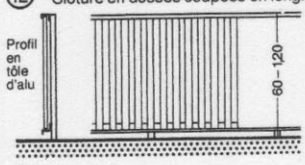
⑪ Clôture en dosses avec lisse.



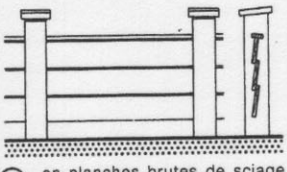
⑫ Clôture en dosses coupées en long.



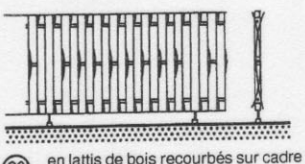
⑮ Simple clôture en bois.



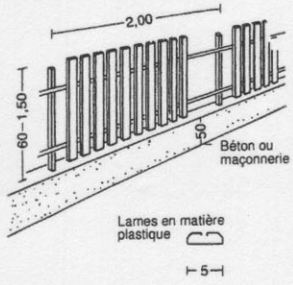
⑯ Variante de clôture en bois.



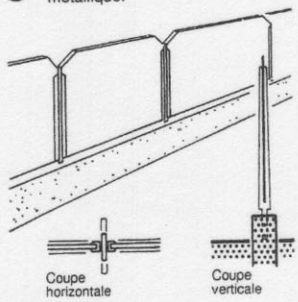
⑲ en planches brutes de sciage, clouées sur poteaux.



⑳ en lattis de bois recourbés sur cadre métallique.



㉓ Clôture constituée de profilés en acier galvanisé à chaud avec lames verticales en matière plastique.



㉔ Clôture de séparation en verre armé ornemental sur socle en béton.

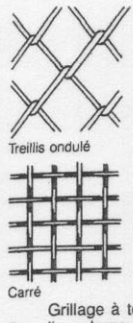
Normalement, un propriétaire de terrain n'installe qu'un côté de la clôture car son voisin se charge de l'autre.

Les grillages et treillis métalliques (fig. 1) existent en un grand nombre de largeurs de mailles pour répondre aux exigences d'utilisation. Les grillages plastifiés et les poteaux zingués ne nécessitent aucun entretien.

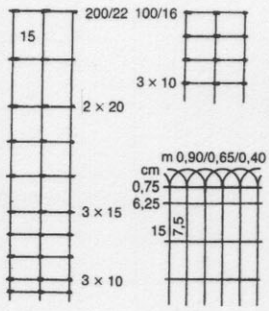
La clôture est tendue sur des poteaux en bois, béton ou acier (fig. 7 et 10) ancrés dans le sol. Les ornements en fil de fer ou les clôtures en treillis sont soudés par points et zingués (fig. 3 et 4).

Les clôtures en fer forgé peuvent être façonnées de manière artistique ou simple. Presque toute forme est réalisable (fig. 6).

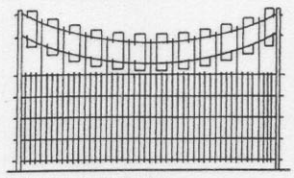
Les pierres naturelles et les moellons « granit ou quartz » peuvent être utilisés bruts (fig. 9) ou taillés (fig. 8).
N'utiliser de préférence qu'une sorte de pierre.

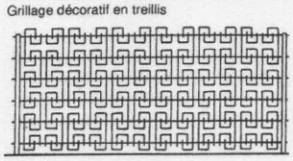


① Grillage à torsion et treillis métallique, largeur habituelle des mailles 4 à 4,5 cm.

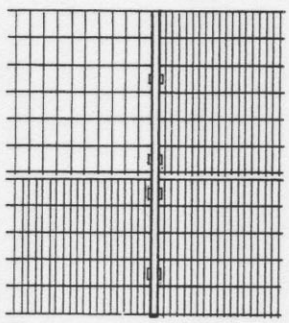


② Grillage à nœuds et grillage ornementé.

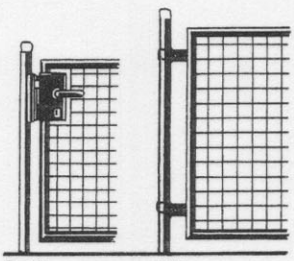

Grillage décoratif en treillis



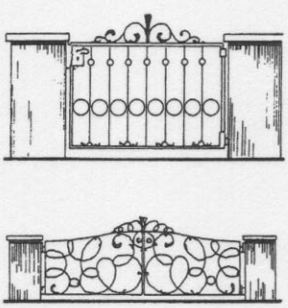
③ Grillage décoratif en treillis.



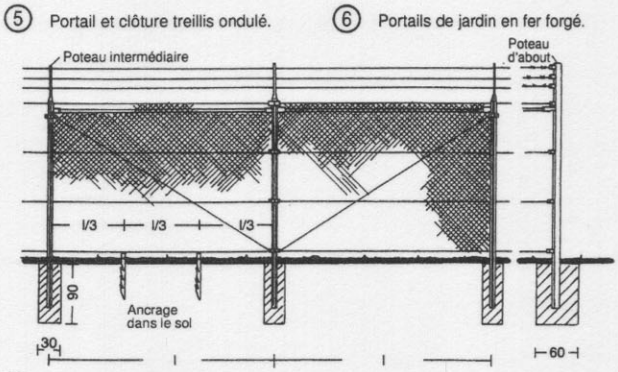
④ Treillis soudés.



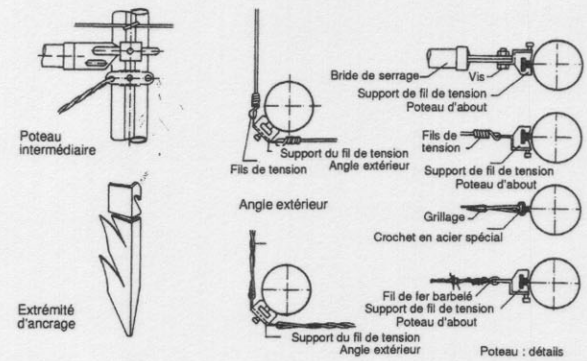
⑤ Portail et clôture treillis ondulé.



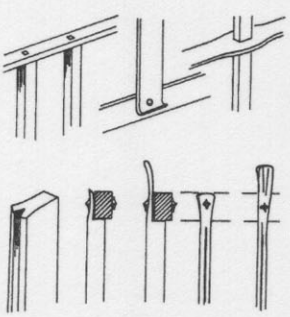
⑥ Portails de jardin en fer forgé.



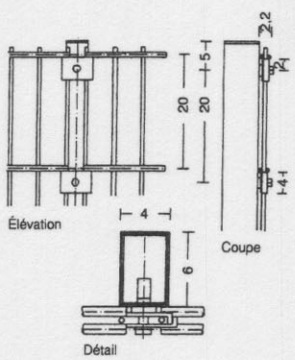
⑦ Tension d'un grillage à nœuds.



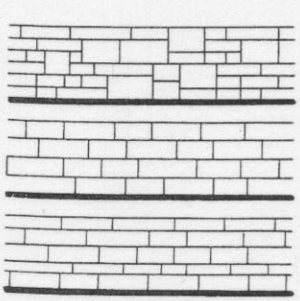
⑩ Détails pour tension d'un treillis à nœuds (fig. 7).



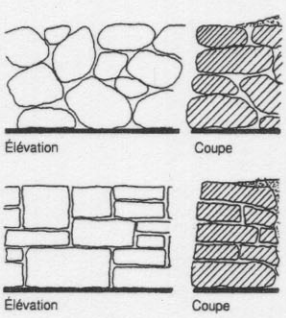
⑪ Différentes méthodes d'assemblage et de façonnement de barres de fer (fig. 6).



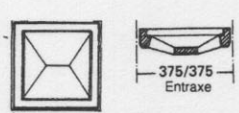
⑫ Treillis soudé.



⑧ Maçonnerie appareillée avec assises de pierres de différentes épaisseurs.

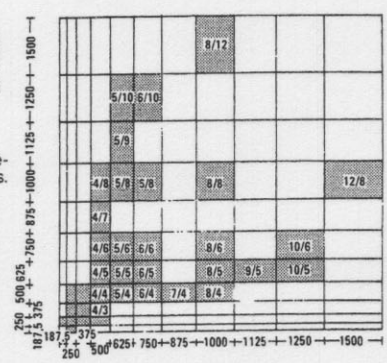


⑨ Mur en pierre de carrière brute et mur en pierre taillée.



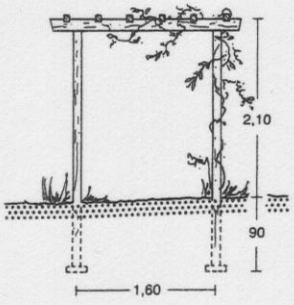
⑬ Formes usuelles d'éléments en béton disponibles.

Le tableau ci-contre indique les dimensions relatives à la construction modulaire des bâtiments. Tous les entraxes sont des multiples de 125 mm avec 10 mm de joint.

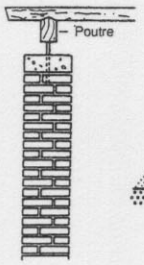


PERGOLAS, CHEMINS, ESCALIERS, MURS DE TERRASSE

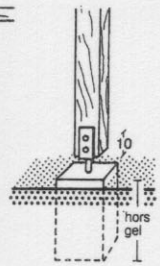
Éléments pour chemin de jardin solide et facile à entretenir entre parterres (fig. 4). Pour les plaques, distinguer s'il s'agit d'un chemin entre plates-bandes ou dans le gazon (fig. 5 à 7). Une ligne de pente concave du chemin facilite la montée (fig. 8 et 9). Tenir compte de la direction de la pente lors de la conception d'un chemin (fig. 10 à 12). Exemples d'escaliers dans un jardin (fig. 13 à 24). Ils doivent être praticables de manière sûre et agréable et s'intégrer harmonieusement dans les plantations de bosquets et les plates-bandes d'arbustes. Les marches doivent avoir une légère inclinaison vers l'avant pour permettre l'écoulement de l'eau de pluie. Les marches en rondins conviennent à un environnement naturel (fig. 13 et 19). L'utilisation d'éléments préfabriqués en U pour la réalisation d'un escalier permet des solutions intéressantes. On peut laisser libre cours à l'imagination dans la limite du respect des pentes pour les escaliers (p.175 à 178). Plan incliné à côté d'un escalier pour vélos, landaus, poubelles et handicapés avec accompagnateur (fig. 25). Mur en pierre sèche, assise décalée jusqu'à une hauteur de 2 m devant un sol naturel, fruit de 5 à 20 % (fig. 26). Un mur de soutènement en béton est plus simple et revient moins cher (fig. 27), également en éléments préfabriqués (fig. 28) disponibles en différentes dimensions et formes, en angles sortants et rentrants et en forme arrondie. Possibilité de réaliser des arcs avec des éléments normalisés. Élément pour mur de soutènement 55/30, rayon minimal de 4,80 m, et 205/125 avec rayon de 24,90 m.



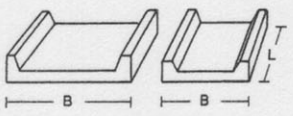
① Portique pour plantes grimpantes.



② Pergola sur pilier maçonné.



③ Bois écarté du sol pour éviter la pourriture.



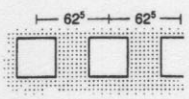
longueur L cm	largeur B cm	hauteur rebord cm
50	50	12
50	70	14

④ Éléments pour chemin de jardin.

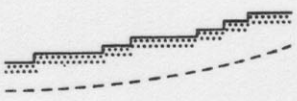


⑤ Chemins en dalles surélevées entre plates-bandes (moins salissants).

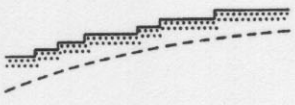
⑥ A fleur du gazon (la tondeuse ne les accroche pas).



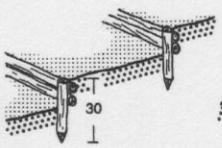
⑦ Dist. entre dalles = longueur de pas Épaisseur ≥ 3 cm.



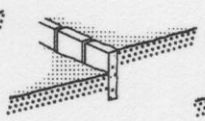
⑧ Pour une montée agréable: ligne de pente concave.



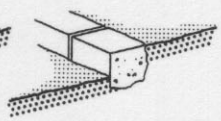
⑨ Mauvais : ligne de pente convexe.



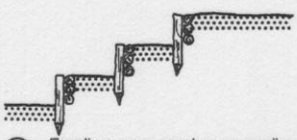
⑬ Rondins de bois.



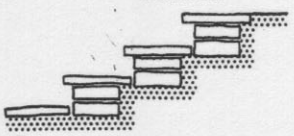
⑭ Dalles de pierre verticales.



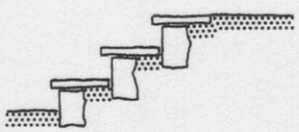
⑮ Pierres travaillées sur deux faces.



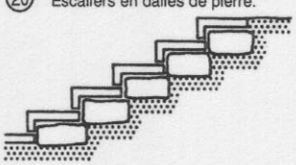
⑲ Escaliers avec marches en rondins de bois.



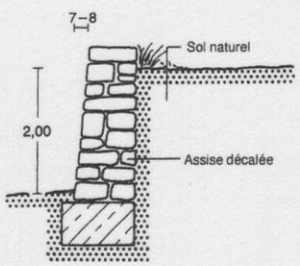
⑳ Escaliers en dalles de pierre.



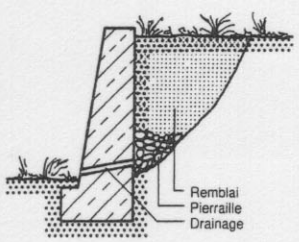
㉒ Escaliers en dalles de pierre et blocs d'assise.



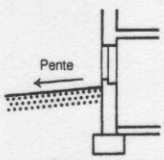
㉓ Escaliers en dalles de béton et blocs d'assise.



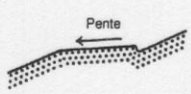
㉖ Mur en pierre sèche, drainage non nécessaire.



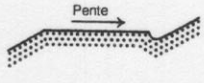
㉗ Mur de soutènement en béton (aussi en éléments préfabriqués) (fig. 28).



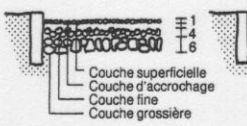
⑩ Pente pour chemins situés contre la maison.



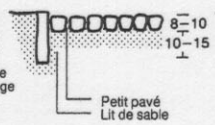
⑪ Sentier dans un coteau.



⑫ Voie dans un coteau.



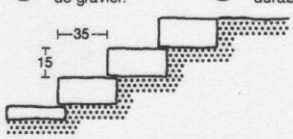
⑯ Chemin recouvert de gravier.



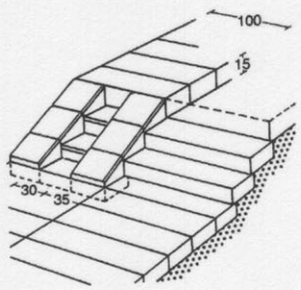
⑰ Petits pavés, chers mais durables.



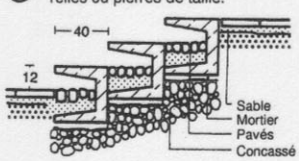
⑱ Revêtement en bri-ques à plat.



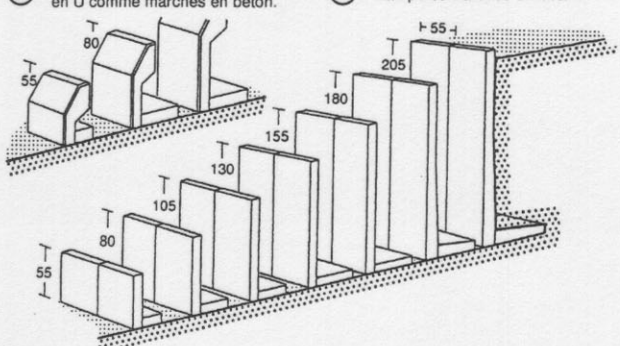
㉑ Marches en pierres massives naturelles ou pierres de taille.



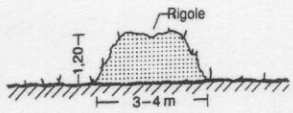
㉕ Rampe et marches en béton.



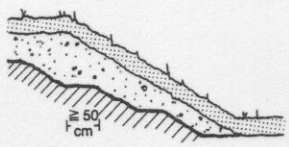
㉔ Éléments pour jardin préfabriqués en U comme marches en béton.



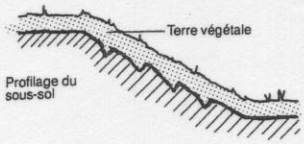
㉘ Éléments préfabriqués pour murs de soutènement.



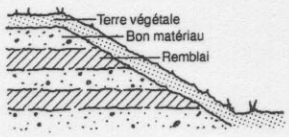
① Terre végétale en tas.



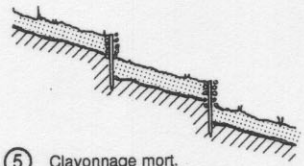
③ Matériau de liaison intermédiaire avec ressauts horizontaux.



② Apport de terre sur une surface légèrement inclinée.



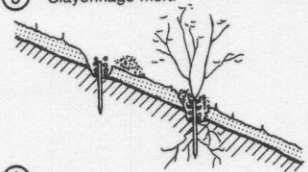
④ Remblai par couches successives.



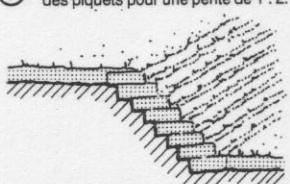
⑤ Clayonnage mort.



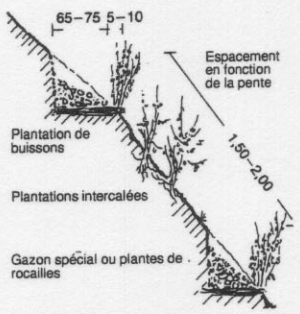
⑦ Plaques de gazon maintenues par des piquets pour une pente de 1 : 2.



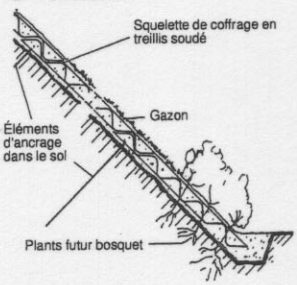
⑥ Clayonnage vivant.



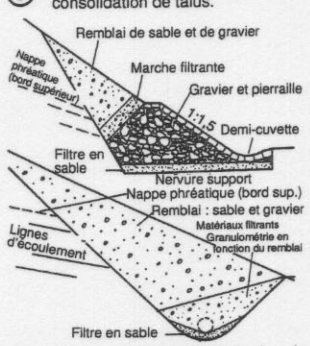
⑧ Consolidation par bandes de gazon en escalier.



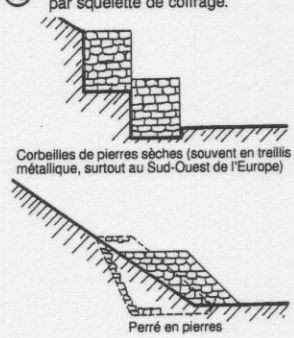
⑨ Plantation de buissons, plantation pionnier et gazon spécial pour la consolidation de talus.



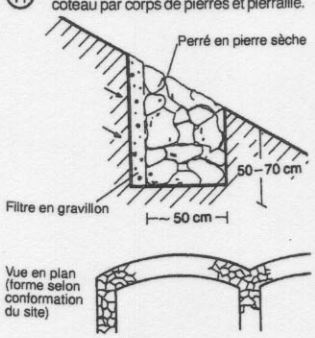
⑩ Consolidation de la surface du talus par squelette de coffrage.



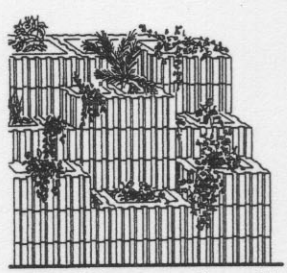
⑪ Drainage et renforcement d'un bas du coteau par corps de pierres et pierraille.



⑫ Consolidation d'un talus par pierres, cailloux roulés ou concassés.



⑬ Nervures en pierre pour drainage et consolidation de coupes de talus.



⑭ Murs latéraux composites en éléments disposés en gradins et ouverts en haut pour plantations, pente latérale 1 : 1,5.

Après décapage, on conserve la terre végétale sur les chantiers en la mettant provisoirement de côté en tas (fig. 1). Si ceux-ci ne sont pas à l'ombre, il faut, pour éviter un fort dessèchement, les protéger par une couverture (nappe de gazon, paille, etc.). Lors d'un stockage prolongé, semer éventuellement des plantes constituant un engrais vert. Retourner les tas de terre végétale au moins une fois par an en leur ajoutant 0,5 kg de chaux vive par mètre cube.

Il est nécessaire de compacter les remblais lorsque, dès terminaison du terrassement, on doit exécuter des aménagements de jardins, des pelouses ou des plantations (ceci est particulièrement important pour l'établissement de chemins et places).

1. Le passage des engins de manutention (bulldozer) donne généralement un compactage suffisant pour un remblai par couches.
2. Le remblaiement hydraulique ne convient qu'aux bons matériaux de remblai(sable et gravier).
3. Le cylindrage convient pour compacter les masses de terre par couche successives (hauteur de remblai 30 à 40 cm par couche). En principe, toujours cylindrer de l'extérieur vers l'intérieur, c'est-à-dire depuis le talus vers le milieu de la surface rapportée. Cylindrer également les masses de pierraille lors de la construction d'un chemin.
4. Il est possible de tasser ou damer tous les sols cohérents.
5. On vibre les matériaux de remblai non cohérents et non liants.

Dans tous les travaux de compactage tenir compte de la destination ultérieure. Pour les chemins et places, continuer le compactage jusqu'à la couche supérieure, alors que pour les surfaces à engazonner, une couche supérieure en sol meuble de 10 cm est nécessaire (40 cm pour les surfaces destinées aux plantations).

Protection des talus

Pour éviter les phénomènes d'érosion, les éboulements, les entraînements par le vent, etc., on obtient en principe les talus les plus stables pour tous les matériaux de remblai en remblayant par couches successives. Un profilage du sous-sol (fig. 3) évite la formation de surfaces de glissement. Pour les remblais plus hauts, l'exécution de ressauts horizontaux sur le sous-sol incliné (fig. 2) donne une consolidation contre les éboulements (largeur des ressauts ≥ 50 cm). En montagne, lorsque la pente est dirigée vers l'amont, prévoir des canaux longitudinaux pour évacuer les amas d'eaux.

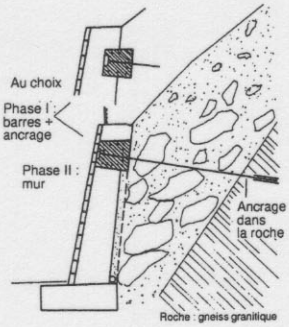
Espèces		Poids kg/m³	Angle du talus en degrés
Remblai	ameubli et sec	1400	35-40
	ameubli et naturellement humide	1600	45
	ameubli et saturé d'eau	1800	27-30
	tassé et sec	1700	42
	tassé et naturellement humide	1900	37
Limon	ameubli et sec (valeur moyenne pour sol léger)	1500	40-45
	ameubli et naturellement humide	1550	45
	ameubli et saturé d'eau (valeur moyenne pour sol moyen)	2000	20-25
	tassé et sec	1800	40
	tassé et naturellement humide	1850	70
Gravier	(galets) grosseur moyenne et sec	1800	30-45
	grosseur moyenne et humide	2000	25-30
	sec	1800	35-40
Sable	fin et sec	1600	30-35
	fin et naturellement humide	1800	40
	fin et saturé d'eau	2200	25
	grossier et sec	1900-2000	35
Pierraille	mouillée	2000-2200	30-40
Argile	ameublie et sèche	1600	40-50
	ameublie et fortement mouillée	2000	20-25
	ferme et naturellement humide (sol lourd)	2500	70
Sable sec et gravats		1400	35

⑮ Poids et pentes pour talus en différentes espèces de terre.

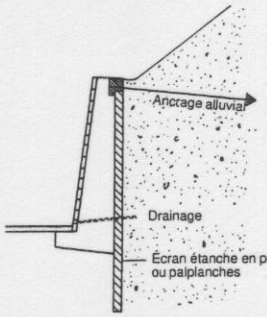
CONSOLIDATION DES TALUS

Consolidation nécessaire pour talus fortement inclinés. Il faut cependant s'efforcer d'avoir un talus le moins pentu possible et arrondi, dont la surface puisse être verdie par du gazon, des arbustes ou des arbrisseaux. Lorsqu'on réalise des talus plus inclinés que la pente naturelle des terres, il faut les consolider par des mottes de gazon, des claies, des pavages ou de la maçonnerie. Quand la pente est supérieure à 1 : 2, la maintenir à l'aide de mottes de gazon fixées à plat par un cloutage en bois (p.201). Si le talus est encore plus abrupt, 1 : 1 1/2 à 1: 1/2, le maintenir par des bandes de gazon en escalier. On utilise des claies pour consolider les pentes abruptes sur lesquelles il est difficile de maintenir une couverture végétale. On distingue les claies mortes et les claies vives. Pour ces dernières (bois de saules), il est nécessaire de faire ultérieurement une plantation durable de bois feuillu, car le saule n'est qu'un bois provisoire (p.201).

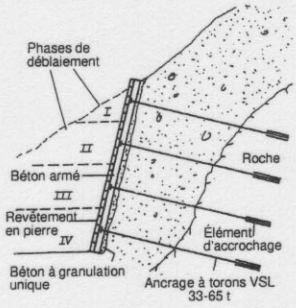
Pour la consolidation de grandes coupes de talus comme lors de la construction d'une route ou dans le cas d'un terrain escarpé, des mesures de consolidation onéreuses sont nécessaires (fig. 1 à 6). Grilles métalliques ancrées sous différentes formes : p. ex. sous forme de barres horizontales préancrées et de piliers verticaux. Les interstices de ce cadre métallique sont recouverts de béton projeté (fig. 4). Les murs de soutènement couverts de verdure créent un espace valorisant pour terrains, routes et chemins. On peut ainsi surmonter des dénivellations considérables (fig. 6 et 16). En fonction du système et de la pente, on construit également de hauts murs avec des éléments ancrés dans le sol (fig. 15).



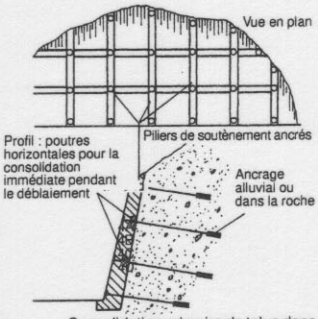
① Mur de soutènement pour talus en sol meuble avec ancrage préalable par barres métalliques.



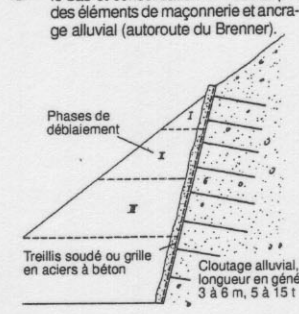
② Mur de soutènement avec écran étanche en pieux, ou palplanches (avec ou sans ancrage) en sol meuble.



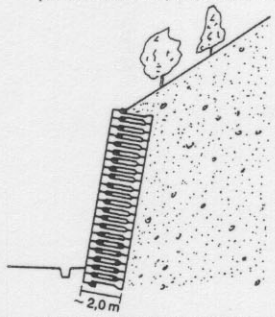
③ Consolidation de talus en sol meuble : déblaiement par paliers du haut vers le bas et consolidation immédiate par des éléments de maçonnerie et ancrage alluvial (autoroute du Brenner).



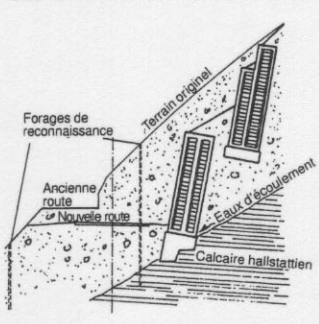
④ Consolidation primaire de talus dans un sol meuble argileux lié par de la glaise ou partiellement compacté, par un réseau de poutres ancrées.



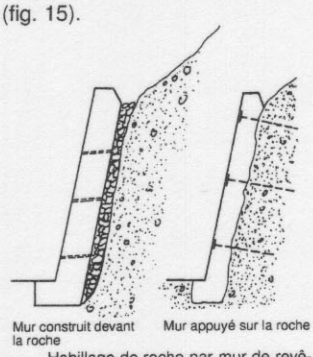
⑤ Consolidation de talus en sol meuble : déblaiement par paliers du haut vers le bas et consolidation immédiate par béton projeté avec treillis soudé et cloutage alluvial.



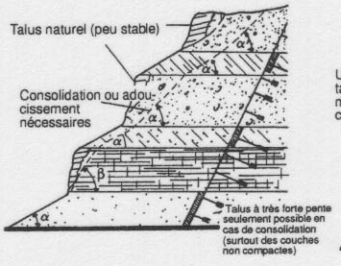
⑥ Mur de soutènement en béton avec réseau spatial.



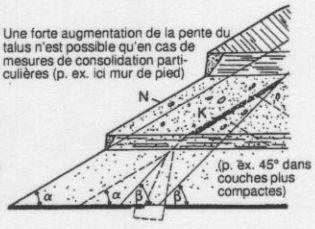
⑦ Une disposition dégradée de «murs de Krainer» donne suffisamment d'espace pour le nouveau tracé. Le paysage reste verdoyant.



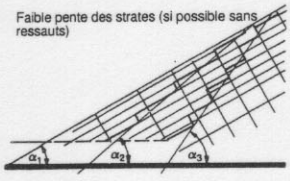
⑧ Habillage de roche par mur de revêtement ou mur indépendant .



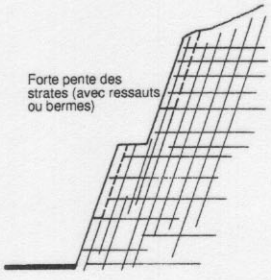
⑨ Aménagement (et consolidation) de talus dans des couches de sol de compacités différentes.



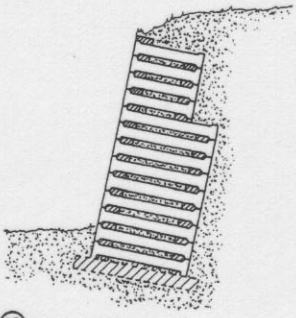
⑩ Aménagement (et consolidation) de talus dans des couches de sol de compacités différentes.



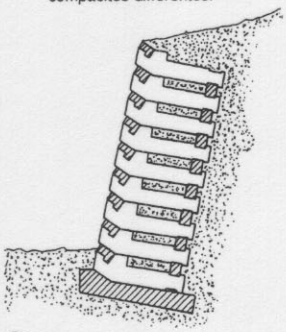
⑪ Talus rocheux selon texture géologique.



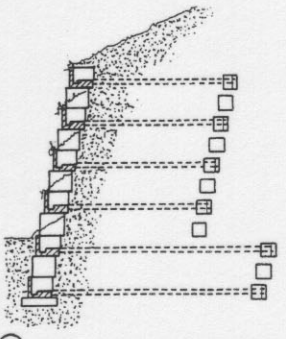
⑫ Talus rocheux selon texture géologique.



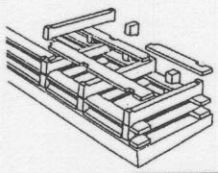
⑬ Mur de Krainer.



⑭ Mur RGS 80.

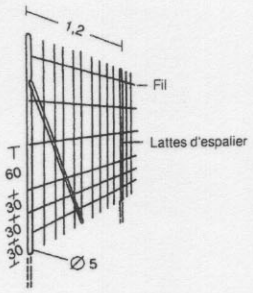


⑮ Mur avec ancrages dans le sol.

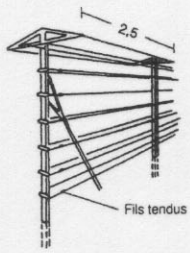


	Long. cm	Larg. cm	Haut. cm	Poids kg/pce
Panneresse LE	250	30	10	168
Panneresse d'about ELE	280	30	10	188
Demi panner. d'about EHLE	155	30	10	108
Demi panner. d'about HLE*	125	30	10	88
Boutisse B 130	90	15	25-32	118
Boutisse B 180	130	15	25-32	68
Écarteur A	30	15	25-32	20
Écarteur D	20	10	10	6
(fig. 6 et 13)				

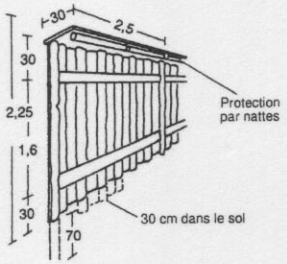
⑯ Mur de Krainer, système Ebensee.



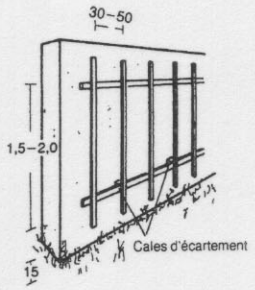
① Treillis pour espalier en tubes de chauffage.



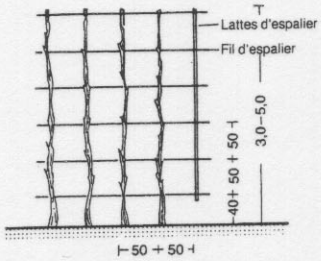
② Support pour espalier double.



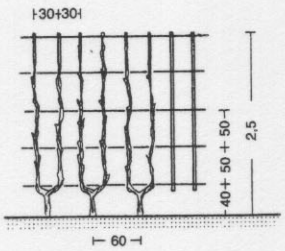
③ Palissade en bois.



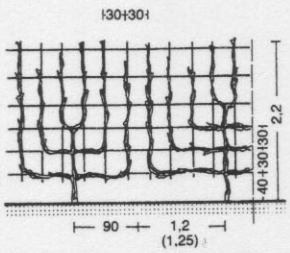
④ Palissage sur mur.



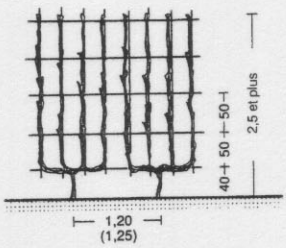
⑤ Cordons verticaux.



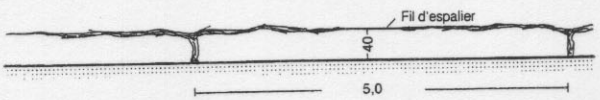
⑥ Doubles cordons en U.



⑦ Espalier en palmette (6 et 8 branches).

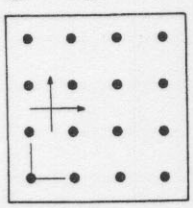


⑧ Palmettes en candélabre.



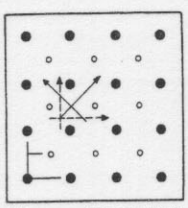
⑨ Cordon horizontal à deux branches.

⑩ — ⑱ Systèmes de plantation.



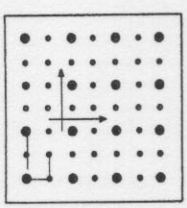
Distance	Arbres par 1/4 ha
4 x 4m	156 sujets
6 x 6m	69 sujets
10 x10m	25 sujets

⑩ Plantation en carrés.



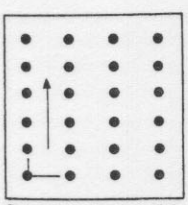
Distance	Arbres par 1/4 ha grands	petits
4 x 4 x (2)m	156	156
6 x 6 x (3)m	69	69
10 x10 x(5)m	25	25

⑪ Plantation en carrés avec remplissage.



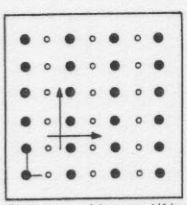
Distance	Arbres par 1/4 ha gds	petits	petits
6 x3 x3m	69	69	103
8 x4 x4m	39	39	58
10 x5 x5m	25	25	37

⑫ Plantation en carrés avec double remplissage.



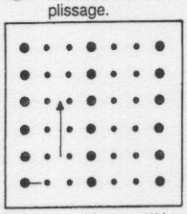
Distance	Arbres par 1/4 ha
2 x 4m	312 sujets
6 x 6m	69 sujets
4 x10m	42 sujets

⑬ Plantation en rectangles.



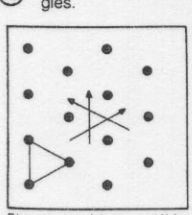
Distance	Arbres par 1/4 ha grands	petits
3 x 5 x 2,5m	167	167
4 x 6 x 3m	104	104
6 x10 x5m	42	42

⑭ Plantation en rectangles.



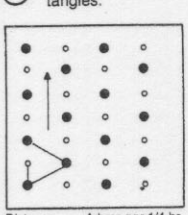
Distance	Arbres par 1/4 ha gds	petits	petits
3 x 3m	46	46	184
4 x 4m	26	26	104

⑮ Plantation en carrés avec double remplissage.



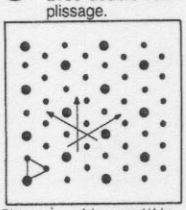
Distance	Arbres par 1/4 ha
3 x 3 x 3m	320 sujets
4 x 4 x 4m	178 sujets
6 x 6 x 6m	80 sujets

⑯ Plantation en triangles.



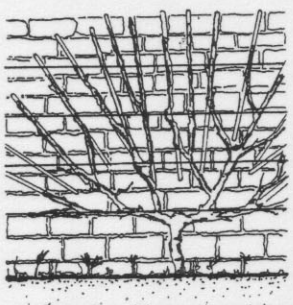
Distance	Arbres par 1/4 ha grands	petits
1,5 x 3 x 3m	320	320
2 x 4 x 4m	178	178
3 x 6 x 6m	80	80

⑰ Plantation en triangles avec remplissage.

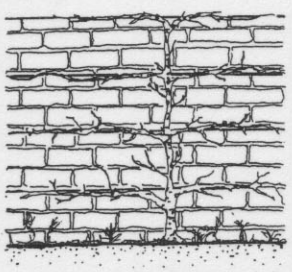


Distance	Arbres par 1/4 ha gds	petits	petits
3 x 3 x 3m	80	80	160
4 x 4 x 4m	44	44	88

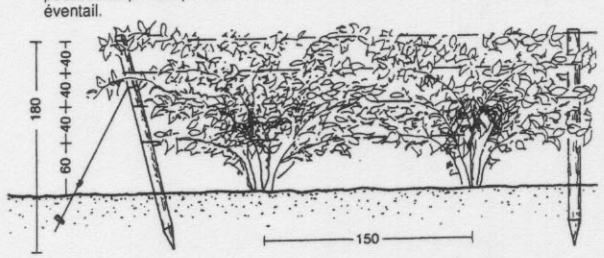
⑱ Plantation en triangles avec double remplissage.



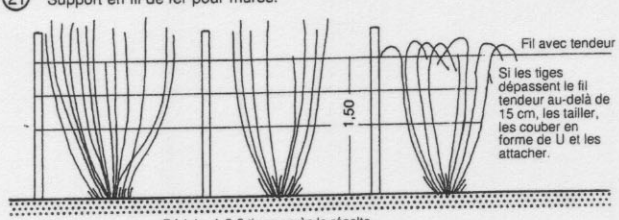
⑲ Éventail : on laisse seulement deux branches avec un angle de 45° par rapport au sol, permettant aux pousses de printemps de former un éventail.



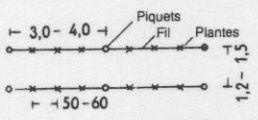
⑳ Espalier : le tronc central d'un espalier est mené verticalement et les branches sont écartées (angle droit) à droite et à gauche.



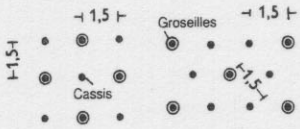
㉑ Support en fil de fer pour mûres.



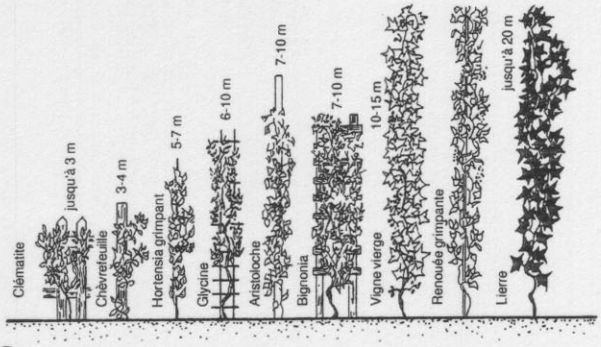
㉒ Framboises.



㉓ Dimensions pour plantation de framboises.



㉔ Groseilles et cassis.



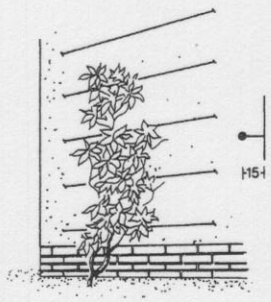
① Plantes grimpantes et leur hauteur.

Pour les plantes grimpantes (fig. 1), ce n'est pas seulement la qualité du sol et l'exposition qui importe mais aussi leur hauteur. Divers supports sont nécessaires pour couvrir le mur d'une maison (fig. 2 et 3).

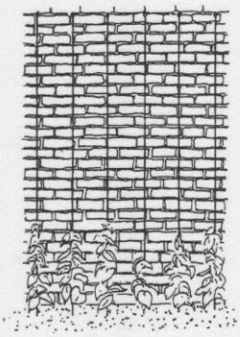
Les haricots ont besoin d'un support par plant. Pour deux rangées de plants, la forme de tente donne de bons résultats (fig. 7).

Pour plantes en auge ou en bac la forme de tipi est conseillée (fig. 6). Support pour petits poids : branchages provenant de la taille des arbustes/arbres (fig. 9), treillis métallique tendu (fig. 4) ou grillage métallique double. Un grillage métallique protège les graines et les pousses contre les oiseaux. (fig. 10 et 11).

Plantes grimpantes et rampantes pluriannuelles (fig. 12).



② Supports horizontaux.



③ Haricots grimpant sur un mur.

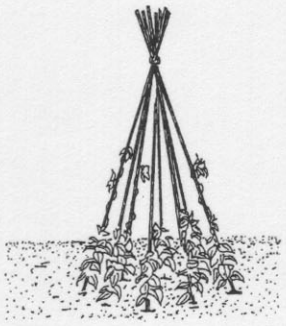
Espèces annuelles	Hauteur	Pousse	Feuillage
Citrouille d'ornement	2-5 m	rapide	été
Houblon du Japon	3-4 m	rapide	été
Ipomée	3-4 m	rapide	été
Pois de senteur	1-2 m	rapide	été
Haricot d'Espagne	2-4 m	rapide	été
Capucine	2-3 m	rapide	été



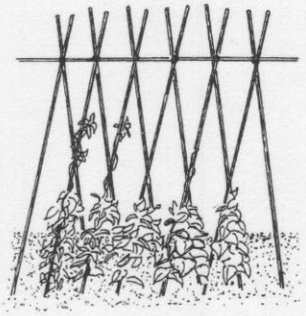
④ Grillage à mailles hexagonales.



⑤ Espalier en lattis.



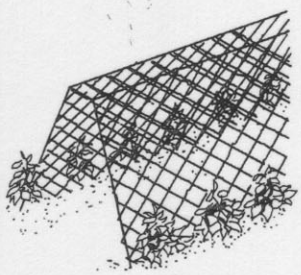
⑥ Méthode tipi pour 8-11 plantes.



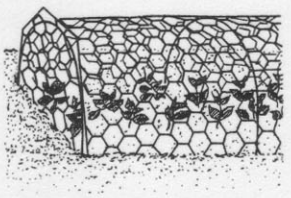
⑦ Méthode en forme de tente.



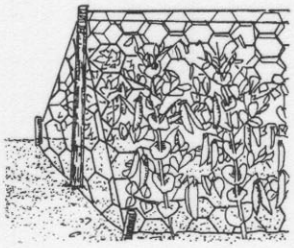
⑧ Supports en branchages - distance : 70 x 60 maximum 50 x 100 cm.



⑨ Grille double en treillis métallique.



⑩ Grillage de protection contre les oiseaux.

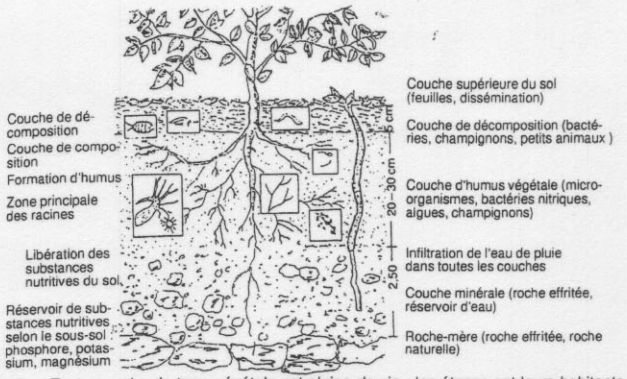


⑪ Grillage de ramage pour petits pois.

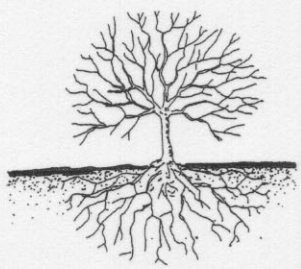
Espèces pluriannuelles	Hauteurs	Pousse	Support	Feuillage	Arrosage	Floraisons	Exposition
Lierre - *Hedera helix*	jusqu'à 25 m	lente		Hiver	-	9-10 verdâtre	○–●
Renouée de Turkestan - *Polygonum aubertii*	jusqu'à15 m	rapide	x nécessaire	Été	+	7-9 blanc	○–●
Vigne vierge - *P. tricuspidata «Veitchii»*	jusqu'à 15 m	rapide		Été	(+)	5-6 verdâtre	○◕
Clématite de l'Himalaya - *Clematis montana*	jusqu'à 8 m	rapide	x	Été	+	5-6 blanc	○◕
Glycine de Chine - *Wisteria sinensis*	jusqu'à 10 m	moyenne	x	Été	(+)	5-6 bleu	○◕
Clématite Waldrebe - *Clematis vitalba*	jusqu'à 10 m	rapide	x	Été	+	7-9 blanc	○◕
Hortensia grimpant - *Hydrangea petiolaris*	de 5 à 8 m	moyenne	(x) utile	Été	-	6-7 blanc	◕●
Aristoloche d'Amérique - *Aristolochia macrophylla*	jusqu'à 10 m	moyenne	x	Été	(+)	5-6 brun	◕●
Bignone - *Campsis radicans*	jusqu'à 8 m	lente	(x) utile	Été	+	7-8 orange	○
Vigne - *Vitis coignetiae*	jusqu'à 10 m	moyenne	x	Été	(+)	5-6 verdâtre	○◕
Vigne vierge du Japon - *Vitis vinifera*	jusqu'à 10 m	moyenne	x	Été	+	5-6 verdâtre	○◕
Chèvrefeuille rouge - *Lonicera heckrottii*	de 3 à 4 m	moyenne	x	Été	(+)	6-9 jaune-rouge	◕
Houblon - *Humulus lupulus*	de 4 à 6 m	rapide	x	Été	-	5-6 verdâtre	◕
Chèvrefeuille des jardins - *Lonicera caprifolium*	jusqu'à 5 m	moyenne	x	Été	+	5-6 jaune-rouge	◕
Roses grimpantes	jusqu'à 5 m	moyenne	x	Été	-	6-8 diverses	○◕
Fusain grimpant - *Euonymus fortunei*	de 2 à 4 m	lente	(x) utile	Hiver	(+)	6-8 verdâtre	◕●
Clématite hybride - *Clematis hybriden*	de 2 à 4 m	moyenne	x	Été	+	6-9 diverses	○◕
Jasmin d'hiver - *Jasminum nudiflorum*	jusqu'à 3 m	lente	x	Hiver	+	1-4 jaune	○◕

○ Emplacement ensoleillé ◕ Mi-ombre p.ex. mur au Nord ● Ombre

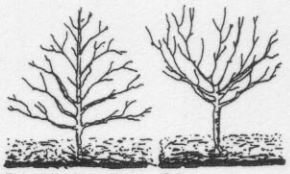
⑫ Aperçu de quelques plantes grimpantes.



① Toute couche de terre végétale est pleine de vie ; les étages ont leurs habitants spécifiques.



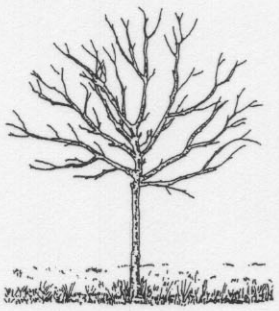
② Ils se ressemblent comme des jumeaux : la tête de l'arbre et son réseau de racines.



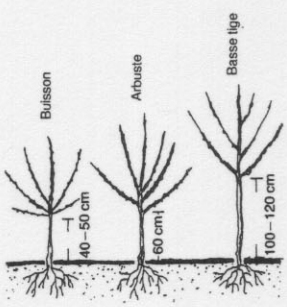
Pyramide - forme de base du sapin de Noël - remplace de plus en plus la silhouette en calice, car les branches latérales du cône restent courtes et ne cassent pas sous le poids des fruits ou de la neige.

Calice
La silhouette avec centre ouvert rappelle un gobelet ou un calice. Les branches poussent vers l'extérieur, de sorte que la lumière pénètre la couronne de l'arbre.

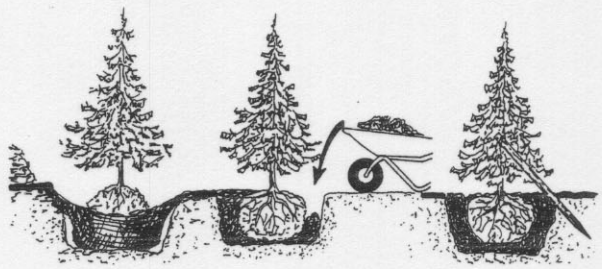
③ Formes d'arbres



④ Tronc d'un arbre encore jeune, garder le tronc et deux ou trois branches maîtresses pour maintenir la forme voulue.

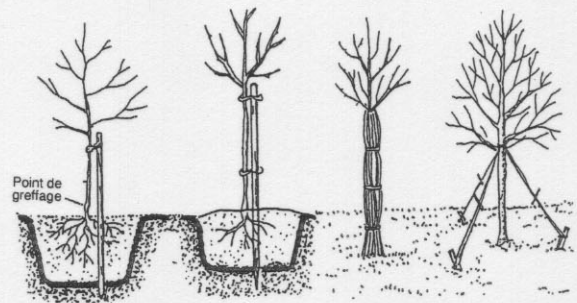


⑤ Formes d'arbres pour petit jardin.



⑥ Plantation d'un conifère : défaire la balle.

Placer le tuteur en biais



Le point de greffage doit être situé au-dessus du sol

Bonne plantation, arbre à feuilles caduques

Tronc protégé du soleil par des paillassons

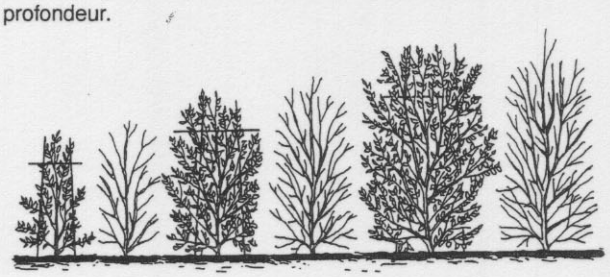
Tronc élevé haubané par des fils de fer tendus

⑦ Arbres pour jardin.

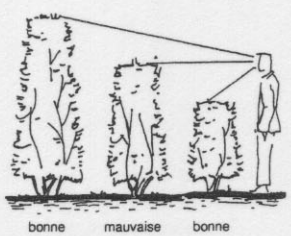
Toute couche de terre végétale est pleine de vie; les étages ont leurs habitants spécifiques (fig. 1). Les racines peuvent pénétrer jusqu'au zones rocheuses. Formes d'arbres (fig. 3) La pyramide est la forme du sapin de Noël, elle est préférée au calice. Les branches latérales peuvent rester assez courtes et cassent moins facilement sous le poids des fruits ou de la neige.

La silhouette ouverte au centre rappelle un gobelet ou un calice. Les branches sont dirigées vers l'extérieur pour permettre au soleil de pénétrer dans la cime.

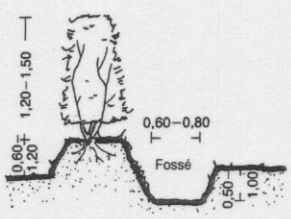
La meilleure époque pour la plantation d'arbres fruitiers est en fin d'automne; dans les régions à gel précoce en octobre, dans les régions clémentes en novembre. Le point de greffage, facilement reconnaissable à son bourrelet, doit absolument se trouver au-dessus du sol (fig. 7). Planter les arbres fruitiers toujours légèrement plus hauts qu'à la pépinière. Le tuteur doit être écarté de la largeur d'une main du tronc (fig. 7) et se trouver sur le côté sud de l'arbre pour le protéger contre le soleil. Lors de la plantation d'une haie vive, respecter les distances par rapport au voisin : pour les haies jusqu'à 1,20 m de haut, 0,25 m, jusqu'à 2 m de haut, 0,50 m et au-delà de 2 m, 0,75 m (fig. 8 à 11). Dans un jardin, la recherche de tranquillité, de protection contre le vent, le bruit, la poussière et les regards indiscrets rendent une haie irremplaçable (fig. 8 à 11). Les haies provoquent un abaissement de la vitesse du vent, une augmentation de la formation de la rosée, une régulation des précipitations et une accumulation de la chaleur. Elles empêchent l'érosion par le vent. Des haies sur talus (fig. 10) sur le littoral peuvent créer une zone abritée jusqu'à 200 m de profondeur.



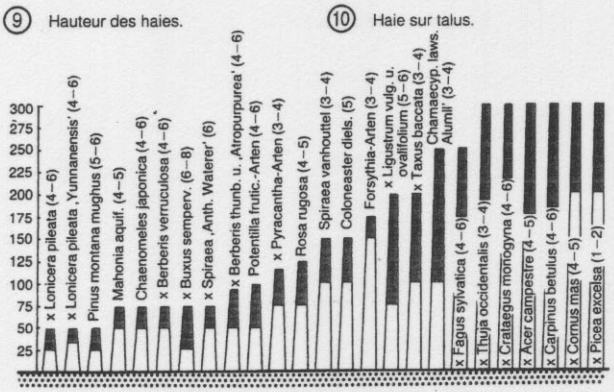
⑧ Taille d'une haie champêtre la première, troisième et cinquième année après plantation. A gauche taille d'été, à droite taille d'hiver.



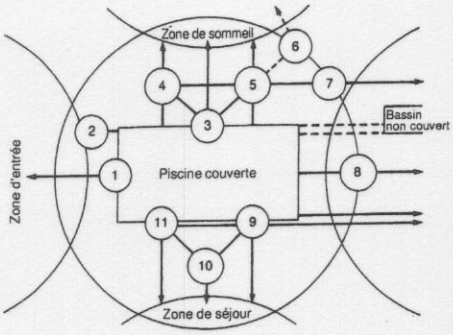
⑨ Hauteur des haies.



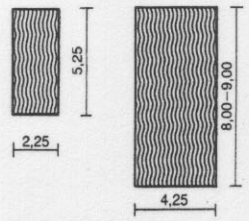
⑩ Haie sur talus.



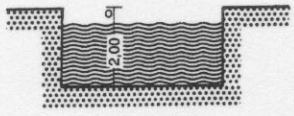
⑪ Hauteur de haies taillées et non taillées (les plantes marquées d'un x se prêtent particulièrement bien à la taille)
(entre parenthèses : nombre de plantes nécessaires par mètre linéaire).



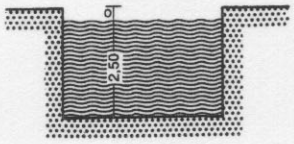
① Diagramme de l'emplacement d'une piscine pour une maison particulière. L'espace de séjour peut faire partie de la piscine.



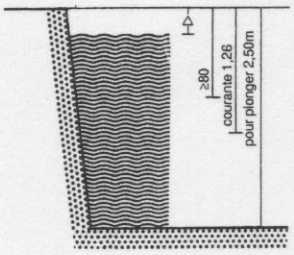
② Dimensions de bassins.



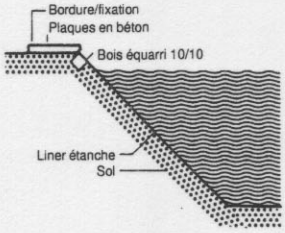
Piscine peu profonde pour adultes



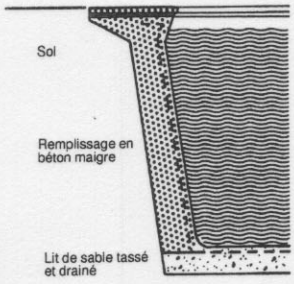
③ Profondeur habituelle des piscines privées (nageurs).



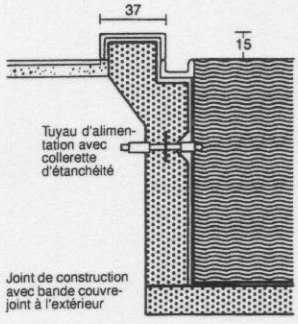
④ Profondeur des bassins.



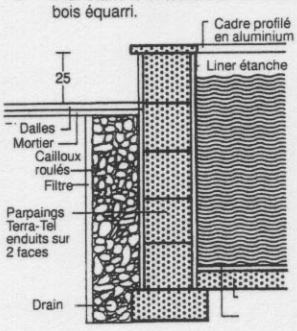
⑤ Bassin à parois inclinées avec un liner étanche entouré d'un bord en bois équarri.



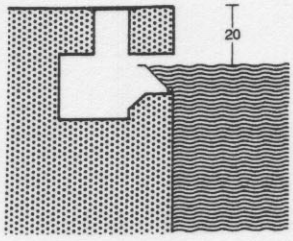
⑥ Bassin préfabriqué en polyester à paroi simple.



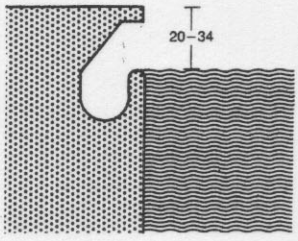
⑦ Bassin de réalisation simple en béton armé avec goulotte sur plage + marche.



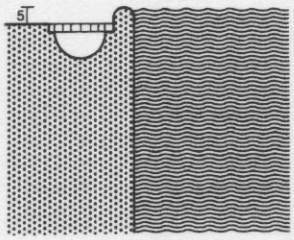
⑧ Bassin en maçonnerie avec drainage.



⑨ Skimmer (clapet d'écrémage).



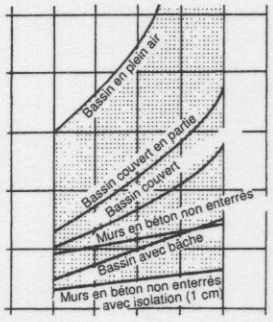
⑩ Goulotte sur paroi avec rigole de trop-plein.



⑪ Goulotte sur plage au pourtour du bassin.

Eau	Saison			Mois supplémentaires	
Température	4 mois	5 mois	6 mois	5ème mois	6ème mois
22°C	1,25/6,5	1,33/7,2	1,55/7,8	1,65/7,2	2,65/7,8
23°C	1,50/7,2	1,70/7,9	2,00/8,5	2,50/7,9	3,50/8,5
24°C	2,08/7,9	2,26/8,6	2,66/9,2	2,98/8,6	4,66/9,2
25°C	2,60/8,5	2,80/9,3	3,20/9,8	3,60/9,5	5,25/9,8
26°C	3,50/9,2	3,75/10,0	4,00/10,5	4,75/10,0	5,25/10,5

⑫ Déperdition calorique d'un bassin découvert (en moyenne/maximum) en kWh/m²; ne tient pas compte des influences particulières comme par exemple de la déperdition considérable des bassins publics (piscines d'hôtel etc.) due à l'utilisation d'eau chauffée de la piscine pour les lavages des filtres (jusqu'à 1,5 kWh/m² ou 1300 kcal/m²). x = interpolation.



⑬ Déperdition calorique de la surface du bassin ou de la partie des murs non couverte par l'eau.

Situation
A l'abri du vent (fig. 1), près des chambres à coucher (emploi par temps frais). Vue depuis la cuisine (surveillance des enfants) et du séjour. Ni arbres ni buissons à proximité (chute de feuilles); chemin autour du bassin (chute d'herbes, etc). Surélever éventuellement le bord du bassin (question d'aspect).

Dimensions
Largeur couloirs de nage 2,25 m, longueur d'une brasse environ 1,50 m plus taille du nageur. 4 brasses 8 m. Le niveau de l'eau doit arriver au menton de la mère, non des enfants ! La différence profondeur bassin - niveau de l'eau (fig. 4) dépend du type de goulotte (fig. 9 à 11).

Forme
La plus simple possible en fonction du coût et des conduites, rectangle, à la rigueur niche pour échelle ou escalier.

Types de construction de bassin
Usuel : Liner (membrane étanche) sur ossature en maçonnerie (fig. 8), en béton, en acier, sur le sol ou enterré (fig. 5).
Bassin en polyester souvent préfabriqué et non auto-porteur : remplissage en béton maigre nécessaire (fig. 6). Bassin en béton étanche (fig. 7) (béton coulé avec coffrage 2 faces, béton projeté avec coffrage 1 face, éléments béton préfabriqués). Finition le plus souvent en céramique ou mosaïque de pâte de verre, moins souvent en enduit (caoutchouc chloré, peinture pour ciment).

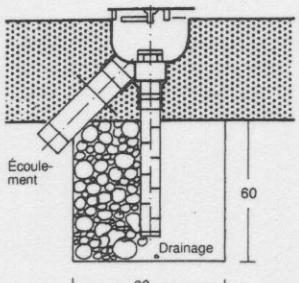
Entretien de l'eau
Couramment par système de circulation d'eau. Important : arrivée d'eau continue et régulière, bon nettoyage de la surface de l'eau avec skimmer (fig. 9) ou mieux goulottes (fig. 10, 11). Différentes sortes de filtres : à gravier (filtres à lit profond, en partie avec barbotage par soufflerie d'air), à diatomite (filtre de surface) et à mousse synthétique. Traitement anti-algues à effectuer en plus : produits chimiques (chlore, anti-algues sans chlore, sulfate de cuivre).

Chauffage
Par appareils à contre-courant ou par chauffe-eau de chaudière, selon réglementation. La saison de baignade est prolongée à relativement peu de frais (fig. 12 et 13).

Sécurité des enfants
Pas de clôture gênante mais couverture du bassin ou système d'alarme automatique (réagit à la formation de vagues).

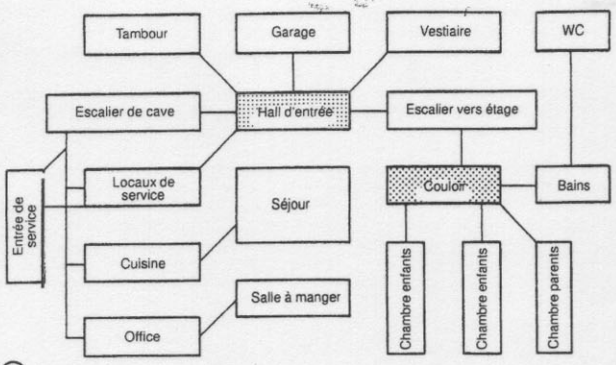
Protection contre le gel
Par poutres en bois encastrées le long des bords pour les bassins rigides, par chauffage, ou par une couverture d'hivernage. En hiver, ne pas vider le bassin (rebord incliné) sauf imposition.

Accessoires, équipement
Voir les piscines couvertes privées (p.226 et 227).



⑭ Écoulement avec compensateur de pression.

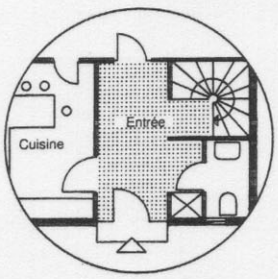
VESTIBULES, SAS, ENTRÉES



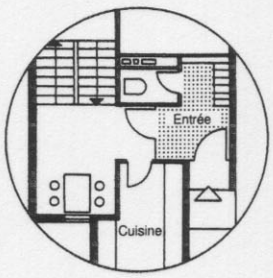
① Distribution.

Par de mauvaises conditions climatiques, un sas d'entrée est absolument nécessaire. L'accès au hall se situe de préférence à l'opposé de la direction prédominante du vent, mais toujours bien visible depuis la rue ou le portail du jardin. Depuis le hall d'entrée toutes les pièces principales – surtout par forte fréquentation – doivent être directement accessibles (fig. 2 à 4).

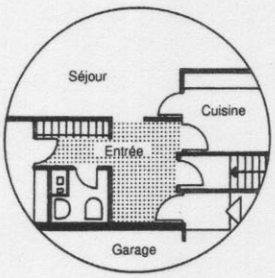
La liaison directe cuisine, escalier, WC est judicieuse (fig. 8).



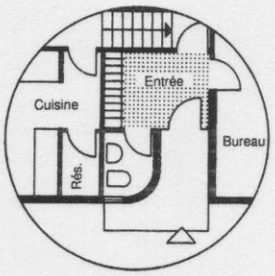
② Entrée centrale.



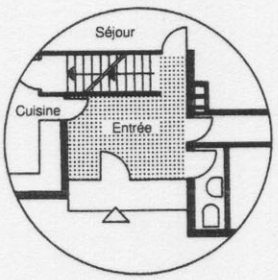
③ Entrée latérale.



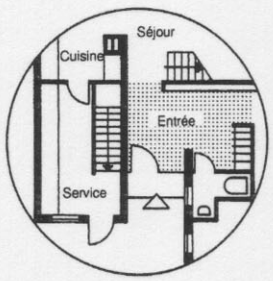
④ Entrée reliée à l'escalier de cave.



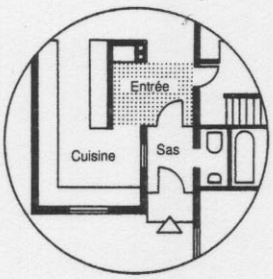
⑤ Entrée reliée aux bureaux.



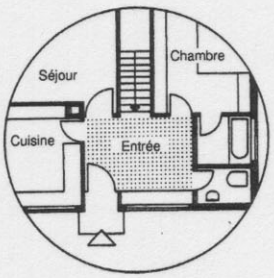
⑥ Entrée reliée à l'escalier de cave.



⑦ Entrée reliée au séjour.



⑧ Entrée reliée à un sas.

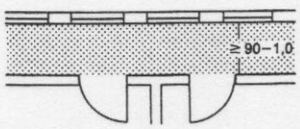


⑨ Entrée reliée à cuisine, WC, escalier de cave, séjour et chambre.

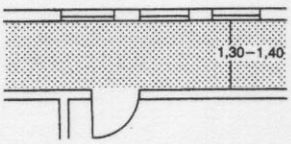
COULOIRS

La largeur des couloirs dépend de leur emplacement, de leur desserte sur un côté ou deux, de la disposition des portes (voir A ou B) et de leur fréquentation. Pour 1 m de couloir libre (sans saillies), on compte 60-70 personnes (théâtres, écoles, escaliers, etc.). Les figures (fig. 10 à 16) montrent des largeurs de couloir adéquates. Toutes les portes doivent si possible s'ouvrir vers l'intérieur des pièces (p.208).

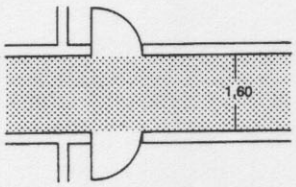
A) Les portes s'ouvrent dans les pièces



⑩ Couloir desservant un seul côté, faible fréquentation, largeur ≥ 0,9m, mieux 1,0 m.

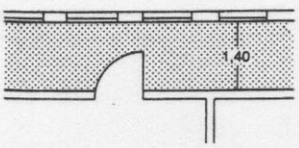


⑪ Couloir desservant un seul côté, pour la circulation à l'aise de 2 pers., largeur 1,30-1,40 m.

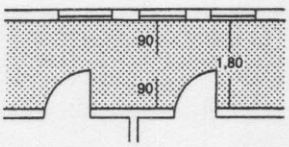


⑫ Couloir desservant les deux côtés, forte fréquentation, 1,6 m pour 2 personnes, ≥ 2,0 m pour 3 pers.

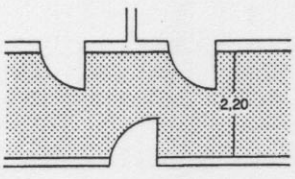
B) Les portes s'ouvrent sur le couloir



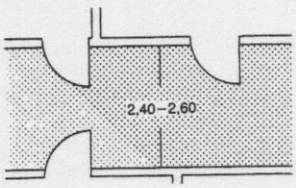
⑬ Couloir desservant un seul côté, faible fréquentation, largeur du couloir = largeur de la porte + 50 cm.



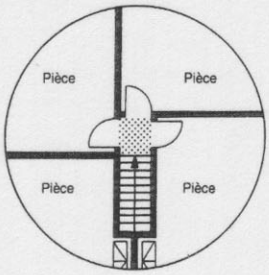
⑭ Couloir desservant un seul côté, forte fréquentation.



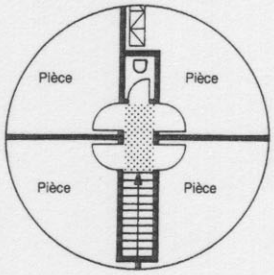
⑮ Couloir desservant les deux côtés, forte fréquentation, portes décalées.



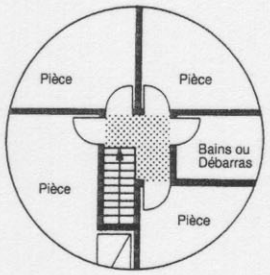
⑯ Couloir desservant les deux côtés, portes face à face.



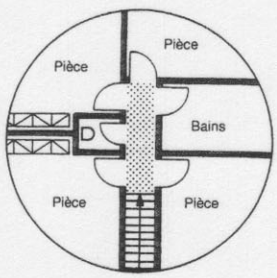
① 1 m² de couloir = 3 grandes pièces au bout d'un escalier sans prolongement.



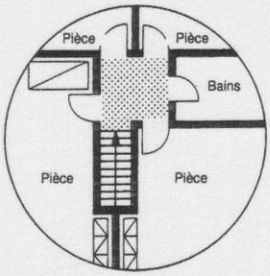
② 2 m² de couloir = 4 grandes pièces et WC, la meilleure utilisation du couloir avec un volume agréable.



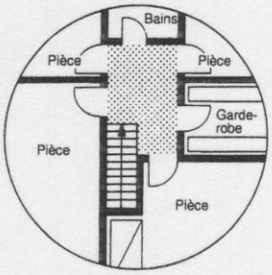
③ 3 m² de couloir comme figure 4, un débarras en plus, mais sans WC ou semblables. Grâce à un escalier ouvert le couloir semble avoir 4 m².



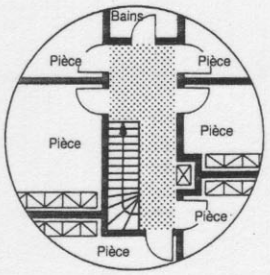
④ 3 m² de couloir = 4 grandes pièces et une petite (bains, garde-robe ou semblables) et WC.



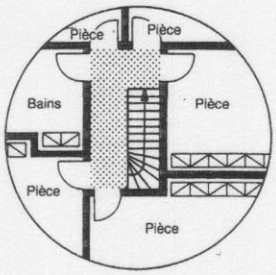
⑤ 4 m² de couloir, par rapport à figure 3 et 4 pas plus de possibilités d'accès, mais l'espace est plus agréable.



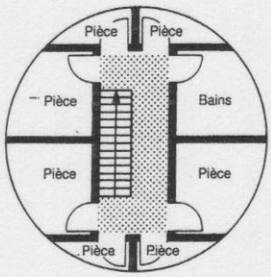
⑥ 5 m² de couloir = 4 grandes pièces et 2 petites (bains, garde-robe).



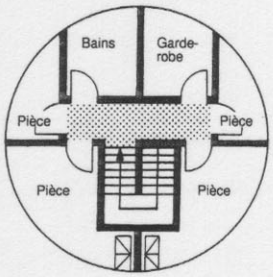
⑦ 7 m² de couloir = 6 pièces et 1 petite (bains, placard).



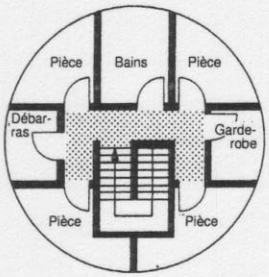
⑧ 5 m² de couloir = 5 pièces et 1 bains.



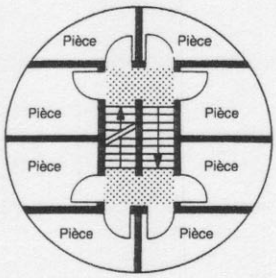
⑨ 7 m² de couloir = 8 pièces avec escalier.



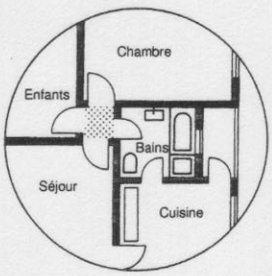
⑩ 4 m² de couloir = 4 pièces, salle de bains et garde-robe.



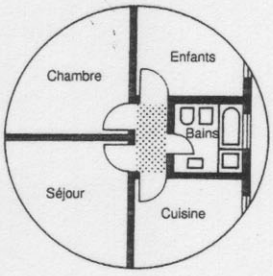
⑪ 6 m² de couloir = 4 pièces, bains, garde-robe et débarras.



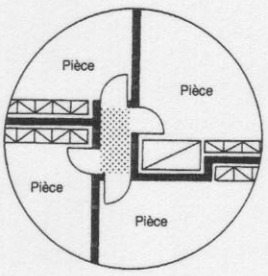
⑫ 4 m² de couloir = 4 grandes pièces et 4 petites, en cas d'étages décalés (meilleure solution, les paliers de l'escalier sont suffisants).



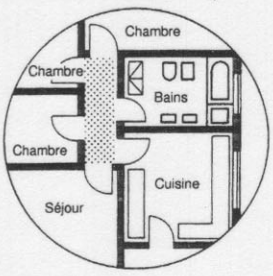
⑬ 1 m² de couloir = 4 pièces : chambre, enfants, bains et séjour.



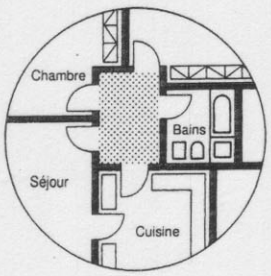
⑭ 2 m² de couloir = 5 pièces, sinon comme figure 13.



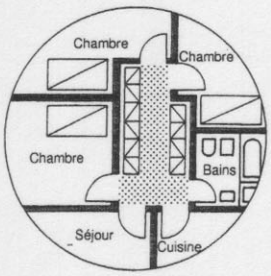
⑮ 2 m² de couloir = 4 pièces avec placards et lits encastrés.



⑯ 3 m² de couloir = 6 pièces : cuisine, bains, 3 chambres et séjour.



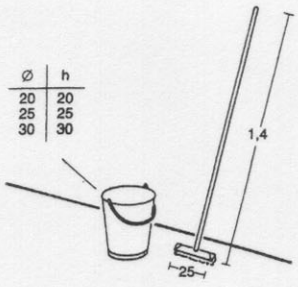
⑰ 4 m² de couloir = 5 pièces avec placards encastrés.



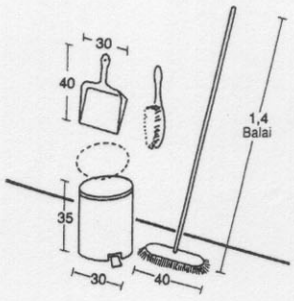
⑱ 5,2 m² de couloir = 6 pièces avec placards et lits partiellement encastrés.

Les figures 1 à 18 montrent l'accessibilité à un maximum de pièces d'une largeur ≥ 2 m pour des couloirs de différentes dimensions et formes. Des pièces d'une largeur de 2-3 m sont ici considérées comme garde-robe ou débarras.

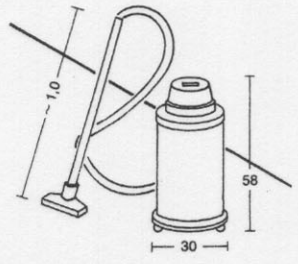
Les figures 4, 8, 12 et 16 en montrent les formes les plus économiques. La largeur supposée pour ces exemples est suffisante pour permettre à deux personnes de l'emprunter simultanément. En revanche, elle ne permet pas d'emplacements de placards, qu'il vaut mieux encastrer (fig. 18). Pour la disposition des portes, tenir compte de l'emplacement des lits et des armoires encastrées. Un palier spacieux, au détriment de l'espace des pièces, peut souvent être évité par une meilleure disposition des portes en fonction des lits et des armoires (fig. 17 et 18).



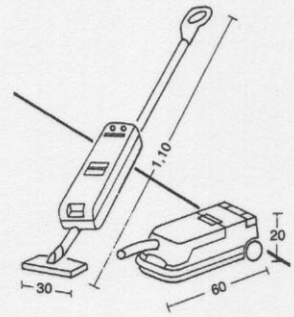
① Seau Balai-brosse.



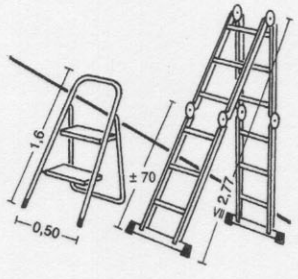
② Poubelle.



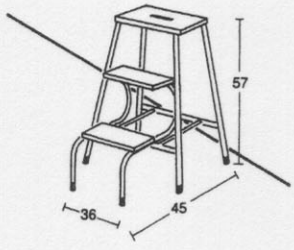
③ Aspirateur tous usages.



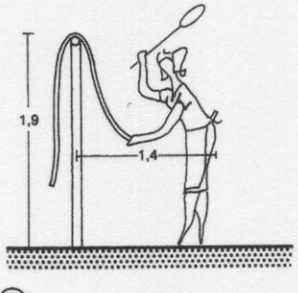
④ Aspirateur à poussière.



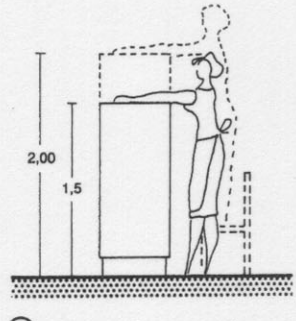
⑤ Escabeau pliant en acier, échelle multiposition (voir figure 10).



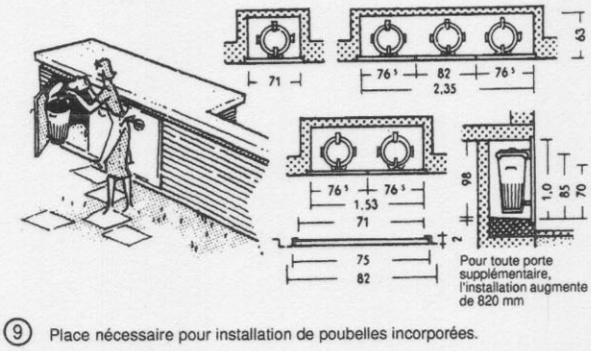
⑥ Tabouret-escabeau.



⑦ Barre pour battage de tapis.



⑧ Hauteurs utiles pour armoire.



⑨ Place nécessaire pour installation de poubelles incorporées.

Voir aussi p.211

Pour le nettoyage et l'entretien, il faut :
placard pour petits ustensiles, produits de nettoyage, seaux, aspirateur, outils et échelles (fig. 1 à 6). Largeur du placard ≥ 60 cm. Veiller à un maniement aisé et hygiénique des ustensiles de ménage (fig. 7 à 8).

Vide-ordures (fig. 11, 12, 13); gaine pour ordures ménagères, papier ou linge, en acier spécial inoxydable, en tôle d'acier zinguée ou en béton.

Diamètres (fig. 11), ventilation (fig. 13), surface 30-35% de la gaine d'évacuation. Il est avantageux de collecter et transporter les ordures ménagères dans des récipients mobiles d'une capacité de 1,1 m³ (fig. 13). Prévoir les emplacements et l'accès nécessaires.

Pour maisons particulières, hôtels, hôpitaux, foyers etc., un dispositif de vide-linge s'avère utile (fig. 11). Place nécessaire pour l'installation de poubelles incorporées (fig. 9). Grandes poubelles (fig. 14) en tôle d'acier zinguée ou en polyéthylène, capacités de 50 et 110 litres. Poubelles roulantes (fig. 15) avec capacité de 120 ou 240 litres; containers à ordures (fig. 15) en tôle d'acier ou polyéthylène avec une capacité de 0,77 m³ et 1,10 m³ (1 100 l) avec couvercle coulissant et écoulement d'eau.

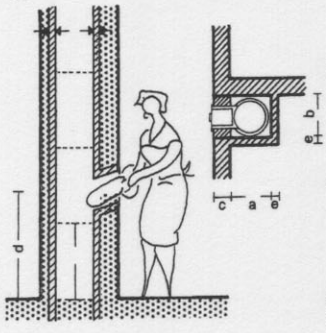
Nombre d'échelons	Pour hauteur de local mm	Montants Longueur tot. mm (env.)
3	2400	1350
4	2600	1580
→ 8	3500	2540

Nombre d'échelons	Pour hauteur de local mm	Montants Longueur tot. mm (env.)
12	3630	1710
16	4750	2250
20	5870	2770

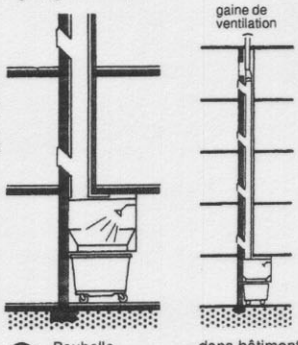
⑩ Échelles (fig. 5).

Type de vide-ordures et vide-linge	Gaine Ø cm		Dimensions minimales cm				
	Évacuation	Ventilation	a	b	c	d	e
Ordures ménagères sans sac	40+45	25	55	55	24	95	incombustible
Ordures dans sac	50	30	60	60	24	130	
Papier (déchets de bureau)	55	30	65	65	24	110	
Linge (maison particulière)	30	15	35	35	11,5	110	
Linge (immeubles assez importants	40	25	45	45	11,5	110	
comme foyers, hôtels,	45	25	50	50	11,5	110	
hôpitaux)	50	30	55	55	11,5	110	

⑪ Installation de vide-ordures et de vide-linge (fig. 12 et 13).



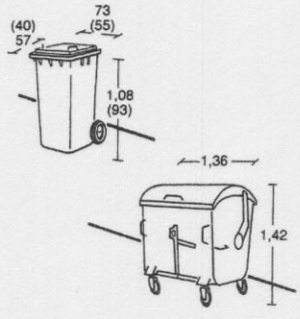
⑫ Vide-ordures avec sacs en papier ou plastique (voir figure 11).



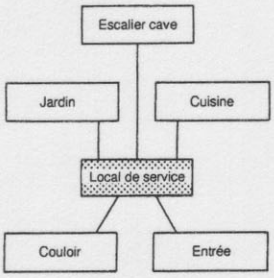
⑬ Poubelle au sous-sol. dans bâtiment à niveaux.



⑭ Grandes poubelles.



⑮ Poubelle roulante - Container à ordures.

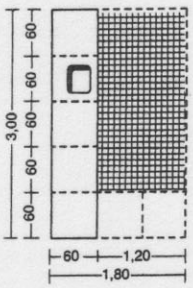


① Schéma de disposition des pièces par rapport au local de service.

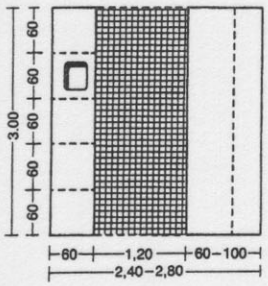
Éléments d'équipement	Largeur en cm	Mieux
Lave-linge et sèche-linge superposés	60	60
Lavabo avec chauffe-eau	60	60
Corbeille à linge sale	50	60
Plan de travail pour plier le linge	60	120
Appareils de repassage	env 100	100
Placards pour petits appareils	50	60
Total	env 380	460

② Place nécessaire pour éléments d'équipement.

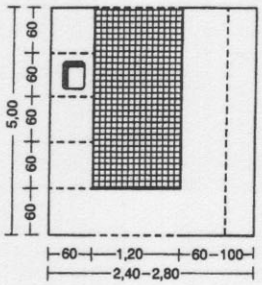
Bonne orientation au Nord (fig. 7 à 10).
Utilisation : pour entreposer les appareils de nettoyage, pour coudre, repasser, laver et éventuellement pour bricoler. Dimensions nécessaires, surface minimale 3,80 m², une largeur de 4,60 m semble plus utile (fig. 2).
Local de service à proximité de l'entrée de service avec éléments de rangement en longueur (fig. 7), mieux encore directement à côté de la cuisine (fig. 8) ou accessible de la cuisine (fig. 9 et 10).
Lors de la conception tenir compte d'un maniement pratique et hygiénique des appareils. La hauteur de la planche à repasser (fig. 11 à 14) n'est pas la même selon qu'on repasse en position assise ou debout (fig. 12, 13).



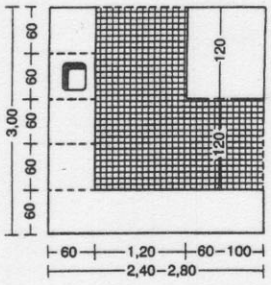
③ Local de service en L ou aligné (1 rangée).



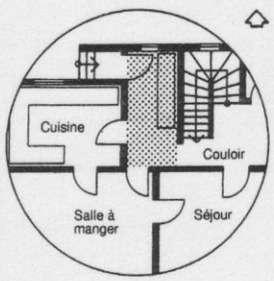
④ Aligné (2 rangées).



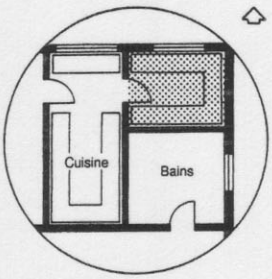
⑤ En U.



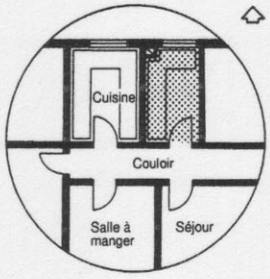
⑥ En L.



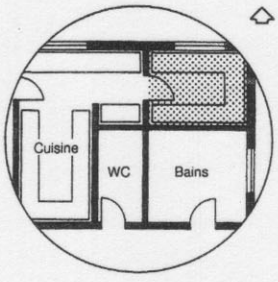
⑦ Local de service à proximité de l'entrée de service.



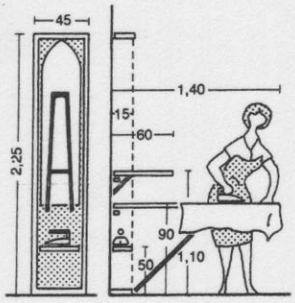
⑧ Accessible de la cuisine.



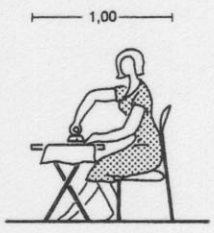
⑨ À côté de la cuisine, accessible du couloir.



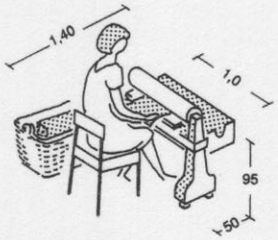
⑩ À côté de la cuisine et de la salle de bains.



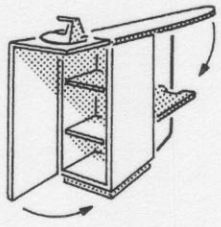
⑪ Planche à repasser repliable contre un mur ou dans une armoire.



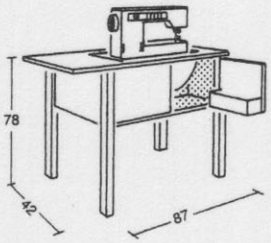
⑫ Place nécessaire pour repasser en position assise.



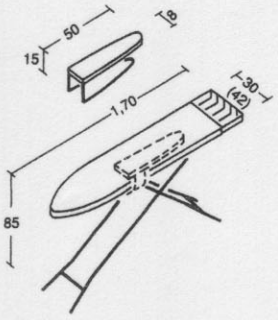
⑬ Pour repassage électrique.



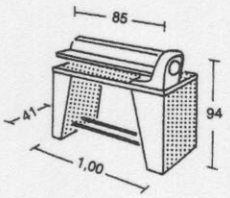
⑭ Meuble de repassage, pliant.



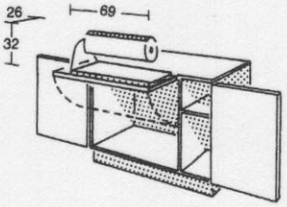
⑮ Machine à coudre.



⑯ Planche à repasser et jeannette.

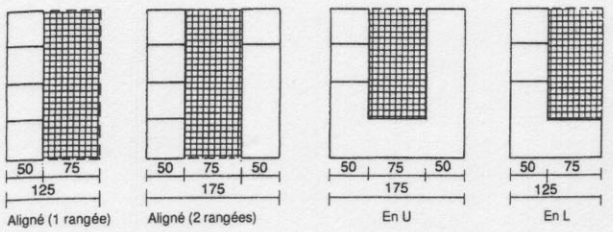


⑰ Machine à repasser électrique.



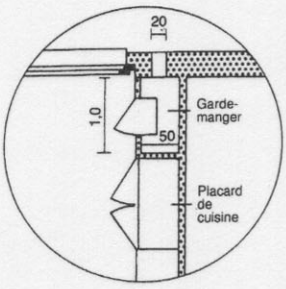
⑱ Machine à repasser incorporée dans un placard.

Pièces de service

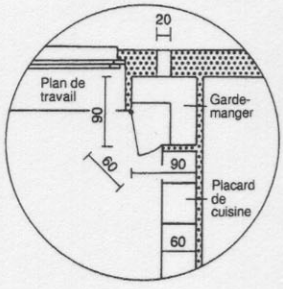


① Types de celliers.

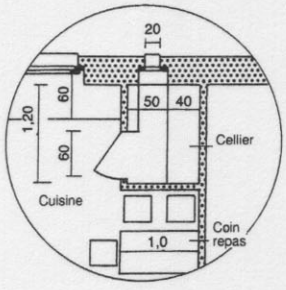
Lors de la conception d'appartements et de maisons, il faut prévoir des locaux comme le cellier et l'office, car ils sont importants dans la vie quotidienne. L'emplacement le plus pratique pour un cellier est à côté de la cuisine (fig. 2 à 8). Il doit être frais, à l'abri du soleil et disposer d'une aération. Prévoir un branchement pour le réfrigérateur et éventuellement pour le réfrigérateur à vins. Monter des étagères de rangement si possible jusque sous le plafond. Pour les trains de maison plus importants, il existe des chambres froides préfabriquées modulables (fig. 9), également disponibles avec un compartiment frigorifique et un compartiment de congélation séparé.



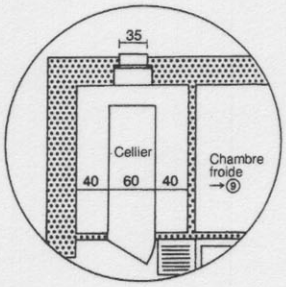
② Garde-manger en prolongement d'un placard.



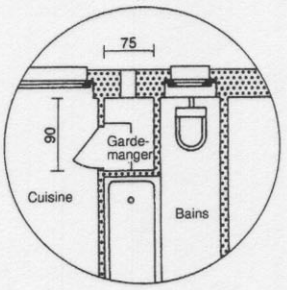
③ Garde-manger en coin.



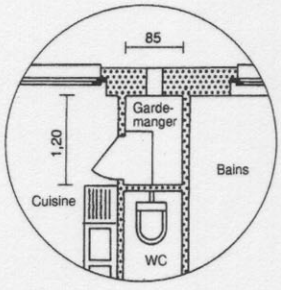
④ Cellier à côté d'un coin repas.



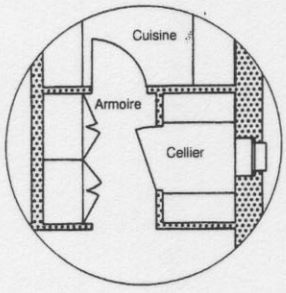
⑤ Cellier : garde-manger plus spacieux.



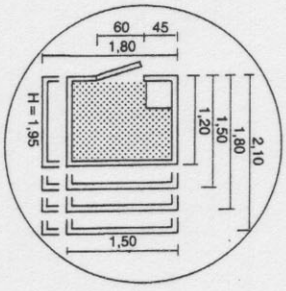
⑥ Garde-manger économisant de la place, derrière la baignoire.



⑦ Comme (fig. 6), derrière les WC.



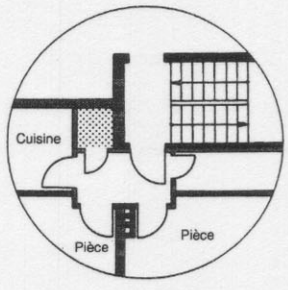
⑧ Cellier devant la cuisine.



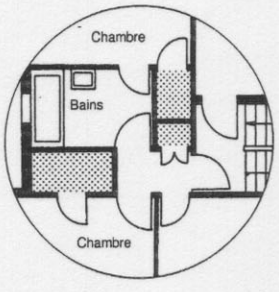
⑨ Chambres froides - dimensions
Surface utile 1,23 - 3,06 m².

RANGEMENTS

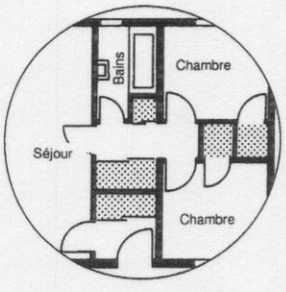
En plus de la cave et des combles, à l'intérieur d'une habitation, il doit y avoir un débarras de ≥ 1 m² pour une largeur libre de 75 cm. Prévoir si possible 2% de la surface habitable pour le débarras dans une habitation plus importante. On y entrepose les ustensiles et produits de nettoyage, les outils, la planche à repasser et sa jeannette (p.210), le panier et les sacs pour les courses, les valises, la panière à linge, l'échelle, la décoration du sapin de Noël. Pour des raisons d'économie de place, faire ouvrir les portes vers l'extérieur. Commander l'éclairage intérieur par un interrupteur de feuillure. Assurer une bonne aération. Prévoir des niches pour placards encastrés à proximité immédiate de la cuisine (fig. 13).



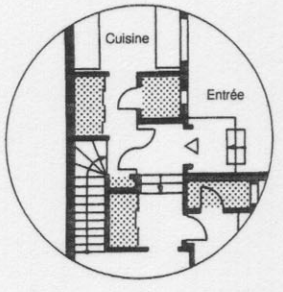
⑩ Rangement donnant sur le couloir.



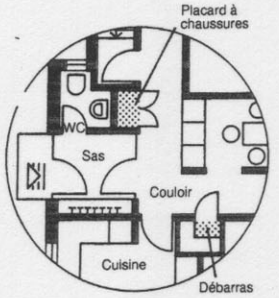
⑪ Rangements donnant sur le couloir et la chambre.



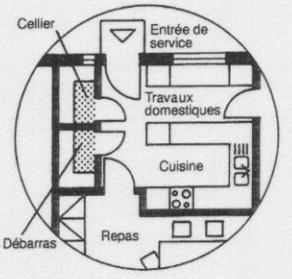
⑫ Emplacement pour débarras et placards.



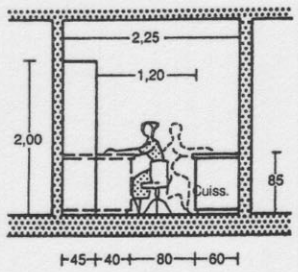
⑬ Rangements dans la zone d'entrée.



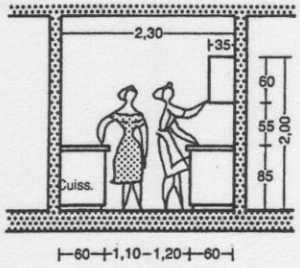
⑭ Rangement et placard à chaussures dans la zone d'entrée.



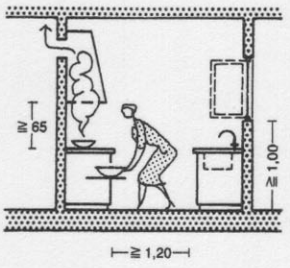
⑮ Cellier et débarras dans l'espace cuisine.



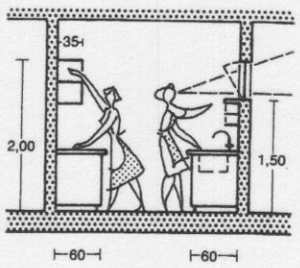
① Coupe transversale sur cuisine avec 2 postes de travail.



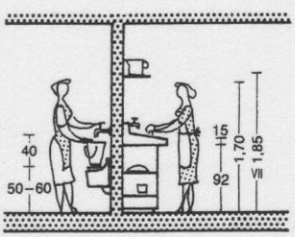
② Coupe transversale d'une cuisine avec place pour deux personnes.



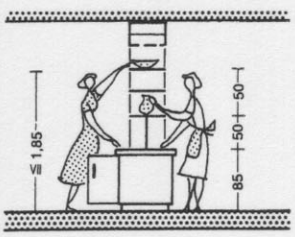
③ Les cuisinières basses exigent beaucoup de place pour les mouvements. Placer une hotte au-dessus de la cuisinière.



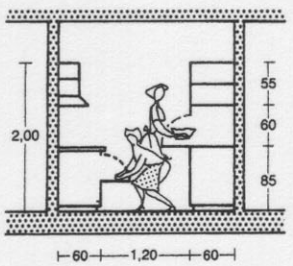
④ Plans de travail et de rangement (60 cm de profondeur).



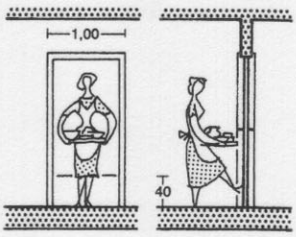
⑤ Hauteur courante des vidoirs et hauteur maximale des éviers surélevés.



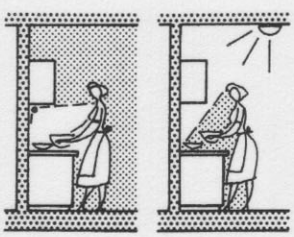
⑥ Passe-plats entre cuisine, laverie ou office et coin salle à manger ou salle à manger, avec rayonnages pour vaisselle accessibles des deux côtés.



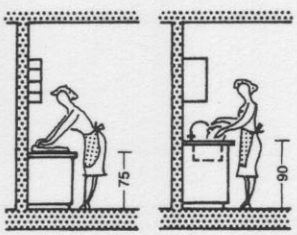
⑦ Personnes travaillant l'une à côté de l'autre.



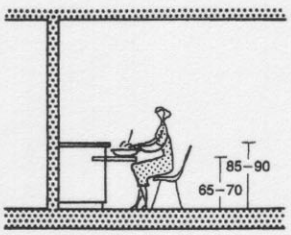
⑧ Entre office et salle à manger revêtir la partie inférieure de la porte de métal inoxydable ou de plastique.



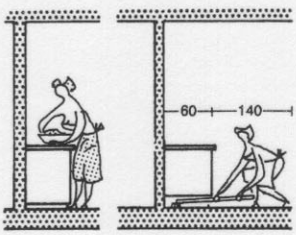
⑨ Bon et mauvais éclairage de la cuisine.



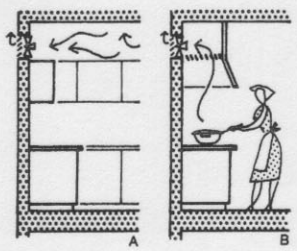
⑩ La hauteur courante de 85 cm des plans de travail est comprise entre la hauteur la plus favorable pour la cuisson et celle pour l'évier.



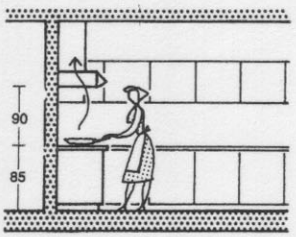
⑪ Prévoir des tablettes amovibles de travail pour travaux assis.



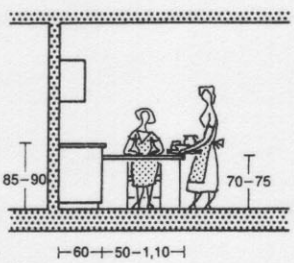
⑫ Bonne disposition des socles des rangements bas pour nettoyage et travail faciles



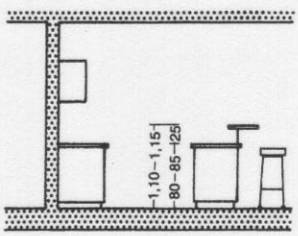
⑬ Ventilation avec ventilateur sur mur extérieur (A) ou mieux sur conduit de ventilation (B) directement au-dessus de la cuisinière (extension).



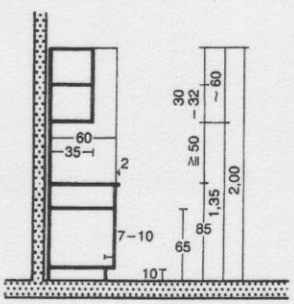
⑭ Une hotte est préférable.



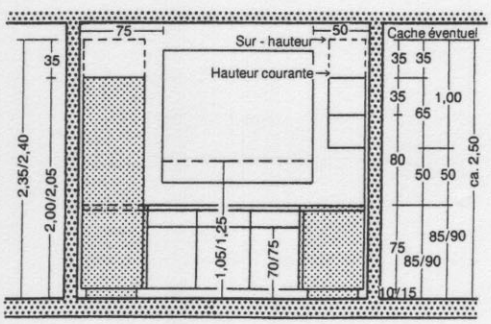
⑮ Table à rallonge, table pivotante.



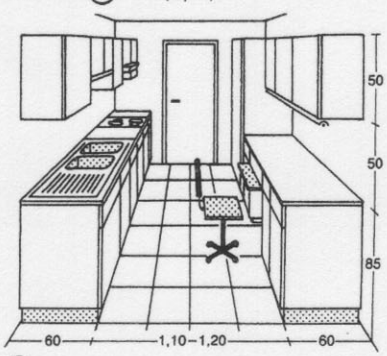
⑯ Bar (repas).



⑰ Coupe sur équipement de la cuisine selon les dimensions normalisées.



⑱ Équipements de cuisine avec la place nécessaire.



⑲ Cuisine alignée (2 rangées) (voir p. 215, fig. 5).

ÉLÉMENTS, ÉLÉMENTS ENCASTRABLES

Malgré la normalisation, les dimensions des éléments de cuisine ne sont, hélas, toujours pas uniformisés. Leur gamme va de 20-120 cm en augmentant par 5 cm pour la largeur et pour une hauteur de 85 cm. Les éléments types à adapter à la cuisine envisagée par chaque architecte, sont reliés au montage en une unité fixe. Les surfaces de travail ou de rangement, éventuellement aussi les cuisinières électriques (avec encastrement des plaques de cuisson), sont recouverts d'un plateau continu.

Matériaux : Les éléments sont fabriqués en bois, contre-plaqué ou matière plastique. Les surfaces apparentes sont vernies ou recouvertes de bois ou de matières synthétiques. Les étagères dans les éléments sont en bois ou en plaques recouvertes de matière plastique. Les grilles métalliques sont la meilleure solution pour ranger les casseroles. Les portes coulissantes ou mieux les portes pliantes spéciales à faible encombrement conviennent bien car, lorsqu'on les ouvre, elles ne prennent pas de place supplémentaire.

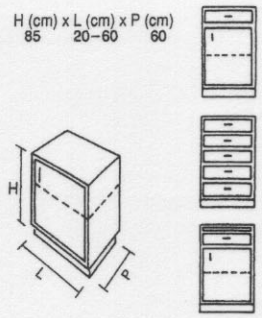
Rangements bas : (fig. 1 et 2) pour ranger des ustensiles de cuisine lourds, grands ou rarement utilisés.

Les rangements supérieurs et placards muraux (fig. 3 et 4) ont une plus faible profondeur afin de pouvoir utiliser sans gêne les plans de travail et de rangement situés en-dessous. Les rangements supérieurs améliorent l'exploitation de l'espace, la vaisselle peut être atteinte facilement sans se baisser.

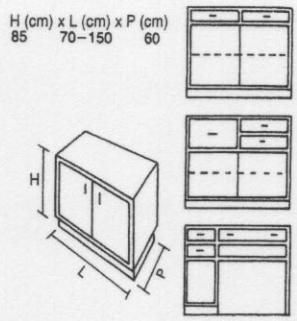
Rangements hauts ou latéraux : (fig. 5). Ils sont utilisés pour ranger balais, produits d'entretien, provisions, ou pour y encastrer à hauteur convenable un réfrigérateur, un four ou un four à micro-ondes.

Éviers et égouttoirs : Ils doivent être montés sur un élément bas de rangement avec de la place pour une poubelle, un seau, éventuellement un chauffe-eau électrique à accumulation, ainsi que des ustensiles et des produits de vaisselle.

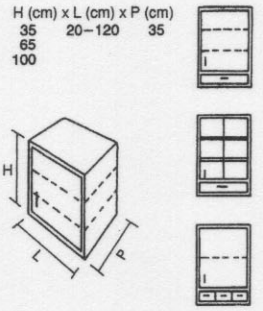
Équipements spéciaux : (fig. 7 à 14) tels que la machine escamotable à trancher le pain ou autres équipements amovibles, le casier à pain, les rangements pour appareils avec dispositifs pivotants ou à tirettes, la balance de cuisine escamotable, les aliments et épices à portée de main depuis la cuisinière et le sèche-serviettes : tous sont destinés à économiser du temps et des forces. Il est conseillé de prévoir une ventilation mécanique au-dessus de la cuisinière électrique (fig. 12). Les hottes aspirantes s'y prêtent bien ; on distingue les appareil à évacuation et ceux à recyclage interne de l'air. Les premiers nécessitent une gaine d'aération, ils sont de loin les plus efficaces.



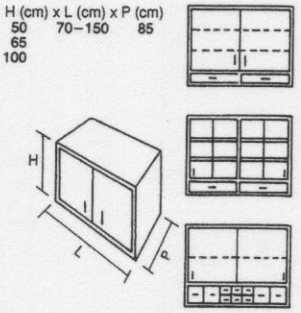
① Éléments à une porte.



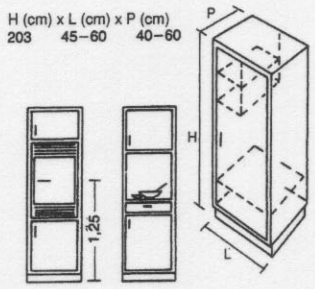
② Éléments bas à deux portes.



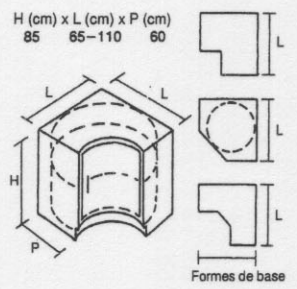
③ Éléments supérieurs ou muraux à une porte.



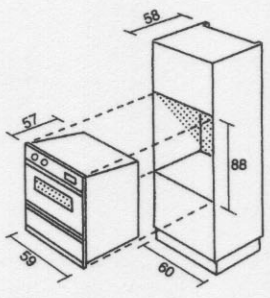
④ Éléments supérieurs ou muraux à 2 portes.



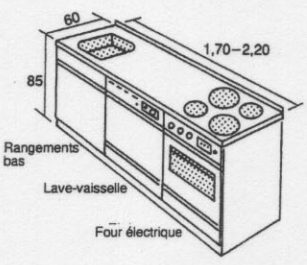
⑤ Rangements latéraux.



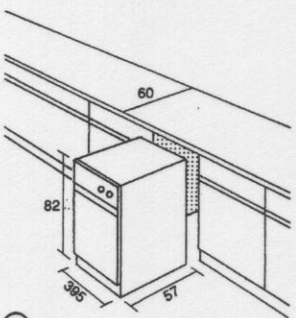
⑥ Rangements d'angle.



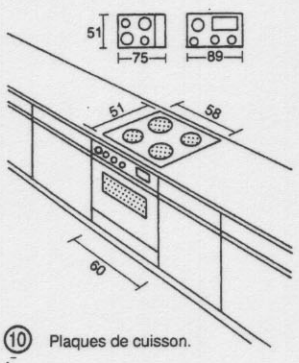
⑦ Four encastré.



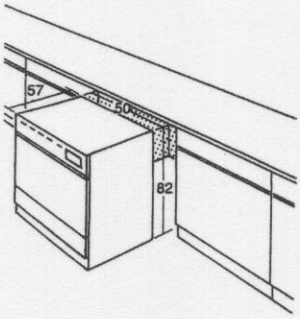
⑧ Bloc cuisine.



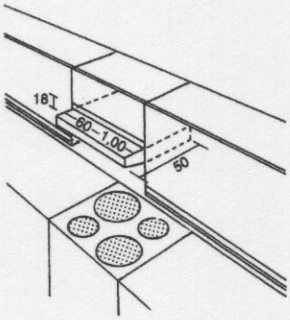
⑨ Compacteur d'ordures électrique.



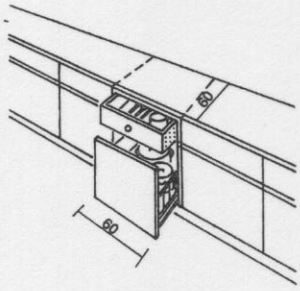
⑩ Plaques de cuisson.



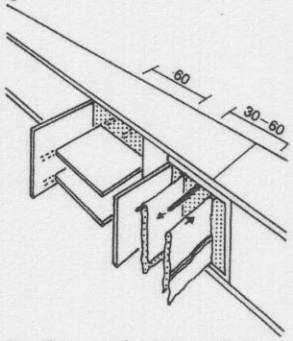
⑪ Lave-vaisselle.



⑪ Hotte aspirante.

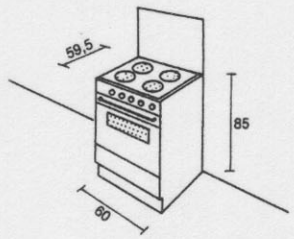


⑫ Rangement casseroles avec tiroir.

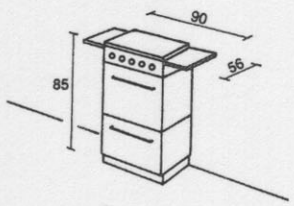


⑬ Rangement à machines et tringles coulissantes pour séchage des torchons.

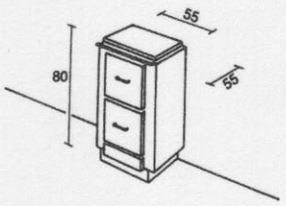
Les dimensions des éléments à encastrer et des appareils sont importantes pour le dimensionnement des réservations (rangements) si on veut économiser de la place. Les appareils électroménagers, cuisinières et meubles de cuisine sont de nos jours fabriqués de façon à pouvoir se moduler et s'encastrer pour garantir un travail fluide; la surface n'est pas le facteur déterminant. Prévoir suffisamment de place pour les appareils ainsi qu'assez de prises électriques de sûreté, une prise double par zone de préparation ou de travail. Un bon éclairage du plan de travail est nécessaire (p.212). Le plus souvent, on choisit un évier double (fig. 7 à 9) avec un égouttoir d'une largeur de 60 cm et, à gauche, une place libre de 60 cm de large. Le lave-vaisselle doit être placé soit à droite soit à gauche de l'évier. Les cuisines compactes offrent beaucoup de confort et nécessitent peu de place (fig. 10).



① Cuisinière électrique.



② Grande gazinière.



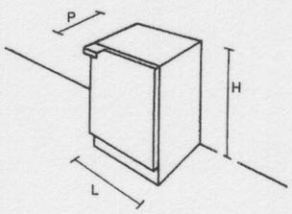
③ Poêle à feu continu.

Réfrigérateur

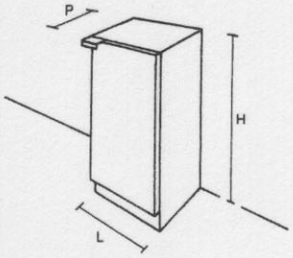
Cap (l)	L (cm)	P (cm)	H (cm)
50	55	55-60	80-85
75	55	60-65	85
100	55-60	60-65	85
125	55-60	65-70	90-100
150	60-65	65-70	120-130
200	65-75	70-75	130-140
250	70-80	70-75	140-150

Réfrigérateur à encastrer

Cap (l)	L (cm)	P (cm)	H (cm)
50	55	50-55	80-85
75	55	55-60	85-90
100	55	60-65	90

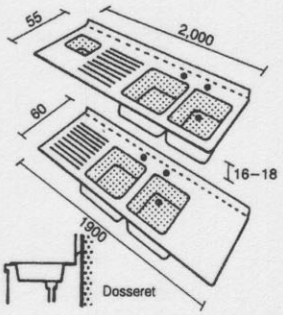


④ Réfrigérateur.

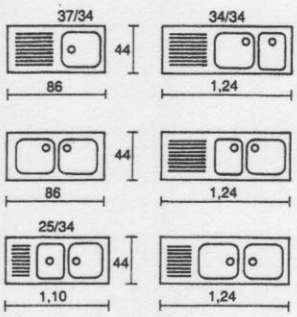


⑤ Congélateur.

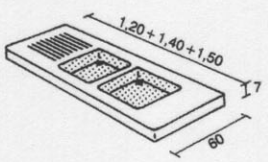
⑥ Dimensions (fig. 4 et 5).



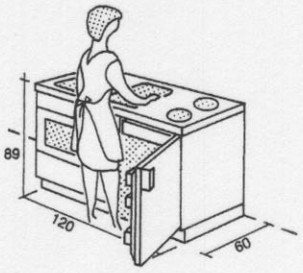
⑦ Dimensions des éviers à encastrer.



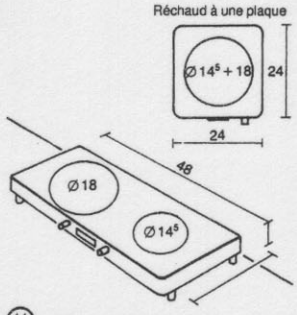
⑧ Types d'éviers à encastrer.



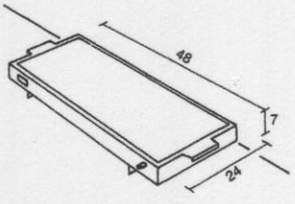
⑨ Évier double bac en faïence.



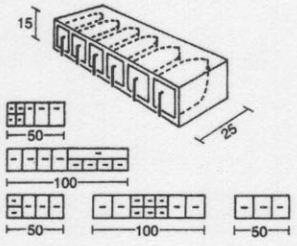
⑩ Cuisine compacte.



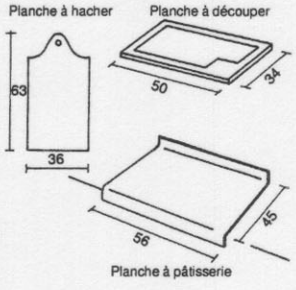
⑪ Réchaud électrique.



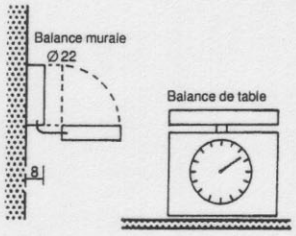
⑫ Plaques chauffantes.



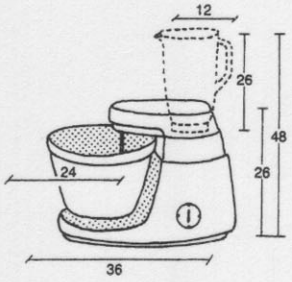
⑬ Récipients en verre ou plastique.



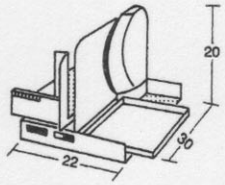
⑭ Planches de cuisine.



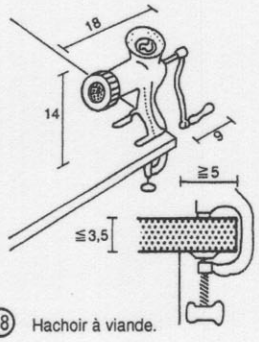
⑮ Balances de cuisine.



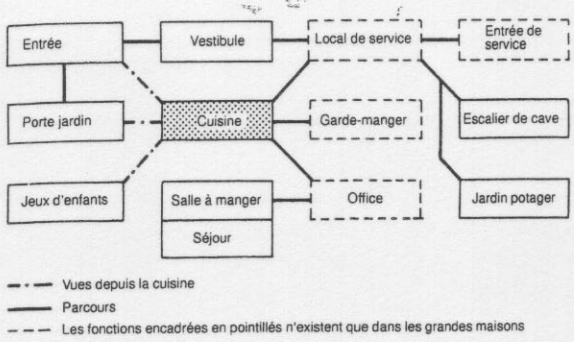
⑯ Robot de cuisine.



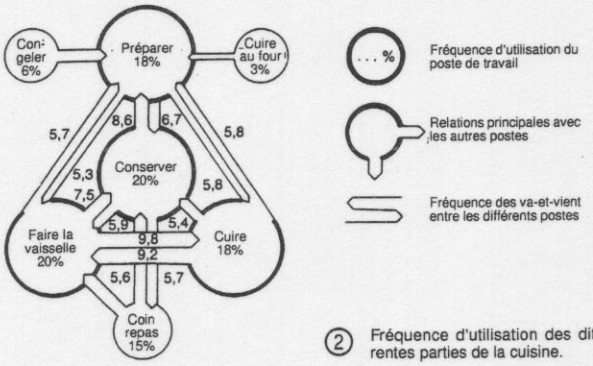
⑰ Trancheuse électrique.



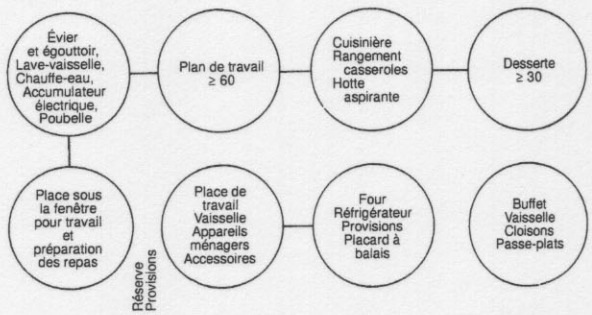
⑱ Hachoir à viande.



① Relations d'une assez grande cuisine avec les autres pièces.



② Fréquence d'utilisation des différentes parties de la cuisine.



③ Disposition fonctionnelle des places de travail dans une cuisine.

Situer la cuisine au Nord-Est ou Nord-Ouest, en communication directe avec le potager, les plantations d'herbes aromatiques et la cave. De la cuisine il faut, si possible, avoir une vue sur la porte du jardin, la porte d'entrée, le terrain de jeux des enfants et la véranda (fig. 1).

On doit rechercher une bonne liaison avec les autre locaux, le vestibule, la salle à manger, et tous les locaux de service. La cuisine est un lieu de travail à l'intérieur de la maison, mais également un endroit où la ménagère passe beaucoup de temps, plusieurs heures par jour. Elle est souvent aussi un lieu de rencontre, si le coin repas en fait partie (fig. 7).

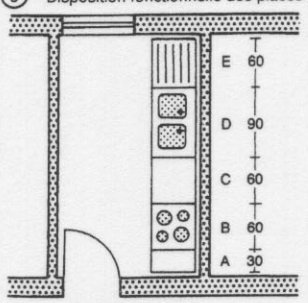
Lors de l'installation il faut veiller à :

parcours réduits, bon enchaînement des tâches, place suffisante pour les mouvements, réduction des tâches en position debout, sans être courbé en travaillant, adaptation de la hauteur du plan de travail à la taille des utilisateurs et bon éclairage des plans de travail (p.212).

Surface minimale d'un coin cuisine 5-6 m², d'une cuisine 8-10 m², d'une cuisine avec coin repas 12-14 m² (fig. 4 à 7).

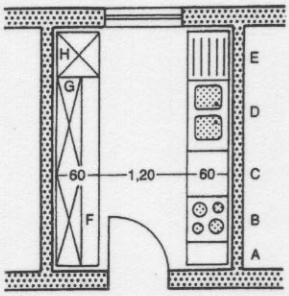
Pour faciliter le travail en cuisine il faut rechercher une bonne disposition des éléments du plan de travail. Ainsi on conseille, en partant du côté droit : desserte, cuisinière, plan de travail, évier, égouttoir (fig. 3 à 4).

Un espace de 1,20 m entre les plans de travail est nécessaire pour pouvoir se déplacer et se servir correctement des appareils et des meubles. Avec 60 cm de profondeur pour chaque plan on obtient alors une largeur de 2,40 m pour une cuisine (fig. 5). Place nécessaire pour les meubles et les appareils : cuisinière, plaques de cuisson 60 cm, pour laver la vaisselle (évier double, égouttoir, lave-vaisselle) 150 cm, four 60 cm, réfrigérateur 60 cm, congélateur 60 cm, placard à provisions 60 cm, placard à balais 50 cm, éléments bas pour vaisselle, ustensiles, accessoires, etc. servant également de plan de travail et de desserte, 700 cm au total. Une bonne conception a une influence considérable sur le bon déroulement du travail. Tous les exemples donnés sont conçus pour des droitiers avec enchaînement des tâches de droite à gauche; pour les gauchers, inverser de gauche à droite.



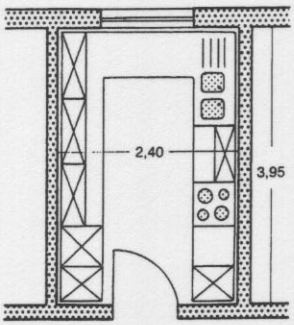
A = Surface libre ≥ 30 D = Évier, selon marque
B = Cuisinière 60 E = Égouttoir
C = Plan de travail ≥ 60

④ Cuisine alignée (1 rangée).

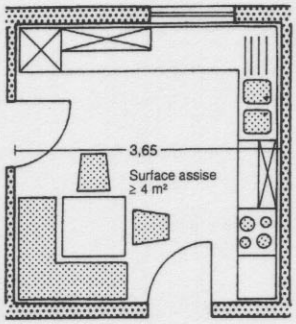


F = Grand plan de travail avec rangements
G = Éléments supérieurs
H = Rangement haut

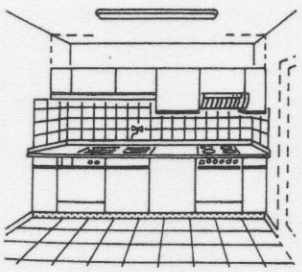
⑤ Cuisine alignée (2 rangées).



⑥ Cuisine en U.



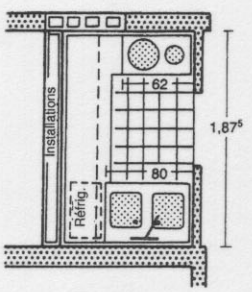
⑦ Cuisine en L avec coin repas.



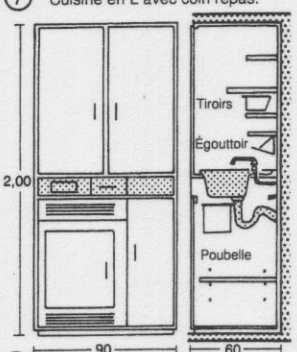
⑧ Perspective d'une cuisine alignée (1 rangée) (fig. 4).



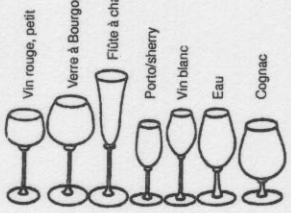
⑨ Perspective (fig. 10).



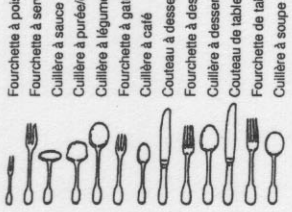
⑩ Cuisine réduite avec arrivée d'air et évacuation intérieures (Arch. : l'auteur)



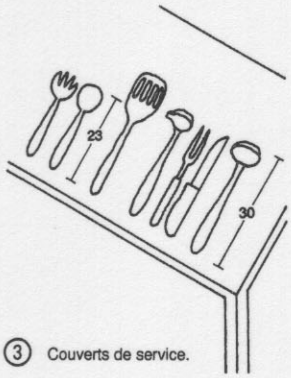
⑪ Cuisine-placard.



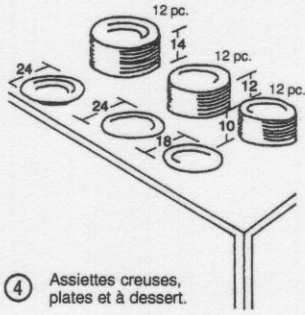
① Verres



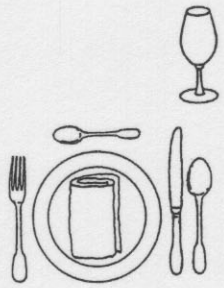
② Couverts



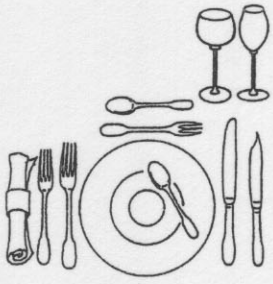
③ Couverts de service.



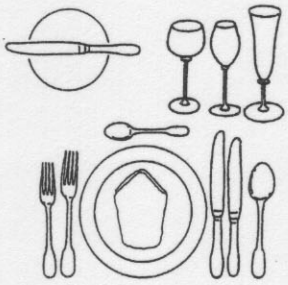
④ Assiettes creuses, plates et à dessert.



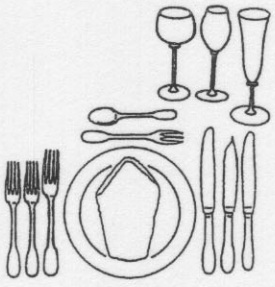
⑤ Menu : soupe, viande, dessert, boisson.



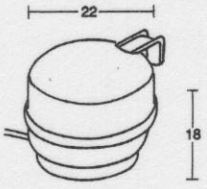
⑥ Menu : soupe, poisson, viande, dessert, vin blanc et rouge.



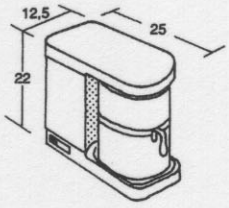
⑦ Menu : soupe, poisson, viande, glace, champagne, vin blanc et rouge



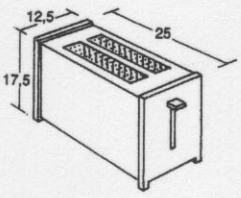
⑧ Menu : entrée, poisson, viande, dessert, champagne, vin blanc et rouge.



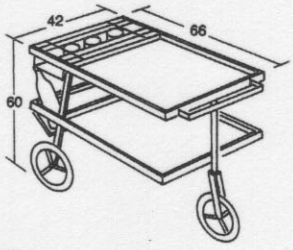
⑨ Cuiseur à oeufs automatique.



⑩ Cafetière électrique.



⑪ Grille-pain.

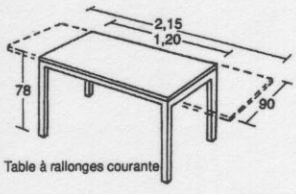


⑫ Table roulante.

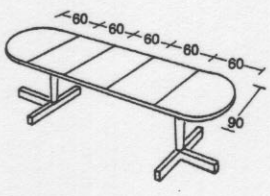
Pièces de service



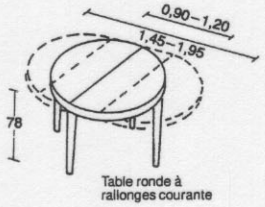
⑬ Desserte.



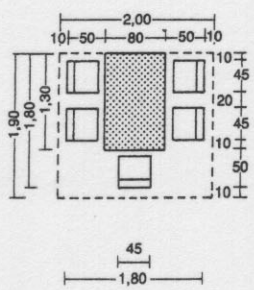
⑭ Table de salle à manger.



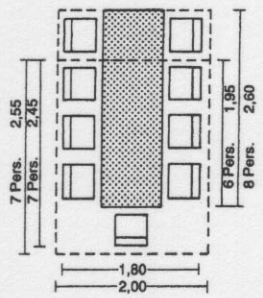
⑮ Grande table à rallonges.



⑯ Table de salle à manger.



⑰ Place minimale nécessaire.



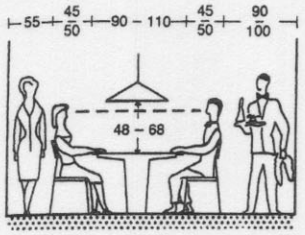
⑱ Place minimale nécessaire.

Coin repas pour	Largeur en m	Profondeur en m	Surface en m²
4 personnes		≧ 130	2,6
5 personnes		≧ 180	3,8
6 personnes	≧ 180	≧ 195	3,9
7 personnes		≧ 245	5,1
8 personnes		≧ 260	5,2

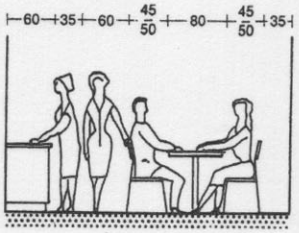
Ø table ronde = $\frac{\text{larg. d'une pers. en cm x nombre de pers.}}{314}$

p. ex. pour largeur 60 cm et 6 personnes = $\frac{60 \times 6}{314}$ = 1,04 m

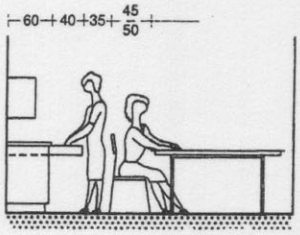
⑲ Place mini. nécessaire (fig. 17 et 18).



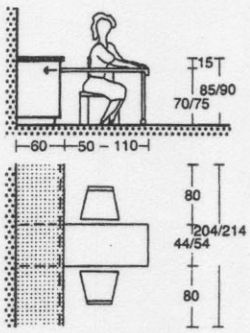
① La distance minimale entre la table et le mur dépend de la façon dont se fait le service.



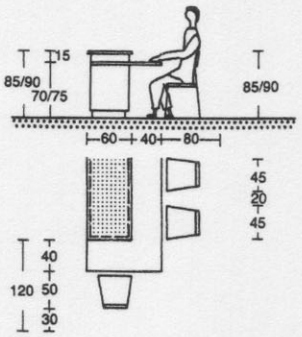
② Prévoir un passage entre la table et le buffet,



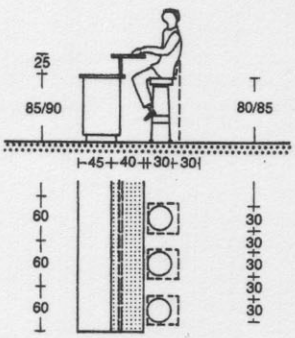
③ pour tiroirs et portes



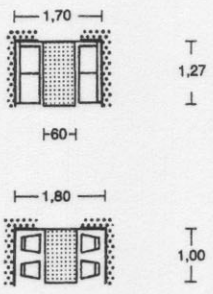
④ Table escamotable.



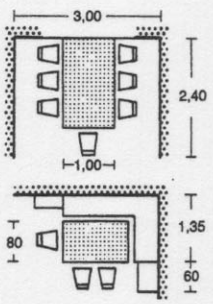
⑤ Table en saillie.



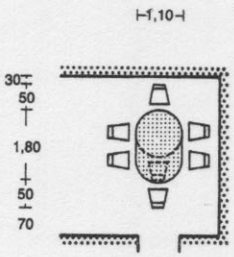
⑥ Table bar.



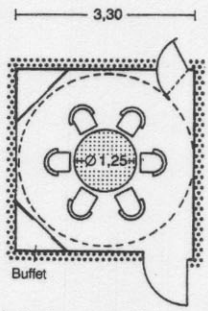
⑦ Table de wagon-restaurant = minimum de place ; coin-repas = peu de place.



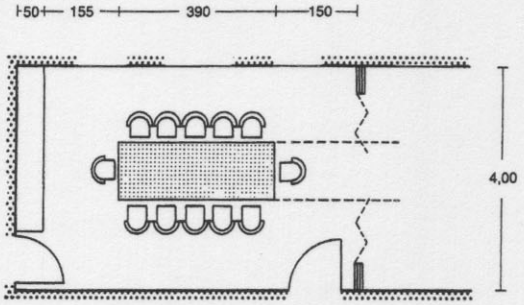
⑧ Pour plus de 5 pers. prévoir un passage pour accéder aux places du fond. Gain de place : table avec banc de coin.



⑨ Table ronde 4-6 personnes.



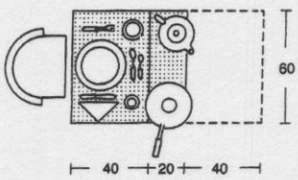
⑩ Salle à manger minimale pour 6 personnes, table ronde, buffets dans les coins.



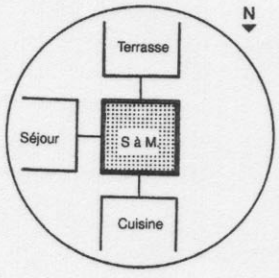
⑪ Salle à manger pour 12 personnes avec buffet, disposition des chaises très confortable, possibilité d'extension par porte repliable vers la salle avoisinante.

Un coin de la cuisine destiné aux petits déjeuners et même aux repas est souvent souhaitable. Ceci nécessite des surfaces de rangement et de circulation supplémentaires (fig. 4 à 6). Une table escamotable dans un élément bas de 70-75 cm de hauteur peut servir aux collations (fig. 4). Prévoir un dégagement de 80 cm à droite et à gauche de la table. Table incorporée à un meuble isolé (fig. 5). La table bar a également une profondeur de 40 cm mais nécessite moins de place grâce à sa saillie de 15 cm, elle exige tabourets ou chaises spéciales (fig. 6). Selon sa réalisation, le coin repas nécessite beaucoup plus de place mais peut remplacer une salle à manger supplémentaire (fig. 7 et 8).

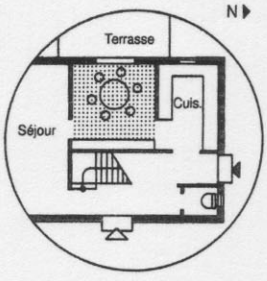
Une table ronde crée toujours une ambiance agréable (fig. 9 et 10), diamètre au moins 0,90, mieux encore 1,10-1,25 m. Une banquette d'angle avec une table demande moins de place (fig. 8). Si plus de trois personnes doivent se mettre à table, il faut prévoir 80 cm de dégagement derrière les places assises. Il est bon de prévoir l'extension de la salle à manger, pour des festivités, à l'aide de larges portes ou cloisons accordéon (fig. 11 et 15). Pour être à son aise lors du repas, une personne a besoin d'une surface de table de 60 x 40 cm, assurant une distance suffisante entre les personnes et la place nécessaire pour l'ensemble des couverts (fig. 12). Laisser une bande de 20 cm au milieu de la table pour les plats, casseroles et bouteilles. Les lampes ne doivent pas éblouir. Distance entre le plan de la table et le bord inférieur de la lampe ≤ 60 cm (fig. 1). Orientation des salles à manger vers l'ouest, la place pour le petit déjeuner vers l'est (fig. 13). Une sortie sur la terrasse est avantageuse. Situer les espaces libres (vérandas, terrasses) à des endroits ensoleillés à l'abri du vent, devant la salle à manger ou des pièces d'habitation (vent provenant habituellement du sud-ouest, donc orientation Est à Sud-Est).



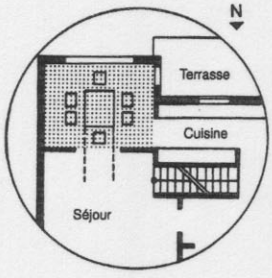
⑫ Un couvert.



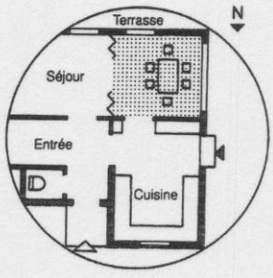
⑬ Schéma des relations entre salle à manger et autres pièces.



⑭ Salle à manger au calme entre cuisine et séjour.



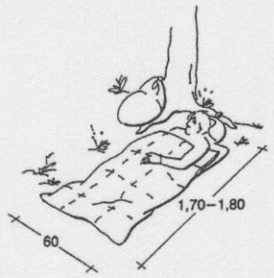
⑮ Salle à manger entre terrasse et séjour, extension repas vers séjour.



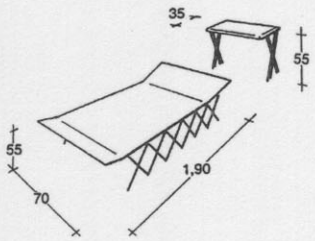
⑯ Salle à manger comme ci-avant, avec séjour sur même terrasse ; bon éclairage.

A) Lits (couches) à différentes hauteurs

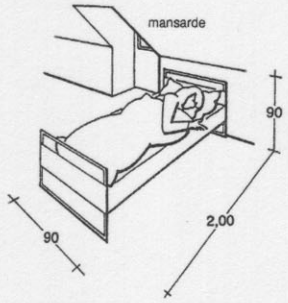
TYPES DE LIT



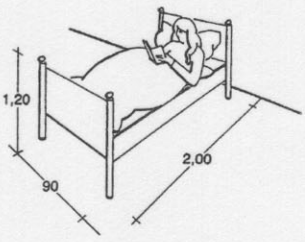
① **Sac de couchage** avec fermeture éclair et capuche. Le couchage japonais est similaire.



② **Lit de camp** en toile, utilisable comme banc lorsqu'il est plié.

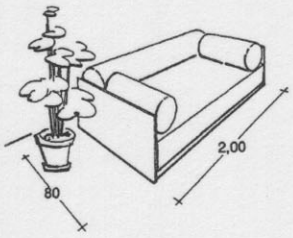


③ **Lit bas** en tube d'acier avec couvre-pieds ou couverture en laine.

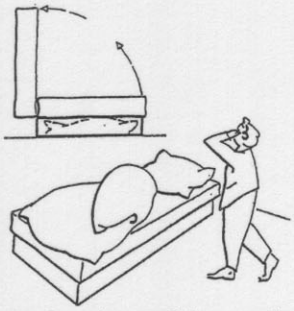


④ **Lit de grand-mère** avec édredon.

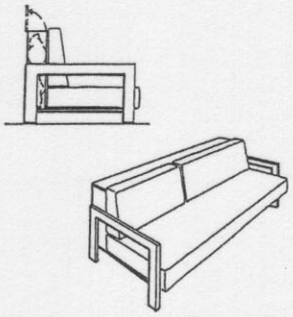
B) Canapés convertibles



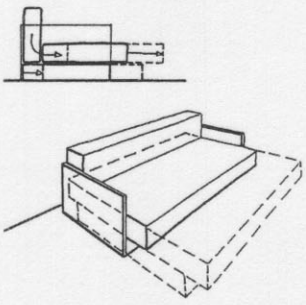
⑤ **Canapé convertible.** Durant la journée, couverture et coussins sont roulés dans des housses à fermeture éclair.



⑥ **Canapé convertible** avec coffre sous le matelas pour ranger la literie durant la journée.

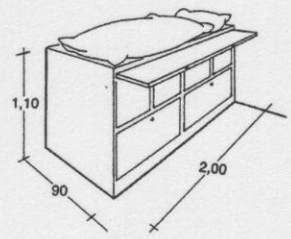


⑦ **Canapé** avec coffre à literie derrière des coussins inclinés pour le dos.

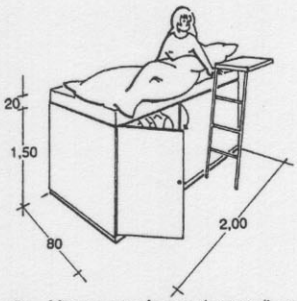


⑧ **Canapé convertible** avec rallonge coulissante.

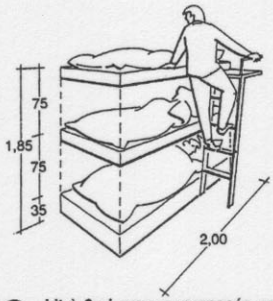
C) Lits de dépannage



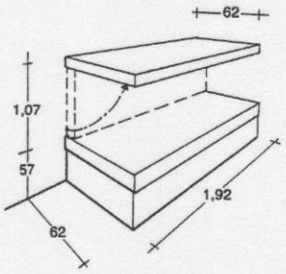
⑨ **Lit en hauteur** sur rangement à tiroirs profonds, avec plateau coulissant servant en même temps de cache-lit.



⑩ **Lit sur armoire** au-dessus d'une penderie basse, pour petites pièces, cabines de bateaux, ateliers, etc.

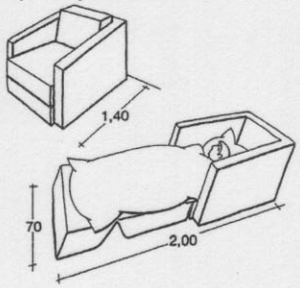


⑪ **Lit à 3 niveaux superposés** pour wagons-lits, maisons de week-end et chambres d'enfants, surface nécessaire par lit 0,338 m².

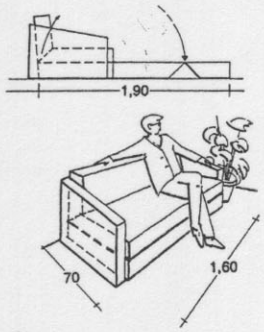


⑫ **Lit Pullman** pour caravanes et wagons-lits, le dossier relevable constitue un deuxième lit (p.399).

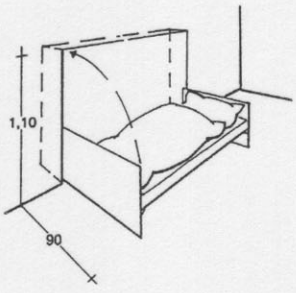
D) Lits pliants et escamotables



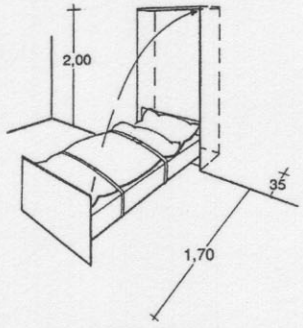
⑬ **Fauteuil-lit pliant.** La literie doit être rangée ailleurs.



⑭ **Canapé convertible** (dépliable).

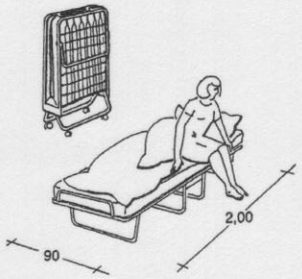


⑮ **Lit escamotable** à repliage latéral.

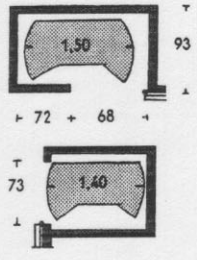


⑯ **Lit escamotable** à repliage vertical. Existe en lit à 1 ou 2 personnes.

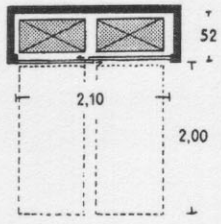
E) Lits à roulettes pour rangement mural



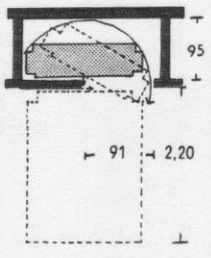
⑰ **Lit à roulettes** pour 1 ou 2 personnes. Est rangé dans un placard durant la journée.



⑱ **Placard mural pour lits à roulettes** (fig. 17). À remarquer l'étroitesse des portes.



⑲ **Lits à roulettes.** Peuvent être utilisés devant les portes d'armoires fermées.



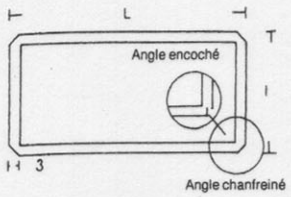
⑳ Pour les **lits pliants tournants**, le placard mural reste ouvert la nuit.

NICHES A LITS ET PLACARDS

Autrefois les placards muraux étaient destinés aux propriétés privées, mais on préférait des armoires mobiles pour les logements de rapport. Aujourd'hui, les petites pièces requièrent une utilisation maximale de la surface, des placards y sont donc préférables.

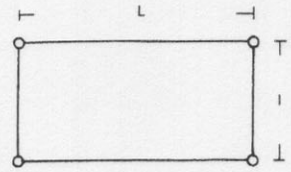
La réalisation de niches s'y prête bien, avec même sol que celui de la pièce, murs peints ou tapissés de papier lavable, intégration possible de portes coulissantes.

La meilleure solution consiste en murs-placards formant séparation complète entre deux chambres (fig. 7, 11 et 12). Pour les placards contre un mur extérieur, veiller à l'isolation et à une bonne ventilation pour éviter toute condensation. La même ventilation est nécessaire pour les locaux de rangement (fig. 13).



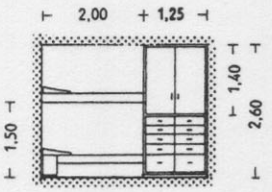
Tailles	Dimensions extérieures du cadre	Dimensions intérieures du sommier
1	59×122	60×125
2	69×137	70×140
3	79×177	80×180
4	89×187	90×190
5	99×197	100×200
6	149×197	150×200

① Cadres en bois normalisés pour sommiers. Les angles des sommiers 1-3 sont chanfreinés, ceux de la taille 4-6 sont encochés sur 2,5 x 2,5 cm. Dimensions intérieures du sommier voir tableau ci-dessus.

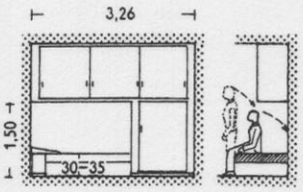


Utilisation	Dimensions intérieures pour sommier L x l
Pour enfants	60×125
	70×140
Pour adultes	80×180
	90×190
	100×200
	150×200

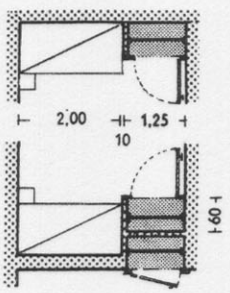
② Lits métalliques normalisés. Pour l'encombrement du lit (dimensions extérieures) ajouter 6 cm en largeur et 10 cm en longueur aux dimensions intérieures. Appui des sommiers (du sol jusqu'à l'angle supérieur du cadre du sommier) 40 cm.



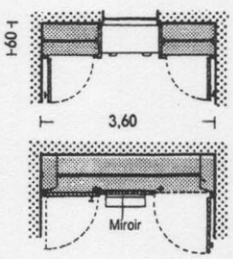
③ Élévation sur alcôve pour lit à 2 niveaux à côté d'un placard. Vêtements sur cintres en partie supérieure, tiroirs à linge en partie inférieure.



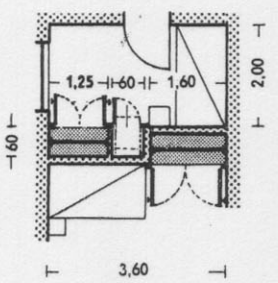
④ Élévation et coupe d'une alcôve pour lit avec armoire superposée selon plan (fig. 5). Utilisation maximale de la pièce. A droite armoire double (fig. 9).



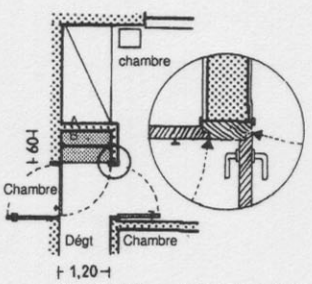
⑤ Alcôves formées par des placards.



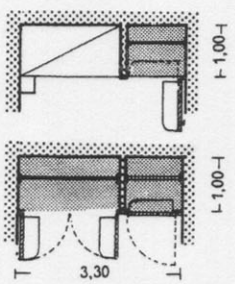
⑥ Placard sur toute la largeur de la pièce, en haut avec fenêtre, en bas avec porte battante et porte coulissante.



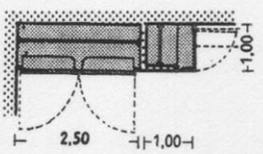
⑦ Placards en quinconce selon position des lits.



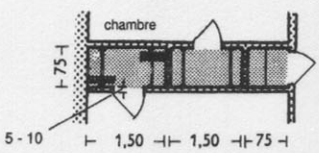
⑧ Placard à linge en bout de couloir. L'huisserie sert de feuillure pour 2 battants de portes.



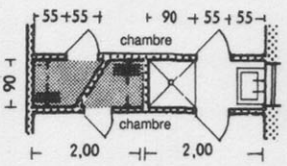
⑨ Placard double à un et deux battants.



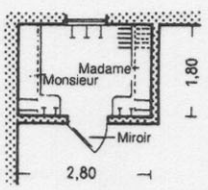
⑩ Placard double à 2 battants et élément d'angle. En cas de niche ou dans l'épaisseur de gros murs, ces placards seront constitués à peu de frais par de simples portes sans cloisonnement.



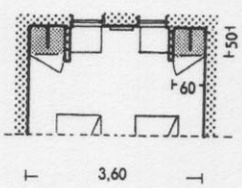
⑪ Mur-placard accessible depuis deux chambres. Placard à linge accessible du couloir. Épaisseur des cloisons selon nature : 5 à 10 cm.



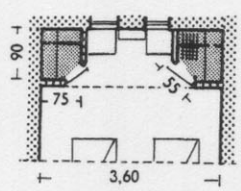
⑫ Mur-placard avec locaux de rangement et cabinet de toilette avec douche entre deux chambres, largeur totale peu supérieure à 4 m.



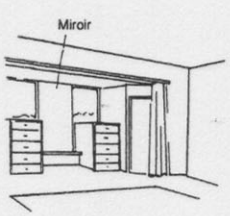
⑬ Garde-robe pour grandes maisons, volume suffisant pour se changer ou essayer des vêtements.



⑭ Chambre à coucher à l'américaine avec placards hauts latéraux et placards bas devant les fenêtres (fig. 16).



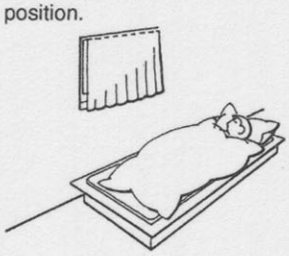
⑮ Chambre à coucher à l'américaine avec rangements latéraux profonds, dont les angles chanfreinés masquent peu la lumière en provenance des fenêtres.



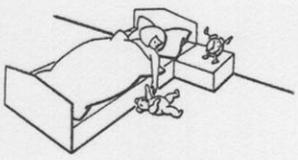
⑯ L'incorporation d'une retombée et d'un rideau de séparation permet de créer une garde-robe (fig. 14 et 15).

DISPOSITION DES LITS

Le sentiment de sécurité et de repos de la personne couchée dépend en grande partie de la place du lit dans la pièce et varie selon sa position.



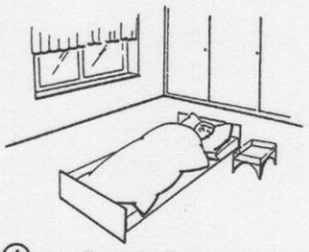
① le long du mur



② tête du lit contre le mur

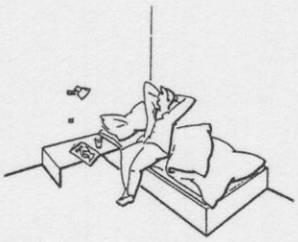


③ à une courte distance du mur

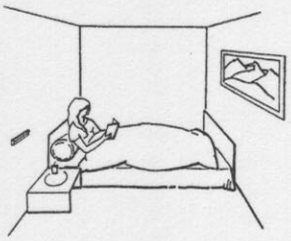


④ au milieu de la pièce

Une personne sûre d'elle aime dormir au milieu (fig. 4), une personne timorée plutôt contre le mur (fig. 1 et 2, fig. 5 à 8).



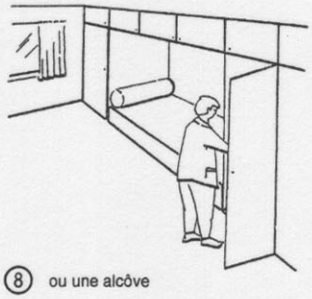
⑤ dans un coin



⑥ au bout de la pièce

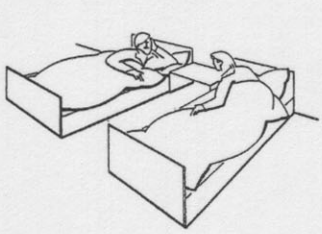


⑦ dans une niche

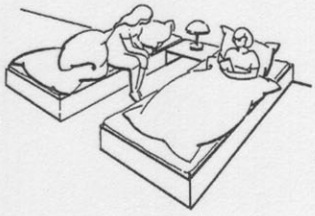


⑧ ou une alcôve

Le sentiment de repos dépend du revêtement des murs, de la forme du lit, de sa situation par rapport : aux points cardinaux (tête autant que possible vers le Nord), à la lumière (loin de la fenêtre) et à la porte (vue sur la porte). S'il y a plusieurs lits dans une pièce la disposition est très importante selon qu'il s'agit de :



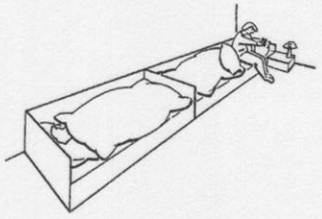
⑨ amis



⑩ sœurs

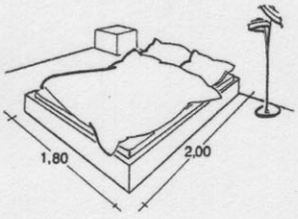


⑪ frères

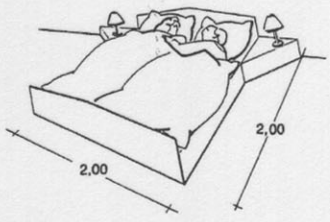


⑫ invités

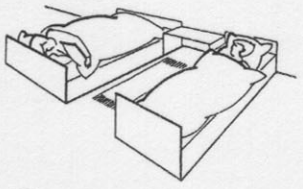
La disposition des lits dans une pièce dépend beaucoup de considérations subjectives, surtout pour l'emplacement des têtes dans le cas des lits contigüs (fig. 11 et 12). La question est encore plus sensible pour des gens mariés.



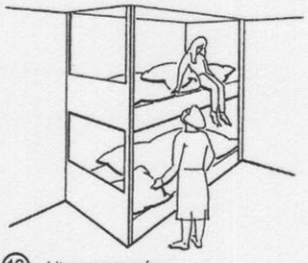
⑬ Lit à deux places.



⑭ Lits jumeaux.

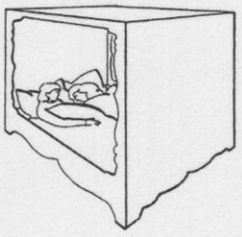


⑮ Lits séparés.

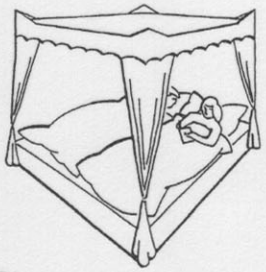


⑯ Lits superposés.

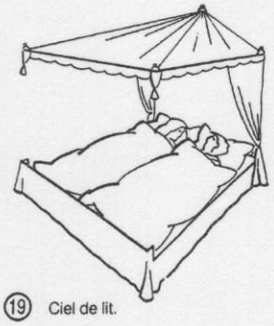
Ces questions dépendent moins de problèmes architecturaux que de désirs personnels. Lorsque les lits sont séparés (fig. 15 et 16), placer les époux autant que possible en sens inverse l'un par rapport à l'autre. De nos jours, les lits des époux sont de plus en plus séparés, alors qu'auparavant il s'agissait d'un lit commun.



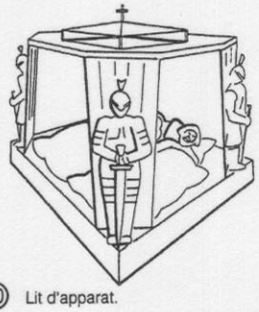
⑰ Lit clos.



⑱ Lit à baldaquin.

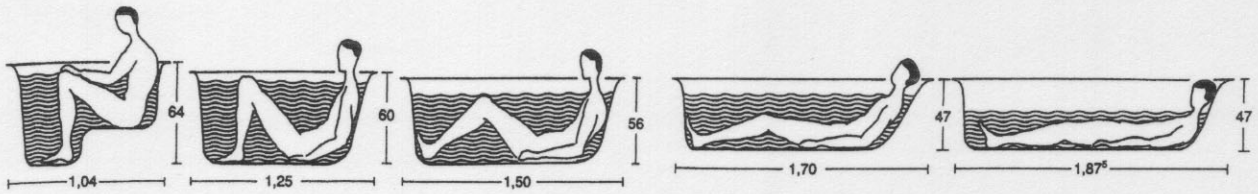


⑲ Ciel de lit.

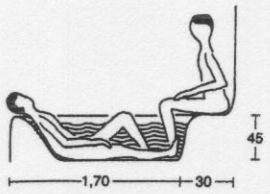


⑳ Lit d'apparat.

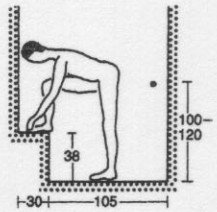
Ce dernier en forme de cathédrale est éclairé, quand les rideaux sont fermés, par un ciel de lit. Ces quatre derniers exemples montrent clairement à quel point le mobilier et la disposition d'une pièce sont tributaires des goûts de chaque époque.



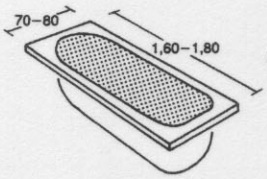
① Les baignoires les plus courtes nécessitent une plus grande consommation d'eau.



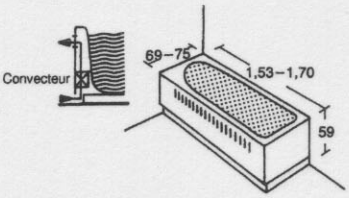
② Se baigner et s'asseoir.



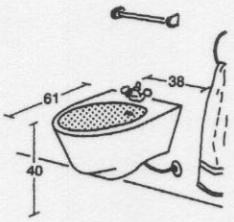
③ Dans la douche.



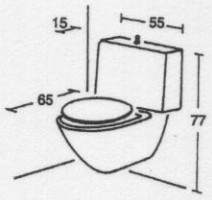
④ Baignoire encastrable.



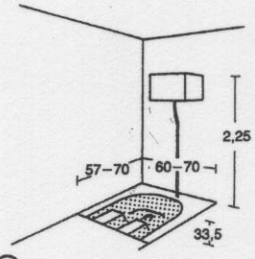
⑤ Habillage de baignoire simple ou double avec convecteur.



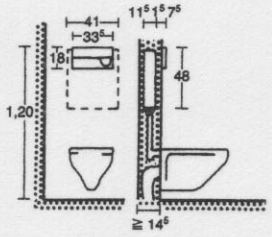
⑥ Bidet suspendu.



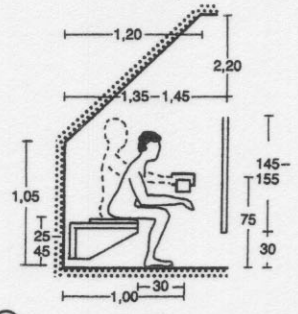
⑦ WC suspendu avec réservoir encastré.



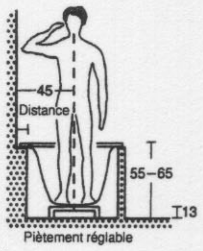
⑧ WC à la turque (type français).



⑨ WC avec réservoir d'eau encastré (consommation 6 litres).



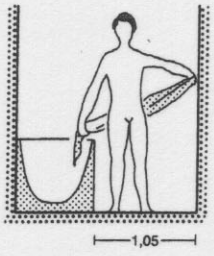
⑩ WC sous mansarde ou escalier.



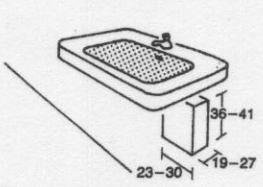
⑪ Éloignement du mur nécessaire pour se laver. Hauteur de montage.



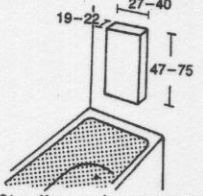
⑫ Espace entre baignoire et mur.



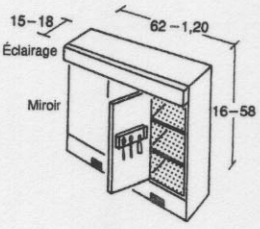
⑬ Espace nécessaire souhaitable.



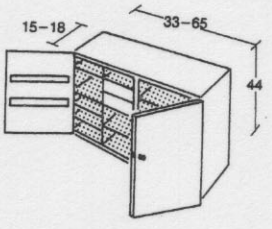
⑭ Chauffe-eau sous lavabo.



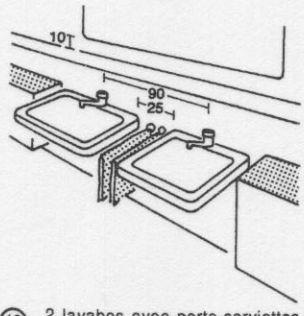
⑮ Chauffe-eau à gaz sur conduit d'évacuation.



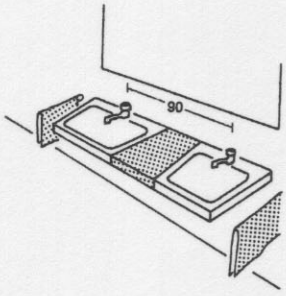
⑯ Armoire de toilette.



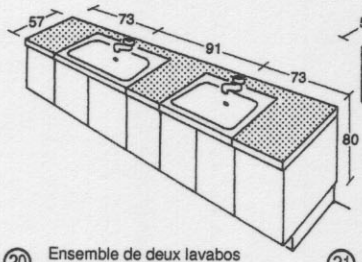
⑰ Armoire de pharmacie fermant à clef.



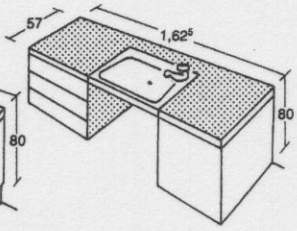
⑱ 2 lavabos avec porte-serviettes central.



⑲ Lavabo double.

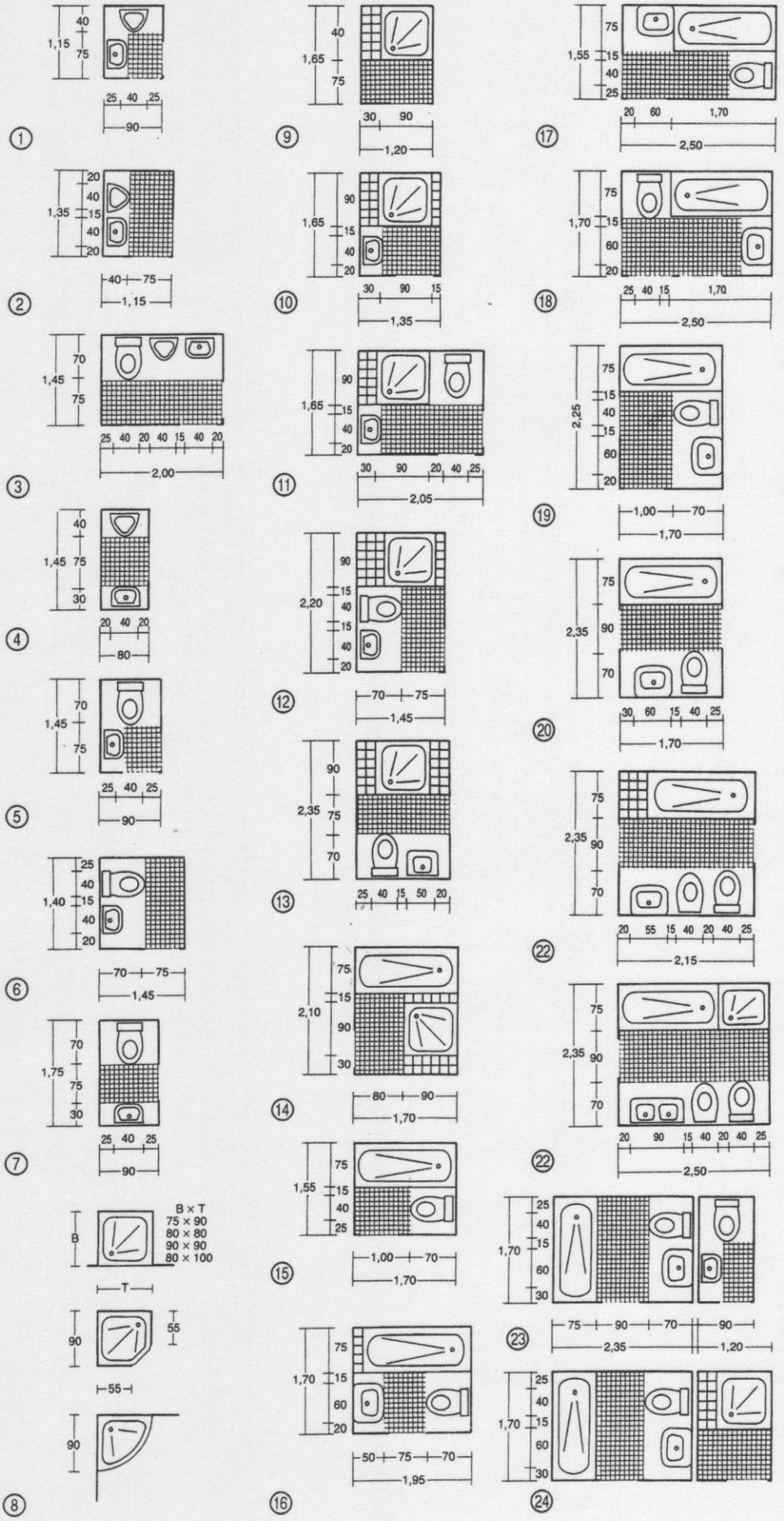


⑳ Ensemble de deux lavabos encastrés sur meuble.



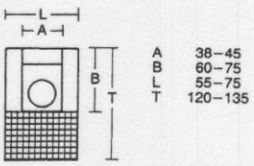
㉑ Lavabo encastré avec éléments bas.

SALLES DE BAINS



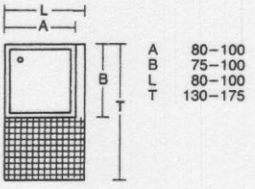
1. WC suspendu

On préférera les modèles fixés au mur pour des raisons d'hygiène et de nettoyage. Les WC avec réservoir bas réduisent les mauvaises odeurs.



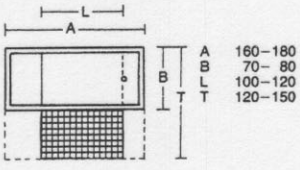
2. Les douches

servent essentiellement au nettoyage corporel. Les baignoires servent aussi à la remise en forme (bains curatifs).



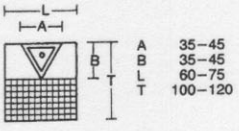
3. Baignoire

Souvent baignoire encastrée bon marché : possibilité d'incorporer un convecteur (p.221).

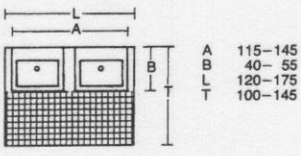


4. Urinoir (fig. 1 à 4)

peu usité actuellement dans les habitations.



5. Lavabos

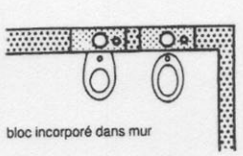


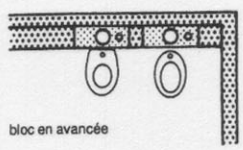
Ils doivent être largement dimensionnés et comporter des surfaces de desserte suffisantes. Des robinets mélangeurs à levier économisent l'eau et l'énergie. Les lavabos doubles de 1,20 m de large n'offrent pas assez de place pour les mouvements de bras lors de la toilette. Les lavabos avec porte-serviettes central et surface latérale de rangement sont préférables (p.221, fig. 18).

CELLULES SANITAIRES

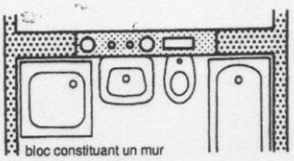
PRÉFABRIQUÉES

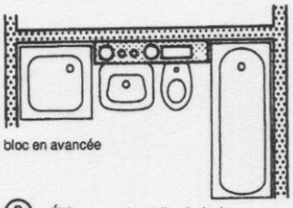
L'installation normale d'une salle d'eau demande souvent une dépense importante et du temps. Les installations étant souvent les mêmes, des éléments préfabriqués ont été élaborés, en particulier pour des lotissements, des immeubles collectifs et des hôtels ainsi que dans la rénovation d'immeubles anciens. Il existe des blocs sanitaires pré-fabriqués (fig. 1 et 2), des murs sanitaires pré-équipés, des cellules sanitaires complètes sur la hauteur d'un étage ou d'une pièce (fig. 5 à 13) avec des conduites pré-installées, ainsi que des sanitaires avec accessoires. Pour les blocs compacts de dimensions invariables, voir figures 5 à 13. Pour les constructions : souvent système sandwich avec ossature bois recouverte de panneaux en contre-plaqué, en plaques de plâtre, en aluminium, en acier fin inoxydable moulé, en polystyrène renforcé de fibre de verre, ou de différents matériaux synthétiques. Sanitaires et accessoires peuvent être dans le même matériau (fig. 11 à 13).



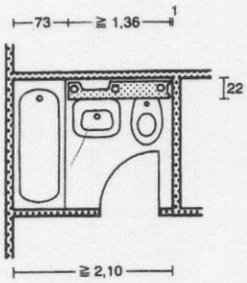


① Installations sanitaires.

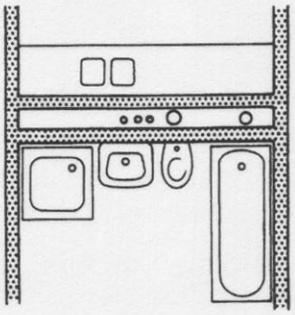




② Éléments de salle de bains.

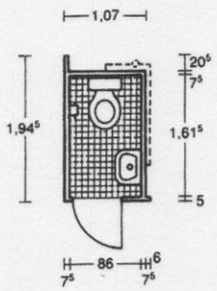


③ Bloc devant un mur.

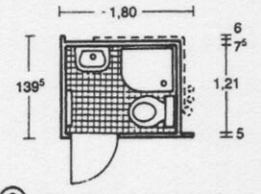


④ Installation murale incorporée.

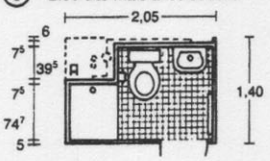
Dimensions de gaines techniques									Dimensions en cm					
Gaines techniques domestiques									Longueur L			Largeur l		
R_s	EC	EF	EU	EP	G	CH_s	CH_r		min.	moy.	max.	min.	moy.	max.
									40	45	50	12	15	18
									55	65	75	15	20	25
									75	85	95	18	20	25
									120	130	140	18	20	25



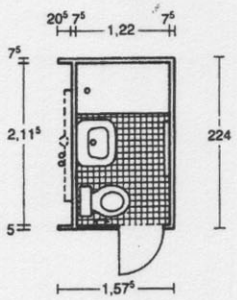
⑤ Bloc WC compact équipé.



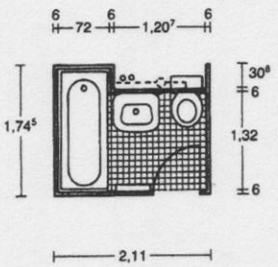
⑥ Bloc dito mais avec douche.



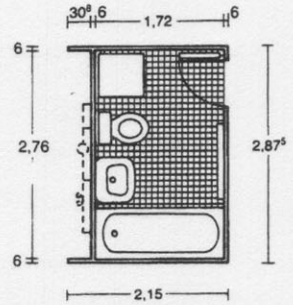
⑦ Bloc douche avec gaine pour canalisations.



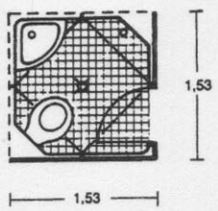
⑧ Bloc pour petite baignoire.



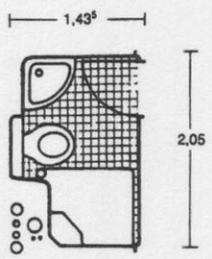
⑨ Bloc pour baignoire normale.



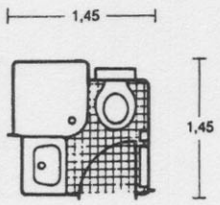
⑩ Bloc avec baignoire et machine à laver.



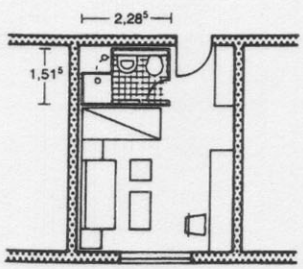
⑪ Bloc compact.



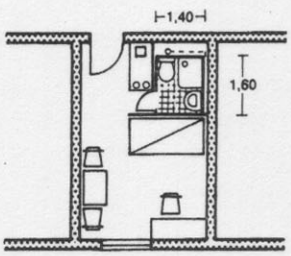
⑫ Bloc compact avec douche latérale.



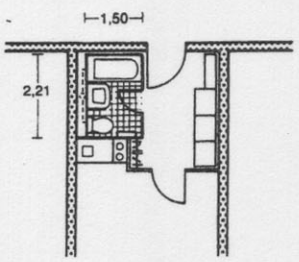
⑬ Bloc compact.



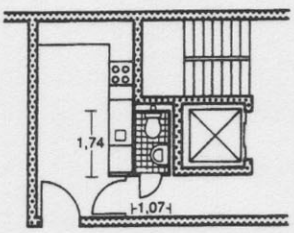
⑭ Bloc avec douche dans un hôtel.



⑮ Bloc avec douche dans un studio.



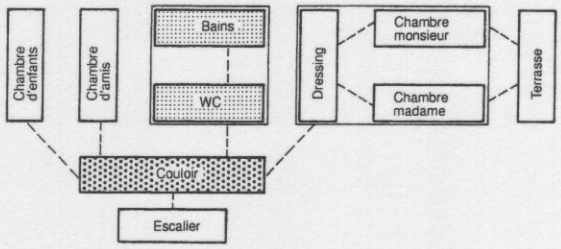
⑯ Salle de bains préfabriquée avec cuisinette encastrée.



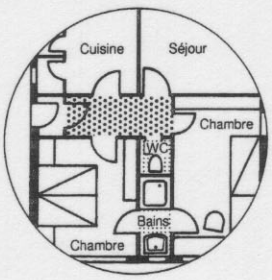
⑰ Bloc WC dans un hôpital.

SITUATION DANS LA MAISON

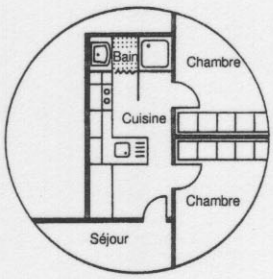
S'il n'existe pas de buanderie, il faut prévoir dans la salle de bains des emplacements et branchements pour machine à laver, sèche-linge et réceptacle à linge sale (fig. 10). On préférera des douches pour les jeunes. Une baignoire ou baignoire-sabot (à utiliser comme bain de siège, douche et bain de pied) est préférable pour une personne âgée (voir exemple, fig. 2 et 3) avec un encombrement moindre qu'une douche. Accès par la chambre et par le WC (fig. 6). L'utilisation la plus confortable est la plus proche des chambres.



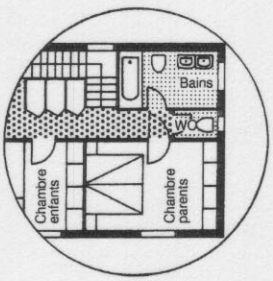
① Relation entre salle de bains et autres pièces.



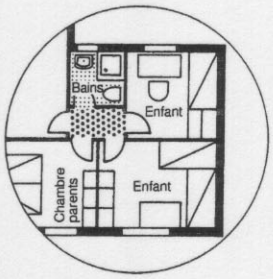
② Sanitaires entre chambre, WC accessibles par couloir.



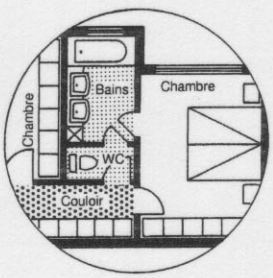
③ Salle de bains incorporée dans la cuisine.



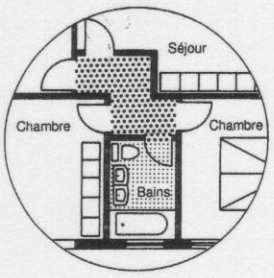
④ Accès immédiat par porte va-et-vient de la chambre des parents à la salle de bains et aux WC.



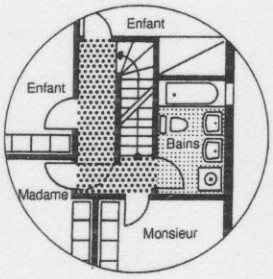
⑤ Salle de bains sur couloir entre séjour et trois chambres.



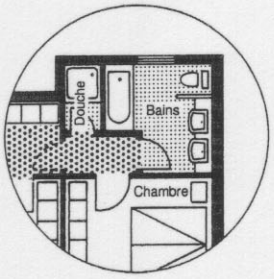
⑥ Salle de bains accessible par deux portes, depuis le couloir ou la chambre.



⑦ Salle de bains accessible par couloir entre chambres.



⑧ Une porte va-et-vient permet d'isoler les chambres des autres pièces.



⑨ Salle de bains et douche accessibles du couloir.

Aménagements	Encombrement	
	Largeur en cm	Profondeur
Table de toilette, lavabo et bidet		
1. Table de toilette simple	> 60	> 55
2. Table de toilette double	> 120	> 55
3. Table de toilette intégrée avec un lavabo et un meuble bas	> 70	> 60
4. Table de toilette intégrée avec deux lavabos et un meuble bas	> 140	> 60
5. Lavabo	> 50	> 40
6. Bidet au sol ou accroché au mur	40	60
Bains		
7. Baignoire	> 170	> 75
8. Douche	> 80	> 80[1]
WC et urinoir		
9. WC avec chasse d'eau murale ou à pression	40	75
10. WC sans réservoir de chasse d'eau (avec réservoir mural)	40	60
11. Urinoir	40	40
Appareils ménagers		
12. Lave-linge	40 à 60	60
13. Sèche-linge	60	60
Meubles de salle de bains		
14. Meubles bas, meubles hauts, meubles en hauteur	selon fabrication	40
[1] Pour la douche avec largeur = 90 à 75 cm		

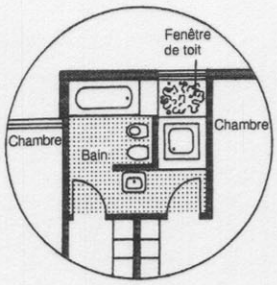
⑩ Place nécessaire pour aménagement de la salle de bains et du WC

Besoins en eau chaude pour :	Quantité d'eau chaude nécessaire (en l)	Température de l'eau chaude (en °C)	Temps d'utilisation (min environ)
Nettoyage			
Mains	5	37	4
Visage	5	37	4
Dents	0.5	37	4
Pieds	25	37	6
Partie sup. du corps	10	37	10
Partie inf. du corps	10	37	10
Tout le corps	40	38	15
Tête	20	37	10
Bain d'enfant	30	40	5
Bains			
Allongé	140 - 160	40	15
Assis	40	40	5
Bain de pieds	25	40	5
Douche	40 - 75	40	6
Soins corporels			
Rasage au savon à raser	1	37	4

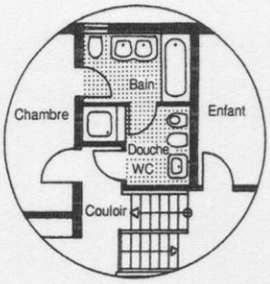
⑪ Besoins en eau chaude, température et temps d'utilisation pour réchauffer l'eau sanitaire.

SALLES DE BAINS

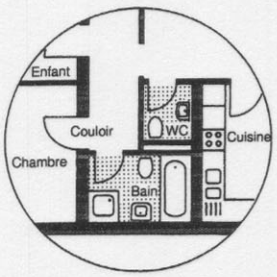
SITUATION DANS LA MAISON



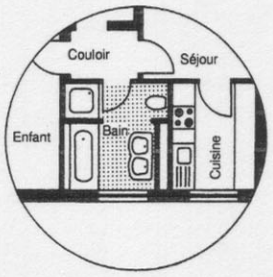
① Salle de bains sous combles.



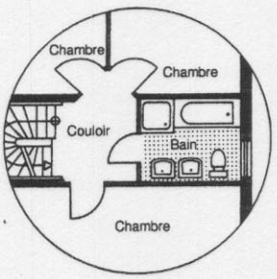
② Salle de bains accessible par chambre et par douche/WC.



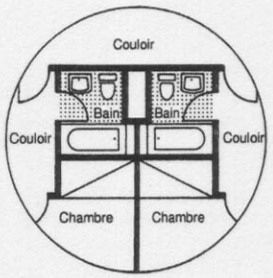
③ Salle de bains sur couloir central.



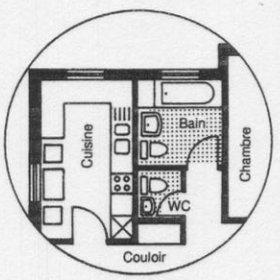
④ Cuisine et salle de bains avec gaine commune.



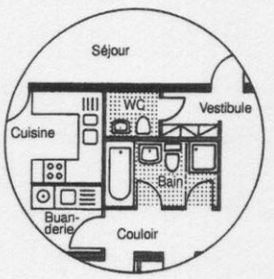
⑤ Salle de bains type dans maisons groupées.



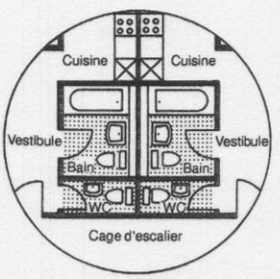
⑥ Plan type d'hôtel : Hôtel « Nassauer Hof » à Wiesbaden.
Arch. : E. Neufert



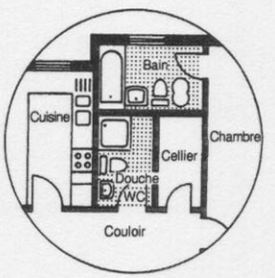
⑦ Cuisine, bains et WC contre une gaine commune.



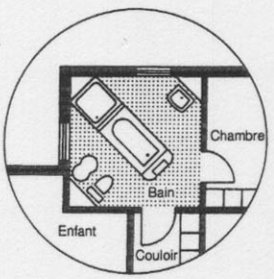
⑧ Cuisine, buanderie, bains et WC en position centrale.



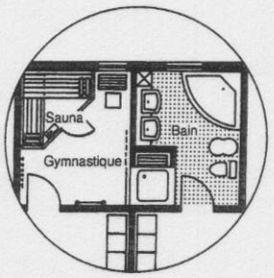
⑨ Cuisine, bains, WC contre gaines.



⑩ Salle de bains commandée par la chambre.



⑪ Salle de bains généreuse.



⑫ Bains et sauna (accessible par la douche).

Bains et WC sont des pièces indépendantes dans lesquelles sont disposées des installations et équipements pour le soin corporel et la santé.

Prévoir deux pièces séparées pour salle de bains et WC.

Séparation nécessaire pour les appartements de plus de 5 personnes. Les pièces peuvent être fermées à clef. La salle de bains et les WC peuvent être accessibles de la chambre si un autre WC ou une autre salle de bains avec cuvette WC est accessible du couloir (fig. 2 et 10). Baignoire et/ou douche, lavabo et machine à laver vont dans la salle de bains. Cuvette WC, bidet et lavabo vont dans les WC.

Pour des raisons économiques et techniques, salle de bains et WC ainsi que salle de bains et cuisine doivent être agencés de sorte à regrouper leurs conduites (fig. 3, 4 et 7 à10).

La salle de bains doit de préférence être accessible depuis la chambre (fig. 10).

Salle de bains et WC devraient être orientés vers le Nord. En règle générale, ils devraient bénéficier de lumière et d'aération naturelles. Pour des pièces centrales, au moins 4 renouvellement d'air par heure. Placer salle de bains et WC de sorte que les gaines techniques soient les unes au-dessus des autres, pour des raisons de coût d'installation et d'isolation phonique.

Pour des raisons de bien-être choisir une température de 22 °C à 24 °C dans la salle de bains. Pour des WC dans l'habitat 20 °C, dans d'autres secteurs (par exemple, bâtiments administratifs) 15 °C.

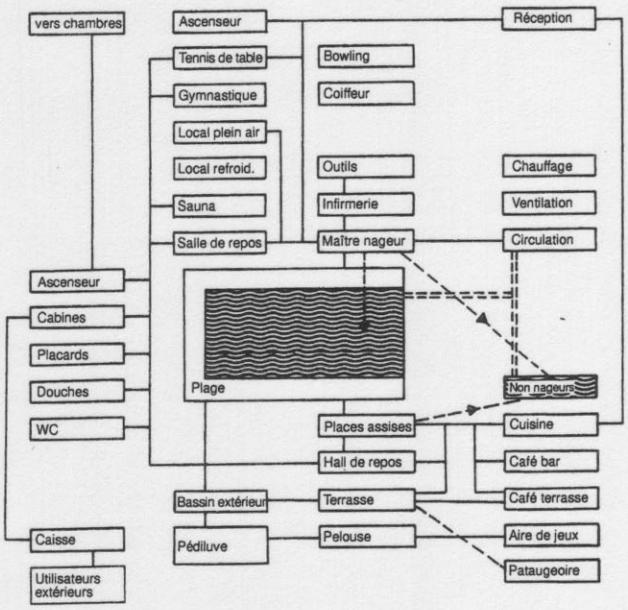
La salle de bains est une pièce particulièrement chargée d'humidité. Prévoir en conséquence toutes mesures d'étanchéité.

À cause de l'humidité de l'air et de la condensation, les surfaces devront être facilement nettoyables. Le revêtement des murs et du plafond doivent pouvoir absorber et évacuer suffisamment d'humidité de l'air. Choisir des revêtements de sol antidérapants.

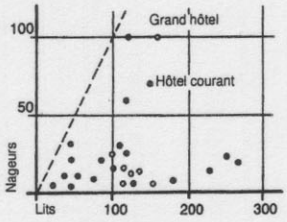
Le volume sonore des bruits en provenance des aménagements et installations domestiques ne doit pas dépasser 35 dB dans des salles de séjour, chambres ou bureaux voisins.

Prévoir au moins une prise de sécurité pour appareils électriques à côté de la glace à 1,30 m de hauteur.

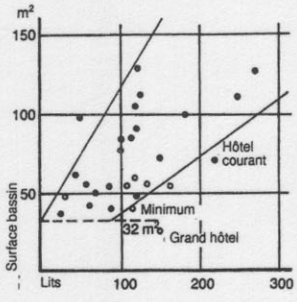
Dans la salle de bains et les WC, il faut penser aux installations suivantes : rangements pour serviettes de toilette et produits de nettoyage, glace et lumière, chauffe-eau, armoire à pharmacie (fermable à clef), chauffage d'appoint, porte-serviettes, sèche-mains, poignées au-dessus de la baignoire, porte-rouleau à portée de mains, verre à dents, porte-savons et tablettes.



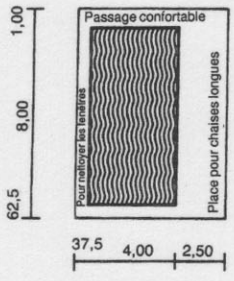
① Aménagements des piscines.



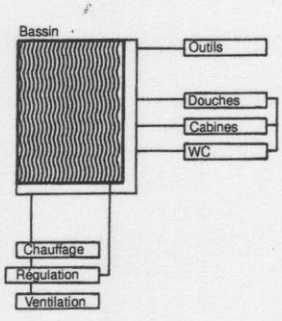
② Nombre maximum de baigneurs simultanés.



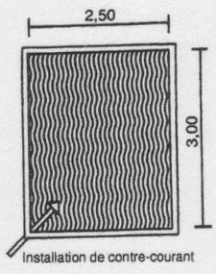
③ Bassin d'hôtel en Allemagne. Surface du bassin librement décidée.



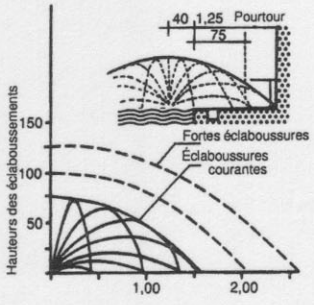
④ Surface courante d'une piscine.



⑤ Piscine pour maison individuelle.



⑥ Petite piscine.



⑦ Distance entre les éclaboussures et leur point d'origine.

Très important : une ambiance de temps libre, beaucoup de lumière, fenêtre sur jardin, amusement incorporé ! Une piscine-cave sans ouverture ne sera bientôt plus utilisée !

Habituellement : eau 26 °C à 27 °C, air 30 °C - 31 °C pour une humidité relative de 60-70 %, vitesse maximale de l'air 0,25 m/s. Quantité d'eau évaporée 16 g/m³ h (bassin inutilisé) jusqu'à max. 204 g/m³h (bassin utilisé). Le problème principal est celui de l'humidité de l'air : l'eau d'un bassin s'évapore jusqu'à ce que la limite d'évaporation soit atteinte (p.227, fig. 10 à 15). L'arrêt de l'évaporation dans un bassin inutilisé peut être constaté à partir de très faibles valeurs d'humidité de l'air, à condition que la couche limite saturée de vapeur d'eau reste saturée sur le bassin, c'est pourquoi il ne faut pas aérer le bassin par soufflage. La déshydratation de l'air par ventilation dans un hall de piscine couverte (inévitable, voir ci-après) coûte cher. Le moindre pont thermique pour des humidités importantes jusqu'à 70 % provoque en peu de temps des dommages ! La construction la plus courante est la piscine d'hiver couverte entièrement isolée contre le froid (km ≤ 0,73). La piscine d'été non isolée (avec possibilité de démontage) est moins courante ; les toits et les parois avec système coulissant permettent une ouverture épisodique par beau temps et l'utilisation de la piscine comme piscine de plein air (piscine toutes saisons). Cette solution pose problème à cause des ponts thermiques.

Dimensions minimales d'un bassin (fig. 6). Il est indispensable de prévoir à proximité immédiate de la piscine, WC, douche, et des emplacements pour 2 chaises longues. La largeur du passage autour du bassin (niveau du sol) dépend du revêtement des murs (hauteur des éclaboussures, fig. 7). Il faut absolument prévoir des passages de visite souterrains autour du bassin pour d'éventuelles fuites du bassin ou des tuyauteries, ainsi que des conduits d'aération (p.227).

Emplacement. a) Vers le jardin (la piscine idéale est alors une piscine de plein air) avec pédiluve. b) Vers la chambre des parents (la salle de bains peut servir éventuellement de douche. c) Vers la salle de séjour. Prévoir une surface d'au moins 10 m² pour le local technique.

Pièces annexes. Lecture, cuisinette, bar, salle de massage, salle de culture physique. Installation pour sauna (sauna, douche froide, espace libre, pièce de repos) (fig. 1). Système Hot-Whirl-Pool (massage, 40 °C).

Installations techniques. Traitement de l'eau par filtrage, dosage du produit désinfectant, bac de réception de l'eau des vagues (environ 3 m²) ainsi qu'un adoucisseur d'eau (à partir d'une dureté de l'eau de 7°) et vaporisateur antimycoses avec lance (surtout s'il a des tapis de sol autour du bassin), système d'aération à partir d'air frais ou mélangé (p.227) avec des conduits en plafond et en sol ou tout simplement un appareil d'aération avec ventilateur pour évacuation de l'air (on risque de prendre froid si l'air circule trop vite), chauffage par radiateurs, par convecteurs ou par chauffage à air chaud combiné avec le système d'aération. Le chauffage par le sol est un confort supplémentaire, mais seulement s'il est prévu une isolation thermique du sol avec $k > 0,7$ ou une température du hall <29 °C. On peut économiser l'énergie en utilisant des pompes à chaleur (la rentabilité dépend du prix de l'électricité) et/ou des échangeurs récupérant la chaleur du système d'aération ou en couvrant le bassin (seulement pour température du hall <29 °C). On peut aussi augmenter la température de l'air en la régulant par hygrostat pendant les heures de fermeture. L'économie peut atteindre jusqu'à 30 % du besoin total de chaleur.

Autres accessoires. Projecteurs immergés (pour la sécurité), bassin avec contre-courant, toboggan, solarium ; plongeoirs nécessitant une profondeur du bassin et une hauteur de plafond adéquates. Il est important de prévoir une protection contre le soleil et le bruit (plafonds insonorisants, système d'amortissement du bruit provenant de l'aération, bassin en matériaux absorbant le bruit produit par les baigneurs).

Détails techniques. N'utiliser que des matériaux résistant à la corrosion : acier galvanisé, aluminium résistant à l'eau de mer, pas de plâtre ; bois avec lasure microporeuse.

Prévoir un double vitrage (K = 1,4) et un système de convection sous les fenêtres.

PISCINES COUVERTES PRIVÉES

Les bassins sont construits dans la plupart des cas en béton armé, fondations distinctes. Un joint de dilatation n'est pas nécessaire pour une longueur inférieure à 12 m.

Important : soupape assurant équilibrage avec la nappe phréatique pour empêcher la destruction du bassin !

Revêtement : céramique, mosaïque de verre ou une simple peinture (béton étanche) ou polyester, couche de PVC d'au moins 1,5 mm (étanchéité).

Crépine ou mieux rigole de trop-plein.

Un équilibrage est nécessaire; niveau de l'eau très haut (fig. 5 et 3) aussi beau que (fig. 2 et 4), mais nécessaire sur un seul côté, meilleur marché grâce à l'absence de pression hydraulique sur le revêtement.

Prévoir remplissage par le dessous, installation de contre courant, projecteurs immergés et connecteurs étanches.

Ne prévoir des bassins en matière synthétique que dans des cas exceptionnels car il est difficile d'y adapter des couloirs de visite souterrains (fig. 7) (ou alors prévoir un système de soutènement).

Le revêtement du sol est habituellement en céramique, pierre naturelle (en pente vers le bassin). On utilise aussi des tapis de sol perméables (économie d'un plafond absorbant le bruit); prévoir un écoulement d'eau sous le revêtement et un vaporisateur contre les mycoses!

Le chauffage par le sol est inepte avec une température ≥ 29 °C et une bonne isolation du sol!

Couverture (p.77 - 79).

Mur (p.114) : les matériaux en surface doivent être résistants à l'humidité et aux éclaboussures.

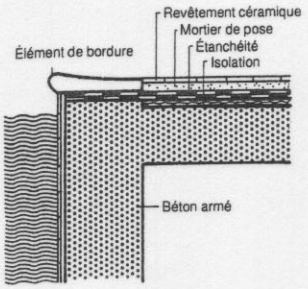
Une installation d'aération est indispensable (fig. 13 et 14).

Piscine d'hôtel : bassin de 60 m² généralement suffisant sauf en période de pointe et hôtels de sports d'hiver.

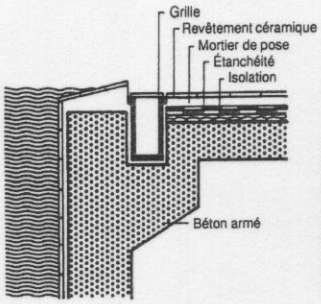
Essentiel : grands espaces de repos, chaises-longues, ambiance de loisirs, bar, équipements de culture physique, sauna, accès direct chambre d'hôtel, piscine (ascenseurs - escalier spécial) peu de cabines, vestiaires, mais des casiers fermant avec les clefs des chambres.

Piscine de collectivité identique à la piscine d'hôtel, souvent sans maître nageur; principales difficultés :

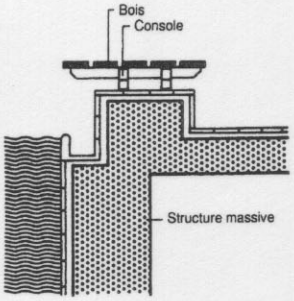
a) réglementation des coûts et du nettoyage, b) après les premiers mois la piscine n'est plus « acceptée » lorsqu'elle est affectée à plus de 60 à 80 logements.



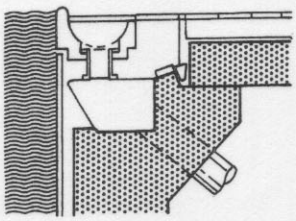
① Revêtement en céramique pour bassin à *skimmer*.



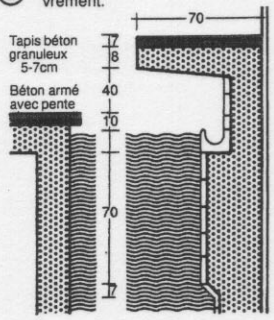
② Rigole de type Finlandais à recouvrement.



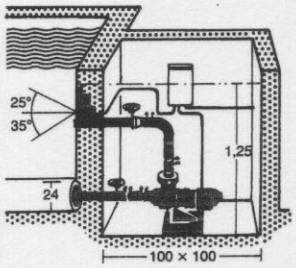
③ Bassin avec banquette en bois, sinon (fig. 5).



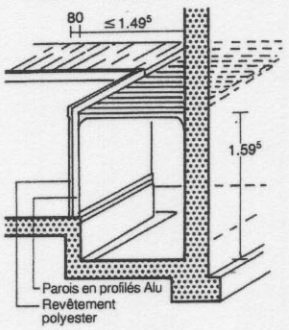
④ Solution au problème d'étanchéité en haut de bassin : rigole préfabriquée en béton. Les rigoles d'écoulement seront installées selon les besoins.



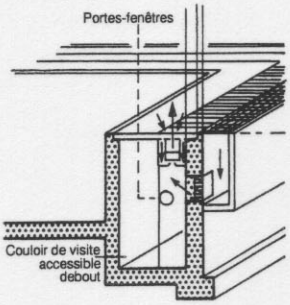
⑤ Pourtour du bassin avec tapis de sol, niveau de l'eau très haut (10 cm sous la plage).



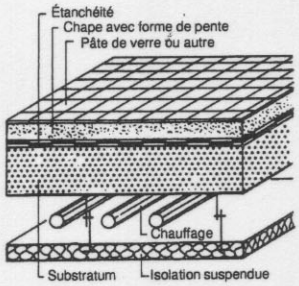
⑥ Installation pour bassin avec contre-courant : nécessite de la place.



⑦ Bassin en aluminium avec revêtement polyester.



⑧ Aération avec clapet de ventilation télécommandé (solution simple).

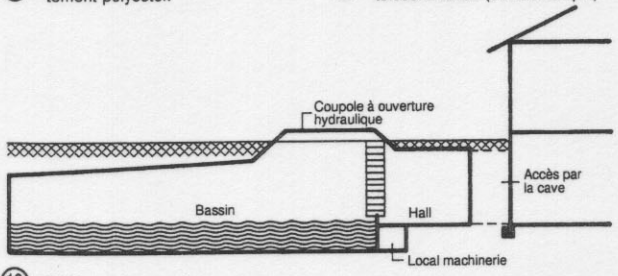


⑨ Chauffage par sol suspendu : simple, bon marché, facile à contrôler.

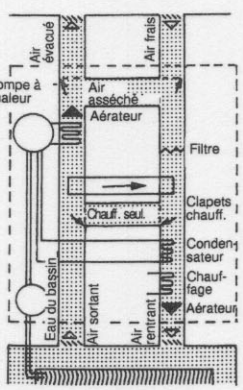
	Humidité relative de l'air 50%	60%			70%
	Température de l'air 28°C	26°C	28°C	30°C	28°C
R 24°C	21	13	0	–[1]	0
M	219	193	143	–[1]	67
R 26°C	48	53	21	2	0
M	294	269	218	163	143
R 28°C	96	104	66	31	36
M	378	353	302	247	227
R 30°C	157	145	123	81	89
M	471	446	395	339	320

[1] Une différence de température ≥ 4k entre l'eau et l'air ne peut être maintenue longtemps.

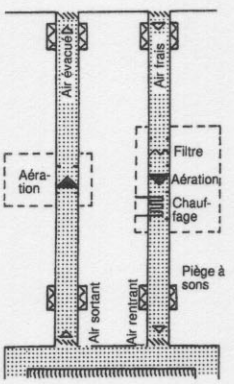
⑪ Quantité spécifique d'eau évaporée (q/m²h) pour une piscine couverte : bassin inoccupé (R) et occupation maximale (M) selon Kappler.



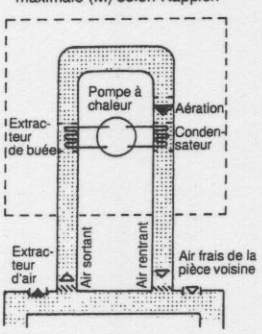
⑩ Piscine en sous-sol.



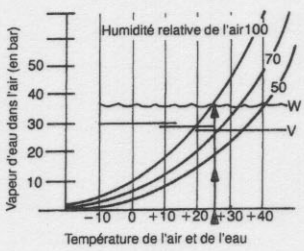
⑫ Système mixte de pompes à chaleur et assèchement.



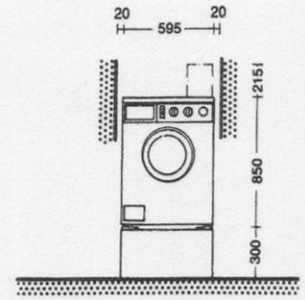
⑬ Schéma d'une installation d'aération.



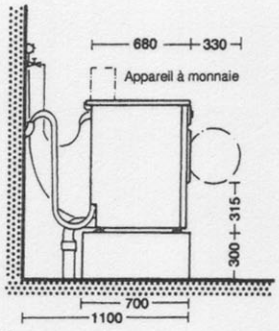
⑭ Installation simple sans arrivée d'air frais - meilleur marché.



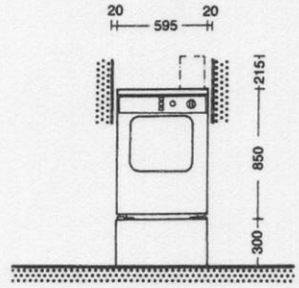
⑮ Seuil d'évaporation de l'eau dans une piscine couverte : ligne supérieure pour un bassin occupé et lignes inférieures quand l'eau est calme.



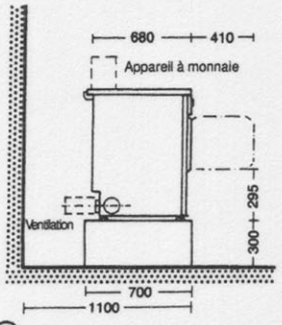
① Lave-linge automatique.



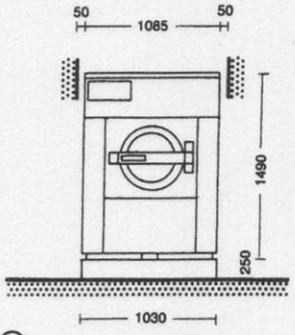
② Vue latérale (fig. 1).



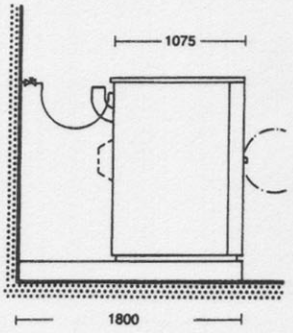
③ Sèche-linge automatique.



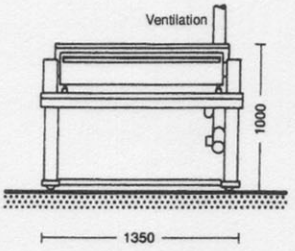
④ Vue latérale (fig. 3).



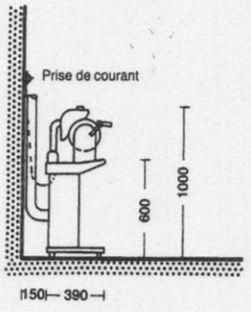
⑤ Lave-linge.



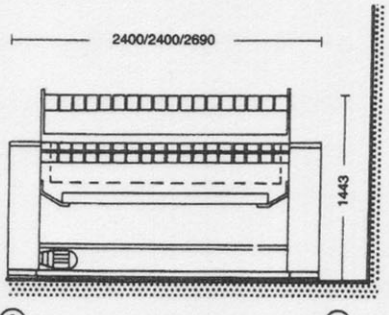
⑥ Vue latérale (fig. 5).



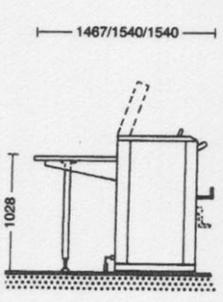
⑦ Repasseuse mécanique.



⑧ Vue latérale (fig. 7).



⑨ Repasseuse à benne (fig. 8).



⑩ Vue latérale.

Quantité de linge en kilos de linge sec par semaine :

Habitat : env. 3 kg / personne (dont env. 70 à 80 % lave-linge).
Hôtels : env. 20 kg / lit (renouvel. quotidien draps et serviettes)
env. 12-15 kg / lit (4 renouvellements linge par semaine)
env. 8-10 kg / lit (2-3 renouvellements par semaine)
env. 5 kg / lit (hôtels de tourisme, 1 changement/semaine).
Les valeurs pré-citées valent aussi pour les hôtels avec restaurant.
Pensions : env. 3 kg / lit.
Restaurants : env. 1,5 - 3 kg / place.
Pour les hôtels, pensions et restaurants, la part de linge par lave-linge est d'env. 75%.

Maisons de retraite : Foyers env. 3 kg / lit.
Impotents env. 8 kg / lit.
Incontinents env. 25 kg / lit.
Orphelinats env. 4 kg / lit, maternités : env. 10-12 kg / lit.
Maisons de santé : env. 4 kg / lit.
Incontinents : env. 25 kg / lit.

Pour les institutions ci-avant la part de linge par lave-linge est d'env. 70%.

Hôpitaux, cliniques (jusqu'à env. 200 lits) :
Hôpital : 12-15 kg / lit
Cliniques d'accouchement : env. 16 kg / lit.
Clinique pour enfants : env. 18 kg / lit.

Pour les hôpitaux, la part de linge par lave-linge est d'env. 80%.
Personnel médical : env. 3,5 kg / personne.

$$\text{Capacité de lavage} = \frac{\text{quantité de linge / semaine}}{\text{jrs de lessive/semaine x nbre lessives/jour}}$$

Exemples de calcul

1) Hôtel de 80 lits; taux de remplissage 60 % = 48 lits
4 changements de drap / semaine; changement quotidien de serviettes de toilette = env. 12 kg / lit
48 lits à 12 kg de linge = 576 kg / semaine
linge de table et cuisine env. 74 kg / semaine
650 kg / semaine

$$\text{d'où une capacité de lavage} = \frac{650 \text{ kg}}{3 \times 7} = 18{,}6 \text{ kg / lessive}$$

2) Hôtel de 150 lits : taux de remplissage 60 % = 90 lits
changement quotidien de draps et serviettes = 20 kg / lit
90 lits à 20 kg de linge = 1800 kg / semaine
linge de table et cuisine environ 200 kg / semaine
2000 kg / semaine

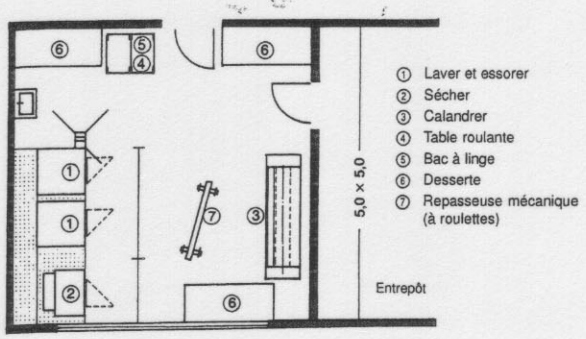
$$\text{d'où une capacité de lavage} = \frac{2000 \text{ kg}}{3 \times 7} = 57{,}1 \text{ kg / lessive}$$

3) Maisons de retraite et de santé : 50 places pour la première, 70 places pour la seconde
70 places impotents à 12 kg de linge = 840 kg / semaine (risques d'infections)

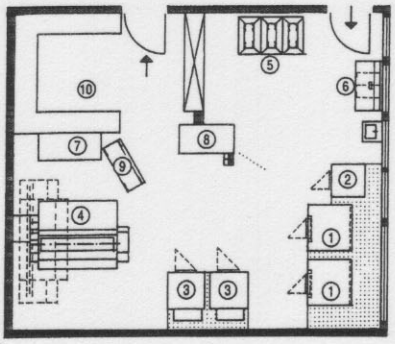
$$\text{d'où une capacité de lavage} = \frac{840 \text{ kg}}{5 \times 5} = 33{,}6 \text{ kg / lessive}$$

50 retraités à 3 kg de linge = 150 kg / semaine
Linge de table et cuisine env. = 100 kg / semaine
250 kg / semaine
(pas de risque d'infection)

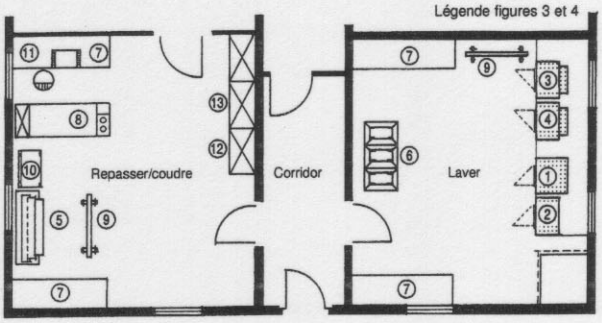
$$\text{d'où une capacité de lavage de} = \frac{250 \text{ kg}}{3 \times 6} = 8{,}3 \text{ kg / lessive.}$$



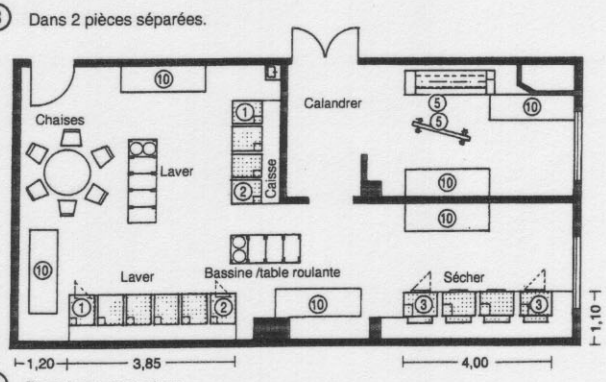
① Petite blanchisserie pour hôtel.



② Blanchisserie moyenne.



③ Dans 2 pièces séparées.



④ Pressing automatique.

Il faut séparer les blanchisseries pour linge d'hôpital en deux parties : linge propre et linge sale, avec leurs accès respectifs (fig. 4 à 6, 8). Dans la partie sale, les sols, murs et parements des aménagements encastrés et machines doivent être nettoyés à l'eau et désinfectés.

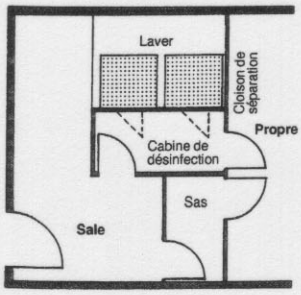
Les passages des personnes entre les parties propre et sale de la blanchisserie sont à aménager en sas avec désinfection pour les mains et emplacement pour vêtements de protection.

Les portes du sas doivent être positionnées de sorte qu'on ne puisse ouvrir qu'une porte à la fois (fig. 5).

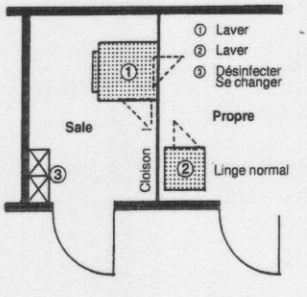
Linge hommes		Poids g
Chemise		170
Tricot de corps	léger	100
	lourd	150
Caleçon	court	75
	long	180
Pyjama		450
Mouchoir		20
Chaussettes (paire)		70
Linge pour femmes		
Chemisier		140
Ensemble		140
Jupon		75
Chemise de nuit		350
Mouchoir		10
Tablier		170
Blouse		130
Linge pour enfant en bas âge		
Petite robe		110
Ensemble		80
Petit tricot, pull		75
Bavoir		25
Mouchoir		15
Chaussettes (paire)		70
Collant		100

Linge de bain		Poids g
Sortie de bain		900
Serviette de bain	100x200	800
Serviette de plage	67x140	400
Serviette	50x100	200
Slip de bain		100
Maillot de bain	1 pièce	260
	2 pièce	200
Literie		
Housse de couette	160x200	850
Drap de lit	150x250	670
Drap de dessous	140x230	600
Taie d'oreiller	80x 80	200
Linge de table et cuisine		
Nappe (courante)	125x160	370
Nappe (grande)	125x400	1000
Serviette de table	70x 70	80
Essuie-mains	40x 60	100
Torchon	60x 60	100
Linge de travail		
Bleu de travail		1200
Cotte-tablier		800
Tablier		200
Blouse d'homme		500
Blouse de femme		400

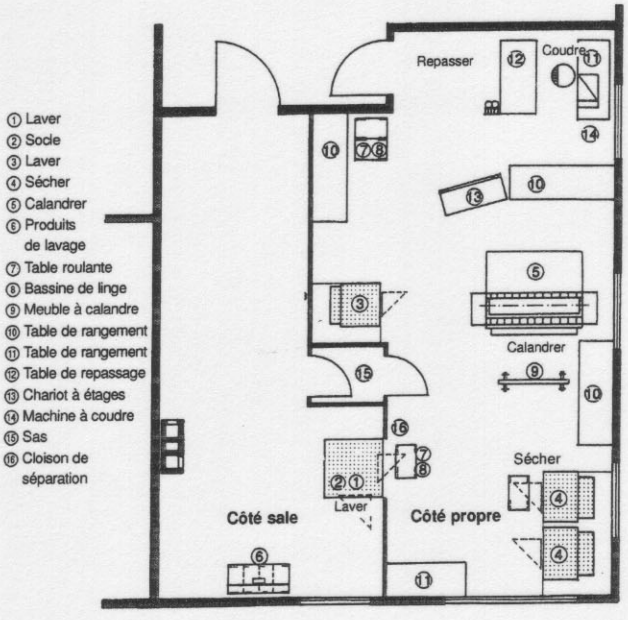
⑦ Poids moyen des vêtements.



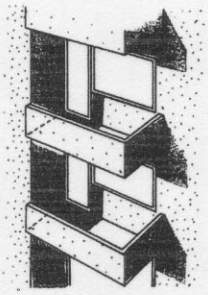
⑤ Machines à laver avec une porte dans cabine de désinfection.



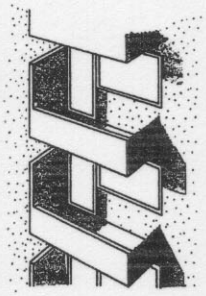
⑥ Laver avec séparation entre propre et sale.



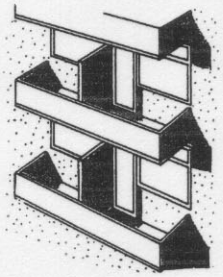
⑧ Laverie de maison de retraite.



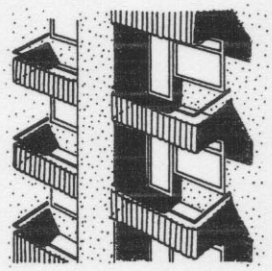
① Balcon d'angle.



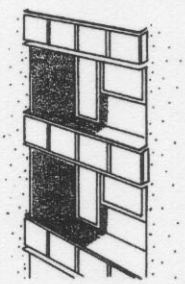
② Balcon de façade avec écran protecteur (aussi protection contre le vent).



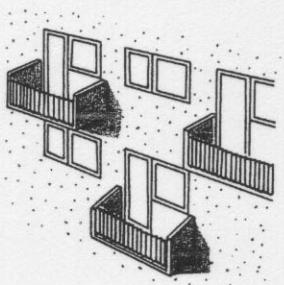
③ Balcons groupés avec écran contre regards et vent.



④ Balcons groupés séparés par des rangements pour meubles de balcon.

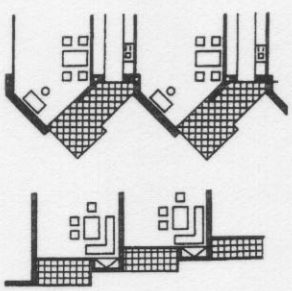


⑤ Balcon rentrant (loggia).

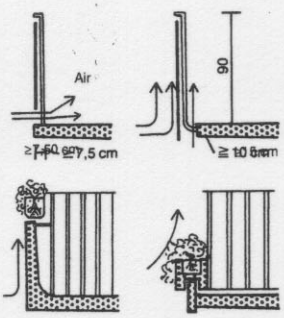


⑥ Balcons décalés.

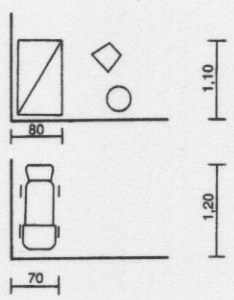
Les balcons et espaces libres augmentent la valeur des logements. L'espace travail est agrandi et les aires de jeux éventuelles sont faciles à surveiller. Pour se reposer, s'allonger, dormir, lire, manger. Il faut ajouter aux dimensions fonctionnelles nécessaires, une profondeur supplémentaire pour des bacs à fleurs (fig. 8 et 14).
Les balcons d'angle offrent une protection contre les regards et le vent et sont confortables, contrairement aux balcons de façade (fig. 1). C'est pourquoi il faut protéger ces derniers sur le côté exposé aux intempéries (fig. 2).
Pour les balcons groupés (immeubles locatifs), veiller à la protection contre les regards et le vent (fig. 3), de préférence avec une certaine distance, par exemple par interposition d'un local de rangement pour meubles de jardin, parasol, etc (fig. 4 et 12). Les loggias se justifient dans les pays méridionaux mais pas dans d'autres climats où elles ne sont ensoleillées que peu de temps et refroidissent les pièces voisines largement vitrées (fig. 5). Les balcons décalés en élévation peuvent égayer la façade, mais il est très difficile d'obtenir un écran contre les regards, le vent et le soleil (fig. 6). En revanche, les balcons décalés en plan assurent une protection contre les regards et le vent (fig. 7).
Lors de l'établissement des plans, il faut tenir compte de la bonne orientation par rapport au soleil et à la vue, ainsi que de la bonne situation par rapport aux voisins. Agencement par rapport aux salles de séjour, bureaux ou chambres attenants. De surface suffisante avec protection contre les regards, les bruits et les influences climatiques (vent, pluie, fort ensoleillement). Pour les garde-corps en verre translucide, le plastique, les balustrades en bois, prévoir un bon ancrage dans la maçonnerie. Les balustrades de balcon en barreaux d'acier verticaux (les enfants escaladent les barreaux horizontaux !) ne sont pas bonnes à cause du vent et des regards de l'extérieur, elles sont généralement obstruées par les locataires avec les moyens du bord et n'importe quel matériau.
Des courants d'air se produisent lorsqu'il y a des interstices entre la balustrade et la dalle de béton (fig. 8). Il est donc préférable de descendre l'écran du garde-corps plus bas que la dalle du balcon ou de construire un garde-corps ne formant qu'un avec la dalle. Un garde-corps écran doit être de faible hauteur pour lui éviter l'aspect d'une baignoire et être surmonté d'un tube d'acier à hauteur réglementaire. Prévoir éventuellement la place pour des bacs à fleurs (fig. 8).



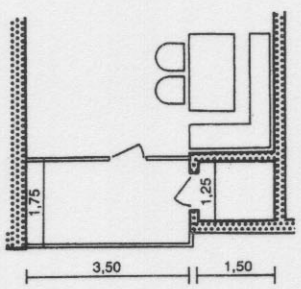
⑦ Balcons décalés par décrochement et étagement.



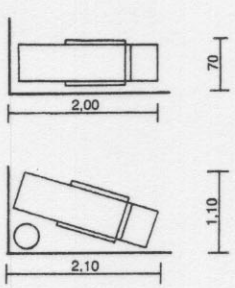
⑧ Différents garde-corps.



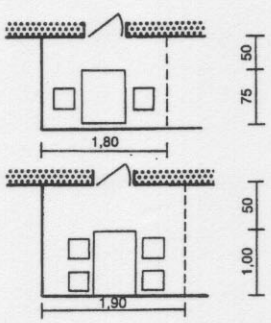
⑪ Lit d'enfant et landau.



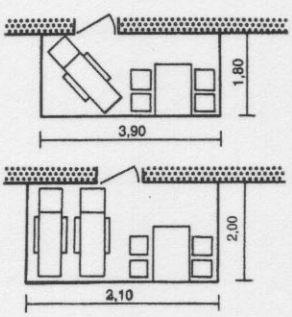
⑫ Balcon avec rangement pour meubles de balcon.



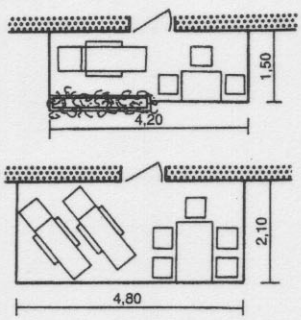
⑨ Chaise-longue.



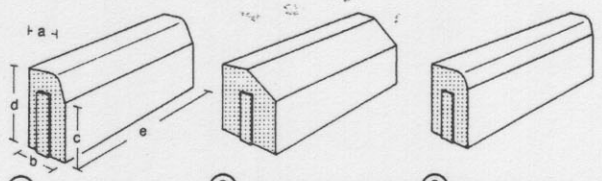
⑩ Ensemble de chaises avec table.



⑬ Balcon 7 m² pour 3-4 personnes, 9 m² pour 5-6 personnes.

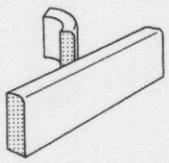


⑭ Balcon 6 m² pour 1-2 personnes, 10 m² pour 3-4 personnes.

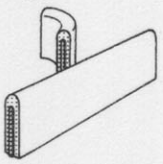


① Bordure haute. ② Bordure franchissable. ③ Bordure arrondie.

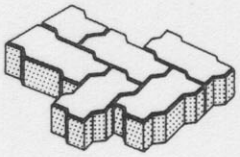
		a	b	c	d	e
Bordure haute	①	12	15	25	13	(100 / 50)
Bordure franchissable	②	7 15	12 18	20 19	15 13	100 50
Bordure arrondie	③	9	15	22	15	100 50
Bordurette	④	– –	8 8	– –	20 25	(100 / 50)
Pour plates-bandes	⑤	–	6	–	30	100



④ Bordurette.

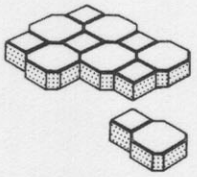


⑤ Bordurette pour plate-bande.



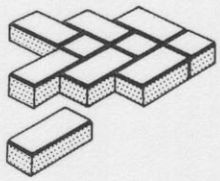
Hauteur cm	Largeur cm	Longueur cm	Élément/ m²
6	11,25	22,5	39
8	11,25	22,5	39
10	11,25	22,5	39

⑥ Pavés auto-bloquants.



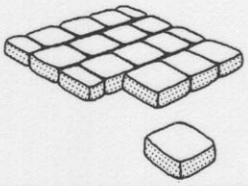
Hauteur cm	Largeur cm	Longueur cm	Élément/ m²
6	14/9	23	38
8	14/9	23	38

⑦ Pavés auto-bloquants décoratifs.



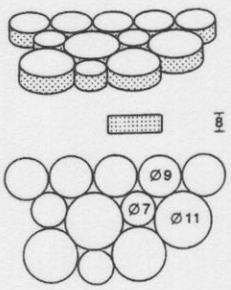
Hauteur cm	Largeur cm	Longueur cm	Élément/ m²
6	10	10;20	48;96
8	10	10;20	48;96

⑧ Pavés appareillables.

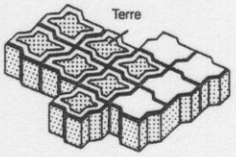


Hauteur cm	Largeur cm	Longueur cm	Élément/ m²
8	7	21	68
8	14	14;21	51;34

⑨ Pavés rustiques.

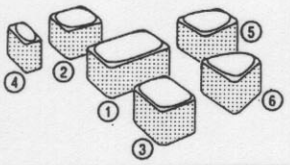


⑩ Pavés ronds auto-bloquants.



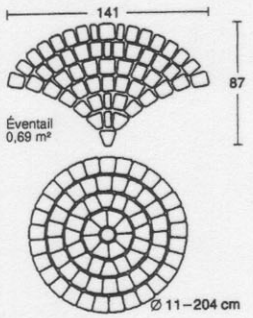
Hauteur cm	Largeur cm	Longueur cm	Élément/ m²
10	33	16,5	18
10	33	33	12
Pavé plein mêmes dimensions			

⑪ Pavés creux pour pelouse.

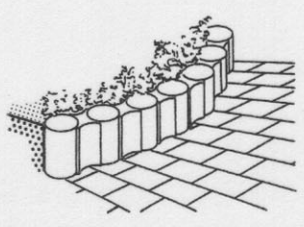


Pavé	1 1/2 ①	Normal ②	3/4 ③	1/2 ④	Angle -1 ⑤	Angle -2 ⑥
Hauteur	8	8	8	8	8	8
Largeur	12	12	9	6	8/11	5/13
Long.	18	12	12	12	12	12
Él / m²	46	69	92	139	87	92

⑫ Pavés en béton (fig. 13).

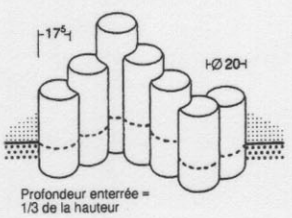


⑬ Courbe (fig. 12).



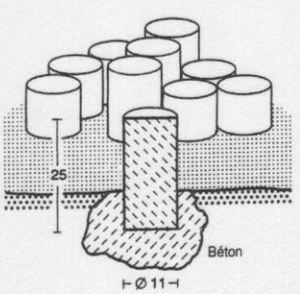
Hauteur cm	Épaisseur cm	Largeur cm	Éléments/ m²
40	9	12,5	8

⑭ Palissades en béton.

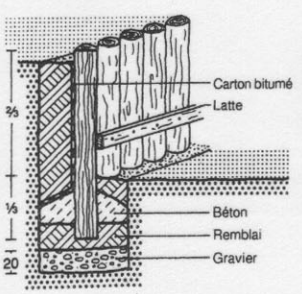


Hauteur cm	40;60;80;100;
	120;150;180;200

⑮ Palissades assemblables.



⑯ Pavés en béton pour plates-bandes.



⑰ Palissades en bois.

Pavés auto-bloquants.

Pour routes, parkings, sols de salles, pavage entre rails, consolidation en fond et bord d'écoulement d'eau. Grande résistance à la circulation par effet auto-bloquant et un sous-œuvre approprié. Hauteur 6,8 et 10 cm. Dimensions longueur/largeur 22,5/11,25; 20/10; 10/10; 12/6, etc.

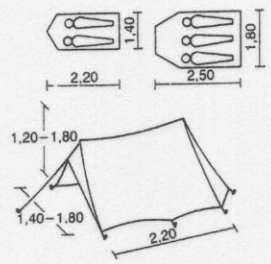
Adaptation aux règles de largeur dans les constructions de routes (fig. 6 à 12).

Adapter l'épaisseur du sous-œuvre (graviers, cailloux de 0 à 35 mm) comme filtre ou couche porteuse sur le sol et selon la charge de circulation prévisible. En cas de substratum résistant, couche porteuse 15 à 25 cm, augmenter l'épaisseur jusqu'à stabilité. Lit de pavés 4 cm sable ou gravillons 2 à 8 mm.

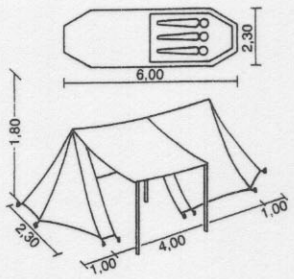
Angles arrondis pour courbes (fig. 13). Grande variété de pavés creux pour pelouse (fig. 11). Construction des chemins vicinaux, emplacements de parking, voies d'accès réservées aux pompiers, pistes, stabilisation des talus contre l'érosion, voies d'accès dans les régions inondables. Semer du gazon rustique pour résultat rapide et végétation stable.

Palissades (fig. 14 à 16) adéquates pour délimiter et encadrer les surfaces vertes et les plantes, pour consolider les différences de hauteur et consolider des talus (fig. 17). Aussi palissades en bois imprégné.

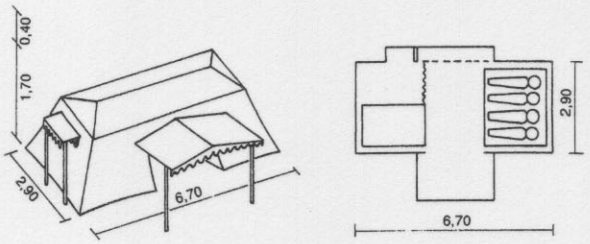
Tentes



① Petite tente avec abside.

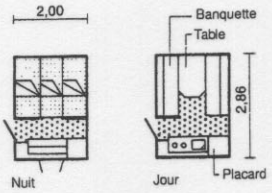


② Tente plus grande avec tente intérieure, 2 absides et avant-toit.

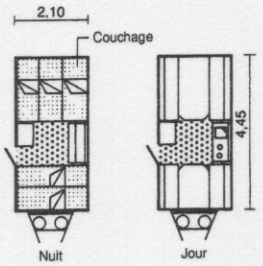


③ Grande tente tourtoise à hautes parties latérales, tentes intérieures, avant-toit et fenêtre.

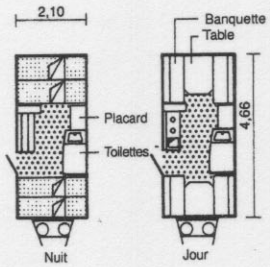
Caravanes



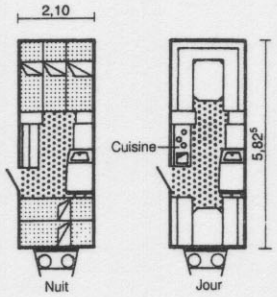
④ Caravane avec 3 lits et cuisine incorporée.



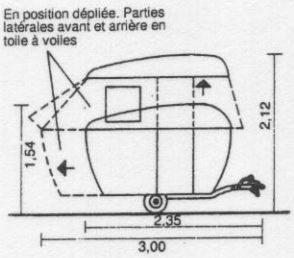
⑤ Avec 5 lits.



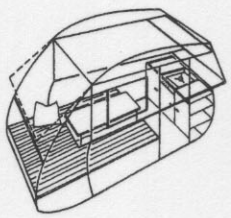
⑥ Avec 4 lits, toilettes et porte coulissante.



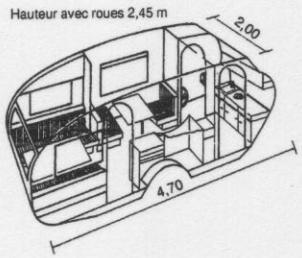
⑦ Avec 5 lits, toilettes et porte coulissante.



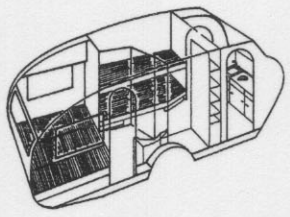
⑧ Caravane pliable avec parties pour cuisiner, s'asseoir, dormir et ranger les bagages.



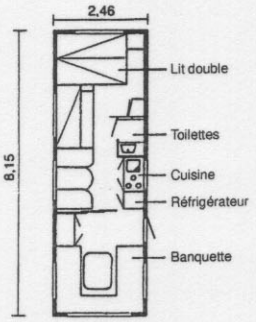
⑨ Perspective intérieure (fig. 8). La nuit, la table est remplacée par 3 couchettes.



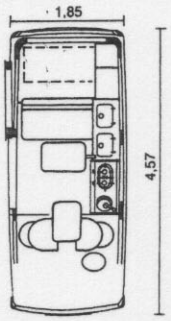
⑩ Caravane avec espaces pour cuisiner, manger, habiter.



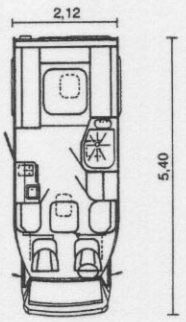
⑪ La même caravane installée pour la nuit (5 couchettes).



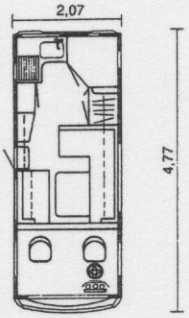
⑫ Grande caravane
Couchage 8 à 9 personnes.



⑬ Camping-car
Westfalia Joker 1/ Club Joker 1.

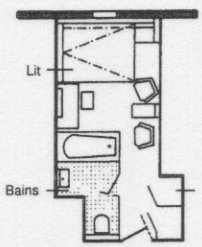


⑭ Camping-car TischerXL65

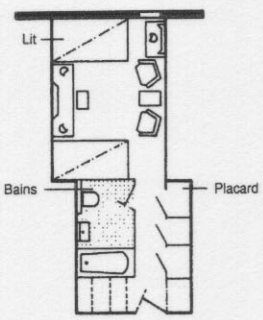


⑮ Camping-car Lyding ROG2

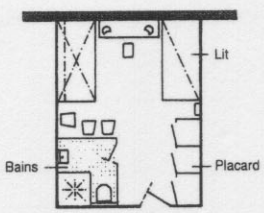
Cabines de bateau



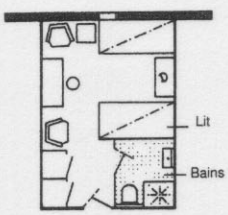
⑯ Cabine avec lit double, bains/WC.



⑰ Cabine double avec 2 lits bas, bains/WC.



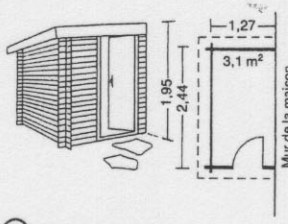
⑱ Cabine avec 2 lits bas et 1 lit haut, douche/WC.



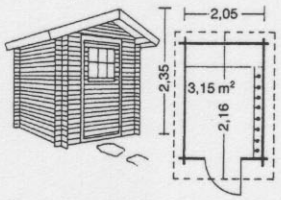
⑲ Cabine double avec 2 lits bas, douche/WC.

CHALETS

Les chalets d'été en montagne doivent être protégés des vents d'Ouest et exposés à l'Est (soleil matinal). Les constructions pour les sports d'hiver ou du bord de l'eau doivent être protégées des vents d'Est et exposées au midi. Utiliser autant que possible des matériaux propres à la région et organiques (pierres naturelles, bois). Pour des raisons de sécurité, incorporer les installations à la maison. Les ouvertures peuvent être obturées par des volets rendant les cambriolages plus difficiles. Veiller lors de l'acquisition du terrain à la présence de nappe phréatique, l'arrivée d'eau potable, les possibilités d'évacuation, les possibilités d'accès, le chauffage, le parking.



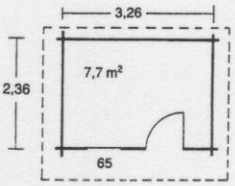
① Annexe abris de jardin.



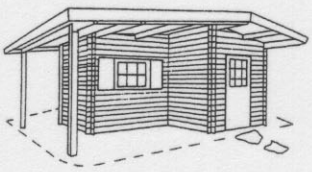
② Petit abri de jardin.



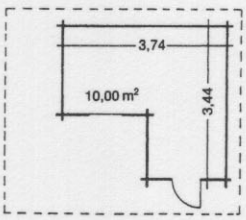
③ Abri de jardin avec avant-toit.



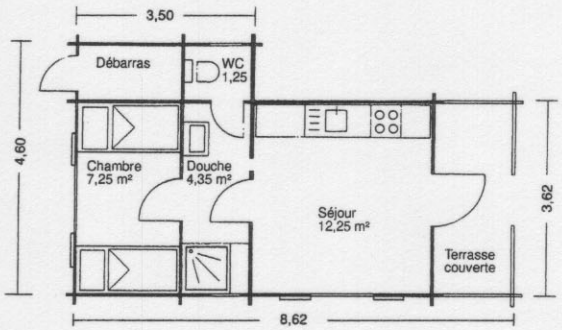
④ Plan (fig. 3).



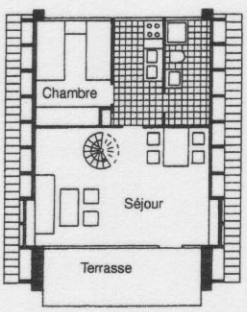
⑤ Maison en rondins avec surface libre couverte.



⑥ Plan (fig. 5).

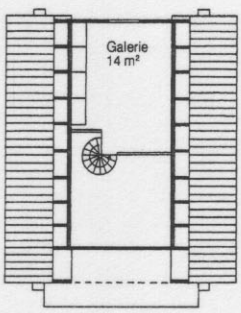


⑦ Maison en bois tramée.

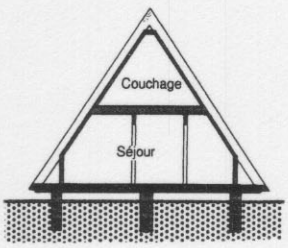


Arch. : Immich/Ervenich

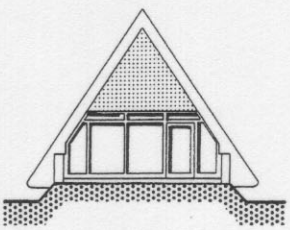
⑧ Rez-de-chaussée (fig. 9 à 11)
Surface habitable 42 m².



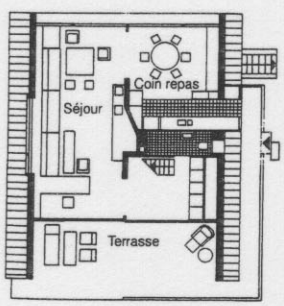
⑨ Combles.



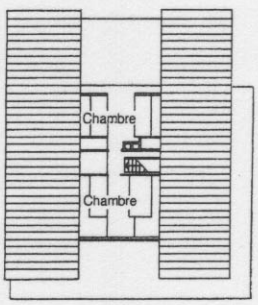
⑩ Coupe (fig. 11).



⑪ Élévation (fig. 8 et 9).

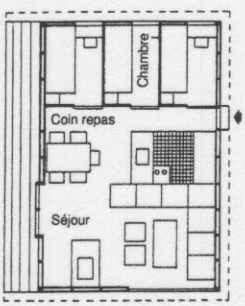


⑫ Maison de vacances en mer du Nord (fig. 13).



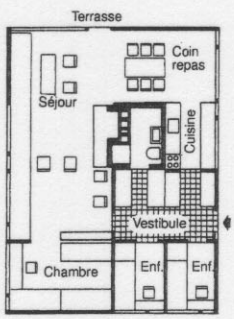
Arch. : Hagen

⑬ Étage (fig. 12).



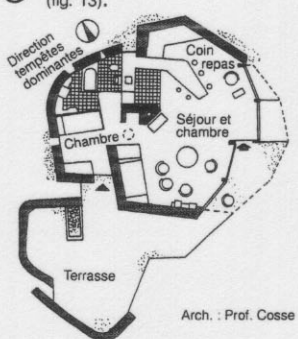
Arch. : Solvsten

⑭ Maison de week-end.



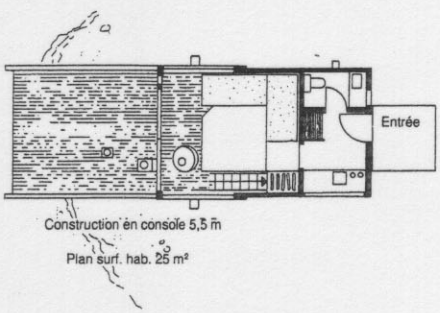
Arch. : Jensen

⑮ Maison de vacances à Bornholm.

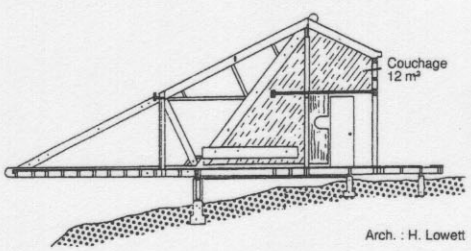


Arch. : Prof. Cosse

⑯ Maison de vacances en Belgique.

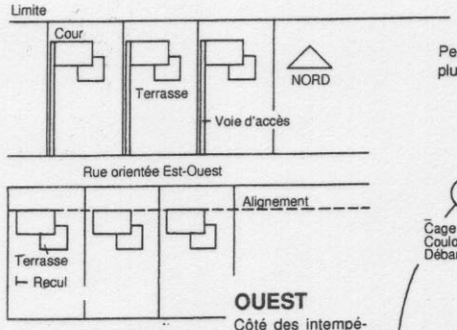


⑰ Chalet de week-end en bois (fig. 18) pour 4 personnes aux USA.



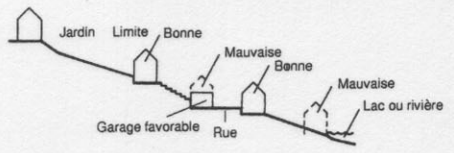
Arch. : H. Lowett

⑱ Coupe (fig. 17).



① Bonnes orientations sur rues Est-Ouest.

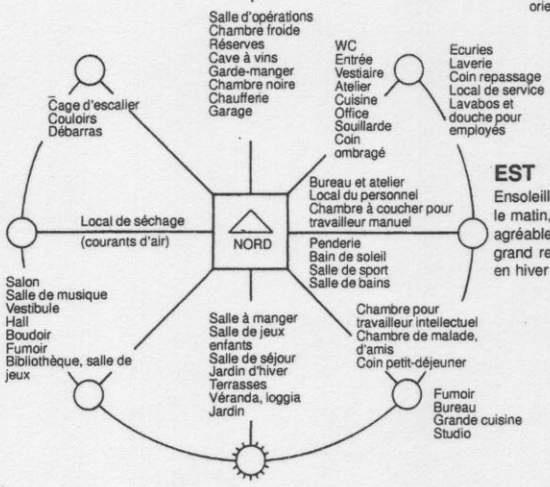
OUEST
Côté des intempéries, grand ensoleillement l'après-midi avec forte chaleur et éblouissement en été (p.162). Planter des arbres.



④ Bonnes et mauvaises orientations de maisons situées sur des terrains en pente.

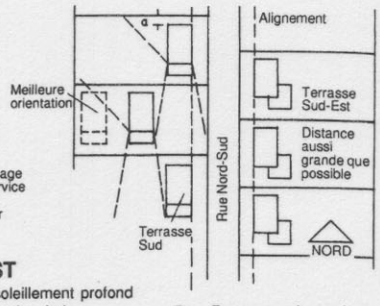
③ Bonne orientation des différentes pièces.

NORD
Peu de soleil, vents d'hiver froids, lumière uniforme, de plus grandes fenêtres sont nécessaires pour la lumière diurne diffuse, peu d'insectes.

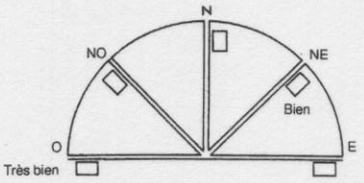


SUD
Meilleur côté pour la maison, soleil de midi au zénith en été, ensoleillement profond l'hiver, marquises de protection solaire, avant-toits (p.157).

EST
Ensoleillement profond le matin, chaleur agréable en été, très grand refroidissement en hiver (p.165)



② Bonnes orientations sur rues Nord-Sud. Le côté Est de la rue est le plus favorable.



⑤ Maisons orientées favorablement sur des rues différemment disposées.

Emplacements favorables
En règle générale de tels emplacements sont situés à l'Ouest et au Sud de nos villes, parce que les vents dominants soufflent du Sud à l'Ouest ou Sud-Ouest, qu'ils apportent l'air neuf de la campagne et emportent fumées et émanations de la ville vers le Nord et l'Est, où les quartiers sont plus propices à l'industrie qu'à l'habitat. Dans les régions montagneuses ou au bord des lacs, les conditions peuvent être inversées car les pentes Sud et Est ensoleillées, situées dans une vallée au Nord et à l'Ouest d'une ville, offrent des terrains de construction très recherchés pour des maisons individuelles.

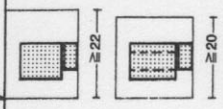
Terrains en pente
Les terrains situés en contrebas des routes de montagne sont particulièrement favorables. L'accès à la maison est direct pour les voitures, le garage peut se situer contre la maison, le drainage de la route éloigne l'eau de la montagne. Le jardin est situé du côté de la vallée et du soleil, au calme et entouré d'autres jardins (fig. 4). Pour les maisons au-dessus de la route, il ne peut y avoir de jardin en pente ensoleillé devant la maison. Derrière la maison, il faut prévoir des murs contre les éboulements et des rigoles bétonnées pour éloigner de la maison l'eau de la montagne.

Terrain au bord de l'eau
Au bord des rivières et des lacs ne pas construire trop près de l'eau à cause des insectes et du brouillard ; le mieux est de construire immédiatement en contrebas de la route, face au lac, avec un jardin devant le lac (fig. 4).

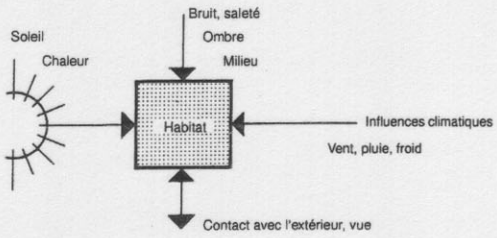
Situation par rapport à la route
Dans le cas de constructions isolées (maisons individuelles avec murs mitoyens), le terrain au Sud de la route est à préférer en général, parce que de ce fait, toutes les pièces secondaires et l'entrée donnent au Nord sur la route, ce qui permet de l'oublier (fig. 5). Toutes les salles de séjour et chambres à coucher se situent alors sur les côtés calmes et ensoleillés (Est-Sud-Ouest) à l'écart de la route, avec sortie et vue sur le jardin (fig. 1). La plupart des terrains sont étroits et profonds, pour que le côté donnant sur la rue soit le moins large possible, afin qu'à gauche et à droite des maisons le recul exigé par la règlementation soit respecté. Si le terrain est plus large c'est le côté ensoleillé et à l'abri du vent avec ses fenêtres, terrasses et balcons qui doit profiter de l'excédent (fig. 1 et 2). Si le terrain se trouve au Nord de la route, le bâtiment devrait être construit tout au fond, malgré une voie d'accès longue et coûteuse, pour profiter d'un jardin ensoleillé sur le devant (fig. 1). De tels terrains conviennent à des façades représentatives vues de la route. En ce qui concerne les terrains au bord de routes Nord-Sud (fig. 2) avec possibilité d'implantation à l'Est ou à l'Ouest de la route, la première solution est préférable, parce que jardin et pièces d'habitation se trouvent du côté Est protégés du vent et qu'aucun bâtiment voisin ne cachera le faible soleil d'Est, comme c'est le cas pour les constructions au bord des routes Est-Ouest. Au bord des routes orientées Nord-Sud, ce sont donc les terrains situés à l'Est qui ont la situation la plus favorable (fig. 2 et 5). Pour profiter en hiver du faible soleil du Sud, il faut reculer le bâtiment le plus possible au Nord et installer une terrasse Est-Sud. De plus il faut disposer les terrains situés à l'Ouest de sorte à pouvoir conserver l'ensoleil-lement Sud propice et une vue libre dégagée depuis la terrasse (fig. 2). Éventuellement on placera la maison sur la limite arrière (fig. 1). En ce qui concerne l'orientation favorable pour d'autres directions de routes (fig. 5).

Pour s'assurer de ne pas avoir la vue bouchée par des constructions, il faut choisir de préférence des terrains avoisinant des constructions existantes côté soleil, parce que dans ce cas, l'orientation et le plan de la maison peuvent être établis en connaissance de cause, écartant ainsi le risque d'être plus tard privé de soleil.

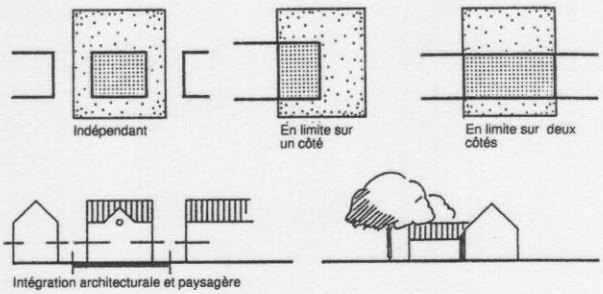
Disposition des pièces
Il faut autant que possible orienter toutes les salles de séjour et chambres vers le jardin et les côtés ensoleillés, les locaux de service vers la rue (fig. 3). Les pièces doivent (sauf exception) être ensoleillées aux heures d'utilisation principale (p. 157). On peut grâce aux tableaux solaires (p.157 et 159), déterminer exactement la meilleure disposition de chaque pièce par rapport au soleil selon une heure et une saison précises et par conséquent l'orientation du bâtiment et sa distance avec les constructions voisines, arbres, etc.
Attention à la direction principale du vent. Côtés généralement défavorables pluvieux et ventés : Ouest jusqu'à Sud-Ouest. Situation favorable : Sud - Sud-Est. En hiver, vents froids dominants Nord-Nord-Est .

	Types de maisons avec leurs terrains	Maison indépendante		Maisons jumelées		Maisons jumelées avec cours		Maisons en bande continue		
	Disposition									
1	Largeur mini. en façade m	20	20	15	13	13,5	15 (13,5)*	5,5	5,5	7,5
2	Profondeur mini. terrain m Profondeur terrain souhaitable	22 (25)	20 (25)	20 (25)	20 (25)	18,5 (25)	17,5 (20)	24 (26)	30	25
3	Surface mini. du terrain m²	440 (500)	400 (500)	300 (375)	260 (325)	250 (338)	262 (236) (300)	130 (143)	165	188
4	Surface suppl. pour garage ou parking m²	–	–	–	–	–	(30)	30	–	–
5	Surface du terrain m² = terrain à bâtir net (4 + 5)	440 (500)	400 (500)	300 (375)	260 (325)	250 (338)	262 (266) (330)	160 (173)	165	188
6	Nombre habituel d'étages	1	1 1/2	1 1/2	2	(1)–2	1	2		
7	Surface hors œuvre brute moyenne par étage m²	150	160	150	160	150	150	130	130	150
8	Coefficient d'occupation du sol (COS) mathématique	0,34 (0,3)	0,4 (0,32)	0,5 (0,4)	0,62 (0,5)	0,6 (0,45)	0,57 (0,45)	0,8 (0,75)	0,78	0,79
9	COS maximum ** rapport plancher/sol maximum **	0,5 0,4		0,5 0,4	0,8	(0,5)–0,8 0,4	0,6 0,6	0,8 0,4		
10	Occupation moyenne des logements	3,5		3,5		3,5		3,5		
11	Densité maximale d'habitation nette / ha amplitude de variation	22 20–25	25	33 26–38	38	40 29–40	38	62 50–62	60	53
12	Densité maximale urbaine nette / ha amplitude de variation	77 70–90	88	116 90–130	133	140 100–140	133	217 170–210	210	186
13	Densité brute moyenne d'habitat / ha ***	17	18	24	28	28	28	42		

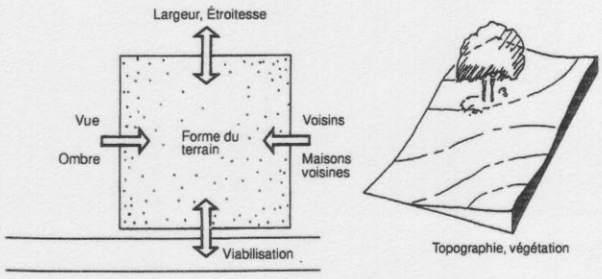
① Tableau synoptique des densités pour maisons individuelles.



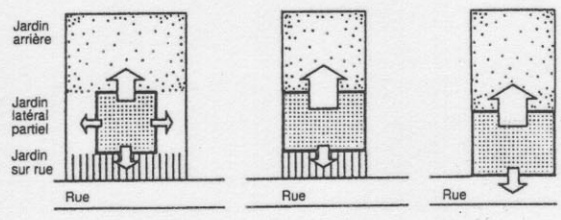
② Relation de l'habitation à son environnement.



④ Position de la maison sur le terrain et intégration dans le voisinage.



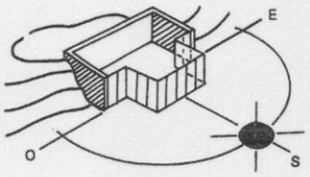
③ Relation de l'habitation au terrain.



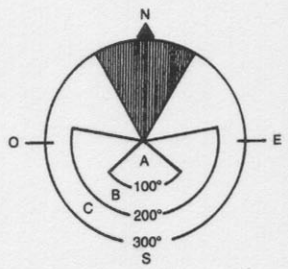
⑤ Zonage du terrain et conséquences sur le plan de la maison et l'agencement des pièces.

Utilisation principale des pièces	Période d'utilisation et ensoleillement souhaité	N O E S
Salle de séjour	De midi au soir	
Coin repas/ salle à manger	Du matin au soir	
Chambre d'enfants	De midi au soir	
Chambre à coucher	La nuit, soleil matinal si possible	

① Diagramme : orientation des pièces d'habitation.



② Orientation des pièces d'habitation.



A - 100° Soleil au jour le plus court de l'hiver

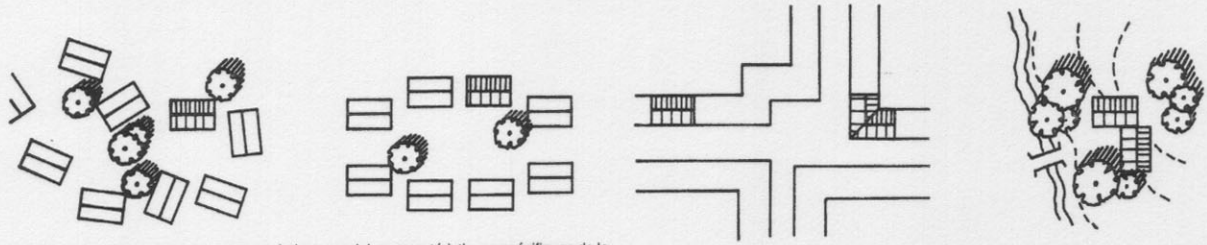
B - 200° Soleil du printemps à l'automne (fin)

C - 300° Soleil au jour le plus long en été

③ Diagramme de l'ensoleillement selon les saisons.

La disposition des bâtiments dans le terrain doit tenir compte de l'orientation et de la possibilité, qui sont les conditions pour un ensoleillement harmonieux durant la journée.

C'est au niveau de l'avant-projet général qu'il faut s'assurer de l'ensoleillement souhaitable pour chaque type de pièce.



Intégration de la maison dans un contexte urbain ou rural. Les caractéristiques spécifiques de la situation urbaine, le voisinage des maisons, rues, places ou paysages, exigent une planification de la maison en accord avec l'environnement.

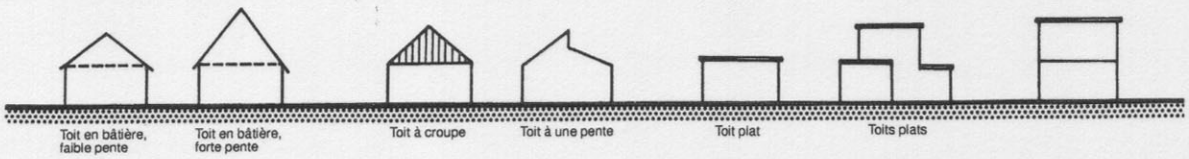
④ Dans un environnement rural.

⑤ Dans un lotissement.

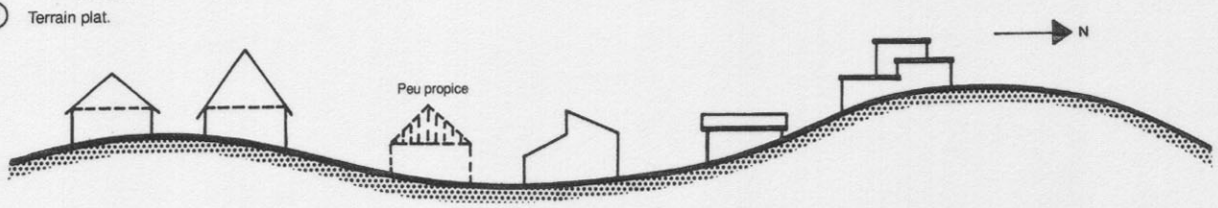
⑥ En zone urbaine.

⑦ A la campagne.

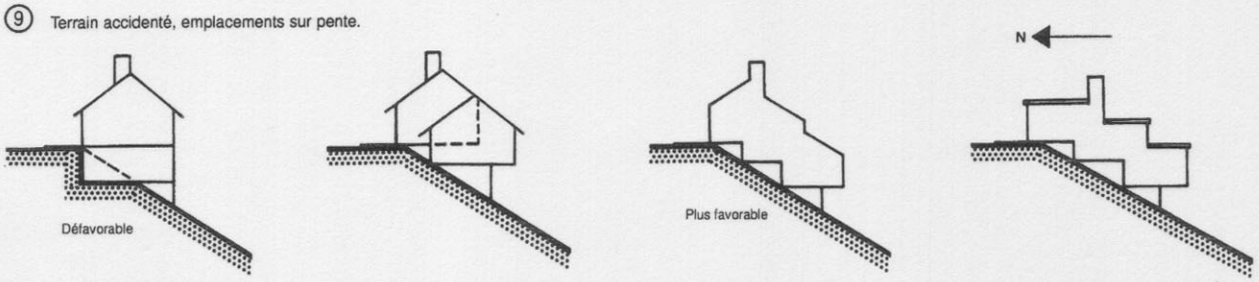
Adaptation de différentes morphologies de bâtiments à la forme du terrain.



⑧ Terrain plat.

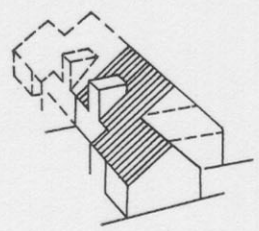


⑨ Terrain accidenté, emplacements sur pente.

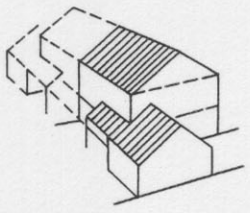


⑩ Terrain très pentu.

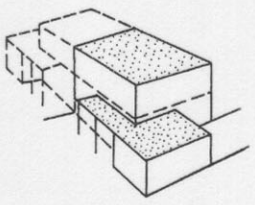
Types de maisons spécifiques à une région - Exemples



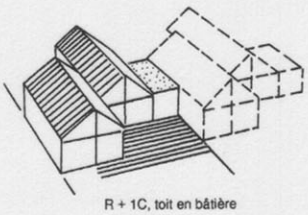
R + 1 1/2 C, toit en bâtière



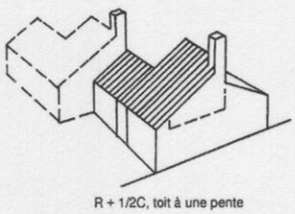
R + 1E + 1C, toit en bâtière



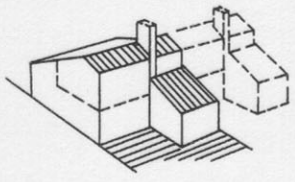
R + 1E, toit plat



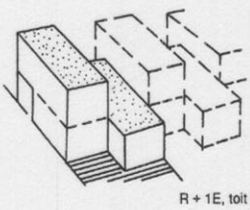
R + 1C, toit en bâtière



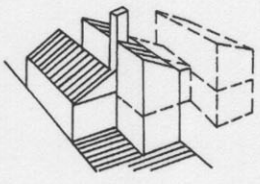
R + 1/2C, toit à une pente



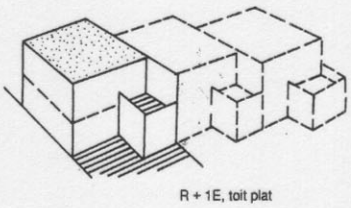
R + 1C, toit en bâtière et appentis



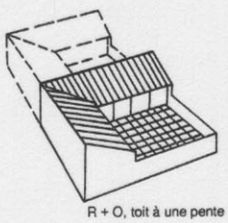
R + 1E, toit plat



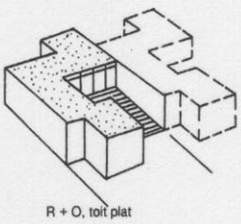
R + 1C, toit à une pente



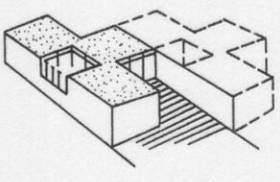
R + 1E, toit plat



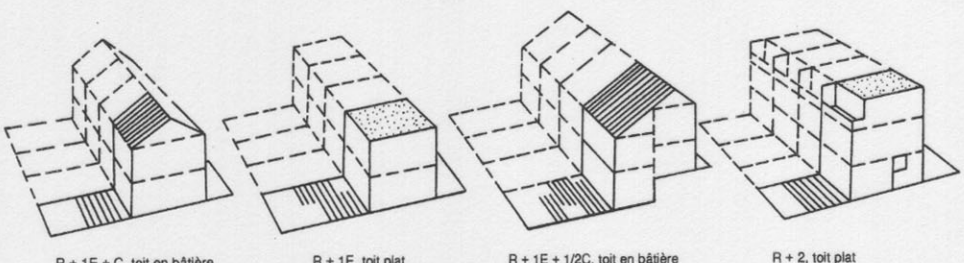
R + O, toit à une pente



R + O, toit plat



R + O, toit plat

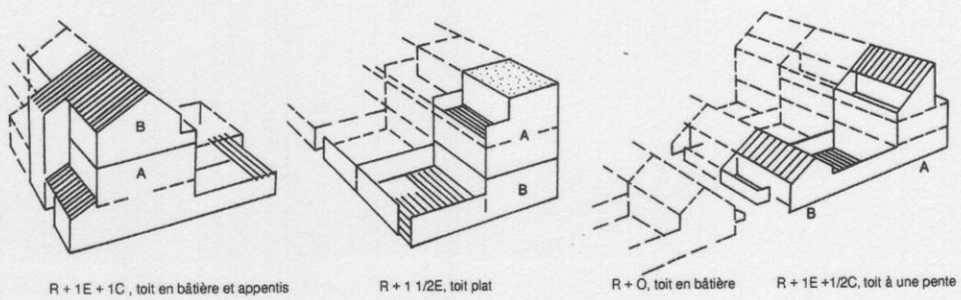


R + 1E + C, toit en bâtière

R + 1E, toit plat

R + 1E + 1/2C, toit en bâtière (niveaux décalés)

R + 2, toit plat



R + 1E + 1C , toit en bâtière et appentis

R + 1 1/2E, toit plat

R + O, toit en bâtière

R + 1E +1/2C, toit à une pente

Légende : 1 1/2 = Nombre d'étages
R = Rez-de-chaussée
E = Etage droit
C = Etage sous combles

A - Pièces principales B - Locaux annexes

TYPES DE MAISONS

Maisons jumelées

Souvent en système modulaire avec des types de maisons identiques ou peu différentes, également sous forme de construction individuelle groupée, plus rarement comme juxtaposition de plusieurs maisons conçues individuellement. Habituellement maisons indépendantes, garages ou parkings couverts sur terrain privé (en limite latérale).

Maisons groupées

La plupart du temps conception groupée unitaire (système modulaire), plus rarement comme juxtaposition de constructions individuelles (accord nécessaire avant réalisation), construction ouverte (max. 50 m) ou fermée, concentration bon marché pour une grande valeur immobilière, garages, parking, sur terrain privé ou parkings regroupés.

Maisons à patios

En construction individuelle (accord nécessaire avant réalisation) ou système modulaire avec des types de maisons identiques ou peu différentes, construction ouverte ou fermée, possibilité de forte concentration pour une bonne valeur immobilière, garages/parkings sur terrain privé ou parkings regroupés.

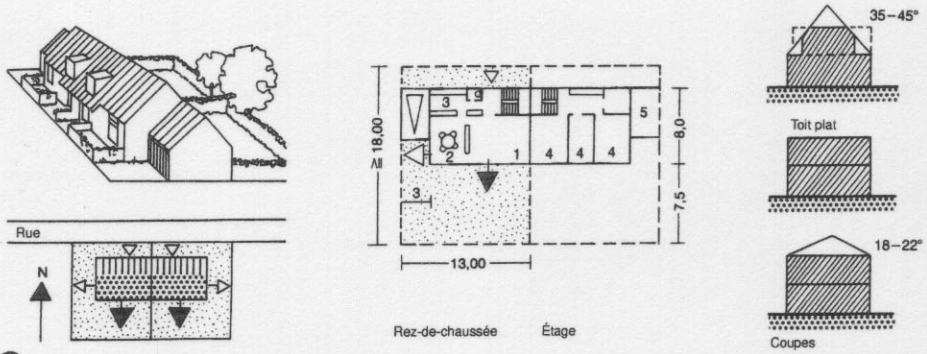
Maisons en rang continu

Construction collective sous forme de rangée de maisons identiques ou variées suivant accord. Construction ouverte ou fermée, possibilité de forte concentration pour une bonne valeur immobilière, forme de construction particulièrement économique, garages et parkings essentiellement regroupés.

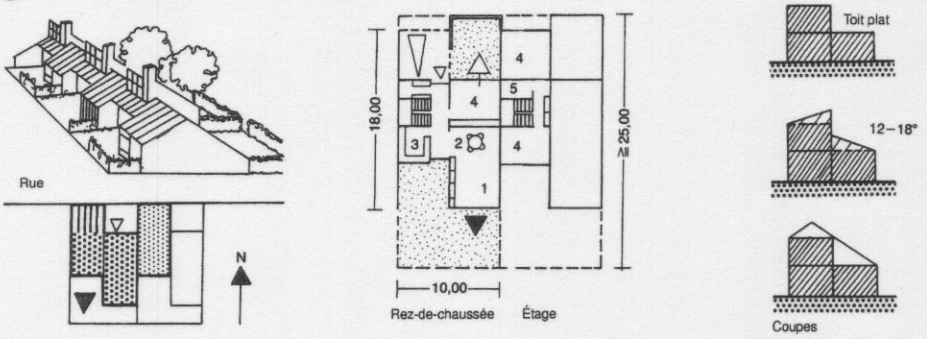
Maisons de ville

Construction collective sous forme de rangée de maisons identiques ou variées suivant accord (accord sur réglement nécessaire avant réalisation) construction fermée, forte concentration pour une bonne valeur immobilière possible, garages/parkings sur terrain privé, dans la rue ou regroupés.

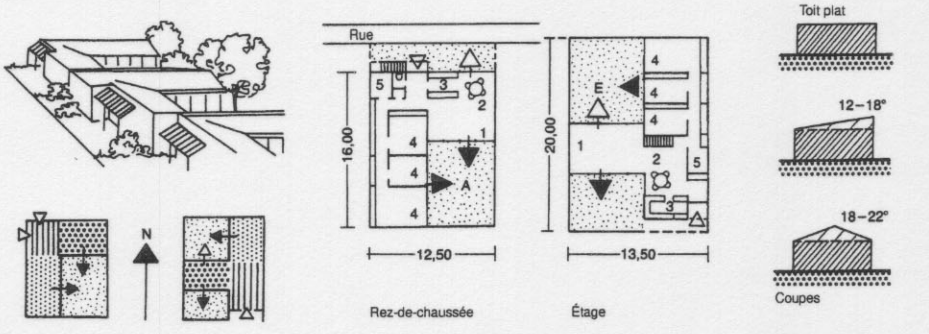
TYPES DE MAISONS



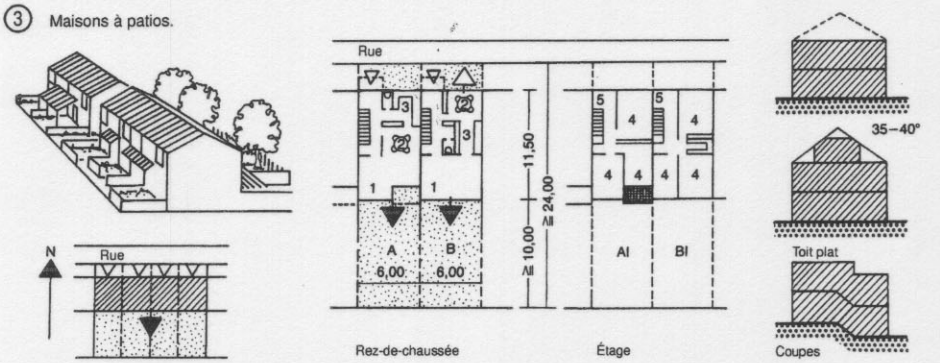
① Maisons jumelées.



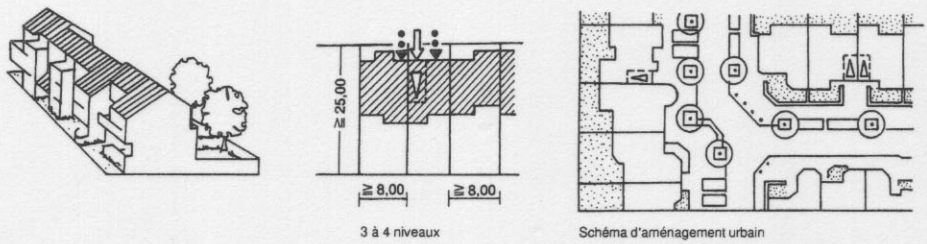
② Maisons groupées.



③ Maisons à patios.



④ Maisons en bande continue.



⑤ Maisons de ville.

Maisons jumelées

Assez grande liberté dans l'organisation du plan d'ensemble, capacité suffisante d'adaptation à l'ensoleillement. Souvent types de maisons identiques ou très peu différentes. Existe aussi sous forme de construction individuelle, rarement comme addition de deux moitiés de maisons conçues séparément. Garages ou parkings souvent en limite latérale. Surface minimale du terrain 375 m² (fig. 1).

Maisons groupées

Aménagement collectif, conception uniforme de plans et recherche architectonique d'ensemble. Capacité d'adaptation suffisante à l'ensoleillement. Forme de construction à recommander en raison de sa bonne valeur immobilière pour une concentration bon marché. Possibilité de viabilisation réduite et économique. Surface minimale d'un terrain 225 m² (fig. 2).

Maisons à patio

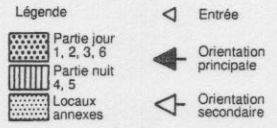
Peuvent être ajoutées à un aménagement indépendant ou collectif. Liberté dans l'organisation du plan d'ensemble. Réalisation homogène nécessaire pour la forme du toit, les matériaux et les coloris. Grande concentration pour forte valeur immobilière. Surface minimale du terrain 270 m²/maison. Garages/parkings sur terrain privé ou parkings groupés (fig. 3).

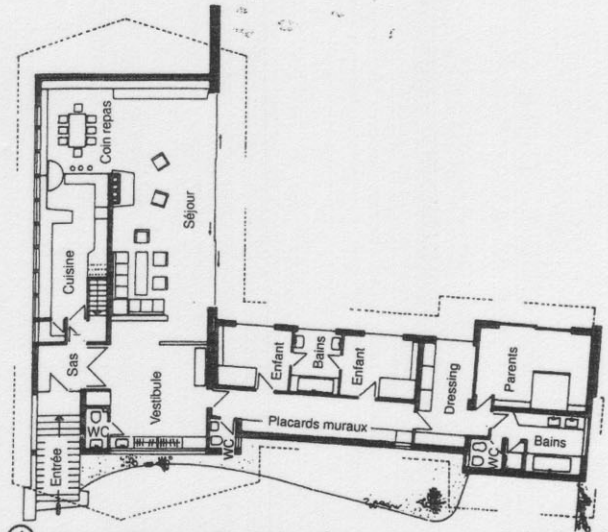
Maisons en bande continue

Aménagement collectif. La capacité d'adaptation à l'ensoleillement est limitée. (Les plans d'ensemble doivent rechercher un ensoleillement propice.) La maison standard est d'une bonne valeur immobilière. La forme la plus économique d'un appartement avec jardin (fig. 4).

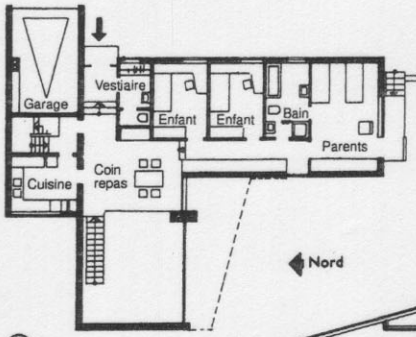
Maisons de ville

Forme de construction collective sous forme de rangées de maisons identiques ou variées selon accord (fig. 5).

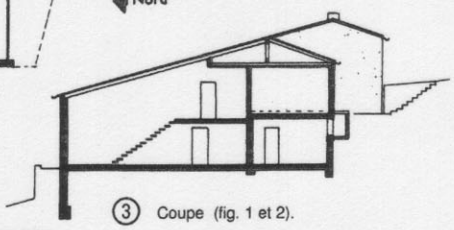




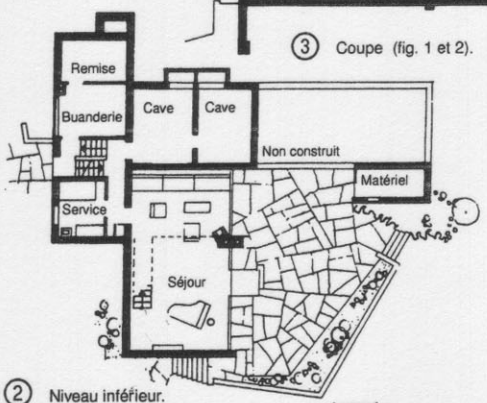
④ Maison à Miltenberg - Rez-de-chaussée. Arch. : E. Neufert



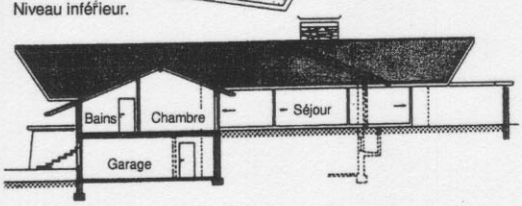
① Niveau supérieur.



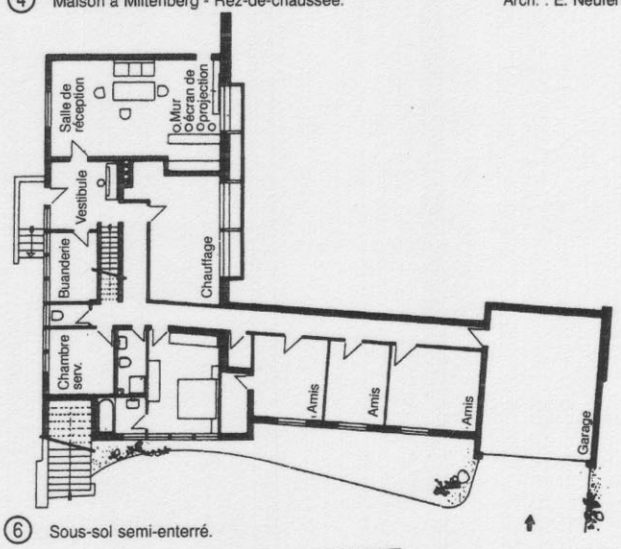
③ Coupe (fig. 1 et 2).



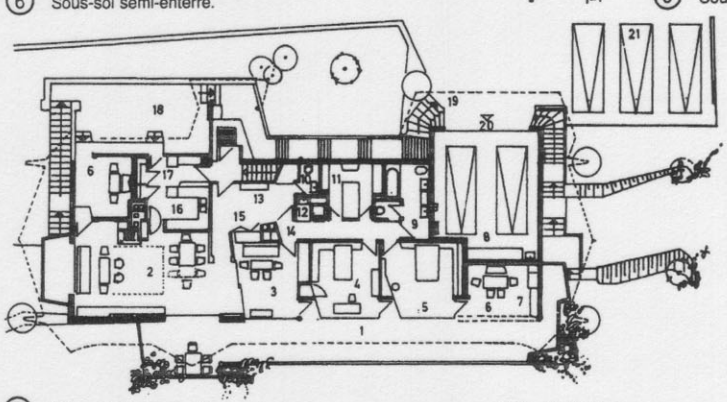
② Niveau inférieur.



⑤ Coupe (fig. 4 et 6).



⑥ Sous-sol semi-enterré.



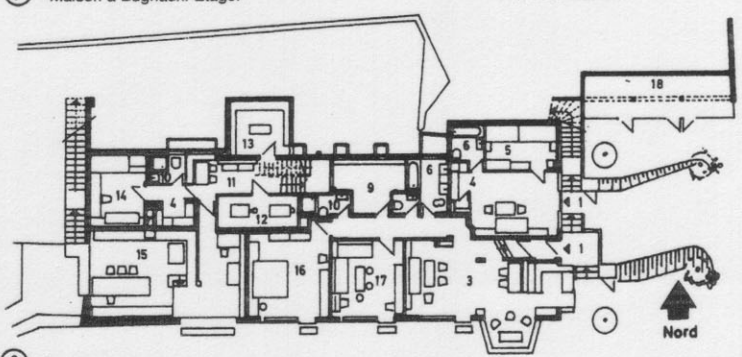
⑦ Maison à Bugnaux. Étage. Arch. : E. Neufert

Étage

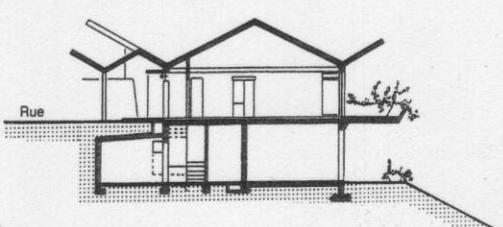
1 Solarium
2 Hall
3 Chambre d'amis
4 Fumoir
5 Boudoir
6 Loggia
7 Cuisson
8 Garage
9 Bains
10 Toilettes
11 Vestiaires
12 Douche
13 Hall d'entrée
14 Ventilation
15 Vestibule
16 Cuisine
17 Communs
18 Cour des communs
19 Entrée
20 Porte basculante
21 Parking

Rez-de-chaussée

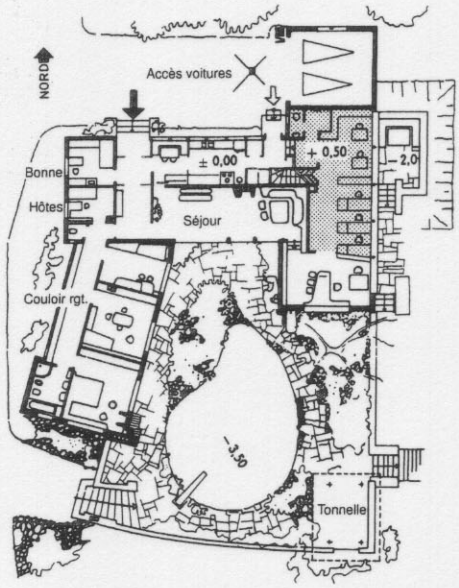
1 Entrée
2 Cuisine
3 Séjour
4 Cuisinette
5 Chambre
6 Bains
7 Débarras
8 Toilettes
9 Buanderie
10 Douche
11 Coin repas
12 Chaufferie
13 Cave
14 Chambre serv.
15 Atelier
16 Chambre parents
17 Chambre enfant
18 Remise à bois



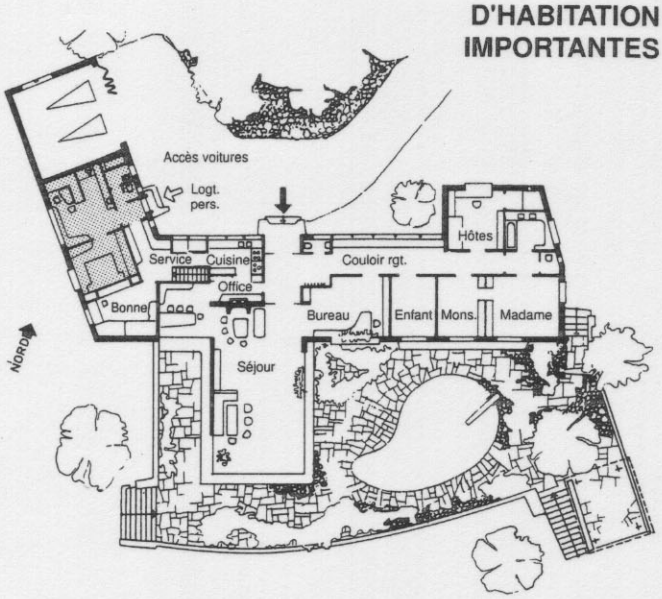
⑧ Rez-de-chaussée.



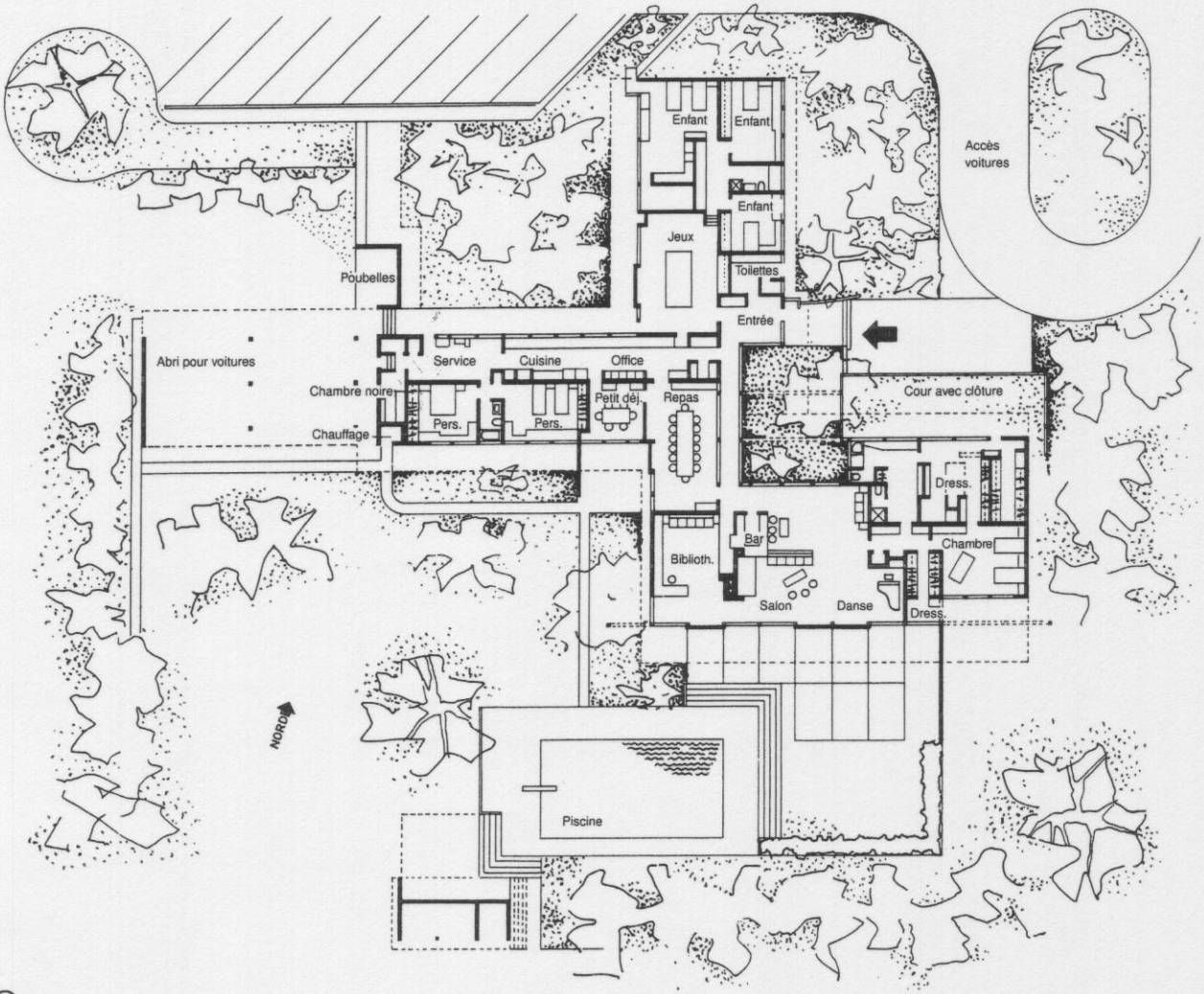
⑨ Coupe (fig. 7 et 8).



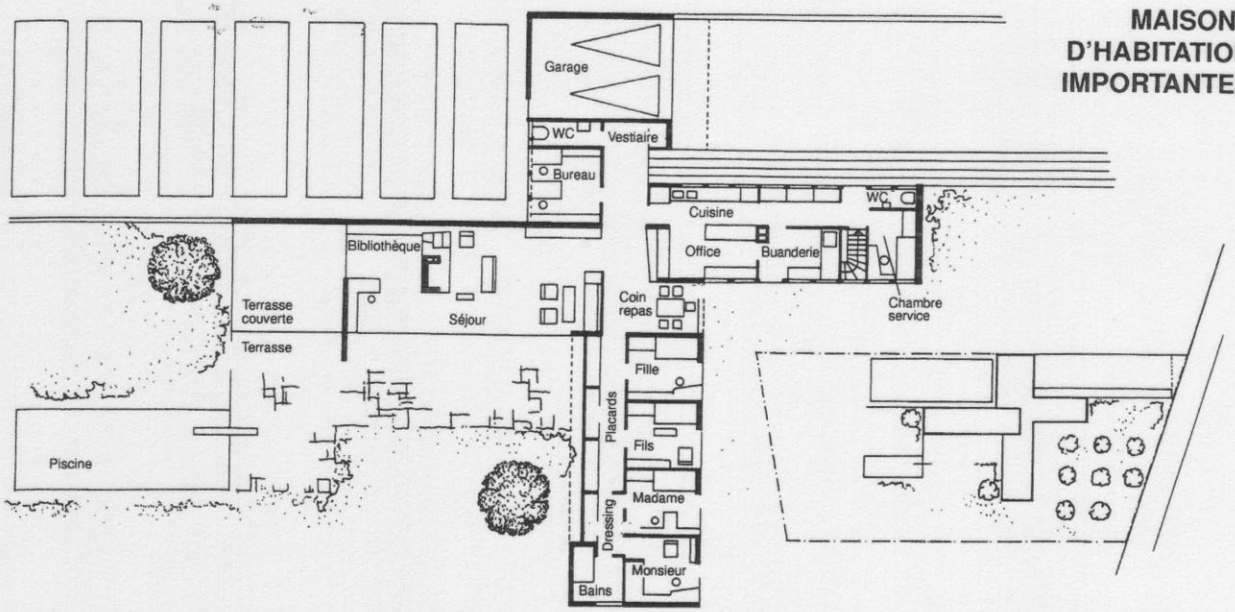
① Maison d'un architecte. Atelier et locaux de service près de l'entrée de service, bureau entre atelier et séjour. Autres bureaux de dessin avec lumière du Nord, au-dessus de la cuisine. Aile avec chambres donnant sur cour pour se protéger du vent et des regards. La tonnelle couverte reçoit le soleil de l'Ouest.
Arch. : E. Neufert



② Maison de plain-pied avec appartement incorporé (chauffeur). Arch. : E. Neufert

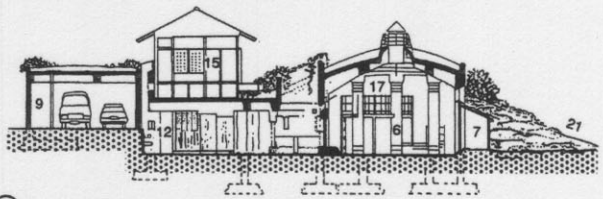


③ Maison à Bervely Hills, Californie. Arch. R. Neutra



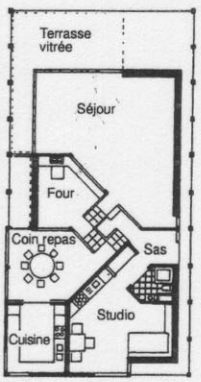
① Maison d'habitation, projet d'étudiant. Arch. : Biecker

② Plan de masse (fig. 1).

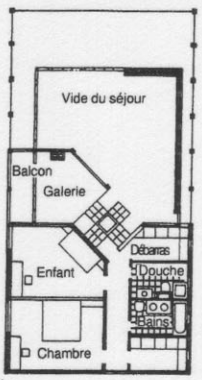


③ Coupe (fig. 4).

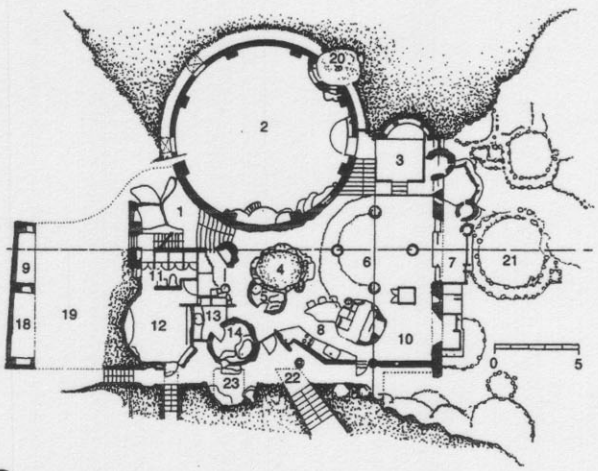
1 Entrée
2 Jardin minéral
3 Lecture
4 jardin de lumière
5 WC
6 Séjour
7 Serre
8 Cuisine
9 Office
10 Coin enfants
11 Vestiaire
12 Chambre
13 Toilette
14 Bains
15 Pièce tatami
16 Rue
17 Galerie (voir coupe)
18 Machines
19 Garage
20 Puits de lumière
21 Jardin céleste
22 Voie latérale
23 Cuve



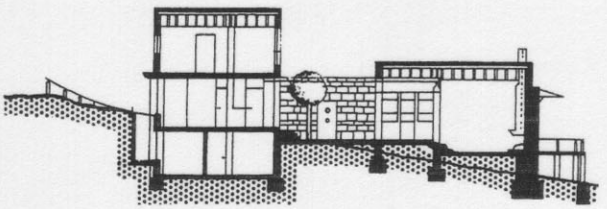
⑦ Rez-de-chaussée. Architectes. : BDA



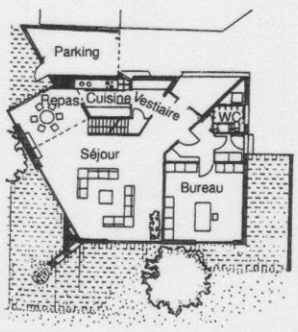
⑧ Étage. Arch. : Otto Steidle + Hans Kohl



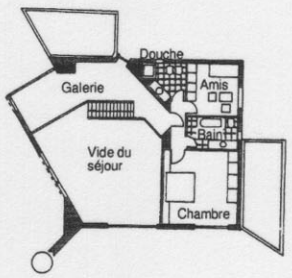
④ Maison au Japon. Arch. : Atelier ZO



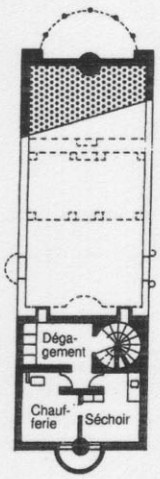
⑨ Coupe. Arch. : V.D. Valentyn



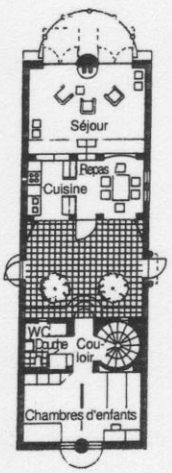
⑤ Rez-de-chaussée.



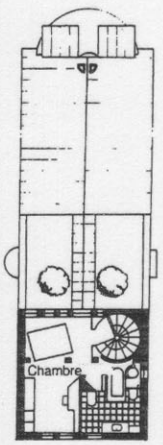
⑥ Étage. Arch. : Kargel



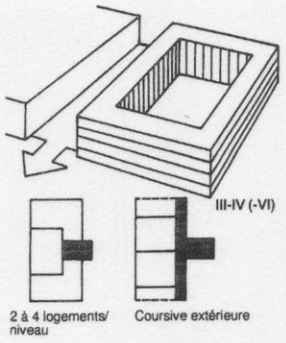
⑩ Sous-sol (fig. 9).

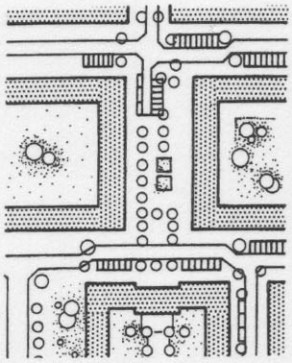


⑪ Rez-de-chaussée.

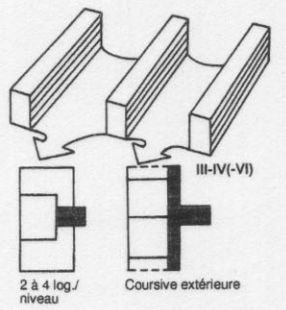


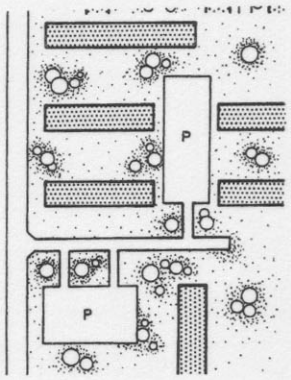
⑫ Étage.



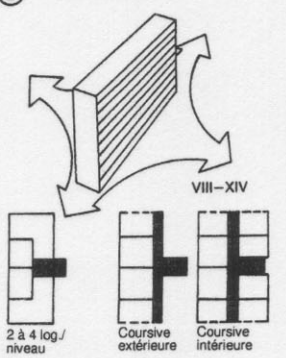


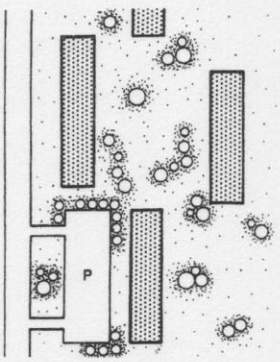
① Bloc d'immeubles.



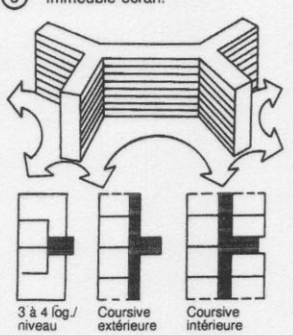


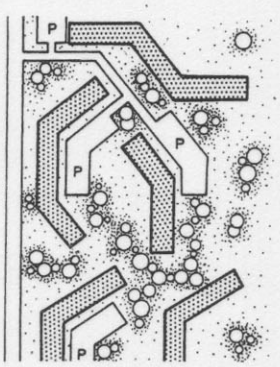
② Immeubles barres.



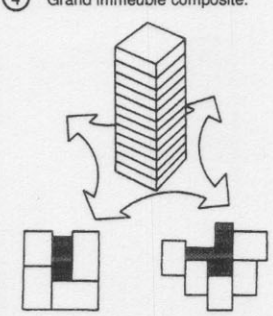


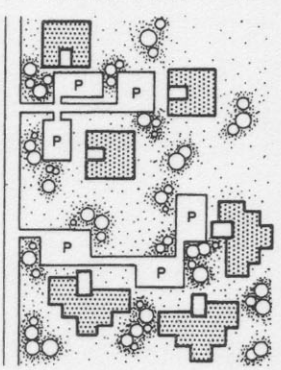
③ Immeuble écran.





④ Grand immeuble composite.





⑤ Tour.

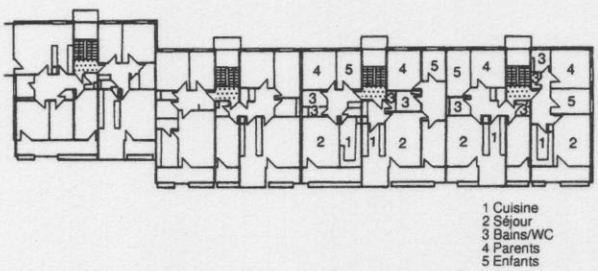
Bloc d'immeubles (fig. 1)
Forme de construction fermée utilisant l'espace sous forme homogène ou en rangées de bâtiments individuels. Possibilité de grande concentration. Les pièces donnant vers l'intérieur ou l'extérieur sont très différentes par leur fonction et leur configuration.

Immeubles barres (fig. 2)
Forme de construction ouverte et étendue sous forme de regroupement de type d'immeubles identiques ou variés ou de bâtiments de conception différente. Il n'existe pas ou peu de différences entre les pièces donnant vers l'intérieur ou l'extérieur.

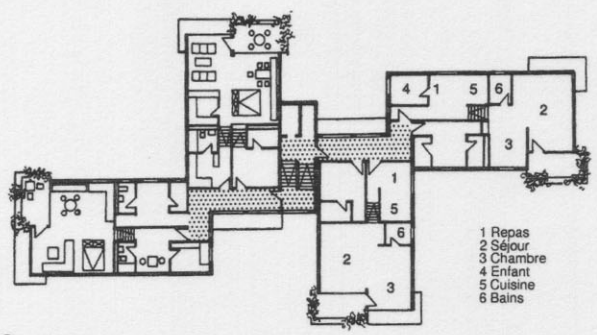
Immeuble écran (fig. 3)
Forme de bâtiment indépendant, souvent de grandes dimensions en longueur et en hauteur, pas de différenciation entre pièces donnant vers l'extérieur et l'intérieur.

Grand immeuble composite (fig. 4)
Assemblage ou extension d'immeubles écran, composant un grand ensemble, forme de construction indépendante de très grande surface. Possibilité de pièces très vastes. Peu de différenciation entre pièces donnant vers l'intérieur ou l'extérieur.

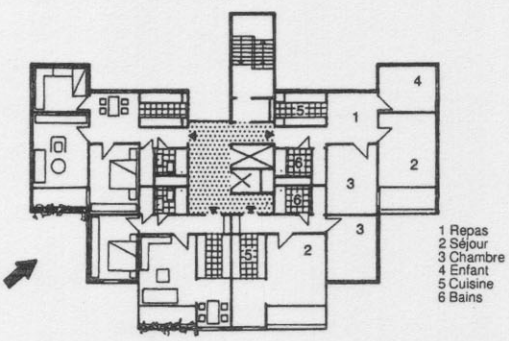
Tour (fig. 5)
Forme de construction solitaire, située librement sur le terrain, pas d'assemblage possible. Souvent mis en relation en milieu urbain avec des constructions basses et plates.



⑥ Ensemble d'habitation à Augsburg (fig. 1 à 3). Arch. : E.C. Müller

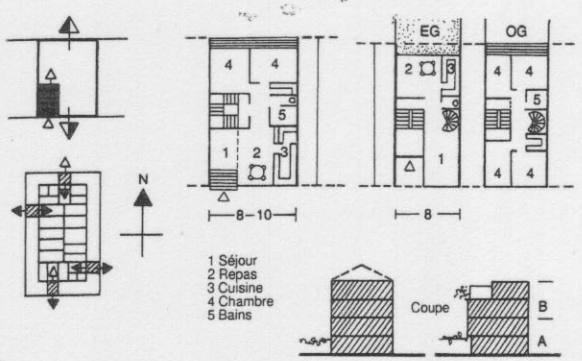


⑦ Maisons reliées par coursives (fig. 1 à 4).

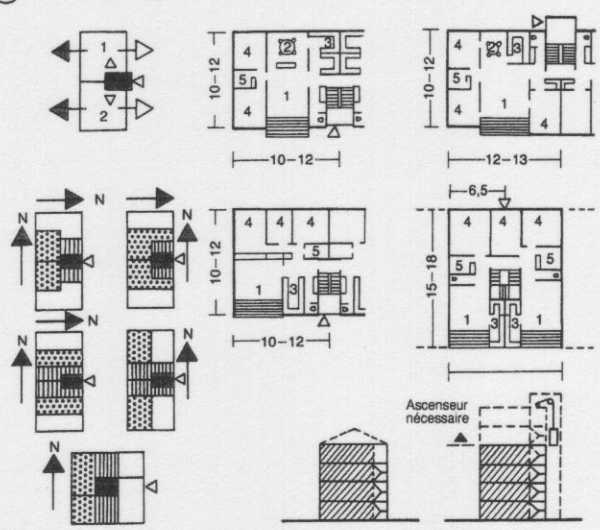


⑧ Schéma d'étage à 4 appartements (fig. 5). Arch. : Pogadl

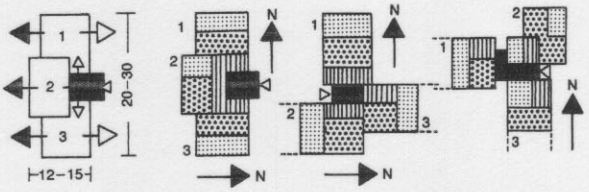
FORMES D'IMMEUBLES À ÉTAGES



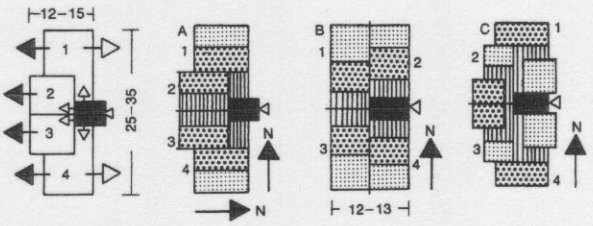
① Immeuble de1 logement/niveau. Forme de base de l'immeuble urbain.



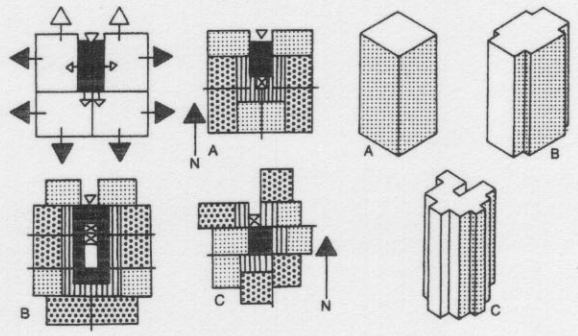
② Immeuble de 2 logements/niveau.



③ Immeuble de 3 logements/niveau.

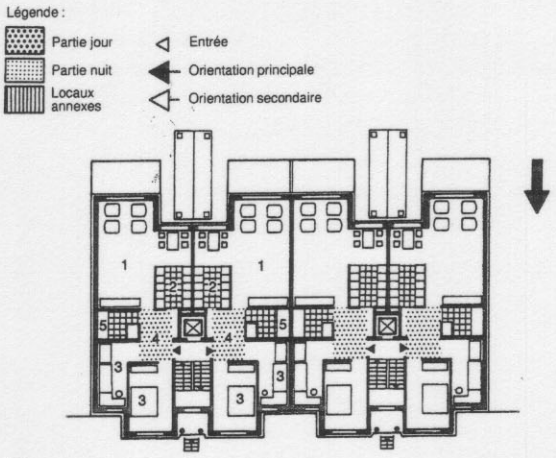


④ Immeuble de 4 logements/niveau.

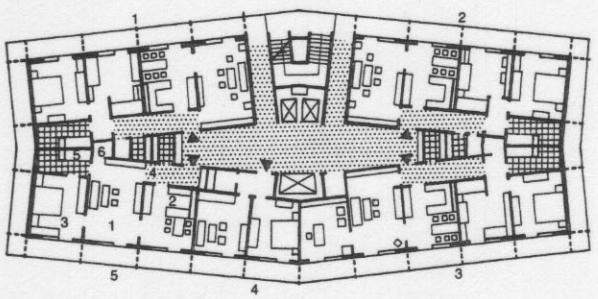


⑤ Tour.

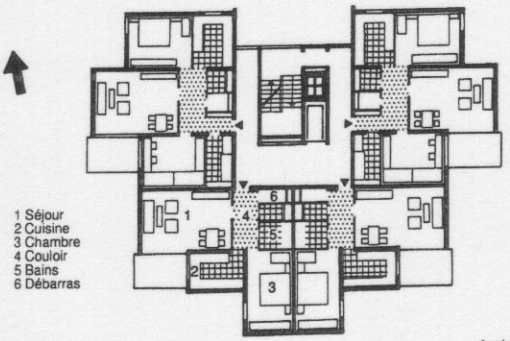
Immeuble de 1 logement/niveau (fig. 1).
Un seul logement par niveau n'est pas économique. Souvent limité à 3 étages sans ascenseur. Forme de base de l'immeuble urbain.
Immeuble de 2 logements/niveau (fig. 2).
Particulièrement équilibré en ce qui concerne la valeur immobilière et la rentabilité. Possibilité de configurations en plan particulièrement étendues et diversifiées pour une bonne intégration par rapport à l'ensoleillement. Possibilité de disposer des appartements avec nombre de pièces différent. Liaison verticale par escalier jusqu'à 3 étages, à partir de 4, un ascenseur est nécessaire.
Immeuble de 3 logements/niveau (fig. 3).
Présente un rapport favorable entre valeur immobilière et rentabilité. Adapté à la configuration d'immeubles en angles. Demande courante de logements : appartements de 2, 3 et 4 pièces.
Immeuble de 4 logements/niveau (fig. 4).
Rapport satisfaisant entre valeur immobilière et rentabilité. Possibilité de logements de tailles différentes selon les niveaux.
Tour (fig. 5)
La forme du plan détermine la plastique du bâtiment. Une structure forte et nervurée renforce l'impression de verticalité et de hauteur. (fig. 5C).



⑥ 2 logements/niveau. Arch. : W. Dörink

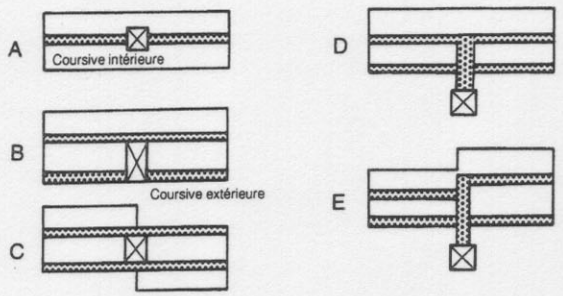


⑦ Étage courant avec 5 logements. Arch. : Schmitt + Heene

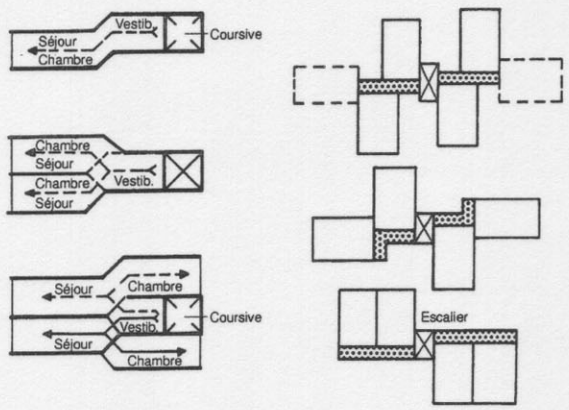


⑧ Tour (fig. 5). Arch. : W. Iron

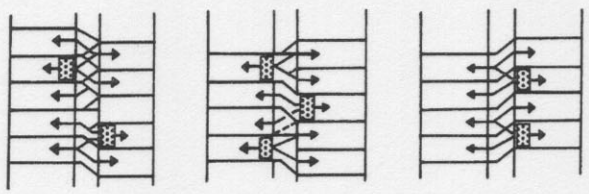
LOGEMENTS DESSERVIS PAR COURSIVES



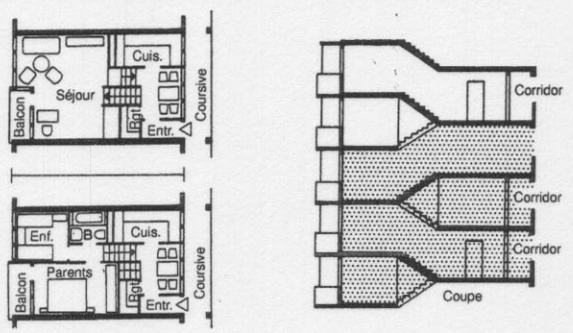
① Systèmes de liaisons verticales.



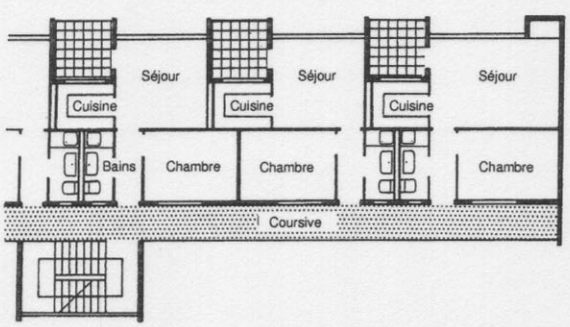
② Possibilités de desserte par coursive.



③ Coupes de principe des différentes dessertes par coursive intérieure.



④ Immeuble à coursives. Logements avec étages décalés. Arch. : Hirsch



⑤ Cage d'escalier à l'extérieur de la coursive. Cuisine éclairée et aérée par une loggia. Arch. : Seitz

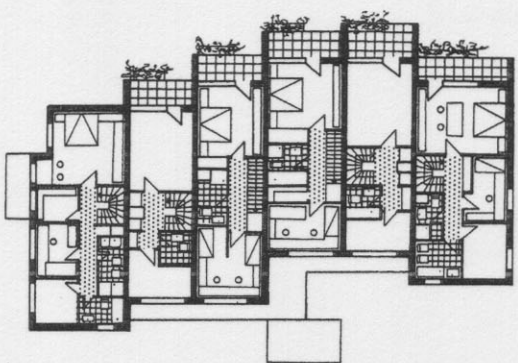
Les bâtiments à coursive sont caractérisés par une desserte horizontale des différents étages, reliés entre eux par des liaisons verticales. Il existe des immeubles à coursive intérieure ou à coursive extérieure (fig. 1).

A. Dans ce type d'immeuble, les logements sur un seul niveau ont en principe une seule orientation. C'est pourquoi on cherche à répartir les logements sur 2 niveaux ou davantage (fig. 3).
Dans le cas de coursive extérieure, la desserte horizontale longe la façade du bâtiment (fig. 1).

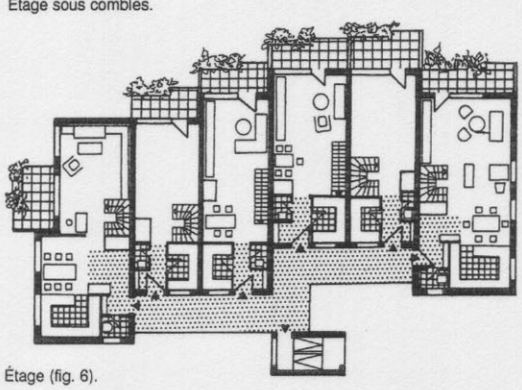
B. La coursive ouverte n'est pas sans poser de problèmes dans les conditions climatiques semi-continentales (fig. 5). En outre, on ne peut situer sur une coursive extérieure que les pièces annexes (fig. 7). Il vaut mieux répartir l'habitation sur deux niveaux ou plus (fig. 6 et 7). Les logements sur un seul niveau (fig. 5) conviennent pour studios ou appartement à 1 pièce. La répartition d'un logement sur différents niveaux peut (correspondre) à des relations fonctionnelles. En cas de décalage sur un demi-niveau, il existe des conditions propices pour entrecroiser et échelonner les fonctions (fig. 2).

Les possibilités de variations s'accroissent considérablement, lorsque le logement n'occupe pas toute la profondeur du bâtiment mais est imbriqué avec des logements voisins. La liaison verticale comprend escalier, ascenseurs et gaines. On distingue les liaisons verticales centrales, en façade ou détachées (fig. 1).

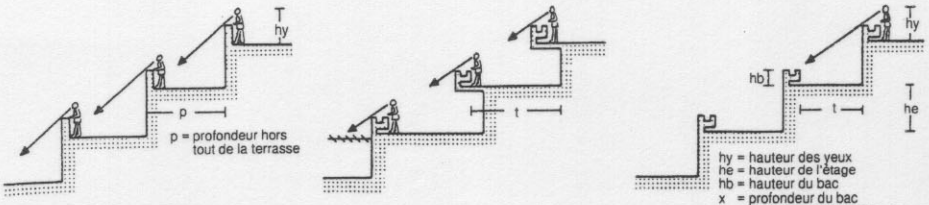
Disposer la desserte horizontale dans le moins de niveaux possible, pour favoriser le rapport entre volume et surface habitable (fig. 3). Une liaison horizontale tous les deux niveaux permet une disposition favorable de grands logements sur différents niveaux combinés avec de petits logements au niveau de l'entrée. Une disposition alternée des coursives extérieures offre de bonnes solutions. On peut restreindre le nombre de dessertes horizontales par une superposition inversée de maisonnettes ou une disposition adéquate de logements sur deux niveaux.



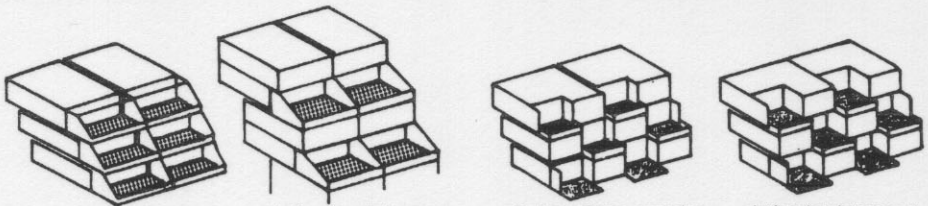
⑥ Étage sous combles.



⑦ Étage (fig. 6).



① Protection contre les regards sur les terrasses.

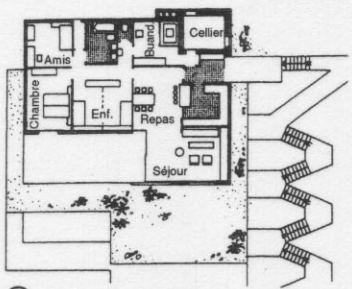


② Espace libre de terrasse partiellement inclus dans la construction.

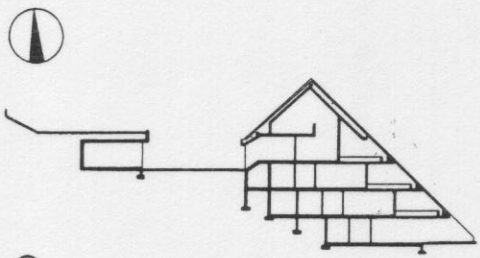
③ Intégration de terrasses dans les constructions à 2 niveaux.

④ Surfaces libres pour des constructions dont la surface de base est irrégulière.

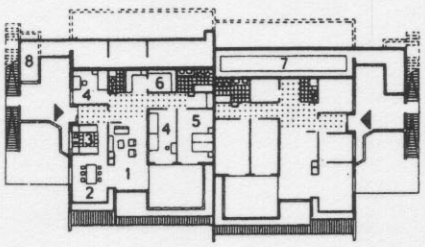
⑤ Intégration de terrasses dans des constructions en L.



⑥ Vue en plan. Arch. : Schimdt + Knecht

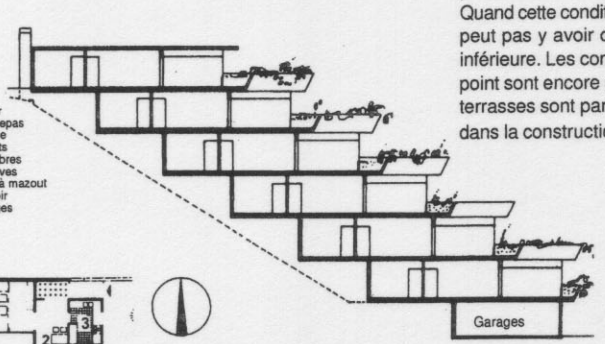


⑦ Vue en coupe de fig. 6.

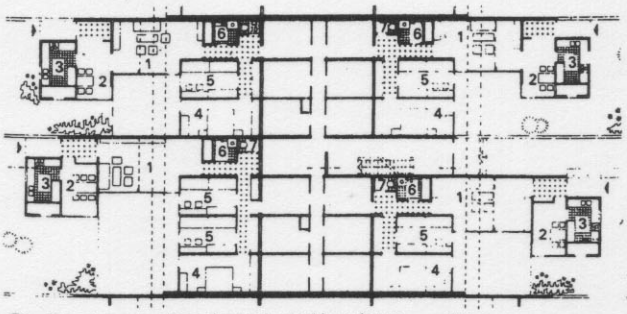


⑧ Vue en plan. Arch. : Stucky + Menli

1 Séjour
2 Coin repas
3 Cuisine
4 Enfants
5 Chambres
6 Réserves
7 Cuve à mazout
8 Séchoir
9 Garages

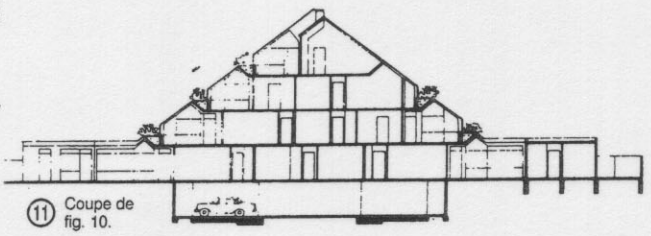


⑨ Coupe de fig. 8.

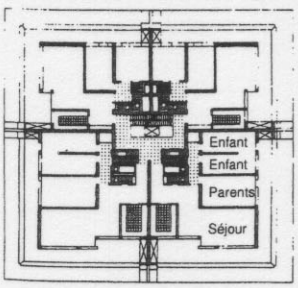


⑩ Plan du rez-de-chaussée d'un immeuble en forme de colline. Arch. : Frey, Schröder, Schimdt

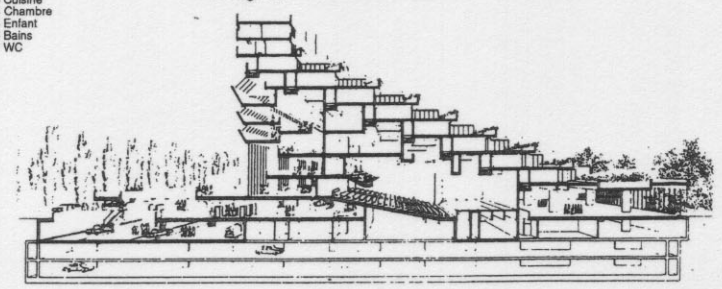
1 Séjour
2 Coin repas
3 Cuisine
4 Chambre
5 Enfant
6 Bains
7 WC



⑪ Coupe de fig. 10.



⑫ Étage supérieur d'un immeuble en terrasses situé sur un sol plat. Arch. : Buddeberg

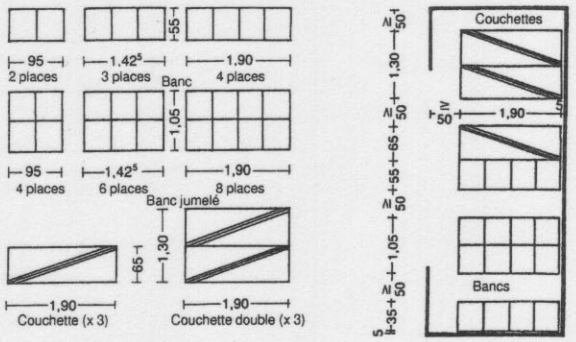


⑬ Coupe transversale d'un palais des congrès. Projet : E.Gisel

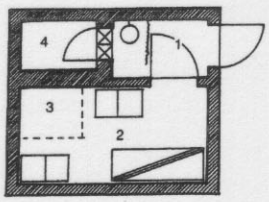
Les terrains situés sur de fortes pentes incitent à la construction en terrasses. L'angle d'empilement des terrasses (rapport hauteur étage / profondeur terrasse) = pente moyenne du terrain ≥ 8° à 40°. Profondeur terrasses ≥ 3,20 m, souvent orientées vers le Sud, à l'abri des regards indiscrets mais bénéficiant d'une vue dégagée (fig. 1 à 5). Plans et coupes (fig. 6 à 11). Les immeubles en terrasses possèdent devant chaque appartement un espace libre pour se reposer, pour travailler et un espace de jeux en plein air pour les enfants. Les plantations sur les balustrades augmentent la valeur immobilière (fig. 1 à 9). Les avantages de ces grandes terrasses incitent à la construction de tels immeubles même sur terrain plat. Les espaces résultant des constructions de ce type sont utilisés dans les étages inférieurs comme pièces polyvalentes (fig. 10 à 13). Il est d'ailleurs intéressant de construire des logements en terrasse au-dessus de grandes salles (fig. 13). On distingue différentes formes d'immeubles : avec terrasses sur un côté, deux côtés ou plus. Les immeubles à terrasses sont obtenus en décalant des unités d'habitation d'égale profondeur (fig. 9) ou en disposant les uns au-dessus des autres des logements de profondeur décroissante (fig. 11).

Profondeur du bac $x = \frac{p\,(hy-hb)}{he}$ (fig. 1).

La profondeur nécessaire pour un bac dépend de la hauteur de l'étage et de la profondeur hors tout de la terrasse. Quand cette condition est respectée, il ne peut pas y avoir de vue sur la terrasse inférieure. Les conditions concernant ce point sont encore meilleures lorsque les terrasses sont partiellement encastrées dans la construction (fig. 4 et 5).

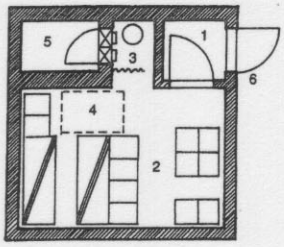


① Dimensions hors tout des surfaces assises et allongées.

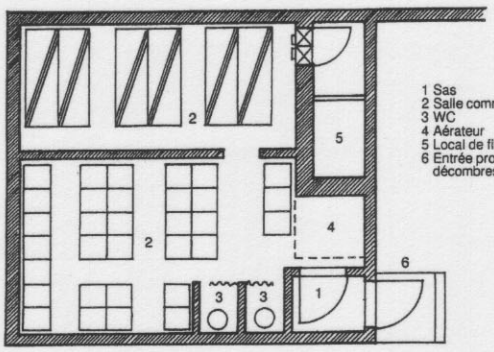


1 Sas d'entrée + WC = 2,30 m²
2 Salle commune = 6,00 m²
3 WC
4 Aérateur = 1,3 m²
5 Local de filtrage = 1,5 m²

② Abri pour moins de 8 personnes = 17,2 m² (habitat).

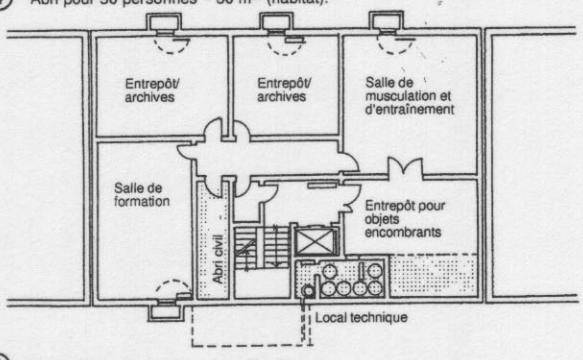


③ Surface construite pour 10 personnes ~ 28 m²

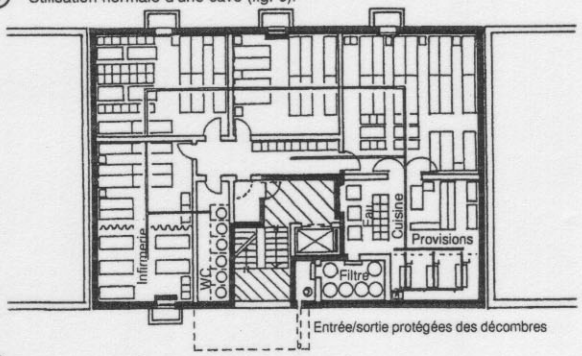


1 Sas
2 Salle commune
3 WC
4 Aérateur
5 Local de filtrage
6 Entrée protégée des décombres

④ Abri pour 50 personnes ~ 50 m² (habitat).



⑤ Utilisation normale d'une cave (fig. 6).



⑥ Utilisation d'un abri public (fig. 5).

La construction de grands abris n'est pas imposée en Allemagne ou en France mais c'est une obligation dans certains pays, par exemple en Suède ou en Suisse. Lors d'une utilisation polyvalente, c'est l'utilisation civile qui prime.

Abri de protection pour habitations : pour tous les types d'immeubles de 7 à 50 personnes (abris privés).

Prévus pour immeubles de bureaux, écoles, hôpitaux, immeubles d'habitation, lieux de travail.

Abris publics : capacité moyenne : 51 à 299 personnes,
grande capacité : 300 à 3 000 personnes,
grande capacité dans le métro et parkings souterrains : jusqu'à 4 000 personnes.

Prévus pour piétons passant dans la rue ou utilisateurs des transports publics (des études de thermodynamique sont nécessaires pour l'émission et la dissipation de la chaleur).

Abris pour mise en sécurité de biens culturels. Les principes de technique de construction distinguent : la protection de base et la protection renforcée.

a) Protection de base :
Protection contre les décombres (surcharges), protection incendie, protection contre les gaz chimiques (filtre à air), contre les retombées radioactives (*fall-out*) et pour des séjours de longue durée (réserves).

b) Protection renforcée sans a) :
Protection contre les effets de souffle (charges dynamiques) et le flash radiatif (momentané).

Les abris pour habitations sont des constructions fermées sur elles-mêmes, hermétiques et verrouillables : salles communes avec pièces annexes, local pour filtre et échelle de secours.

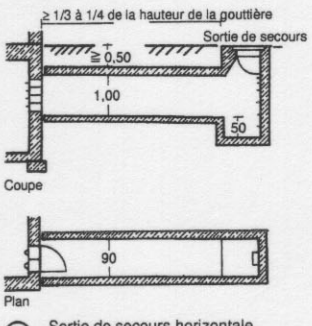
Installations d'aération, sanitaires et issue de secours.

Ils doivent être accessibles dans les plus courts délais. Provisions pour 14 jrs. Situation à proximité immédiate des lieux d'habitation auxquels ils appartiennent. Chemin reliant l'entrée des abris aux habitations ≤150 m. Abris pour 7 personnes ou moins, au moins 6 m² de surface et 14 m³ de volume. Pour chaque place supplémentaire jusqu'à 25 places, augmenter la surface de base de 0,50 m² et 1,40 m³/place. Prévoir au moins 1 WC sans eau pour 12 personnes ou moins. 2 WC sans eau pour plus de 25 places.

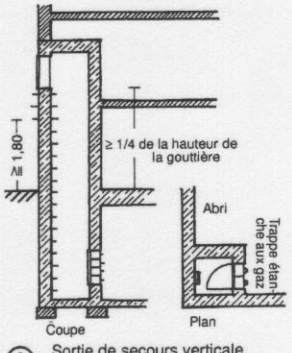
Hauteur libre ≥ 2,30 m, au-dessus de 3 couchettes superposées 1,70 m, au-dessus de 2 couchettes superposées 2,00 m, au-dessus des circulations 1,50 m.

Disposition : plan et coupe quelconques. Ne pas dépasser le rapport latéral de 2 : 1 pour un plan rectangulaire. Lors de la conception, veiller à une utilisation possible en temps de paix, par exemple buanderie, pièce de bricolage et jeux, pour entreposer les vélos et séchoir, à condition qu'une évacuation rapide soit assurée.

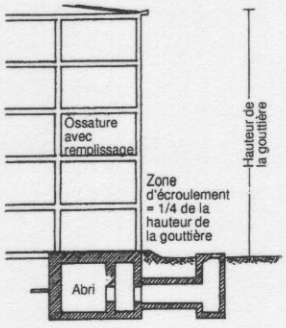
Matériaux : béton pour les parties de construction porteuses qualité B25.



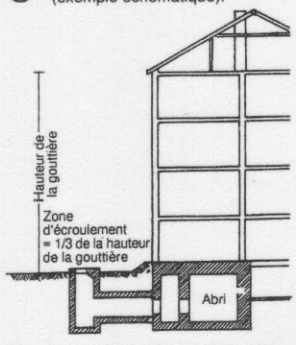
⑦ Sortie de secours horizontale (exemple schématique).



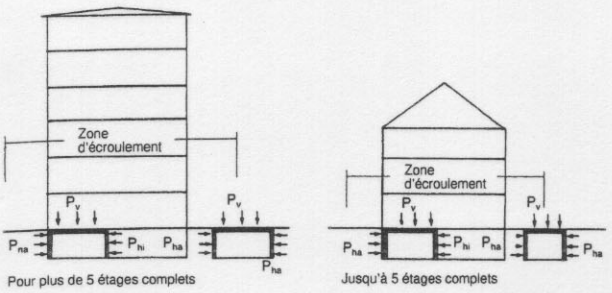
⑧ Sortie de secours verticale (exemple schématique).



⑨ Dessin schématique par rapport au bâtiment.



⑩ Dessin schématique par rapport au bâtiment.

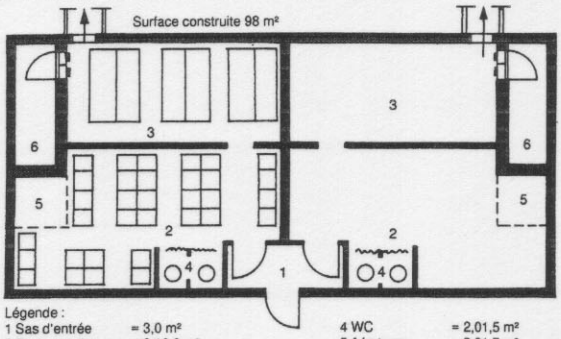


Concevoir les abris de grande capacité comme constructions renfermées sur elles-mêmes, hermétiques aux gaz et verrouillables. Un abri de grande capacité comporte : entrée avec sas, pièce de surveillance (entrepôt), salle commune avec infirmerie, surface avec réserve d'eau, WC et cuisine de secours, ainsi qu'installations et aménagements techniques. Construire une fosse septique sous l'abri. La capacité d'accueil ne doit pas descendre au-dessous de 300 personnes et ne pas dépasser 3 000 personnes pour immeubles à plusieurs étages. Ne pas construire plus de 2 abris à grande capacité à proximité immédiate ou l'un au-dessus de l'autre. Ne pas dépasser un total de 5 000 personnes.

① Charges statiques de référence pour charges de décombres.

Charges de décombres : charges statiques de référence pour la prise en compte d'un écroulement de décombres

	P_v = 15	kN/m² = 10	kN/m²
	P_{hi} = 10	kN/m² = 10	kN/m²
pour sable et gravier	P_{ha} = 6,75	kN/m² = 4,50	kN/m²
pour limon de consistance moyenne	P_{ha} = 9	kN/m² = 6	kN/m²
pour limon de consistance molle et argile	P_{ha} = 11,25	kN/m² = 7,50	kN/m²
pour tous types de sol dans nappe phréatique	P_{ha} = 15	kN/m² = 10	kN/m²



Légende :

1 Sas d'entrée	= 3,0 m²	4 WC	= 2,01,5 m²
2 Places assises	= 2,16,6 m²	5 Aérateurs	= 2,01,7 m²
3 Couchages	= 2,13,4 m²	6 Local filtre	= 2,03,0 m²

② Schéma : 2 abris d'habitations mitoyennes pour 100 personnes en tout.

Places protégées	51...80	81...149	150...180	181...240	241...299
	m²	m²	m²	m²	m²
Salle commune [1]	51...80	81...149	150...180	181...240	241...299
dont					
Infirmerie [2]	3,8...6	6...11	11...13,5	13,5...18	18...22,5
Cuisine auxiliaire	-	-	5	5	5
Ventilateur	3,5	7	10,5	14	17,5
Réservoirs d'eau	1...1,5	1,5...2,5	2,5...3	3...4	4...5
Entrepôt	10	10	20	20	20
Toilettes	3,2	3,2...4,8	4,8...6,4	6,4...8	8...8,8
Fosse septique	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Pièce pour filtre	4	8	12	16	20
Filtre à poussière (selon type de construction)	3	3	3	3	3
Préfiltre pour le sable (pour 2 m de gravats)	2...3	3...5,6	7,5...9	9...12	12...15
Sas	1,5	3	3	3	3

1) Pour des valeurs intermédiaires, il faut interpoler ; pour une hauteur libre de moins de 2,50 m, les surfaces sont plus importantes.
2) Pour des valeurs intermédiaires, il faut interpoler.

⑤ Surface nécessaire (valeur minimale) surfaces nettes.

	300 personnes	600 personnes	1000 personnes	2000 personnes	3000 personnes
Sas	2 x 4,5 m²	2 x 9 m²	2 x 15 m²	3 x 15 m² ou 20 m² + 15 m²	4 x 15m² ou 2 x 20 m²
Salles communes	600 m²	1200 m²	2000 m²	4000 m²	6000 m²
Infirmerie	30 m²	60 m²	100 m²	200 m²	300 m²
Pièce de surveillance (entrepôt)	10 m²	10 m²	10 m² (+ 10 m²)	10 m² (+ 20 m²)	10 m² (+ 30 m²)
WC	6,4 m²	12 m²	20 m²	40 m²	60 m²
Cuisine auxiliaire	10 m²	10 m²	10 m²	2 x 10 m²	3 x 10 m²
Pièce pour aérateurs et filtres *)	20 m²	25 m²	30 m²	40 m²	60 m²
Préfiltre pour sable (jusqu'à 2 m de gravats)	11,5 m²	22,5 m²	37,5 m²	75 m²	112,5 m²
Installation de groupe électrogène de réserve	-	-	15 m²	20 m²	20 m²
Réserve de mazout	-	-	7,5 m²	10 m²	15 m²
Réservoir d'eau	4,2 m³	8,4 m³	14 m³	28 m³	42 m³
Fosse septique	1,0 m³	1,0 m³	2,0 m³	2,0 m³	2,0 m³

*) Pour d'autres valeurs, il faut interpoler ou extrapoler les valeurs du tableau.

③ Surface nécessaire (valeur minimale).

	1000 personnes	2000 personnes	3000 personnes	4000 personnes
Sas	pour toutes les entrées et sorties 1 x 10 m²			
Salles communes	2000 m²	4000 m²	6000 m²	8000 m²
Infirmerie	100 m²	200 m²	300 m²	400 m²
Pièce de surveillance (entrepôt)	10 m² + (10 m²)	10 m² + (20 m²)	10 m² + (30 m²)	10 m² + (40 m²)
WC	20 m²	40 m²	60 m²	80 m²
Cuisine auxiliaire	10 m²	2 x 10 m²	3 x 10 m²	4 x 10 m²
Pièce pour aérateurs et filtres	30 m²	40 m²	60 m²	70 m²
Préfiltre pour sable (jusqu'à 2 m de gravats)	37,5 m²	75 m²	112,5 m²	150 m²
Installation de groupe électrogène de réserve	15 m²	20 m²	20 m²	25 m²
Réserve de mazout	7,5 m²	10 m²	15 m²	20 m²
Réservoir d'eau	14 m³	28 m³	42 m³	56 m³
Fosse septique	2 m³	2 m³	2 m³	2 m³

Pour d'autres valeurs, il faut interpoler ou extrapoler les valeurs du tableau.

④ Surface nécessaire (valeur minimale).

Emprunté à «La construction ancienne»
Rau O et Braune U., Leinenfelden 1985

Réfection, modernisation, réhabilitation ou agrandissement d'une construction ancienne, nécessitent une autre démarche de planification qu'une construction neuve.

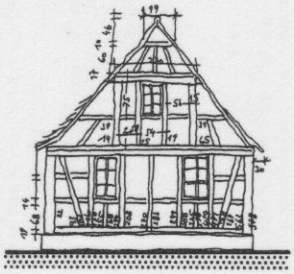
Il existe souvent une protection du patrimoine pour les constructions anciennes.

La condition et la base de la réhabilitation est un inventaire systématique, lors duquel chaque élément de construction important, chaque détail, doit être soigneusement vérifié (fig. 5).

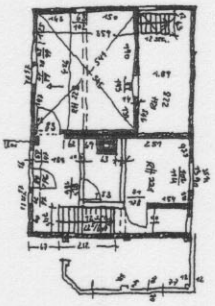
L'inventaire se structure en règle générale selon les étapes suivantes :

- Description générale de la construction (terrain, règlements, lois, âge du bâtiment, parties historiques de la construction, particularités historiques de son arrangement, matériaux de construction, utilisation du bâtiment, structure portante, particularités constructives, autres particularités).
- Description des matériaux de construction et du niveau de l'équipement, de l'équipement technique, utilisation du bâtiment (habitation, commerce, etc), locataires.
- Données de financement, rentrées de loyers.
- Inventaire de l'état du bâtiment selon les localisations (façades, toit, cage d'escalier, cave, appartements, unités commerciales et pièces isolées), métrés, inventaires.

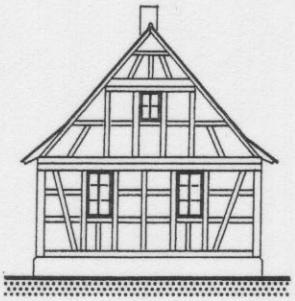
Domaines essentiels de défectuosités : souches de cheminées, encrassement des souches, charpente en comble endommagée (champignons, insectes), gouttières et descentes d'eau pluviale, raccords de toit et murs pourris, fuites en toiture.
Absence d'isolation thermique, ligne sous tension, fissures dans les murs, défauts de construction, plafond à poutres apparentes pourri, crépi des murs et du plafond détérioré, façade perméable.
Portes en bois, escaliers bois endommagés, escalier et structure métallique des voûtains de cave rouillés à cœur.
Murs de cave non étanches.
Chauffage, installations sanitaires inutilisables. Canalisations de base et branchements endommagés ou sous-dimensionnés.



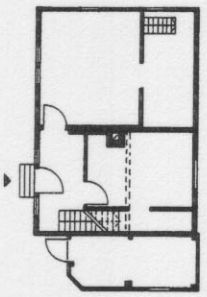
① Relevé des existants : croquis coté façade.



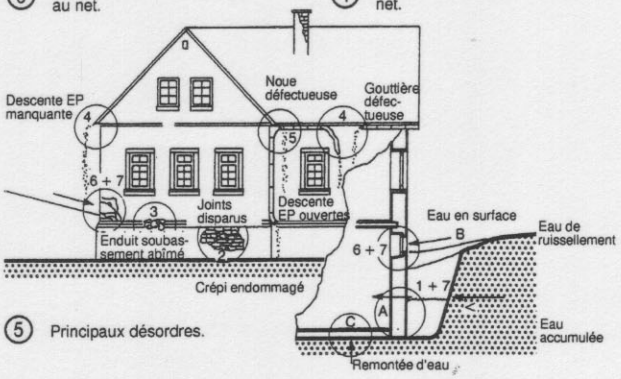
② Relevé des existants : croquis coté plan.



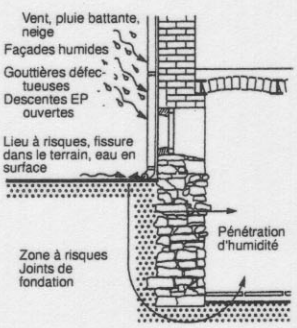
③ Relevé des existants : façade mise au net.



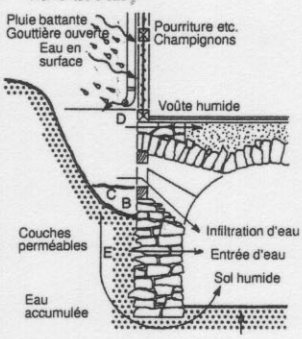
④ Relevé des existants : plan mis au net.



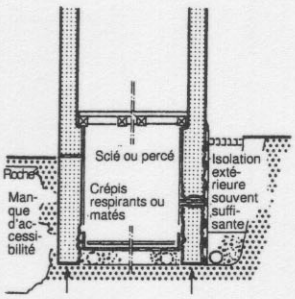
⑤ Principaux désordres.



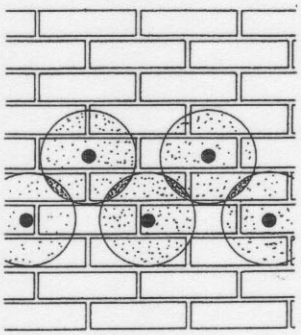
⑥ Principaux désordres causés par de l'eau non sous pression.



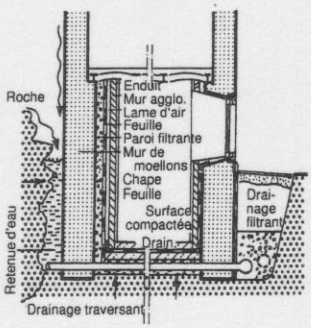
⑦ Principaux désordres causés par de l'eau sous pression.



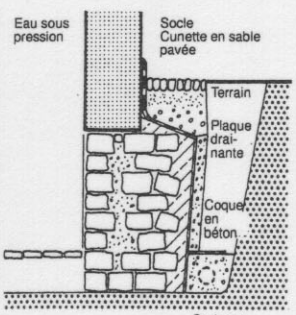
⑧ Isolation et assèchement en sous-sol.



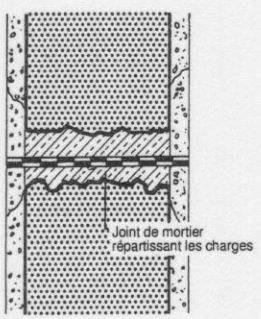
⑨ Assèchement par injection.



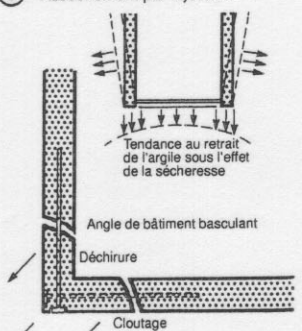
⑩ Assèchement par l'intérieur pour des murs extérieurs partiellement inaccessibles.



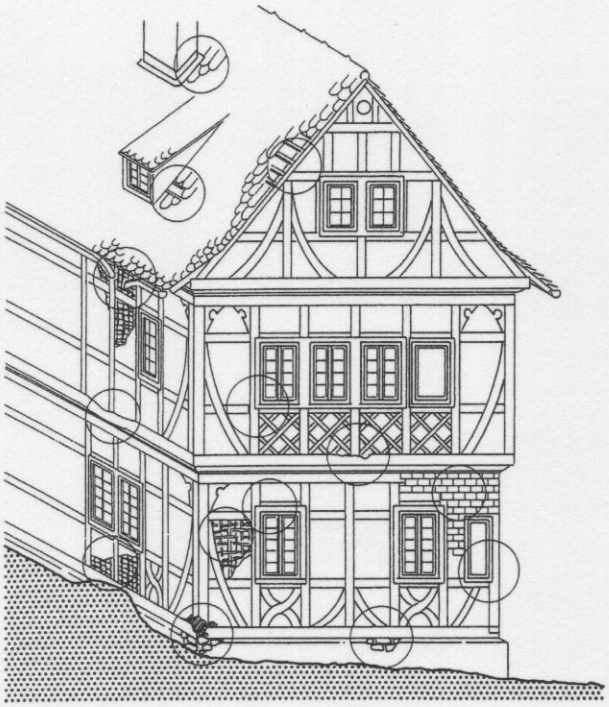
⑪ Réfection de fondations débordant sur le terrain.



⑫ Isolation horizontale réalisée ultérieurement.



⑬ Cloutage d'un angle de maison basculant.



① Principaux points de dommages sur colombages.

Mur extérieur, colombage (pan de bois)

Sur les colombages d'origine, il n'y avait ni métal, ni clou ni vis. En règle générale, on peut rénover un colombage sans fer ni acier, uniquement avec des éléments en bois (fig. 1). Remplissages du colombage : selon les régions, maçonnerie apparente ou pisé (fig. 10 à 13).

Les remplissages en pisé doivent toujours être conservés et ceux qui sont abîmés doivent être réparés.

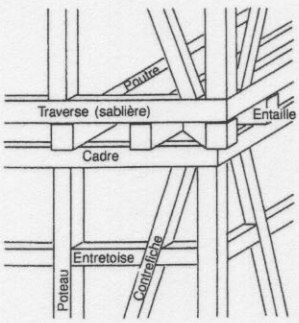
Aucun matériau ne peut remplacer les avantages physiques et biologiques des remplissages en pisé artisanaux. Jusqu'à aujourd'hui, aucun autre remplissage ne peut être recommandé comme idéal ou équivalent au remplissage en pisé (fig. 13).

Les remplissages en maçonnerie renforcent la maison, ce qui contredit les principes constructifs du colombage et des remplissages légers ne conviennent pas en combles.

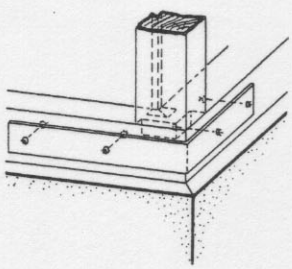
La façade en colombage nécessite un entretien régulier de la construction sous forme de petites réparations.

Principaux désordres de la maison en colombage :

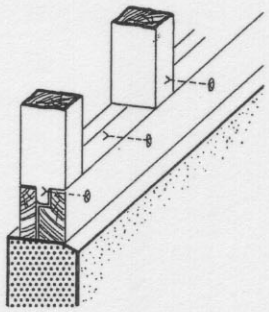
Avant-toit, égout des eaux de pluie, gouttières, descentes d'eau pluviale, raccords du toit, humidité, pourriture, pourriture sèche, champignons, insectes, raccords de bois baillants ou ouverts, pénétration d'eau, raccords avec les appuis de fenêtres et les constructions voisines (fig. 1).



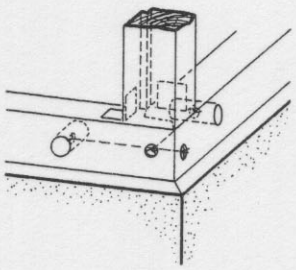
② Principe de montage d'un colombage.



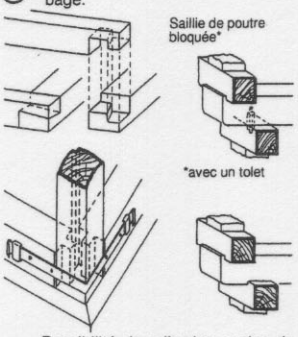
③ Renforcement d'un angle de traverse par ancrage métallique.



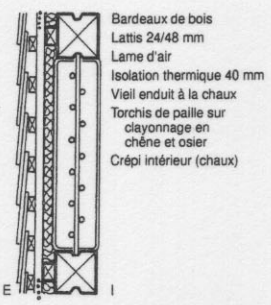
④ Remplacement en deux temps d'une traverse.



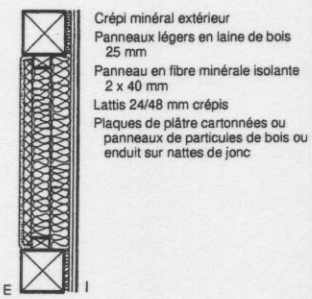
⑤ Traverse d'angle consolidée par vis à tête.



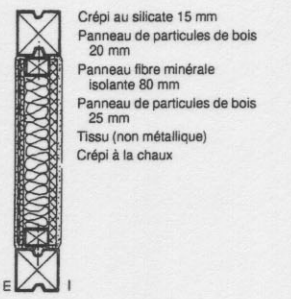
⑥ Possibilité de relier les angles de traverse de colombage (résistance à la traction et à la compression).



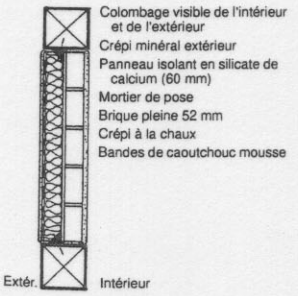
⑦ Isolation extérieure avec remplissage à grande capacité de diffusion sous parement avec lame d'air.



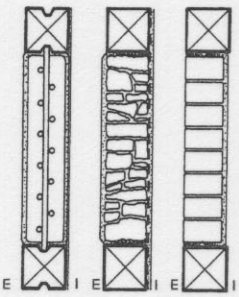
⑧ Système de remplissage à haute isolation, avec parement du colombage à l'intérieur.



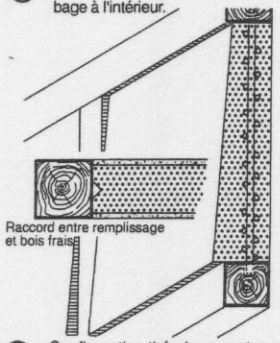
⑨ Nouveau système de remplissage avec colombage visible de l'intérieur et de l'extérieur.



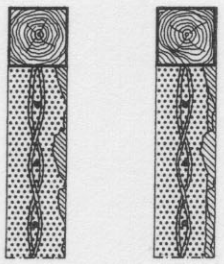
⑩ Nouveau système de remplissage avec panneaux isolants et briques.



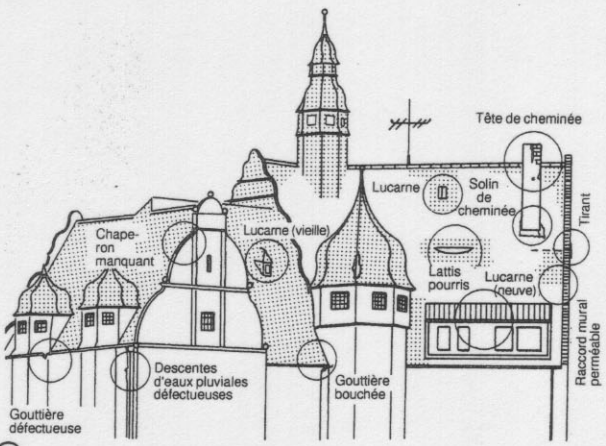
⑪ Remplissage en pisé, en pierre et en briques.



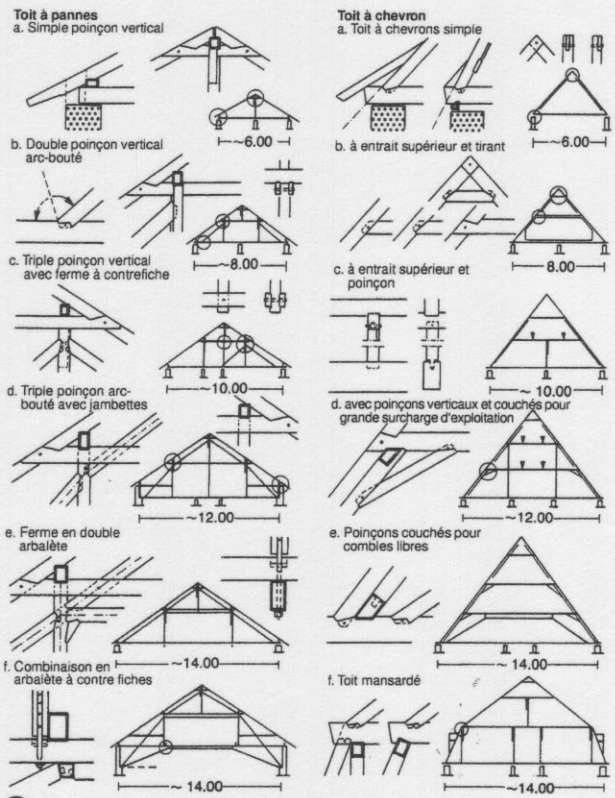
⑫ Configuration théoriquement exemplaire des remplissages.



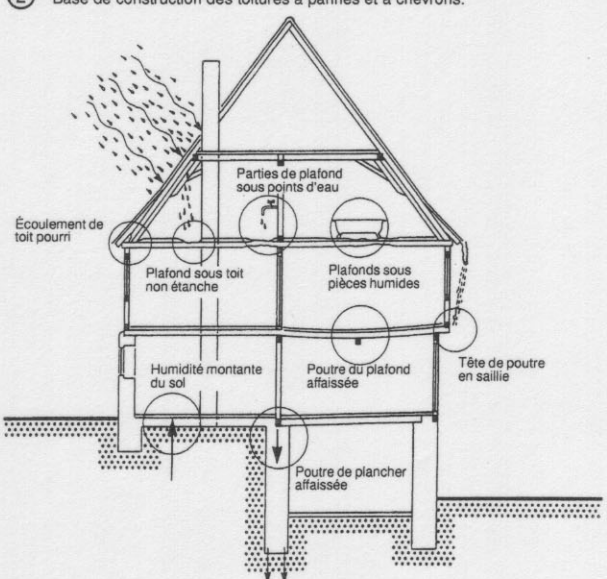
⑬ Éviter les raccords affleurants lors de la réfection de remplissage en pisé.



① Sources principales de désordres en toiture.



② Base de construction des toitures à pannes et à chevrons.



⑤ Points principaux de désordres dans le domaine des planchers et leurs causes.

Toiture :

Dans leur fonction originelle les toits sont toujours une protection et participent ainsi au concept primitif de la maison.

Les toits sont la partie d'une maison la plus exposée aux influences atmosphériques. Des petits dégâts inaperçus entraînent à la longue d'énormes dégâts.

C'est pourquoi on accorde une importance primordiale à l'entretien du toit. Un état impeccable des combles et de la toiture est la base de toute restauration sensée (fig. 1 et 5).

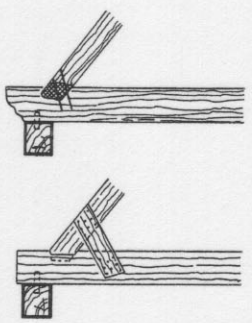
Le matériau utilisé pour la construction traditionnelle des toits sous nos latitudes est presque uniquement du bois.

Toutes les formes de combles existantes reposent sur des assemblages triangulaires de configurations diverses (fig. 2 et 4).

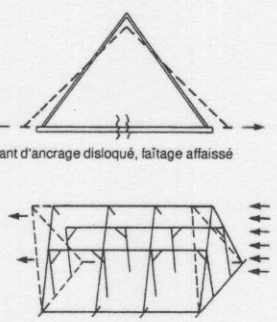
Le mode de dérivation de charge montre toutefois des différences spécifiques à chaque construction, dont la connaissance est essentielle pour une restauration du toit sans dommages.

L'application des charges sur le toit n'est pas relative au poids propre et à la neige mais avant tout au vent. C'est pourquoi la présence et le bon état des éléments de contreventement sont d'une importance capitale (fig. 4).

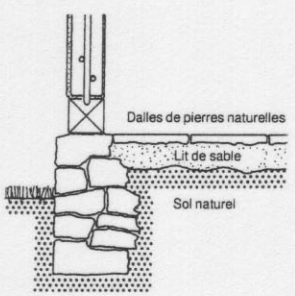
Revêtements de sol sur terre-plein, sans isolant ni étanchéité (fig. 6). Il est recommandé lors d'une rénovation du revêtement, de faire une reconstruction complète avec étanchéité et isolation (fig. 7).



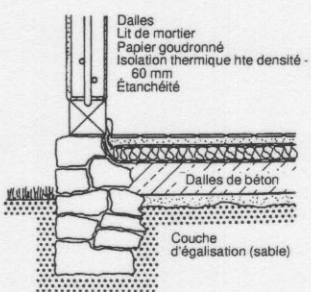
③ Réparation de la base d'un toit à chevrons par des prothèses en plastique ou éclisses de raccordement en bois.



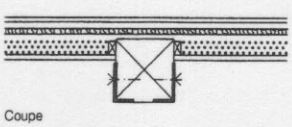
④ Enlever les contreficheS entraîne un décalement du toit sous la pression du vent.

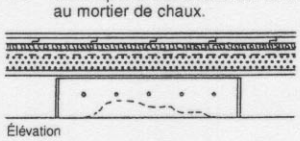


⑥ Sol ancien en pierres naturelles sur terre-plein.

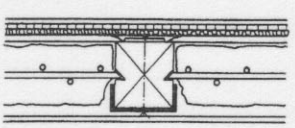


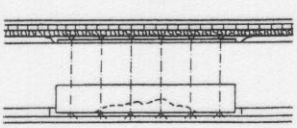
⑦ Rénovation du sol avec isolation thermique et étanchéité sur béton au mortier de chaux.



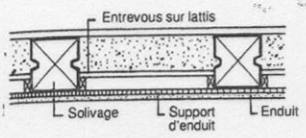


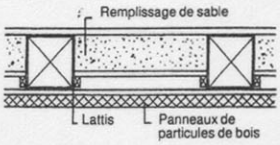
⑧ Renforcement des points faibles des pans de bois dans la zone du remplissage.



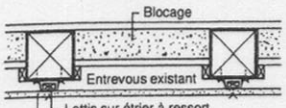


⑨ Renforcement des points faibles des pans de bois dans la zone du remplissage.

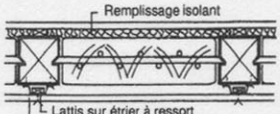




(Plafond avec entrevous sur lattis)

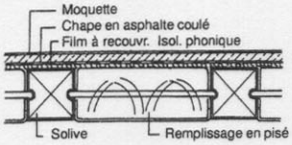


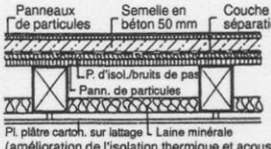
(Isolation d'un plafond à solives bois côté cave)



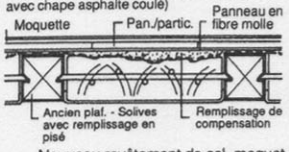
① Amélioration acoustique par plafond suspendu.

② Amélioration acoustique d'un plancher en pisé.

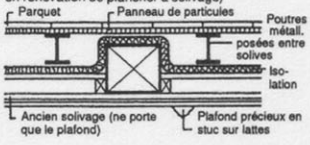




(construction de sol isolant aux bruits de pas, avec chape asphalte coulé)

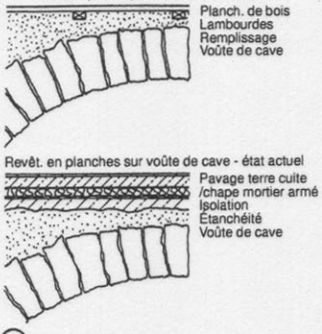


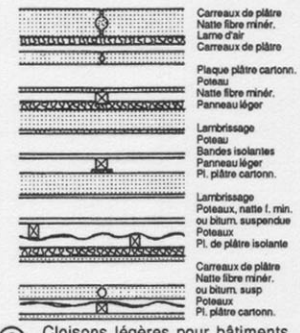
(amélioration de l'isolation thermique et acoustique en rénovation de plancher à solivage)



③ Nouveau revêtement de sol, moquette sur panneaux de particules + isolation phonique aux bruits d'impact.

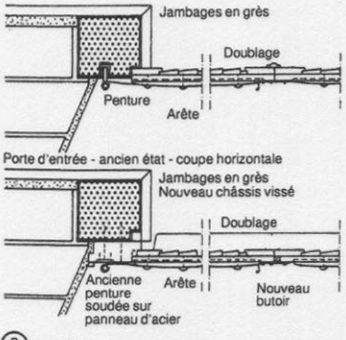
④ Mise en œuvre d'un plancher à poutres métalliques-ancien solivage avec plafond de valeur en stuc conservé.

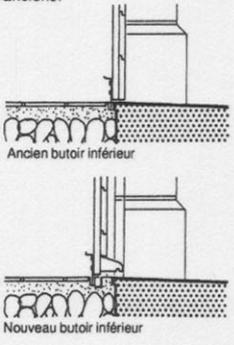




⑤ Sol sur voûte de cave après rénovation.

⑥ Cloisons légères pour bâtiments anciens.





⑨ Vieilles portes d'entrée sur nouveau dormant (coupe horizontale).

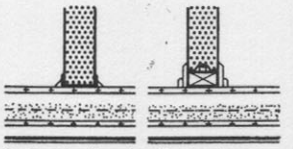
Planchers d'étage :

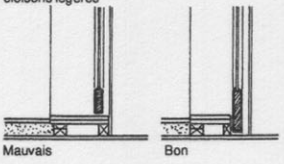
Le dimensionnement des poutres porteuses de plancher dans la construction ancienne était autrefois réalisé de manière empirique par le charpentier. Dans ce cas, les charges sont souvent supportées par des solives transversales, soutenues par une ou plusieurs poutres. Dans un ancien document d'architecture de 1900, il est fait mention d'une relation de la hauteur de la poutre à sa largeur de 5:7 pour déterminer l'épaisseur des poutres.

La règle : la moitié de la taille de la profondeur de la pièce en décimètres donne la hauteur de la poutre en centimètres. En raison du dimensionnement précité, les vieux plafonds à poutres en bois présentent souvent des flèches importantes, qui cependant ne menacent pas la stabilité tant que les contraintes tolérées ne sont pas dépassées.

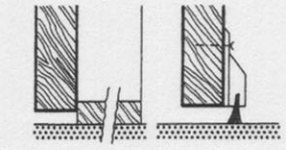
Possibilités de restauration (fig. 1 à 4). Renforcement de la poutre par une deuxième poutre en bois. Amélioration de la répartition de la charge par renforcement de poutres ou poutres métalliques supplémentaires (fig. 4).

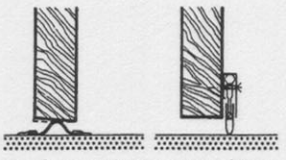
Raccourcissement de la portée par mise en œuvre d'une ou plusieurs poutres supplémentaires ou d'un mur de refend. Des modifications de l'ossature porteuse impliquent l'inventaire exact de toutes les fonctions de descente de charges et renforcements. Pour assurer des reports de charge irréprochables, la cohésion de tous les assemblages doit être garantie.



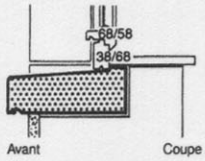


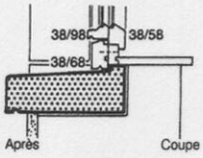
⑦ Nivellement et embasements.

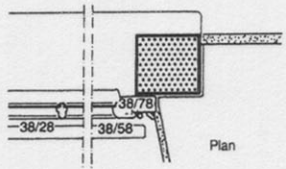


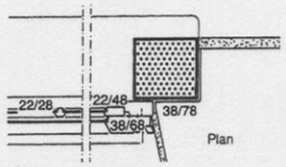


⑧ Quatre variantes pour remédier aux courants d'air sous les vieilles portes.

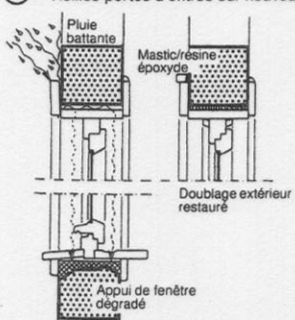




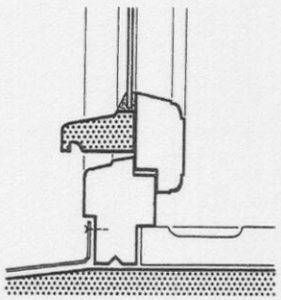




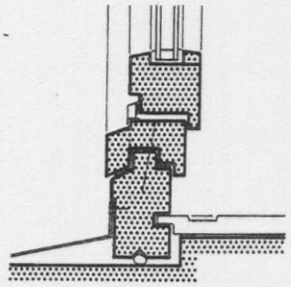
⑩ Doublage d'une fenêtre simple par un survitrage



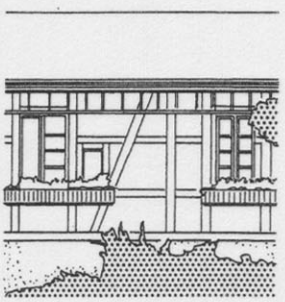
⑪ Dégâts causés par l'humidité sur un habillage extérieur.



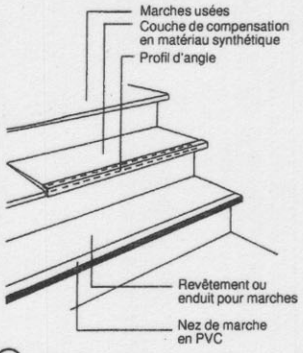
⑫ Nouveau jet d'eau en chêne sur ancien cadre en bois.



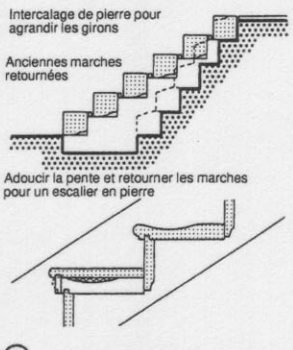
⑬ Pose d'une fenêtre préfabriquée.



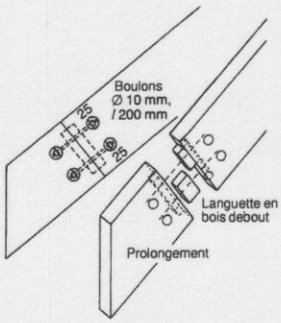
⑭ Façade de maison à colombages.



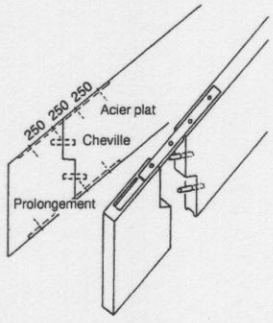
① Rénovation de marches usées.



② Doublage d'un escalier en bois usé.



③ Possibilités de prolongement d'un limon d'escalier.



④ Possibilités de prolongement d'un limon d'escalier.

Escaliers :

Les escaliers extérieurs et intérieurs sont des éléments créatifs de grande importance dans une maison ancienne.

Les escaliers intérieurs existent dans une multitude de formes et matériaux. Les plus fréquents sont en bois. La règle la plus importante lors d'une remise en état est : réparer ce qui est réparable (fig. 1 à 4).

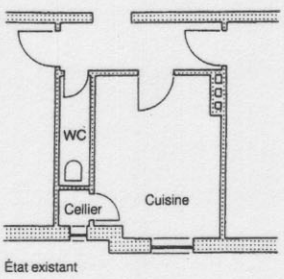
Les escaliers extérieurs sont la plupart du temps en pierre naturelle et servent généralement à accéder au rez-de-chaussée surélevé (fig. 2).

Les marches usées peuvent être retournées si leur face inférieure est convenablement taillée.

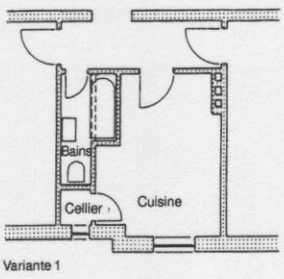
Locaux humides et salles de bains :

Il faut planifier et réaliser avec soin la réfection des murs et sols. Le dégât le plus craint est une fuite sur douche ou baignoire (fig. 12 à 14), mais des barrages de vapeur défectueux ou inexistants, surtout sur murs extérieurs avec isolation intérieure, entraînent une for-mation de buée et de condensation dans la structure.

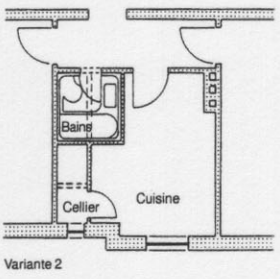
C'est là que se situe la cause de la dégradation et de l'infection par les champignons. L'amélioration des conditions sanitaires est une des mesures de rénovation les plus importantes. La planification de nouvelles solutions doit coller étroitement à l'existant et se coordonner avec les nécessités techniques (fig. 5 à 9).



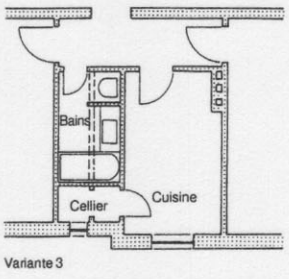
⑤ Variantes pour intégration d'une salle de bains



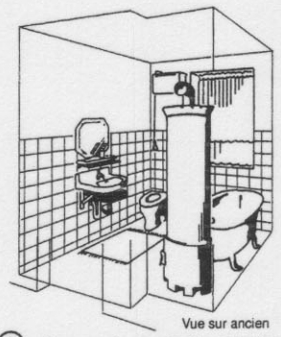
⑥ Agrandissement de la taille d'une baignoire.



⑦ Salle de bains préfabriquée .

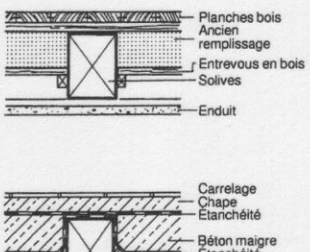


⑧ Élargissement selon longueur baignoire.

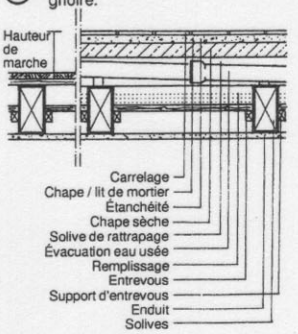




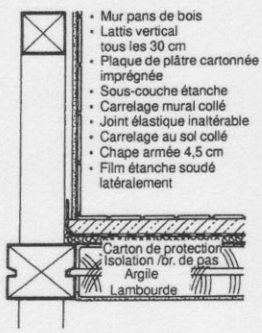
⑨ Passage de canalisations derrière aménagements en saillie.



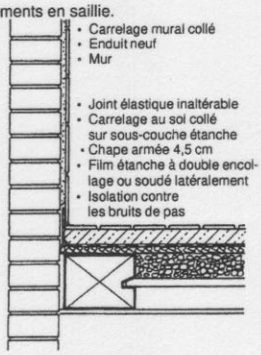
⑩ Possibilité conventionnelle d'étanchement de plancher à structure bois en construction ancienne.



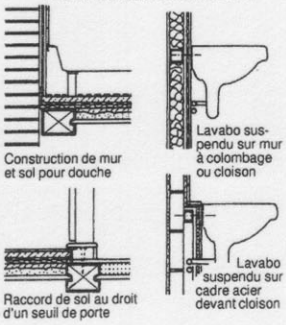
⑪ Passage de canalisation sous nouveau sol.



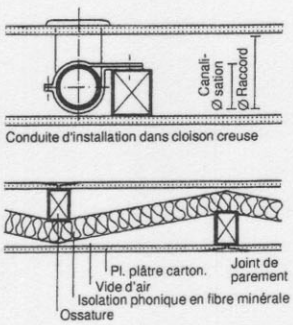
⑫ Constitution du sol et des murs dans locaux sanitaires d'une construction en pans de bois.



⑬ Constitution du sol et des murs dans locaux sanitaires d'une construction en dur avec plancher à solives.



⑭ Points de détails importants pour locaux humides.



⑮ Cloison séparative isolante phonique à ossatures désolidarisées.

Exemples

Sauvetage d'une ancienne construction en bois par superposition d'une voûte en acier.

Situation, problème :
La salle polyvalente de Münster, construite en 1928, était couverte par une ossature porteuse en acier qui avait été tellement endommagée durant la guerre qu'elle devait être entièrement refaite. Après la guerre, l'acier étant devenu d'un coût trop élevé, la grande salle de 37 x 80 m a été couverte pendant 35 ans par une voûte en treillis de bois sans appuis intermédiaires. La construction ne portait que son propre poids, sans isolation thermique, sans le poids de la neige et sans les charges telles que les batteries d'éclairage et autres.

Début de recherche :
La nouvelle pente devait
- être conforme aux règlements sur l'isolation,
- amoindrir les bruits extérieurs et améliorer le confort acoustique.

La nouvelle construction devait
- supporter les charges spécifiques des appareils d'éclairage, coulisses, passerelles,
- être accessible,
- pouvoir être positionnée sur les fondations existantes,
- la construction existante devait être maintenue,
- les temps de planification et fabrication devaient être les plus courts possibles.

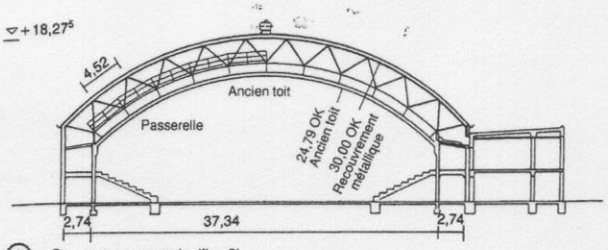
Solution :
Une construction en treillis tridimensionnel, sur laquelle la construction en bois fut accrochée, permit la réduction souhaitée du poids total (fig. 1), 22 arcs en treillis réticulés par des diagonales recouvrent la voûte de 37,34 x 80,30 m (fig. 7 et 8).

Une des deux files de supports de 70 m est déformable, l'autre consiste en une pile articulée (fig. 6).
10 passerelles transversales ont été aménagées à l'intérieur du treillis tridimensionnel (fig. 1).

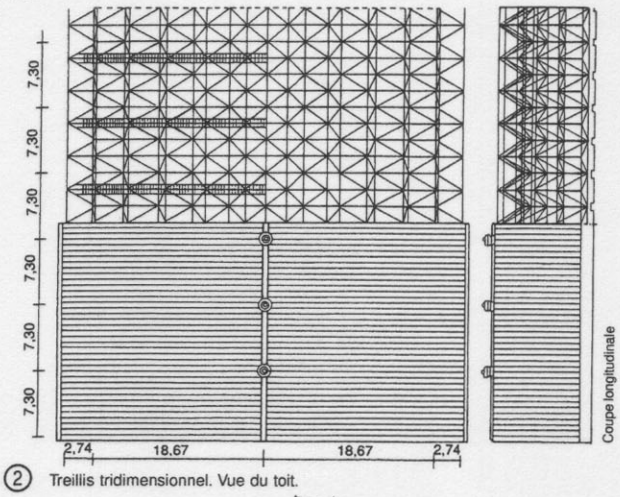
De petites grues ont assemblé sept éléments de construction de grand format allant jusqu'à 32 tonnes, qui ont été déplacés en deux jours et demi par une grue de 500 tonnes (fig. 7 et 8).

La construction est galvanisée et protégée contre la rouille et le feu. Le recouvrement du toit se compose de pannes, de tôles à ondes trapézoïdales, d'un écran pare-vapeur, d'un isolant thermique et d'une peau extérieure en tôle d'aluminium (fig. 4 et 5).

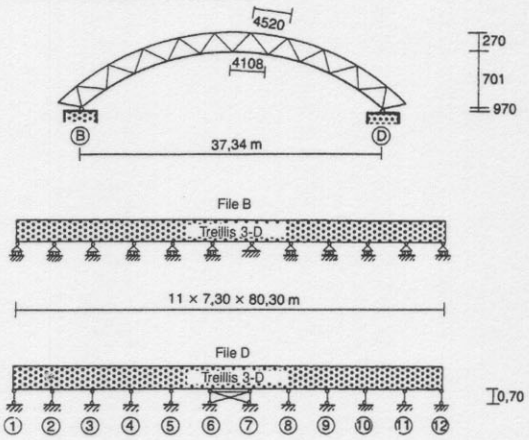
Participants :
Münsterlandhalle Gmbh, service des bâtiments de Münster, MERO-Raumstruktur et de nombreux ingénieurs spécialisés.



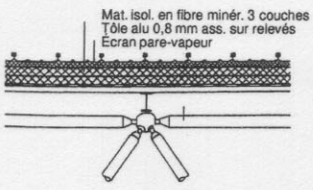
① Coupe transversale (fig. 2).



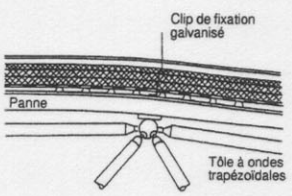
② Treillis tridimensionnel. Vue du toit.



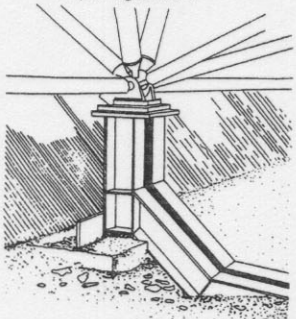
③ Système de construction tridimensionnelle. File B unilatérale. File D articulée.



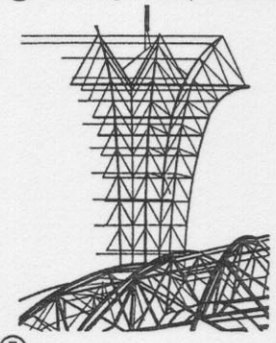
④ Structure de la peau de couverture. Coupe longitudinale.



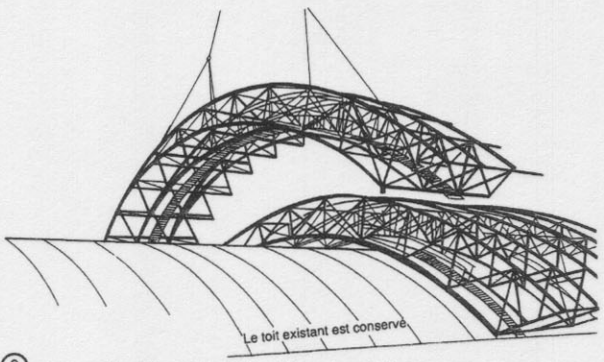
⑤ D'après figure 4. Coupe transversale.



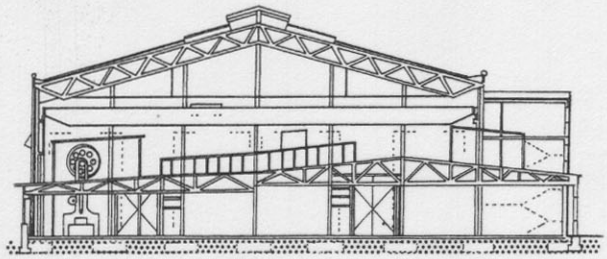
⑥ Support de 70 cm amovible unilatéralement (fig. 3).



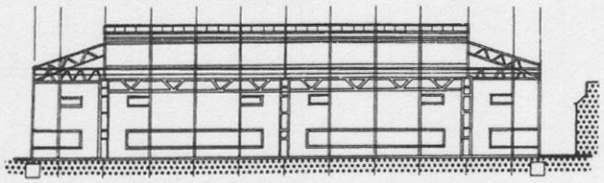
⑦



⑧ Levage d'un élément de treillis tridimensionnel (fig. 7).

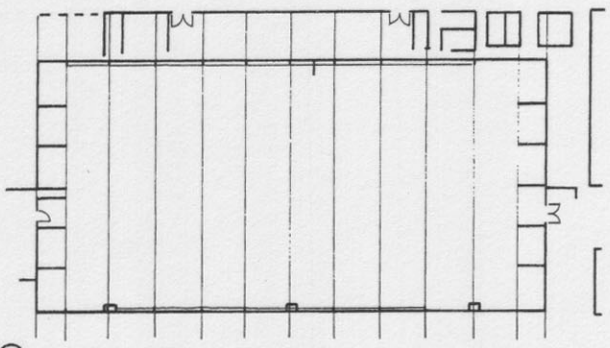


① Ancienne et nouvelle coupes transversales superposées (fig. 2 et 3).



Les grandes machines sont restées en place durant les travaux

② Coupe longitudinale (fig. 3).



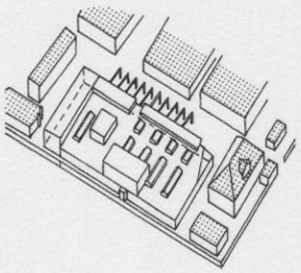
③ Plan d'ensemble.

Rénovation et agrandissement par surélévation avec ossature métallique.

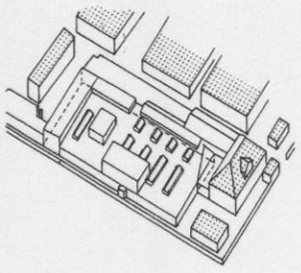
Situation, tâche :
Sur le terrain partiellement construit d'une usine de métal léger à Munich, l'atelier de forge devait être rénové et agrandi. L'ancienne construction avait déjà subi de nombreuses modifications et avait été équipée de diverses tourelles lors de l'achat de nouvelles machines (fig. 1 à 3);
Le nouvel atelier devait :
- être beaucoup plus haut et plus lumineux,
- se trouver sur les files de l'ancien atelier, car il n'était pas question d'une démolition avec reconstruction,
- ne pas interrompre la production plus de 2 à 3 semaines et minimiser les perturbations dues aux travaux,
- faire apparaître, comme il se situe juste à côté d'un bâtiment administratif protégé, une image s'intégrant bien à l'ensemble,
- enfin permettre la construction accolée d'une deuxième tranche de construction.

Ébauche d'une solution :
Les architectes choisirent une construction métallique dont les avantages suivants furent décisifs.
- surélévation sans points porteurs intermédiaires (fig. 2 et 3),
- grande portée pour un poids faible,
- préfabrication et montage en peu de temps avec un appareillage léger.

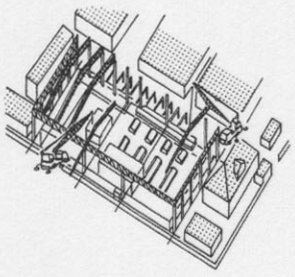
Le toit en pente présente des croupes au-dessus de chaque pignon de façon à s'adapter au toit en croupe du bâtiment administratif, ne pas dépasser les gabarits et permettre une aération naturelle. Les vantelles permettant l'arrivée d'air se situent dans les murs extérieurs, les sorties de ventilation se situent dans les combles (fig. 9 et 10). Les murs extérieurs sont constitués d'éléments sandwiches préfabriqués suspendus en béton, qui assurent un bon confort acoustique avec la robustesse nécessaire à un atelier de forge, et permettent un montage à sec.
Les travaux ont été exactement planifiés : après le montage de la nouvelle construction métallique, l'ancien recouvrement a pu être démonté, au fur et à mesure de la surélévation, avec l'aide de la nouvelle grue à pont roulant appartenant à l'entreprise (fig. 4 à 8).



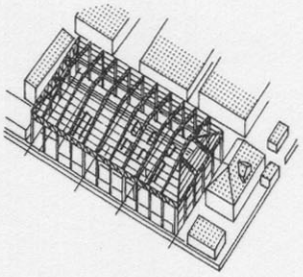
④ État existant lors de l'avant-projet.



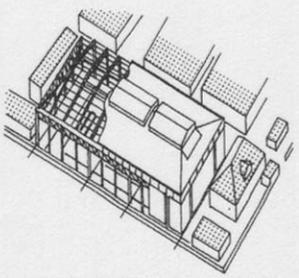
⑤ Démolition d'une ancienne construction entre l'atelier et l'administration.



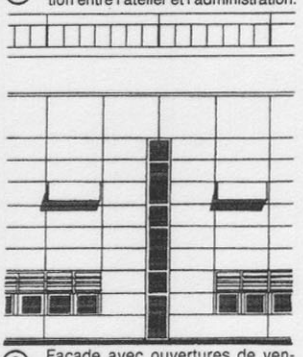
⑥ Montage de la nouvelle construction en acier par dessus le toit existant de l'ancien atelier.



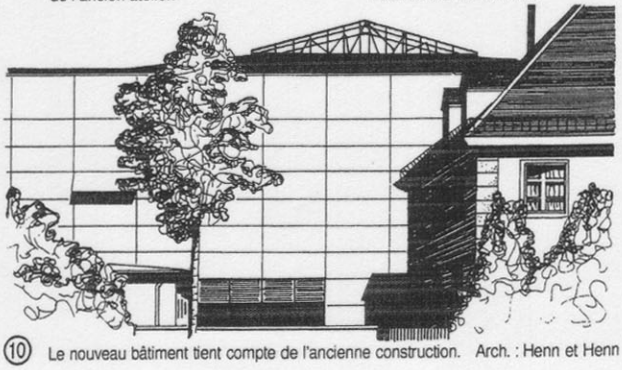
⑦ Fin du montage de la nouvelle construction en acier. Début de la démolition des anciens murs.



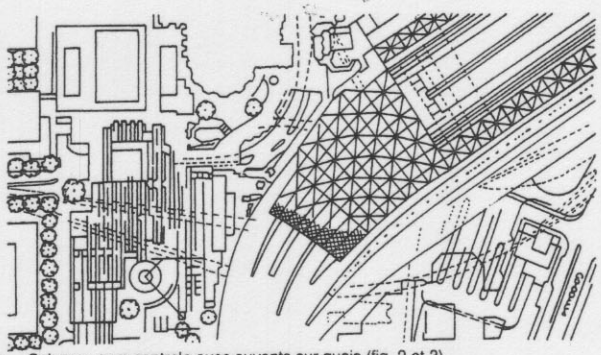
⑧ Démolition de l'ancien toit et enlèvement par une grue des gravats à travers le comble en pignon Ouest encore ouvert, puis fermeture des murs extérieurs et du toit.



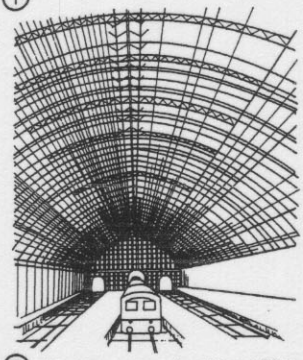
⑨ Façade avec ouvertures de ventilation.



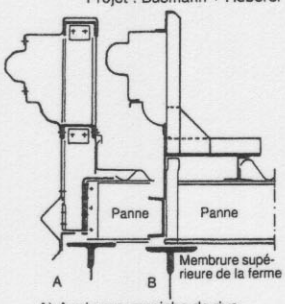
⑩ Le nouveau bâtiment tient compte de l'ancienne construction. Arch. : Henn et Henn



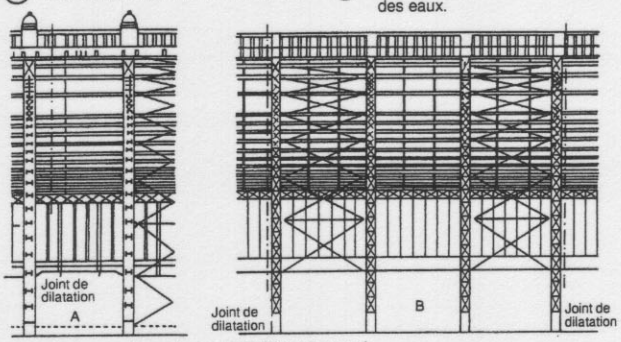
① Cologne, gare centrale avec auvents sur quais (fig. 2 et 3).
Projet : Busmann + Heberer



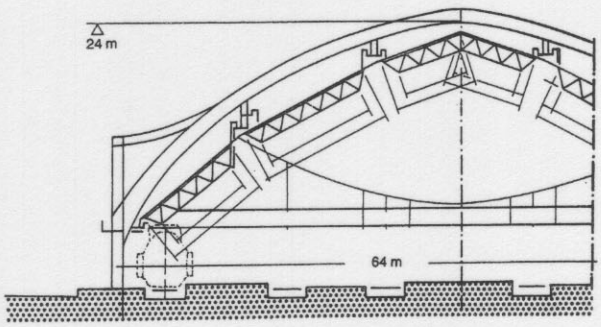
② Des fermes en arc franchissent 62 m.



③ A) Ancienne corniche de rive
B) Nouvelle corniche de rive : le nombre de profils a été réduit et il a été fait très attention à l'écoulement des eaux.



④ Ancien contreventement allant jusqu'au quai.
Nouveau contreventement avec fermes en arc renforcées en partie inférieure.



⑤ Coupe sur le grand hall avec structure intérieure démontable et mobile.



⑥ Avant-projet. Équipe West Köln-Aachen

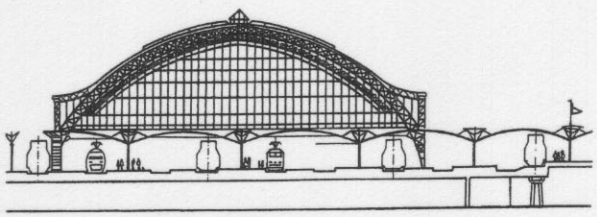
Gare centrale de Cologne

I. Le grand hall des quais : Situation , problème.
Tous les dégâts dûs à la guerre et à la corrosion devaient disparaître de la belle construction en acier avec ses 30 fermes en arc, vieille de quatre-vingts ans, et il fallait aussi rénover la couverture et les bandes de vitrage. La stature historique devait être maintenue malgré l'utilisation de matériaux modernes. Les travaux ne devaient pas trop entraver le fonctionnement de la gare et la circulation des trains (fig. 1 et 2).

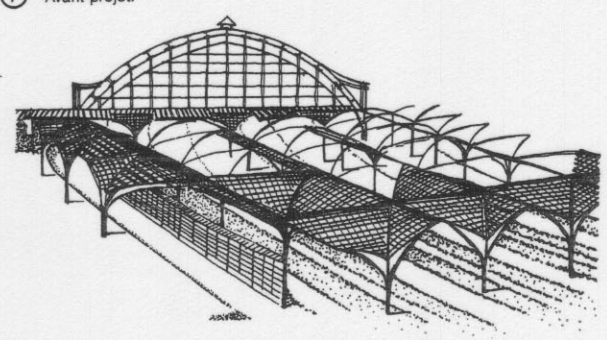
Solution : une structure intérieure métallique amovible a été conçue à la fois comme abri contre les intempéries et comme plate-forme de travail et de protection contre les chutes d'outils ou pièces de construction. Cette structure amovible de 30 x 56 m était constituée de 5 éléments comportant 1 400 nœuds et 5 000 poutrelles, pesait 50 tonnes et était déplacée sur 6 rails, par tronçons toutes les 3 semaines. Les éléments pré-montés dans une gare de marchandises ont été montés sous les arches du hall avec des wagons et selon un emploi du temps fixé à la minute près (fig. 5). La rénovation des contreventements montre comment la nouvelle technique fut appliquée pour la restauration : l'ancien système reliait deux fermes arquées en une unité rigide. Dans le nouveau système, on rassembla chaque fois 4 fermes arquées de la couche inférieure en un cadre rigide et on réduisit les joints de dilatation (fig. 4). Même les détails des corniches et autres ont été reconstruits (avec un nombre réduit de profils) sous un aspect presque identique (fig. 3).

II. Les auvents des quais situés au Sud : Situation, problème.
Après avoir terminé la restauration du grand hall, on s'est attaché à la rénovation des auvents situés au Sud-Est, rénovation qui, en fonction de sa situation par rapport à la cathédrale et au nouveau musée, devait satisfaire à des exigences au-delà de la fonctionnalité (fig. 6 et 8).

Ébauche d'une solution : trois esquisses ressortirent d'une consultation, dans lesquelles la couverture de la courbure difficile des quais de voyageurs a été solutionnée de différentes manières :
1. Des constructions primaires couvrant les quais, entre lesquelles seraient fixées des coques de formes variables(fig. 6 et 7).
2. Un système porteur cohérent, recouvrant l'ensemble des quais des voyageurs et ceux des bagages (fig. 8). C'est ce système qui, pour ses nombreux avantages, a fait l'objet de la présélection.



⑦ Avant-projet. Neufert Planungs AG



⑧ Le projet retenu de Busmann/Haberer avec Prof. Polonyi.

ÉCOLES PRIMAIRES ET COLLÈGES

10 à 15 salles de classe	chacune 65 à 70 m^2
3 salles de cours	chacune 45 m^2

Sciences naturelles

1à 2 salles de travaux pratiques	chacune 70 à 75 m^2
1 à 2 laboratoires de préparation (y compris les locaux de rangement et de matériel)	chacun 40 m^2
1 pièce pour les travaux photos et le travail en groupe	20 à 25 m^2

Enseignement ménager

1 cuisine	70 à 75 m^2
1 salle de cours et restauration	30 à 40 m^2
1 local servant de réser ou/et pour le matériel et les appareils ménagers	30 à 40 m^2
1 vestiaire-lavabos	15 à 20 m^2

Travaux manuels

1 salle pour les activités techniques	
1 salle les activités artistiques	
1 pièce pour le matériel	
1 vestiaire-lavabos	le tout 180 m^2

Autres salles

1 salle de travail	70 à 75 m^2
2 à 3 locaux de matériel pédagogique	chacun 10 à 15 m^2
1 salle pour la bibliothèque scolaire avec des magazines pour jeunes	60 à 65 m^2
1 pièce pour les réunions enseignants-élèves	15 à 20 m^2
1 salle polyvalente (pour la moitié des élèves au maximum)	1 m^2 par élève

Administration

1 salle faisant fonction à la fois de salle de travail et de documentation pour les professeurs	80 à 85 m^2
1 bureau pour le directeur	20 à 25 m^2
1 bureau pour le secrétariat	15 à 20 m^2
1 infirmerie	20 à 25 m^2
1 loge pour le gardien	20 à 25 m^2

Sport

1 salle de sport pour 10 à 15 classes par activité	15 x 27 m
1 terrain de sport selon besoins	

LYCÉES D'ENSEIGNEMENT GÉNÉRAL ET TECHNIQUE

Des salles de classe ayant chacune	40 m^2

Physique, chimie et biologie

1 salle de travaux pratiques de physique	70 à 75 m^2
1 salle de travaux pratiques de chimie	70 à 75 m^2
1 salle de travaux pratiques de biologie	70 à 75 m^2
1 salle de préparation pour physique et chimie, faisant aussi fonction de pièce de rangement et de pièce pour le matériel	30 à 35 m^2
1 salle de préparation pour la biologie	30 à 35 m^2
1 à 2 salles pour travail en groupe en biologie	30 à 35 m^2
1 salle pour travaux photos	20 à 25 m^2

Enseignement ménager

1 cuisine	70 à 75 m^2
1 salle de cours et restauration	30 à 40 m^2
1 local servant de réserves et/ou pour le matériel et les appareils ménagers	30 à 40 m^2
1 vestiaire-lavabos	15 à 20 m^2

Activités artistiques

1 salle de dessin	
1 à 2 salles de travail pour des activité techniques	
1 ou 2 salles pour le matériel	
1 vestiaire-lavabos	le tout occupant de 180 à 220 m^2
1 salle de musique	65 à 70 m^2
1 salle annexe (instruments, notes, pupitres)	15 à 20 m^2

Laboratoire de langues

1 pièce pour l'installation d'enseignement de langue	80 à 85 m^2
1 salle d'équipement et matériel	10 à 15 m^2
3 salles pour matériel pédagogique	chacune 10 à 15 m^2

Autres salles

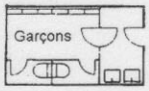
1 salle de documentation pour les élèves (CDI)	60 à 65 m^2 à 70 à 75 m^2
1 salle de réunion pour les enseignants et les élèves	15 à 20 m^2
1 salle polyvalente (pour la moitié des élèves au maximum)	1 m^2 par élève

Administration

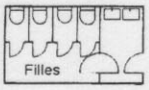
1 salle faisant fonction à la fois de salle de travail et de documentation pour les professeurs	100 à 105 m^2
1 salle des professeurs	80 à 85 m^2
1 bureau pour le directeur	20 à 25 m^2
1 bureau pour le directeur-adjoint	20 à 25 m^2
1 bureau pour le secrétariat	15 à 20 m^2
1 infirmerie	20 à 25 m^2
1 loge pour le gardien	20 à 25 m^2

Sport

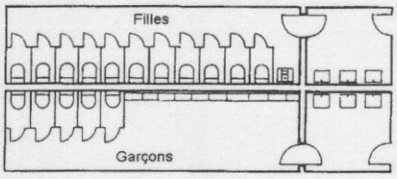
1 salle de sport pour10 à 15 classes par activité	15 x 27 m
1 terrain de sport selon besoins	



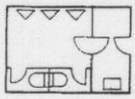
① Bloc sanitaire p. ex. pour env. 100 garçons env. 15 m².



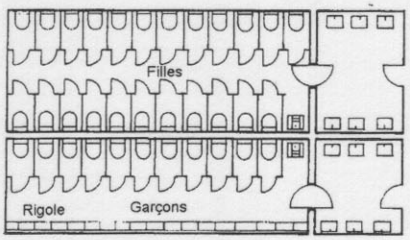
② P. ex. pour env. 100 filles env. 15 m².

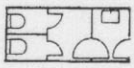


③ Bloc sanitaire unilatéral pour récréations. Pour p. ex. 250 filles env. 40 m². Pour p. ex. 250 garçons env. 40 m².



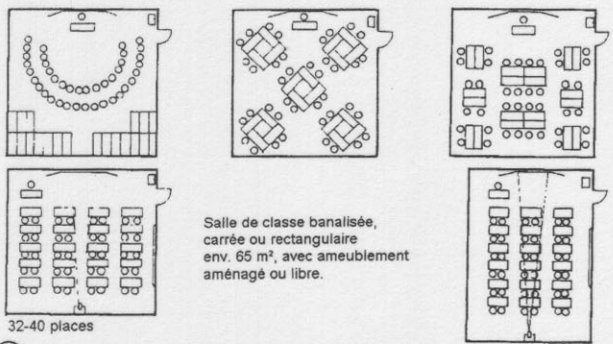
④ Bloc sanitaire prof. p. ex. pour env. 30 prof. env. 15 m²



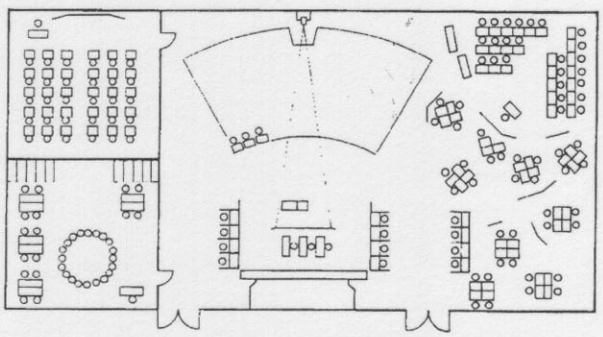


⑤ Pour env. 20 prof. femmes env. 10 m²

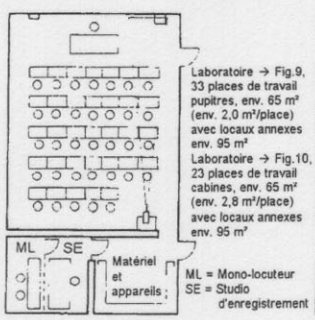
⑥ Par ex. blocs bilatéraux pour env. 500 filles env. 65 m², pour env. 500 garçons env. 40 m². Pour plus grands blocs prévoir des installations décentralisées.



⑦ Salles et domaines pour l'enseignement commun.



⑧ Lieu d'enseignement avec environ 180 places de travail pour élèves, env. 550 m² soit 6 salles de classes et grande salle contigüe.



⑨ Laboratoire de langues pour langues étrangères. Labo. AO (= Audition et Oral)

⑩ Laboratoire AOE (= Audition, Oral, Enregistrement)

Les vestiaires sont adjacents aux salles de classe.
Pour les installations sanitaires, le nombre des sièges, urinoirs et lavabos se calcule en fonction du nombre total des élèves (fig. 11).
Les installations sanitaires doivent être autant que possible aérées et directement éclairées. Les entrées sont séparées pour les filles et les garçons (fig. 1 à 6, exemples d'installations sanitaires pour les écoles).
Les accès (horizontal ou vertical) aux salles de cours servent aussi, en règle générale, d'accès de secours. Ces derniers ont une largeur de 1 m au minimum pour 150 personnes. En revanche, les couloirs aux environs des salles d'enseignement sont larges de 2 m mais, si on compte moins de 180 personnes, ils sont larges de 1,25 m. Les escaliers menant aux salles d'enseignement sont larges de 1,25 m et les autres accès de secours, de 1 m. La largeur des escaliers est de 0,80 m pour 100 personnes (soit de 1,25 m au minimum à 2,50 m au maximum). La longueur maximale autorisée des accès de secours est de 30 m, en forme de U jusqu'au centre de la salle, à 25 m à vol d'oiseau, mesurés depuis la porte de la cage d'escalier jusqu'à la table de travail la plus éloignée.
Les salles d'enseignement comprennent : les salles de classe fixes et modulables, les salles de classe surdimensionnées, le laboratoire de langues, la salle de matériel pédagogique, etc.

Besoins en surface des salles de classe

- pour l'enseignement général : 2 m^2 par place d'élève,
- pour un enseignement plurisdisciplinaire : 3 m^2 par place d'élève
- pour les cours dans des grandes salles, incluant des surfaces annexes nécessaires au fonctionnement : 4,5 m^2 par place.

Les surfaces standard sont soit rectangulaires soit carrées (12 x 20, 12 x 16, 12 x 12, 12 x 10 m) ; ainsi, pour une profondeur maximale de la pièce de 7,20 m, une rangée unilatérale de fenêtres est encore possible (fig. 7).
En moyenne, on compte donc :

- *pour une salle de classe traditionnelle* : de 1,80 à 2 m^2 par place d'élève,
- *pour une classe surdimensionnée* : de 3 à 5 m^2 par place d'élève,
- la hauteur libre est de 2,70 à 3,40 m.

Laboratoire de langues

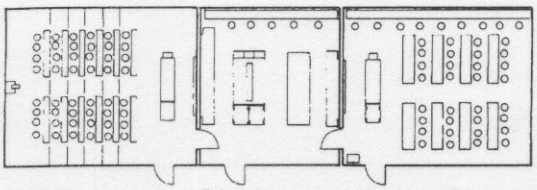
Il peut appartenir au secteur de l'enseignement général ou lui être simplement rattaché, il se situe de préférence à proximité de la médiathèque ou de la bibliothèque.

- *besoins* : 30 places pour environ 1 000 élèves (fig. 9 à10)
- *surface* : 80 m^2 pour la partie comprenant l'audition, la conversation et l'enregistrement (AC et ACE), cabine de 1 m sur 2 ; on compte de 24 à 30 places par laboratoire, soit de 48 à 60 m^2 avec les surfaces annexes.
- *surfaces annexes* : studio d'enregistrement, rangement pour les bandes magnétiques, etc.

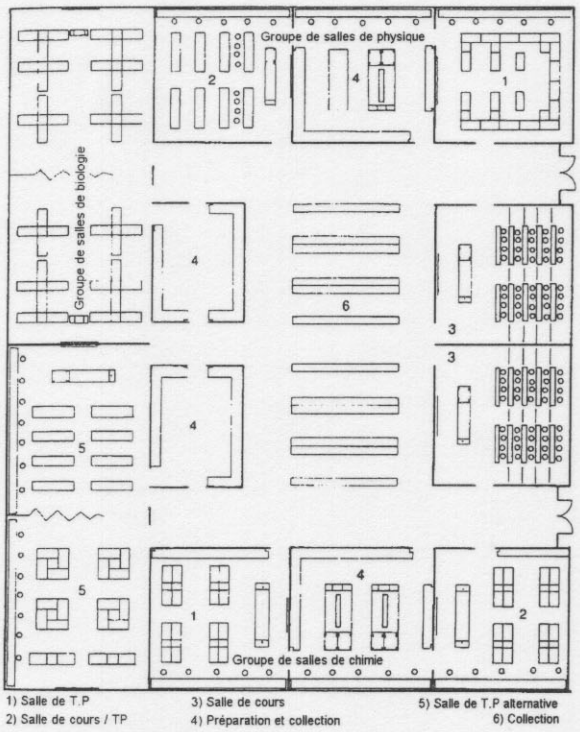
Il est possible d'installer le laboratoire de langues dans un bâtiment intérieur (sous-sol, par exemple) ; dans ce cas, une lumière artificielle et des installations de ventilation sont prévues.

Type	Configuration	Séparation filles/garçons	Situation	Utilisation	Divers
WC classes	Bloc avec vestibule	non	à côté d'une classe	Pendant l'heure	Eventl. pour maternelle ou jardin d'enfant 2 WC et vestib.
WC cours	Bloc sanitaire	oui	Access. par couloir ou hall	Plusieurs classes pendant l'heure	Depuis chaque salle sans WC, un WC pour cours doit être accessible après 40 m maxi. ou un escalier
WC récrés	Bloc sanitaire	oui	Access. par cour ou préau	Pour classes pendant la récréation	Bloc sanitaire au rez-ch., à l'extérieur, accessible par les aires de récréation
WC profs	Bloc sanitaire	Séparation hommes/ femmes	Access. aux profs. ou personnels administratifs	Pendant la récréation	Eventl. en relation avec le vestiaire des prof.

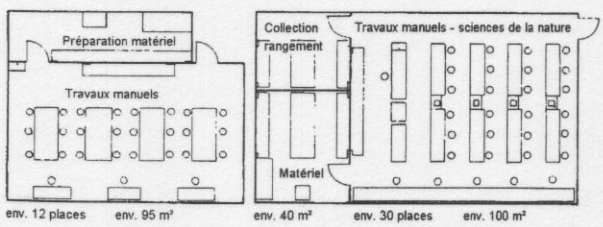
⑪ Installations sanitaires.



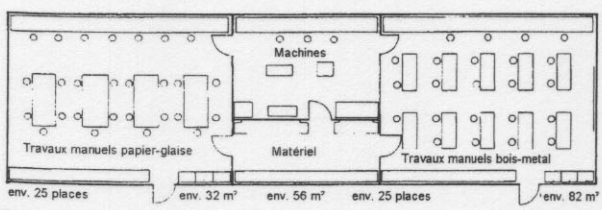
① Locaux pour l'enseignement des sciences naturelles.



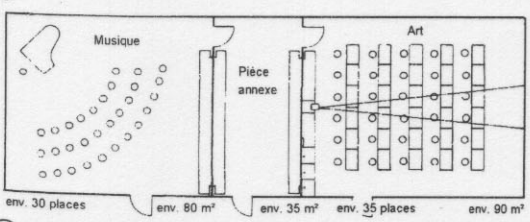
② Domaine sciences naturelles env. 400 places env. 1400 m².



③ Domaines technique, économie, musique et art (fig. 4 à 6).



④ Domaine technique.



⑤ Musique et art.

Besoins pour l'enseignement des sciences de la vie et de la terre et pour l'enseignement de la physique et de la chimie

En règle générale, il faut prévoir des salles de cours, des salles de travaux pratiques, des salles de préparation et de rangement, éventuellement une salle pour les travaux photographiques :

- *salle de cours* (biologie, physique, chimie ...) : 2,50 m^2 par place,
- *salle pour exposés et démontrations* : 4,50 m^2 (y compris les surfaces annexes nécessaires au fonctionnement, mais n. c. les pièces annexes).

Les locaux pour l'enseignement théorique et pratique (fig. 1) peuvent comprendre :

- *une salle de cours* de 70 à 80 m^2.
- *une salle pour les exposés et les démonstrations* de 60 m^2, qui possède un amphithéâtre en gradins, une deuxième porte d'entrée et sortie et éventuellement un espace de cours central éclairé par une lumière artificielle.
- *une salle de travaux pratiques*, divisible en cas de besoin, de 80 m^2.

Des salles de préparation, de rangement du matériel sont également à prévoir. Leur dimension est au total de 30 à 40 m^2, voire de 70 m^2, selon l'importance de l'établissement scolaire et les domaines spécifiques d'enseignement dispensé. Les salles centrales peuvent être éclairées à la lumière artificielle.

Laboratoire de photographie

Des salles de travaux photographiques peuvent être rattachées aux salles de sciences de la vie et de la terre.

Plusieurs types de salle sont possibles :

- studio photo : avant-pièce du laboratoire photo pour les prises de vues et les cours ; laboratoire photo comprenant une chambre noire avec une partie pour le tirage et une partie pour le développement des films (prévoir une table d'agrandissement pour 2 à 3 élèves, combinée avec des places de travail ayant un bac d'eau), une pièce ou une alcôve pour charger les appareils.

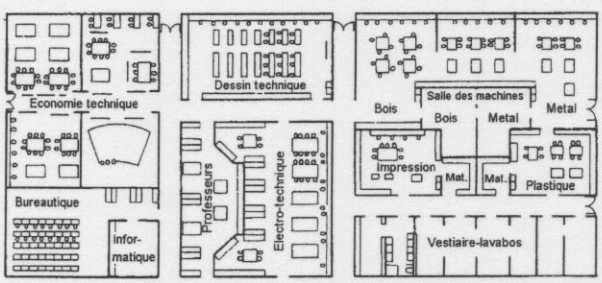
Situation et surfaces des pièces :

- éventuellement au nord, avec une température ambiante constante,
- de 6 à 14 élèves par groupe de travail, en comptant de 3 à 4 m^2 par place de travail.

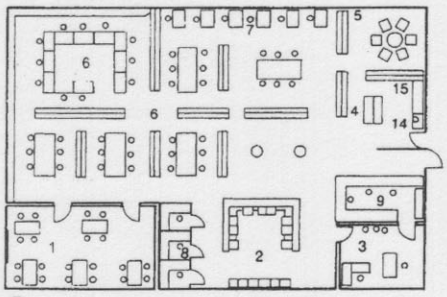
Le choix des types de laboratoire photographique est fonction du domaine d'enseignement étudié et de la surface disponible.

- laboratoire d'1 pièce, de 20 à 30 m^2, comprenant seulement une niche, de 1,50 à 2 m^2, pour charger les appareils,
- laboratoire de 2 pièces, de 30 à 40 m^2, comprenant une salle éclairée, un sas et une chambre noire (travaux sur négatifs et positifs), un local films d'environ 2 m^2,
- laboratoire de 3 pièces, comprenant notamment une chambre noire et une salle éclairée, séparées par des sas d' 1 à 2 m^2, sans mobilier et avec des lampes pour chambre noire.

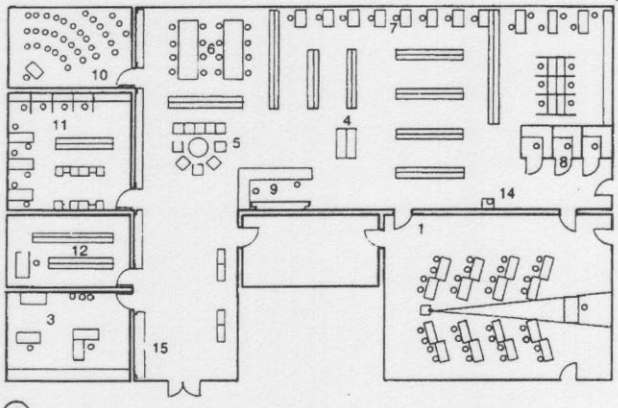
Fermetures : rideaux, portes, sas en chicane et sas tournant.



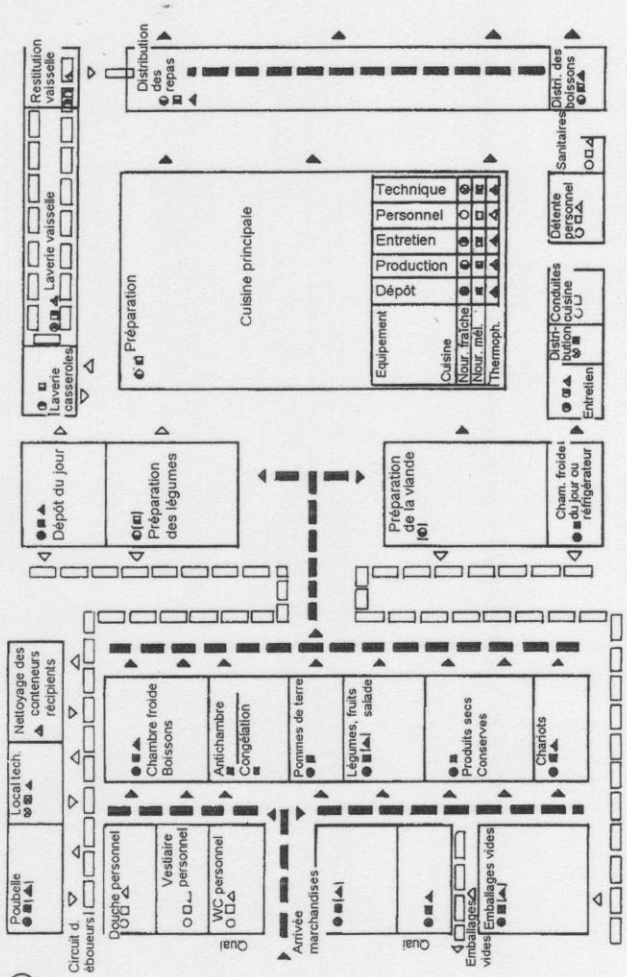
⑥ Domaines technico-économique, bureautique, dessin technique, travaux manuels en tout env. 350 places, env. 1600 m².



①



② Exemples pour une bibliothèque scolaire/médiathèque.



③ Schéma des surfaces et de leur répartition pour une cuisine scolaire.

Bibliothèque et médiathèque

Leur rôle est d'être un centre de ressources et d'information tant pour l'enseignement scolaire, la formation continue que pour les loisirs.

Les utilisateurs sont les élèves et les professeurs, mais peuvent être aussi des personnes extrascolaires.

La bibliothèque conserve et met à la disposition des élèves et des professeurs des ouvrages et des publications (dépôt et prêt) et possède des salles de lecture et de travail. La médiathèque comprend un éventail plus large de documents non seulement écrits mais aussi sonores, visuels ou informatiques et peut offrir des possibilités d'enregistrement et d'écoute (matériels audiovisuels, stock de cassettes vidéo et audio et de logiciels).

Surfaces nécessaires (fig. 1 et 2) :

• globalement, pour la bibliothèque et médiathèque : de 0,35 à 0,55 m^2 par élève.

Prêt et retour des documents :

• environ 5 m^2 par place de travail, en incluant également une surface pour le catalogue général, soit de 20 à 40 m^2.

Consultation :

• environ 10 à 20 m^2 par collaborateur (bibliothécaire, documentaliste, technicien pour les médias...),

• stockage des livres pour un dépôt de 1 000 volumes, avec environ 20 à 30 volumes par mètre d'étagère de 4 m^2 d'étagère libre, y compris les surfaces d'accès,

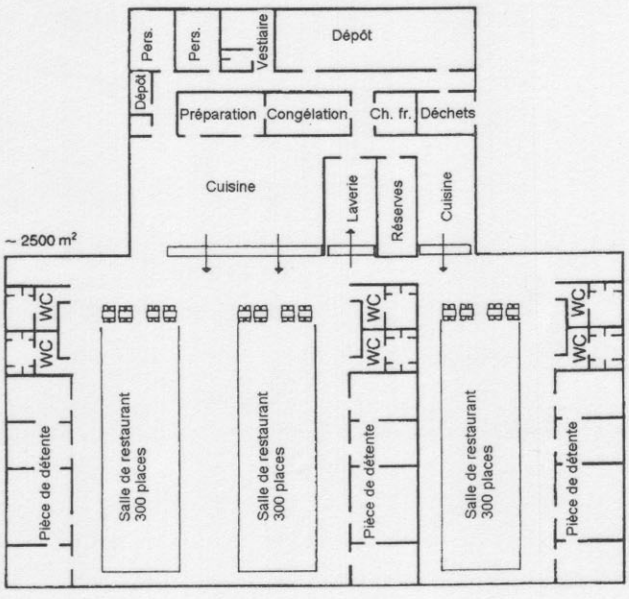
• places de lecture et catalogues : pour 1 000 volumes de littérature et d'ouvrages secondaires, compter 20 à 40 m^2 de zone de travail ; pour 1 000 volumes d'ouvrages de référence, compter environ 25 m^2 pour 5 % d'élèves et de professeurs, avec au moins 30 places de travail de 2 m^2 chacune, soit 60 m^2 ; salle de travail de groupe pour 8 à 10 personnes, environ 20 m^2.

Cuisine et locaux annexes

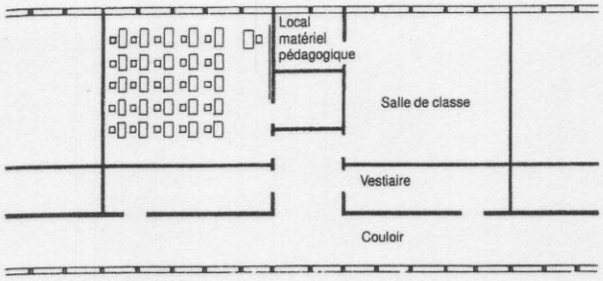
La taille et l'aménagement dépendent des systèmes d'approvisionnement, de distribution des plats et de restitution de la vaisselle. Il est également tenu compte du système de distribution : par tablées ou self-service (tapis roulant, pater-noster, comptoir, chaîne, plateau tournant, ...), ainsi que du rendement de distribution : de 5 à 15 repas par minute ou encore de 250 à 1 000 repas par heure, selon le personnel.

Surfaces nécessaires (fig. 3 et 4) :

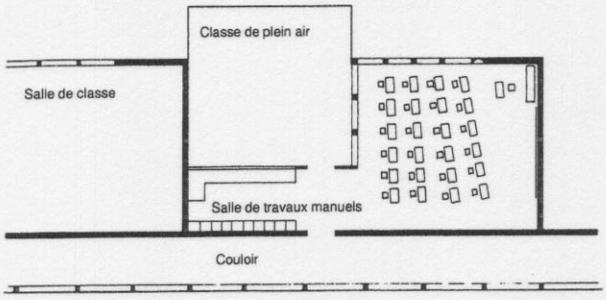
• *pour la distribution* : de 40 à 60 m^2 ; la salle de restaurant dépend du nombre d'élèves et du nombre de services : de 1,20 à 1,40 m par place ; séparer les grandes surfaces en volumes différenciés ; enfin, prévoir 1 lavabo à l'entrée pour environ 40 places.



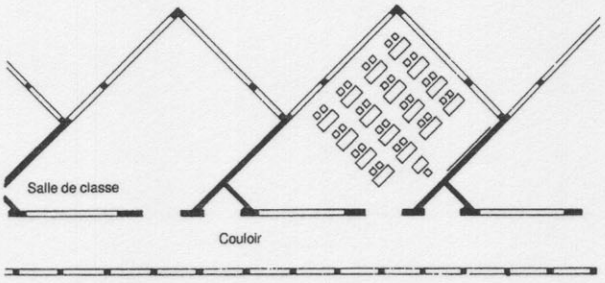
④ Distribution des repas, de la vaisselle et salles de restaurant



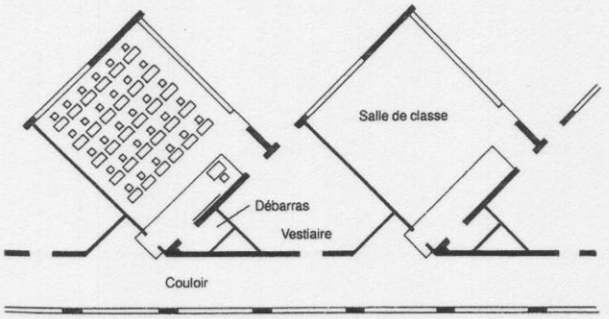
① Salle de classe éclairée et ventilée des deux côtés par vestiaire et couloir. Extension couloir devant deux classes, local matériel pédagogique.
Arch. : Yorke, Rosenberg, Mardall.



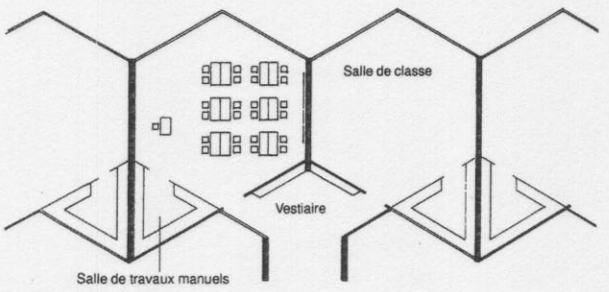
② Regroupement d'une classe, d'une classe de plein air et d'une salle de travaux manuels, proposition type.
Arch. : Neutra



③ Plan avec classes en dents de scie. Risque de perturbation mutuelle.
Arch. : Carbonara



④ Salle de classe avec éclairage supplémentaire par fenêtre haute sur le mur arrière, sans vue mutuelle. Élargissement du couloir devant chaque classe avec vestiaire et débarras.
Arch. : Carbonara



⑤ Classes hexagonales avec salles de travaux manuels triangulaires et fermées.
Arch. : Brechbülen

Écoles primaires

Salles de classes : Chaque classe doit être si possible carrée, exceptionnellement rectangulaire, minimum 65 à 70 m² (environ 2,00 m² x 2,20 m²/élève), éclairage bilatéral (fig. 3 et 6) pour un ameublement libre ou réglé.

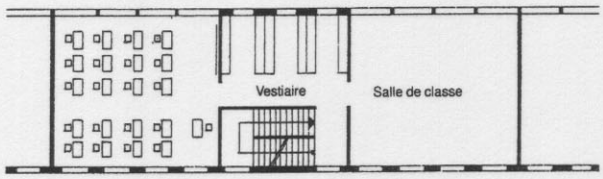
Devant : Tableau mural coulissant verticalement et à panneaux latéraux pliables, surface de projection, branchement à proximité du tableau. Possibilité d'accrocher des cartes murales, d'occulter les fenêtres.

Alternative aux classes uniques et pièces pour groupes : Regroupement de 2 à 3 salles de cours en surface de cours pour discussions professeurs-élèves, débats, exposés devant le groupe entier ou séparation par des cloisons.

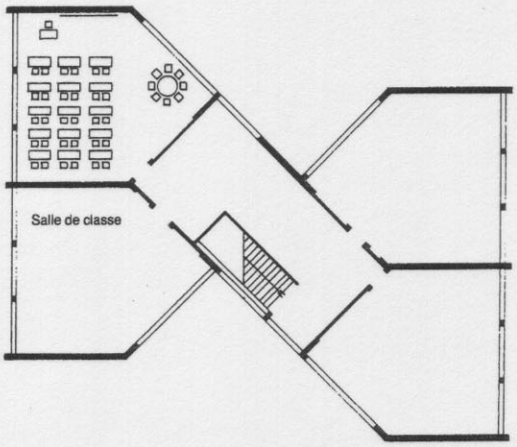
Sas et hall d'entrée, liaisons horizontales ou verticales (couloirs, escaliers, rampes), éventuellement hall de récréation (préau) (0,50 m²/élève).

Zone polyvalente pour fêtes, jeux, expositions.

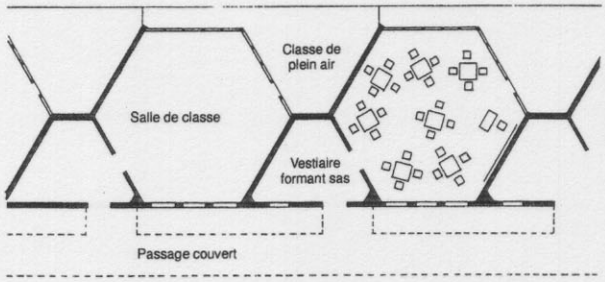
Local matériel pédagogique 12 à 15 m² sont suffisants. Situation centrale, des salles réservées aux professeurs ou aux salles polyvalentes.



⑥ Deux classes par cage d'escalier, éclairage bilatéral, construction à étages.
Arch. : Schuster



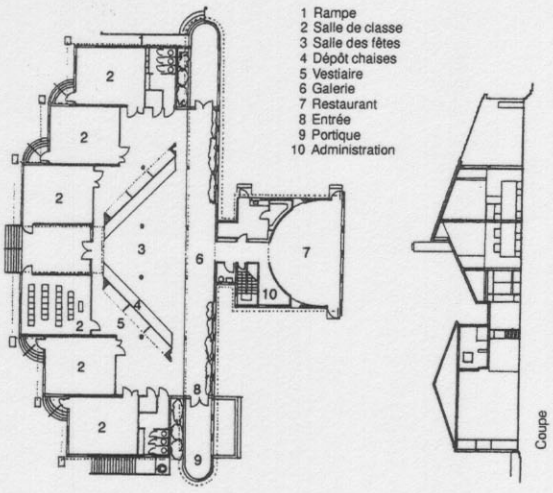
⑦ Quatre salles de classe par étage avec éclairage bilatéral, élargissement sur un côté pour travaux de groupe.
Arch. : Haefeli, Moser, Steiger



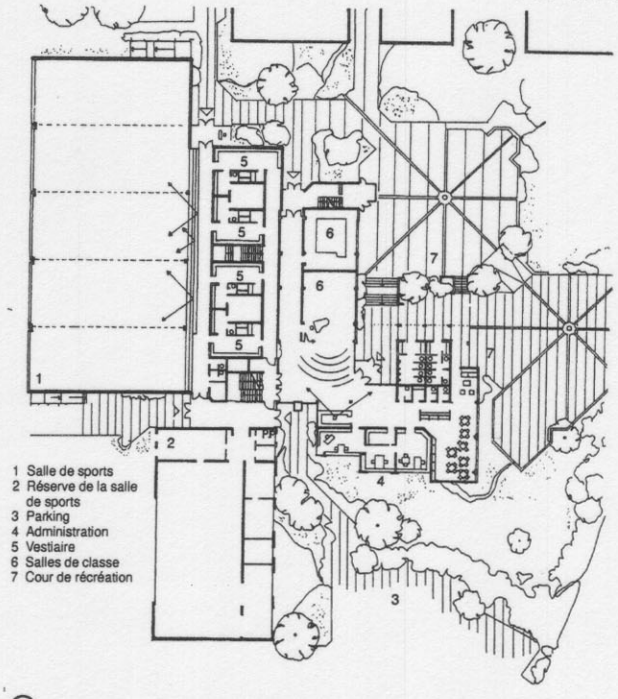
⑧ Classes hexagonales sans couloir accessibles par vestiaire formant sas.
Arch. : Gottwald, Weber

ÉTABLISSEMENTS SCOLAIRES

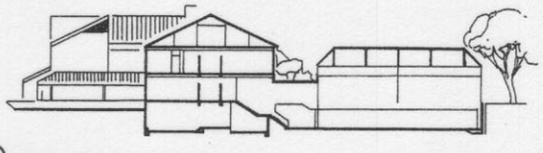
EXEMPLES



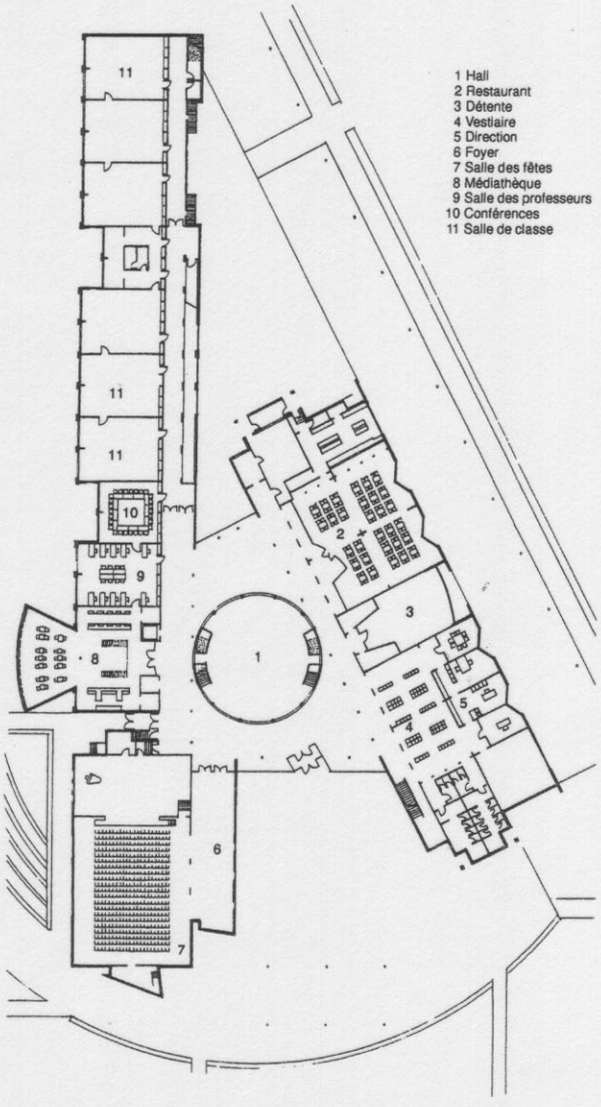
① Rez-de-chaussée : lycée professionnel. Arch. : Mitchell/Giurgola



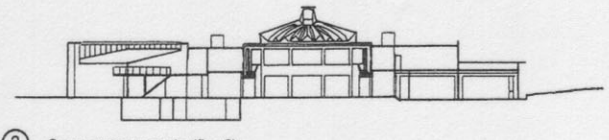
④ Rez-de-chaussée d'une école primaire. Arch. : B.et C. Parade



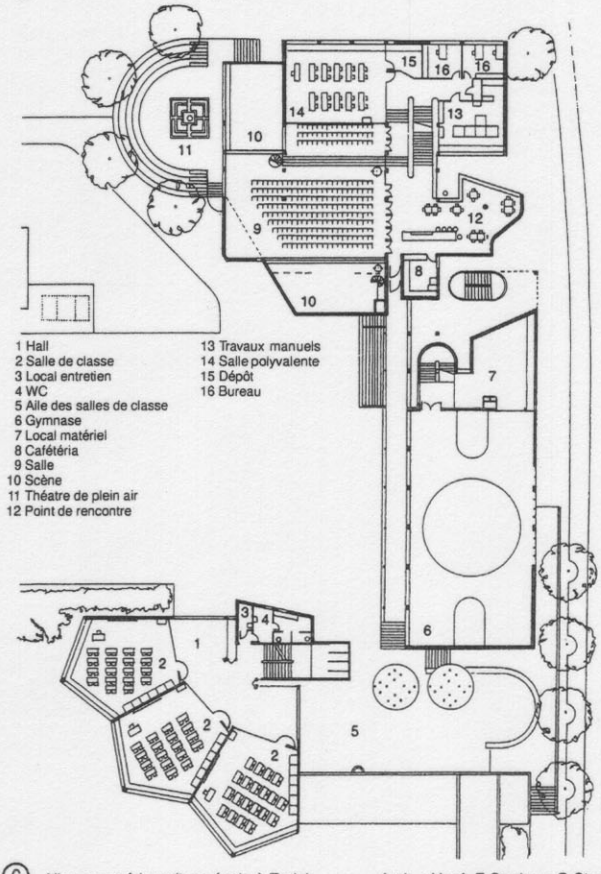
⑤ Coupe transversale (fig. 4).



② Rez-de-chaussée d'une école à Wohlen. Arch. : Buckard, Meyer, Steiger



③ Coupe transversale (fig. 2).



⑥ Niveau supérieur d'une école à Zurich. Arch. : Naef, E.Studer + G.Studer

ÉTABLISSEMENTS SCOLAIRES

ESPACES MODULABLES

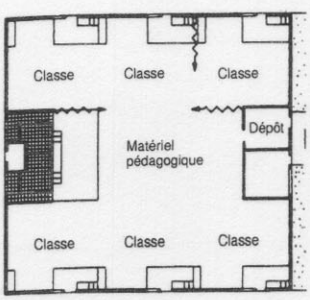
Il existe des exigences pour la dimension des classes, l'éclairage, l'aération, l'acoustique, les revêtements du sol et du plafond, les meubles et les couleurs.

Le montage ultérieur des cloisons de séparation est possible (fig. 4). Il existe de nombreux exemples aux États-Unis. La Tannenbergschule à Seeheim sert de modèle en Allemagne (fig. 3). Il y a cependant des problèmes concernant les conduites verticales d'écoulement, les saignées dans les cloisons, etc., et des problèmes de raccordement de cloisons d'isolation phonique (fig. 4). Les plafonds suspendus doivent être démontables, afin que les conduits soient accessibles dans le plénum (fig. 5).
Les grands groupes de 40 à 50 élèves sont divisés en groupes moyens de 25 à 26 élèves et en petits groupes de 12 élèves (fig. 3). Grille modulaire d'aménagement en général de 1,20 x 1,20 m ; hauteur libre 3 m.

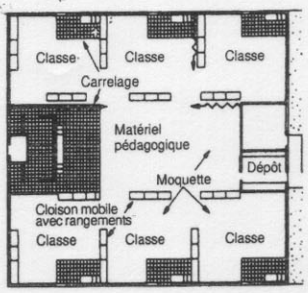
La mobilité des cloisons permet la flexibilité de l'aménagement des classes (fig. 1 et 2), et donne la possibilité du travail en groupe. Il y a aussi des dispositions en « niches » (fig. 1, 2 et 6 à 8). Exemples de disposition des places lors de séances de projection (fig. 9 et 10).

Les pédagogues ont remarqué que l'homme retient essentiellement ce qu'il a fait lui-même :

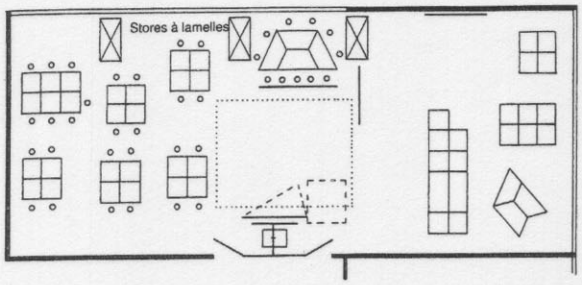
10 % de ce qu'il lit,
20 % de ce qu'il entend,
30 % de ce qu'il voit,
50 % de ce qu'il entend et voit,
70 % de ce qu'il dit lui-même,
90 % de ce qu'il a **fait** lui-même.



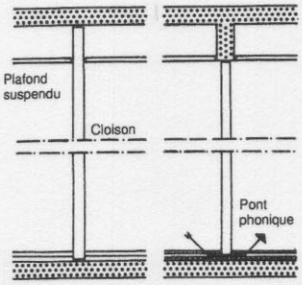
① Espace scolaire sans cloisons.



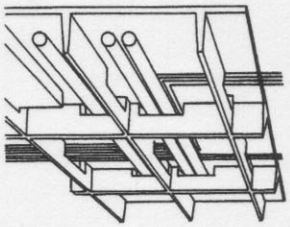
② Subdivision d'une salle par une cloison mobile avec rangements.



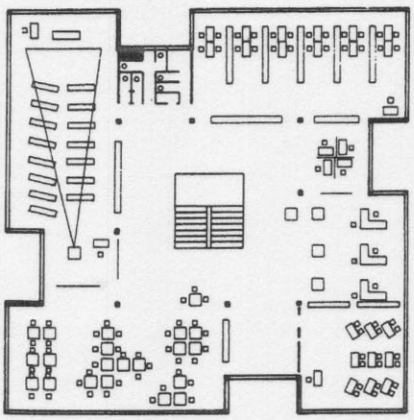
③ École avec groupes d'enseignement. Tannenbergschule à Seeheim.



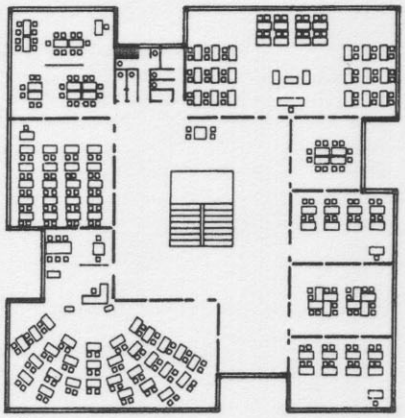
④ Raccordement des cloisons au sol et au plafond.



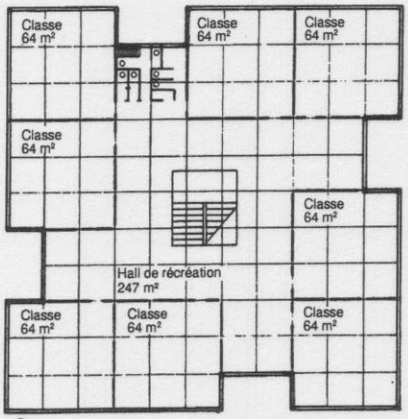
⑤ Plénum du plafond pour passage des conduits.



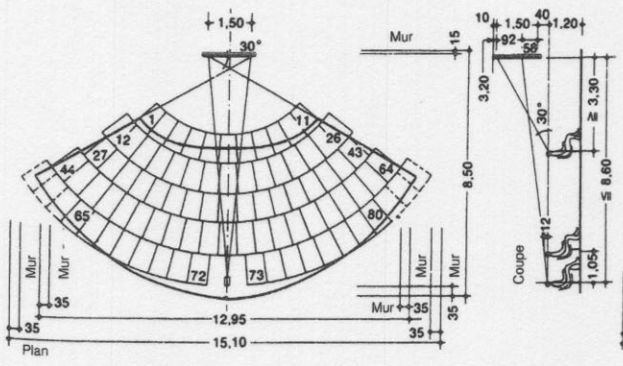
⑥ Étage flexible avec possibilité de 8 classes variables.



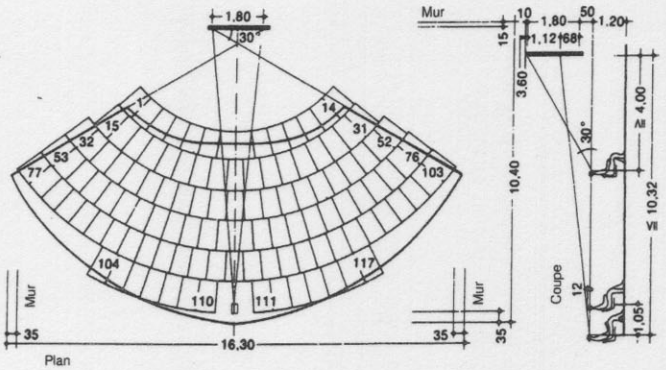
⑦ Zones d'utilisation différentes.



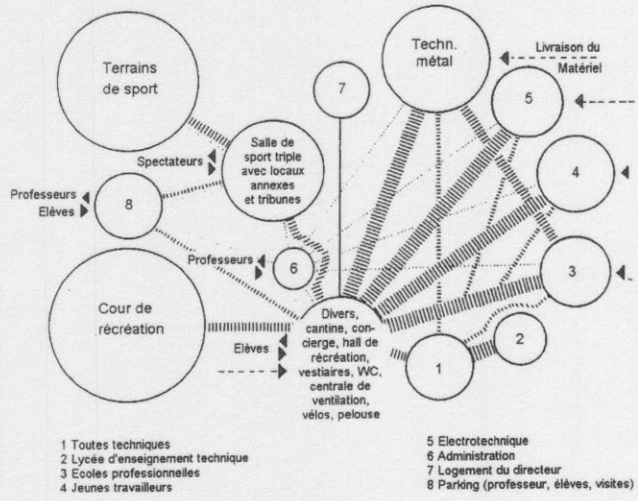
⑧ Groupes différenciés.



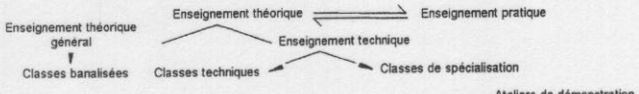
⑨ Disposition des places pour 80 élèves d'âge ≥ 10 ans, pour projection de films et diapositives par projecteur placé en hauteur.



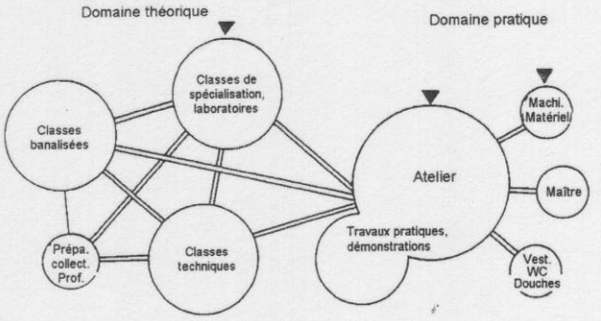
⑩ Pour 117 élèves d'âge ≥ 10 ans.



(1) Schéma de répartition des surfaces. Centres de formation professionnelle.



(2) Formes d'enseignement et besoins en surface.



(3) Organisation des zones.

Établissements d'enseignement professionnel

Les établissement d'enseignement professionnel, localisés dans une zone à forte densité de population et accueillant un effectif élevé d'élèves, doivent être facilement accessibles par le réseau routier ou ferroviaire : ils se situent donc, si possible, à proximité des gares et des stations de transports en commun.

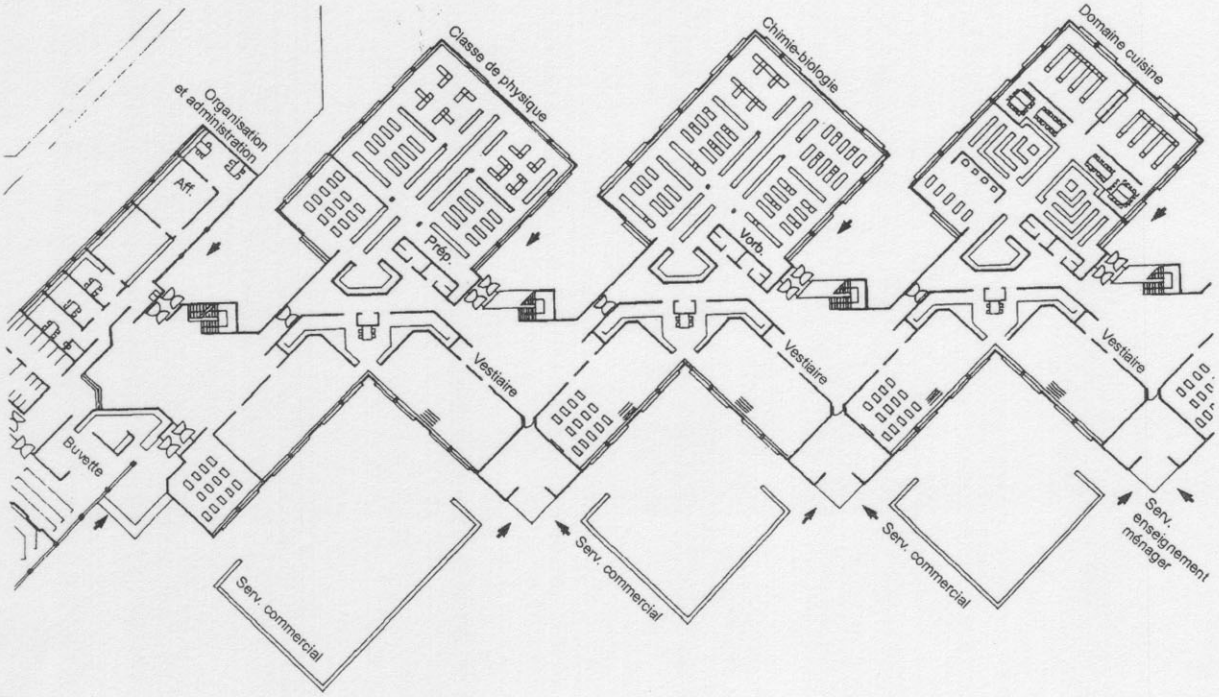
Concernant le terrain, ses dimensions sont estimées ainsi :
10 m^2, au minimum, pour chaque élève à temps partiel,
25 m^2, au minimum, pour chaque élève à temps plein.

Le choix de son emplacement tiendra compte de l'environnement (absence de nuisances sonores, absence de fumées, odeurs, poussières...), de la découpe du terrain et des éventuelles extensions prévues.

La répartition des locaux sur le terrain, leur méthode et leur type de construction dépendent de la dimension, d'une part, des surfaces superposables (salles de classe, salles spécialisées, services administratifs et autres) et, d'autre part, des surfaces non superposables (salles de travaux pratiques - par exemple, les ateliers -, salles de sport et autres). Le bâtiment des salles de classe ne dépassera qu'exceptionnellement deux ou trois niveaux et le bâtiment où se situeront les ateliers, les machines lourdes et où seront réceptionnées les livraisons importantes de matériel ne possédera qu'un niveau.

L'accès se fait par un hall d'entrée comprenant les installations centrales et tenant lieu de surface d'accueil et d'orientation vers les salles situées au niveau 1, 2 ou 3 ou vers les bâtiments latéraux.

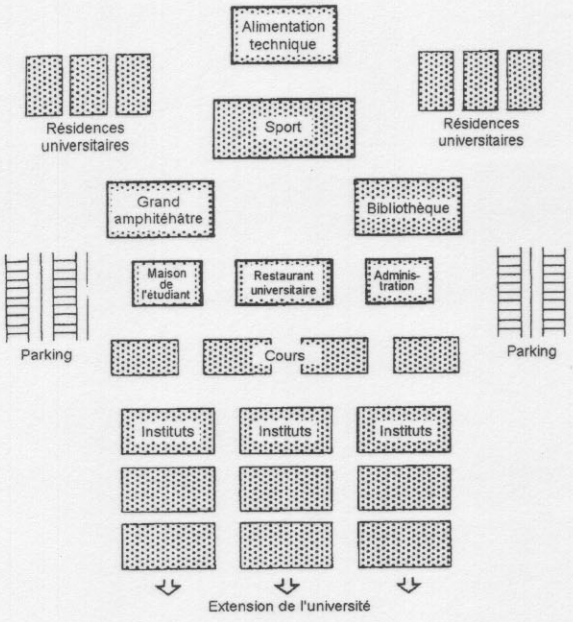
Concernant la spécificité des salles de classe, il est tenu compte des enseignements dispensés par l'établissement, chaque enseignement ayant des techniques pédagogiques et des besoins en locaux particuliers. Proportionnellement, la surface dédiée à l'enseignement général est d'environ 10 à 20 % : les salles de classes sont de 50 à 60 m^2, les petites classes de 45 à 50 m^2, les grandes classes d'environ 85 m^2. Une salle de grande dimension (entre 100 et 200 m^2), servant éventuellement de salle de projection et/ou de salle de conférences, peut être prévue. Enfin, on compte en moyenne une salle de rangement de 20 m^2 pour cinq salles de classe d'enseignement général.



(4) Plan centre de formation professionnelle du canton de Viersen. Arch. Kasper, Döhmen

ÉTABLISSEMENTS D'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR

AMPHITHÉATRES



(1) Schéma d'installation pour établissements d'enseignement supérieur.

Aménagements centraux

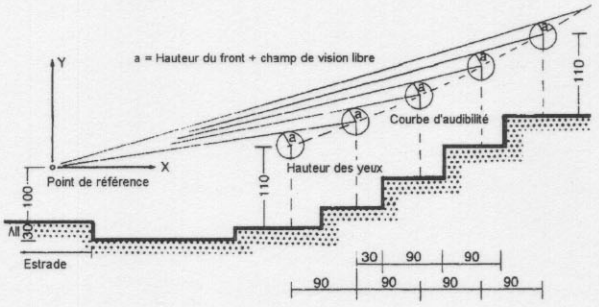
• Grand amphithéâtre, salle des fêtes, administration, maison de l'étudiant ; bibliothèques, restaurants universitaires, installations sportives, résidences universitaires, parkings.
• Installations techniques et distribution centrale : chaufferie, distribution technique.

Aménagements de base (fig. 1) pour toutes les disciplines

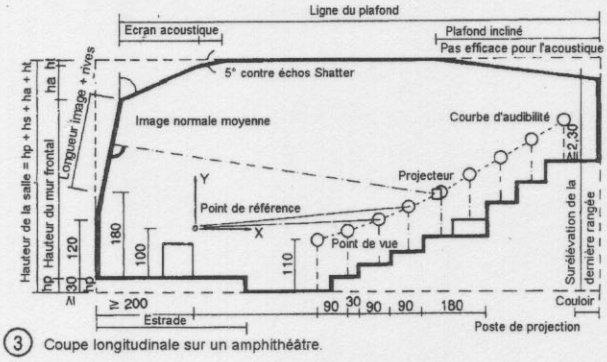
• Amphithéâtres pour les cours théoriques magistraux et les cours spécifiques, salles de séminaires et de travaux pratiques, salles informatiques.
• Bibliothèques spécialisées, locaux de service du personnel scientifique, salles de conférences et d'examens.

Besoins en espace spécifique pour chaque discipline

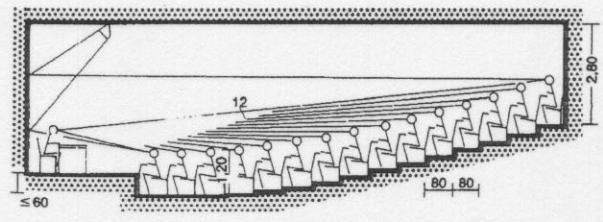
• Sciences humaines : pas d'exigences particulières.
• Disciplines artistiques (architecture, arts plastiques, musique...) : salles de dessin, ateliers, salles de répétition et salles de rangement du matériel.
• Disciplines techniques et scientifiques (ingéniérie, physique, construction de machines, électronique...) : salles de dessin, laboratoires, ateliers, etc.
• Disciplines telles les sciences de la vie et de la nature (chimie, biologie, anatomie, physiologie, hygiène, pathologie...) : laboratoires, ateliers scientifiques, salles d'expérimentation et de travaux pratiques, etc.



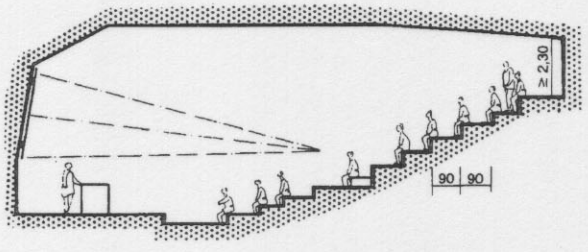
(2) Définition graphique de la courbe d'audibilité.



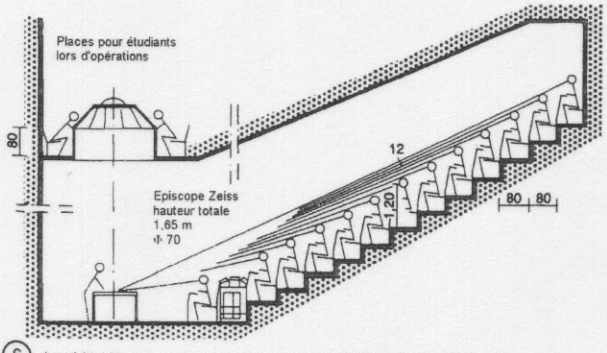
(3) Coupe longitudinale sur un amphithéâtre.



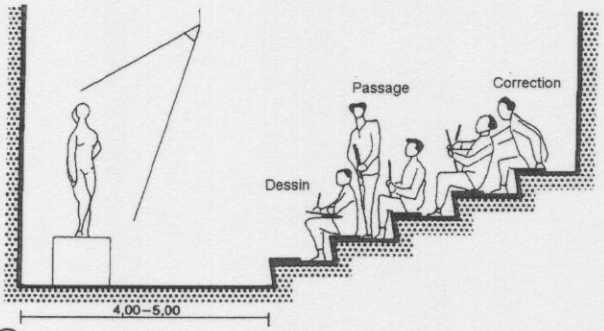
(4) Forme normale d'amphithéâtre.



(5) Amphithéâtre plus fortement pentu.



(6) Amphithéâtre pour démonstration sur tables (Cliniques chirurgicales).



(7) Gradins dans salle de nu académique, par étudiant 0,65 m² de place assise.

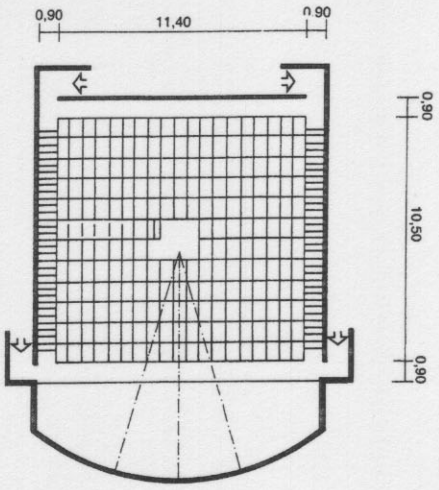
ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR

AMPHITHÉATRE

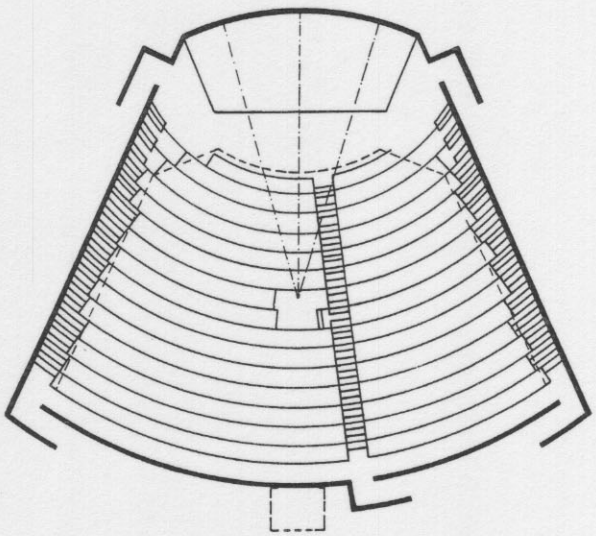
Les grands amphithéâtres pour cours magistraux sont placés de préférence dans les bâtiments pour conférences. Les amphithéâtres plus petits pour cours de spécialisation, dans des bâtiments pour instituts et séminaires. Accès à l'amphithéâtre séparé du secteur de recherche, par le plus court chemin, si possible de l'extérieur, par l' arrière de l'amphithéâtre derrière la plus haute rangée, lorsque les sièges s'élèvent graduellement, pour les grands amphithéâtres aussi sur le côté, à mi-hauteur (fig. 3 et 6). Les professeurs pénètrent dans l'amphithéâtre par devant, par la salle de préparation, d'où les préparations expérimentales sont amenées sur chariot dans l'amphithéâtre.

Tailles usuelles des amphithéâtres 100, 150, 200, 300, 400, 600, 800 places. Les amphithéâtres jusqu'à 200 places (hauteur d'environ 3,50 m) peuvent être intégrés dans les bâtiments des instituts, au-delà il est préférable qu'ils aient leur propre bâtiment.

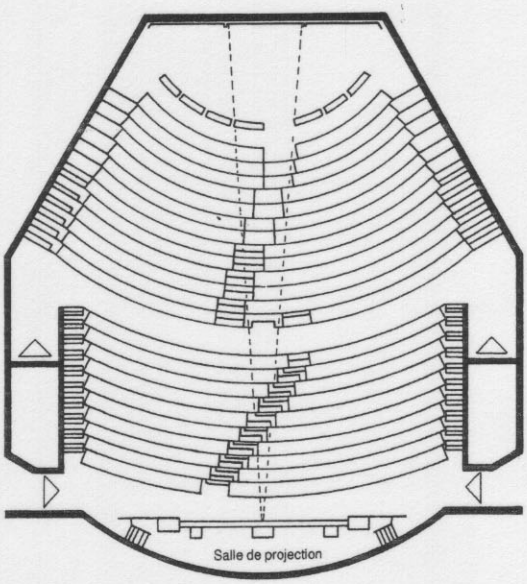
- Amphithéâtres de sciences humaines avec inscriptions au tableau et projection, avec sièges en pente (p. 265, fig. 4).
- Amphithéâtres de sciences naturelles, avec tables d'expérience, avec sièges en forte pente (p. 265, fig. 5).
- Amphithéâtres médicaux avec démonstrations « théâtre anatomique » avec sièges en forte pente (p. 265, fig. 6).



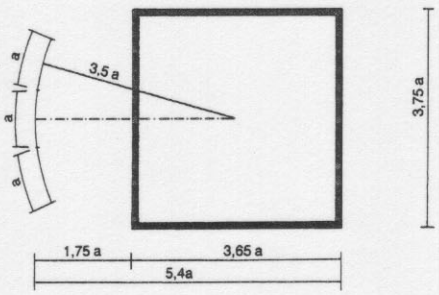
① Amphithéâtre rectangulaire de 200 places.



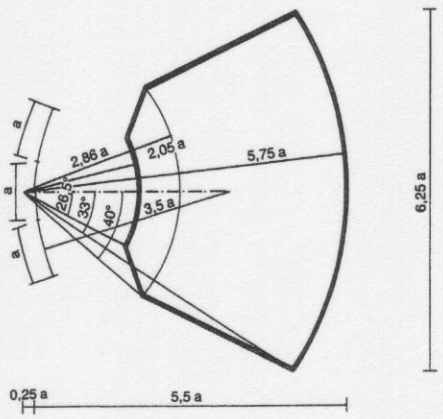
② Amphithéâtre trapézoïdal de 400 places.



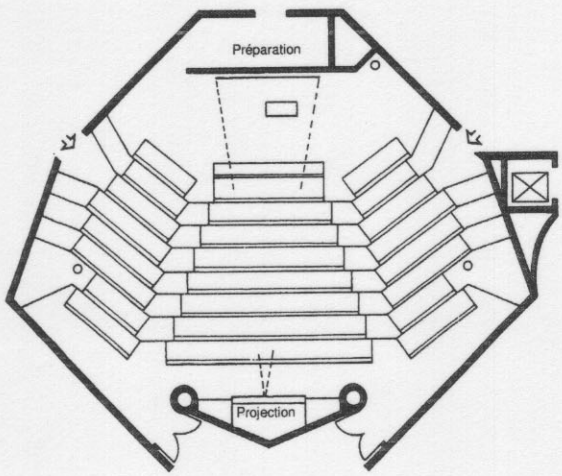
③ Amphithéâtre de 800 places.



④ Plan rectangulaire.



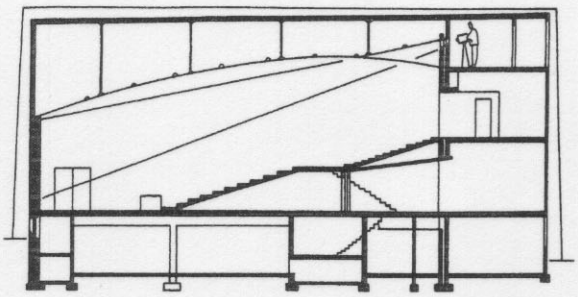
⑤ Plan trapézoïdal.



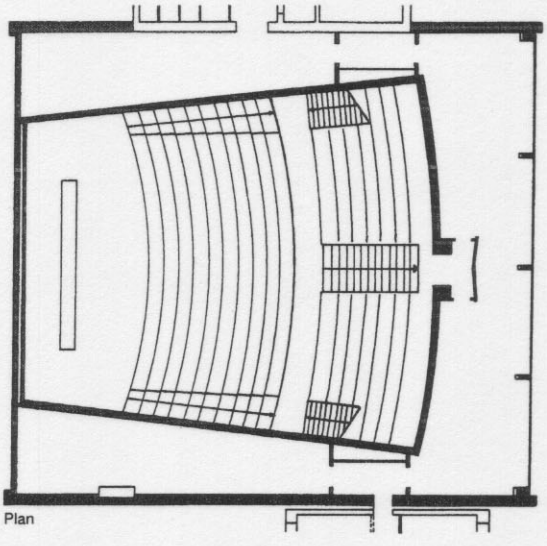
⑥ Amphithéâtre de théologie de 200 places, Université de Tübingen.

ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR

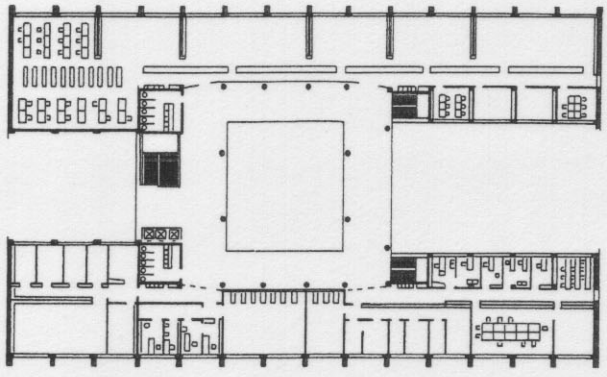
AMPHITHÉÂTRES



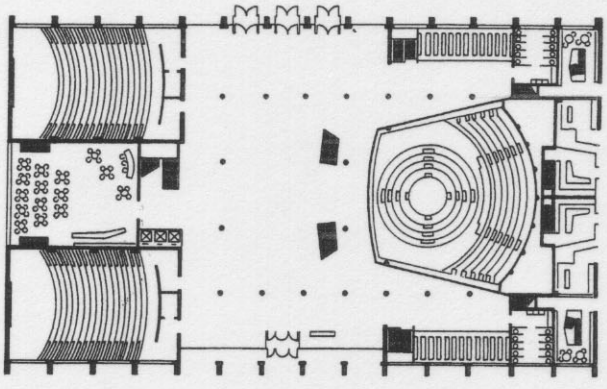
① Coupe de la figure 2.



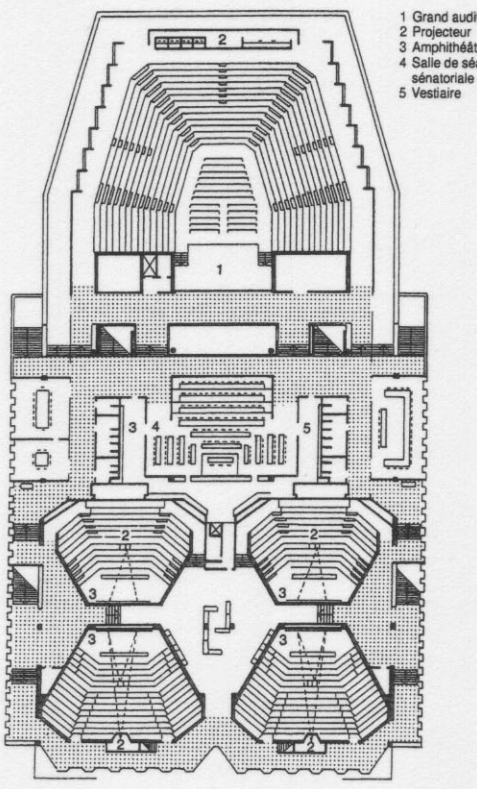
② Amphithéâtre de physique avec cloison double pour éviter les ponts phoniques et les vibrations . École supérieure de Darmstadt.



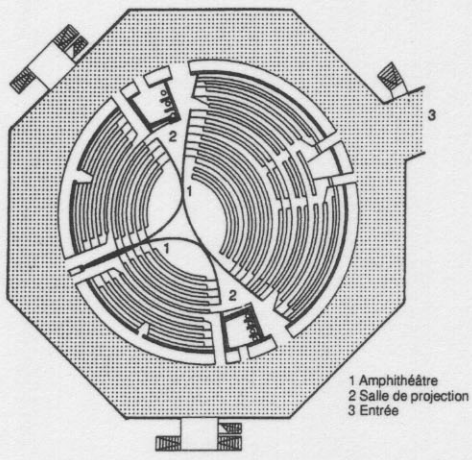
④ Étage normal (fig. 5).



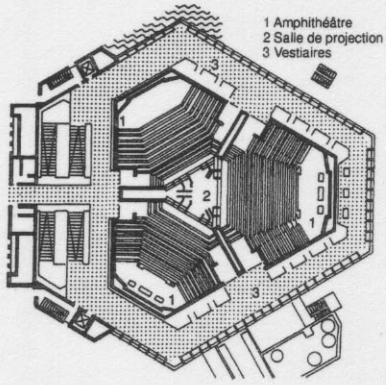
⑤ Bâtiment universitaire de la faculté de Fribourg. Rez-de-chaussée, hall d'entrée et grand auditorium à deux niveaux. Niveau moyen avec salles de séminaires et d'administration. Arch. : O. E. Schweitzer



③ Auditorium de l'école technique de Delft.



⑥ Bâtiment de faculté à Düsseldorf. Arch. : Pfau



⑦ Amphithéâtre de l'école technique supérieure Honggerberg à Zurich. Arch. : Steiner + Gehry

ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR

AMPHITHÉATRES

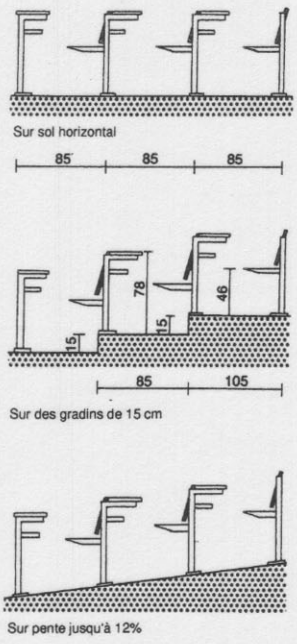
Les sièges d'amphithéâtre sont des unités comportant : strapontins ou sièges pivotants, appui dorsal et pupitre (avec place pour déposer les serviettes ou crochet), le plus souvent fixes (fig. 1 à 3).

Aménagements en fonction de la matière enseignée, du nombre d'auditeurs et du niveau de la technicité des moyens de transmission pédagogiques, faibles (exposés avec diapositives, installations électro-acoustiques) ou élevés.

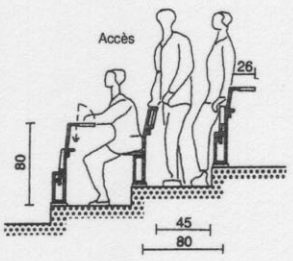
(Chirurgie, médecine interne, physique) rangées graduelles de sièges, obtention d'une courbe de vue optique par un procédé graphique ou calcul analytique.

Place nécessaire par auditeur selon forme du siège, profondeur du pupitre et déclivité du sol.

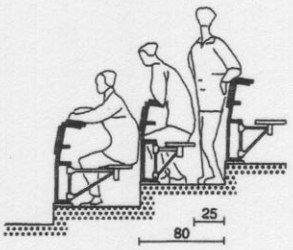
Place nécessaire par étudiant dans une position confortable, 70 x 85 cm, normale 60 x 80 voire 55 x 75 cm.
Par étudiant en comptant toutes les surfaces dans les grands amphithéâtres avec une marge étroite 0,62 m², dans les amphithéâtres plus petits avec une marge normale : 0,80-0,95 m² (p. 269).



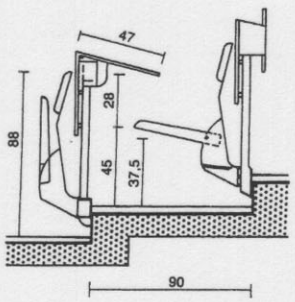
① Sièges d'amphithéâtre.



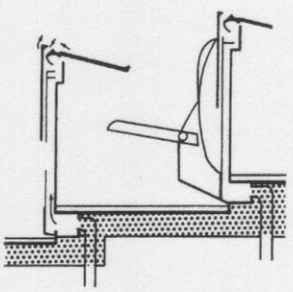
② Disposition de strapontins et pupitres repliables.



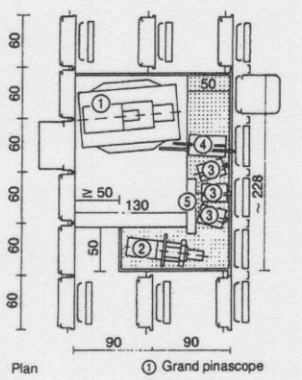
③ Disposition avec pupitres fixes et sièges pivotants.



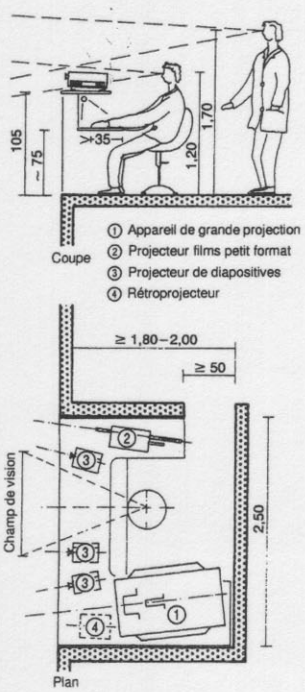
④ Sièges d'amphithéâtre/aération du pupitre.



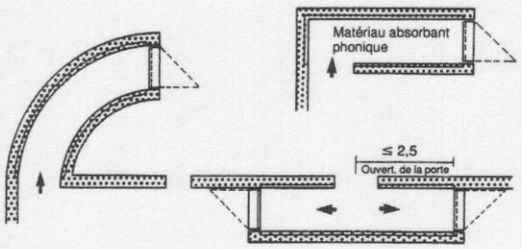
⑤ Aération du pupitre/passage de l'air.



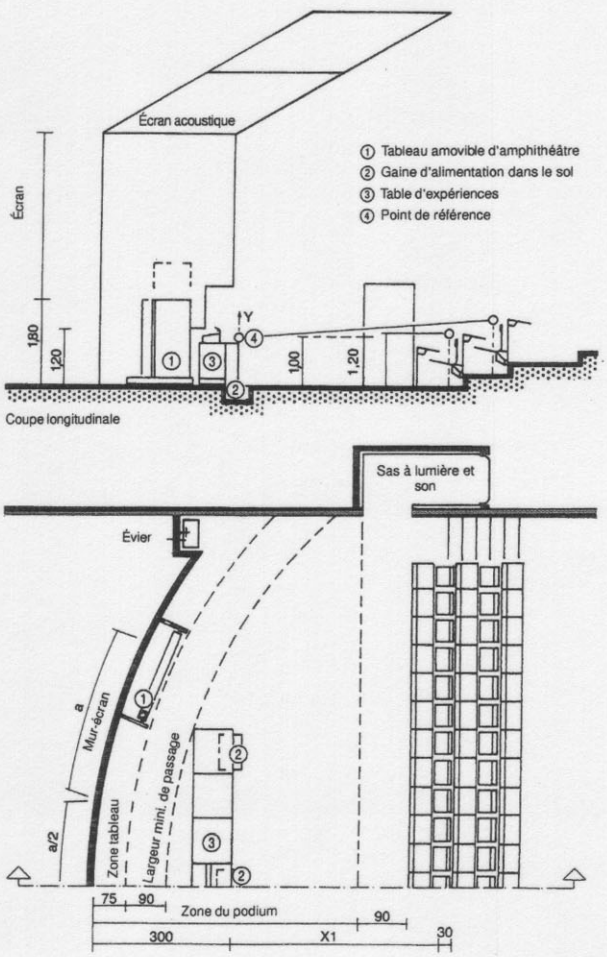
⑥ Poste de projection.



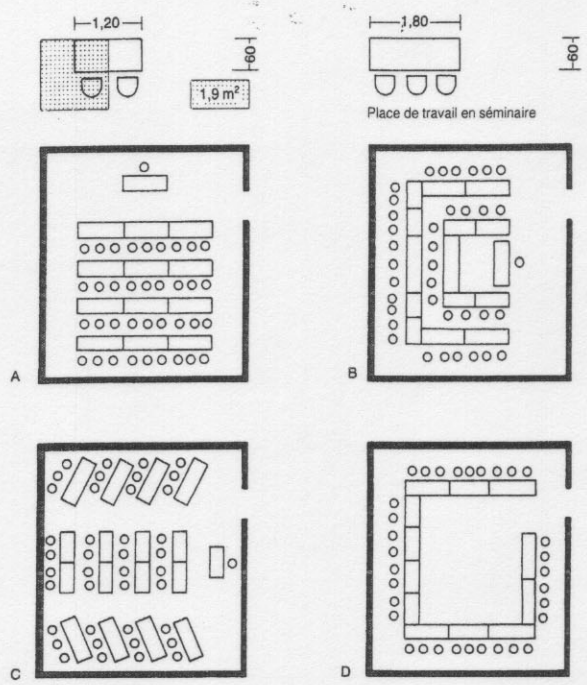
⑦ Poste de projection.



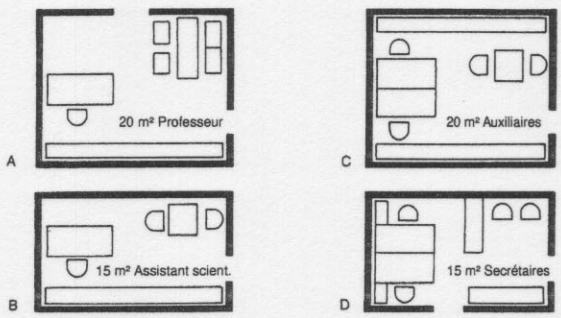
⑧ Plans de sas à lumière et à son.



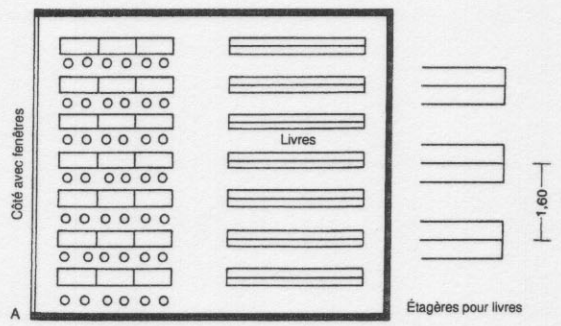
⑨ Plan de la zone du podium.



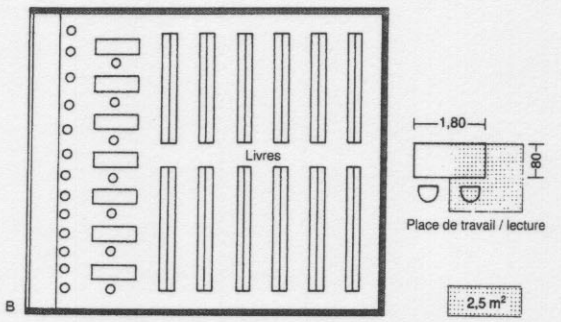
① Pièces pour séminaires, disposition variable des sièges.



② Aménagement de base pour bureaux.



③ Disposition de places de travail / lecture et étagères pour livres.



④ Disposition de places de travail / lecture et étagères pour livres.

Tables d'expériences si possible interchangeables, unités roulantes appropriées à des travaux de laboratoire. Raccordement aux fluides nécessaire.

Surface de projection et tableaux
Mur écran de projection formant une surface judicieusement segmentée, ou fixe sur mur frontal droit. Tableaux muraux en plusieurs segments, souvent coulissants verticalement, dirigés manuellement ou mécaniquement, abaissables sous la surface de projection, ainsi que tableaux roulants (p. 268, fig. 9).

Acoustique de la pièce
Le débit verbal doit atteindre l'auditeur de façon si possible égale, sans écho gênant. Plafonds suspendus pour réflexion et absorption. Murs arrières revêtus de matériaux absorbants phoniques, les autres murs étant lisses. Intensité lumineuse dans amphithéâtre sans fenêtres 600 lx.

Surfaces complémentaires à l'amphithéâtre
Rattacher à chaque amphithéâtre une pièce annexe directement accessible. Pas de fonction déterminée, peut servir de débarras. Prévoir suffisamment de surfaces de préparation pour tous les amphithéâtres avec démonstrations. Répartition sur même niveau et chemins d'accès courts jusqu'à l'estrade. Valeur de base pour surface minimale : plan d'amphithéâtre rectangulaire, de 0,2 à 0,3 m² par place. Plan trapézoïdal de 0,15 à 0,18 m² par place. Prévoir de 0,2 à 0,3 m² par place pour les disciplines de sciences naturelles et précliniques.

Pour le bon fonctionnement d'un bâtiment avec amphithéâtre, des surfaces d'entrepôt et de détente sont nécessaires. Salle de détente pour le personnel technique chargé des installations de l'amphithéâtre, salle de détente pour le personnel d'entretien, entrepôt pour pièces de rechange, lampes à incandescence, tubes fluorescents, tableau d'amphithéâtre, vêtements, etc. Surface minimale par pièce : 15 m², surface minimale nécessaire pour tous les locaux annexes : 50 à 60 m².

Vestiaires et toilettes
Valeur de base d'ensemble 0,15 à 0,16 m² par place.

Aménagement de base des locaux pour toutes les disciplines.

Salles de cours généraux :
salles de séminaires, capacités usuelles : 20, 40, 50, 60 places, tables doubles amovibles; largeur 1,20; profondeur 0,60, place nécessaire par étudiant 1,90 à 2,00 m² (fig. 1).

Cours magistraux, travaux de groupe, colloques, laboratoires de langue, ordinateurs, laboratoires, salles de conférences ont besoin d'une surface identique avec disposition variable des tables (fig. 1).

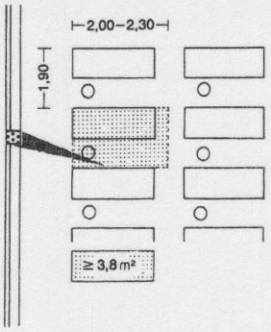
Pièces de travail du personnel scientifique :
professeur 20-24 m² (fig. 2 A),
assistant 15 m² (fig. 2 B),
auxiliaires 20 m² (fig. 2 C),
secrétaires 15 m² (utilisation double 20 m²) (fig. 2 D),

Bibliothèques universitaires à accès libre (voir p. 279 à 283) :
installation de 30 000 à 200 000 volumes accessibles directement.

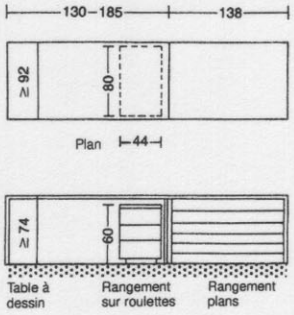
Surface nécessaire (fig . 3) :
étagères avec 6 à 7 niveaux, 2 m de hauteur (à portée de la main)
distance entre les étagères : 1,50 à 1,60 m,
surface nécessaire 1,0-1,2 m² pour 200 volumes.

Place de travail / lecture (fig . 4) :
largeur 0,9-1,0 m/ profondeur 0,8 m,
surface nécessaire 2,4 à 2,5 m² par place de travail.

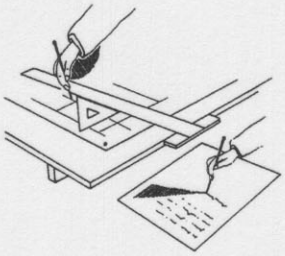
Contrôle à l'entrée avec dépôt des sacs, catalogue, salles de photocopies.



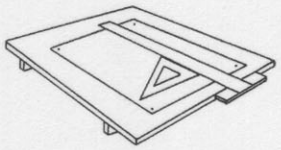
① Postes de travail dans une salle de dessin.



② Surface de travail.

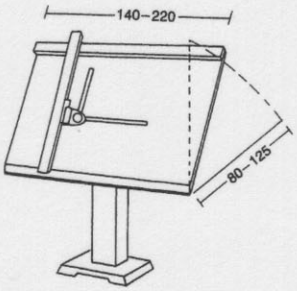


③ Pour écrire la meilleure lumière vient de l'arrière gauche, pour dessiner de l'avant gauche.

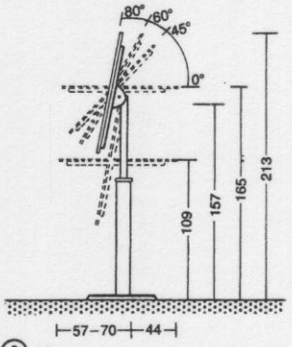


Format A0 97 x 127 cm
Formet A1 65 x 90 cm
Formet A2 47 x 63 cm
Format A3 37 x 44 cm

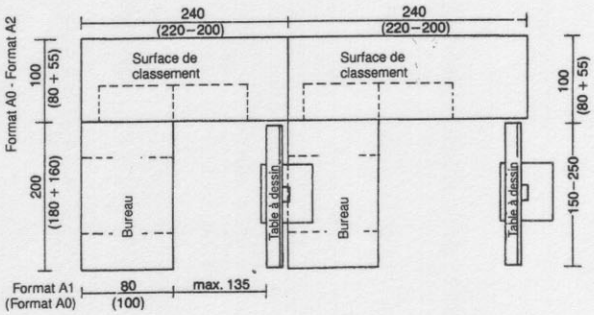
④ Dimensions de planches à dessin.



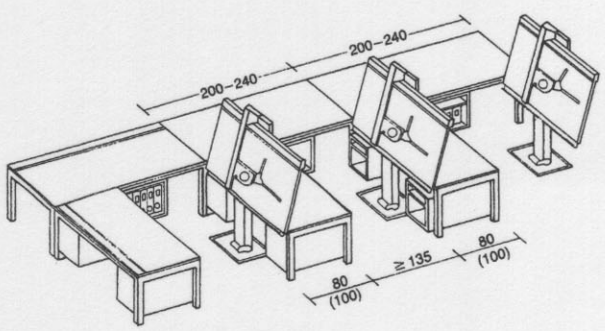
⑤ Appareil à dessiner debout



⑥ Coupe.



⑦ Plan d'un poste de travail.



⑧ Bureau de dessin.

Aménagement de base d'un poste de travail pour le dessin

Les mensurations d'une table à dessin doivent être, si possible, conformes au format A0 (0,92 x 1,27), la planche pouvant être fixe ou réglable (fig. 2, 5 et 7).

Le rangement pour dessins couchés de même hauteur que la table à dessin, est utilisable comme surface de classement (fig. 2).

Sous-meuble à roulettes pour le matériel de dessin, éventuellement archivage suspendu (fig. 2, 11 et 12).

Fauteuil pivotant à roulettes réglable en hauteur.

Planche à dessin pour travailler debout sous forme de planche verticale, réglable en hauteur, dimensions 1,50 x 1,00 à 1,14, ou repliable, utilisable comme planche horizontale, dimensions 1,80 x 1,15 (fig. 5 à 11).

Éclairage : Lumière diurne venant si possible de la gauche (fig. 3).

Lumière artificielle : Éclairage d'ambiance de 500 lux, table à dessin 1 000 lux avec lampe installée à hauteur variable au-dessus de l'axe longitudinal de la table.

Autres accessoires : Surface de classement, armoires à dessins pour conserver les dessins horizontalement ou verticalement, format A0 minimum.

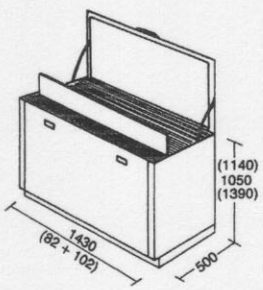
Salles de dessin

Surface nécessaire : 3,5 à 4,5 m² selon la taille des tables à dessin (fig. 1).

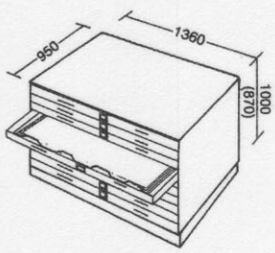
Orienter les salles de dessin si possible vers le Nord, pour capter une lumière uniforme. Par place de travail, une armoire à étagères fermant à clef.

Salles d'académie, de peinture ou de modelage : Placées si possible dans des combles au Nord, grandes surfaces vitrées (1/3 à 1/4 de la surface au sol), si nécessaire ajouter des lanterneaux.

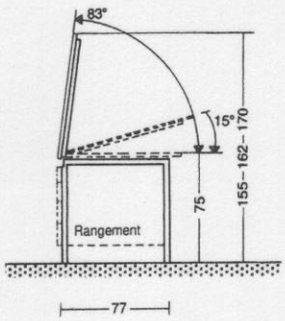
Salles pour sculpteurs et céramistes : Grande surface nécessaire pour les installations techniques (tour, fours) et les œuvres, plus entrepôt, salle de plâtre, pièce humide, etc.



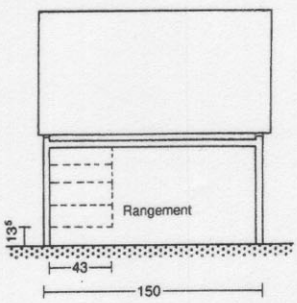
⑨ Plans debout ou couchés.



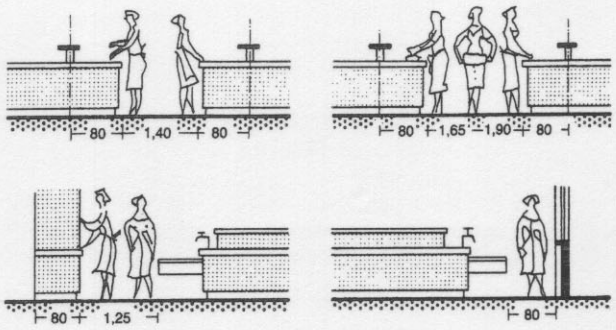
⑩ Rangement de plans en tôle d'acier.



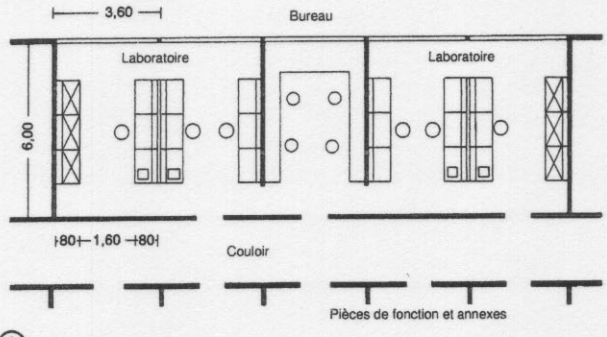
⑪ Coupe.



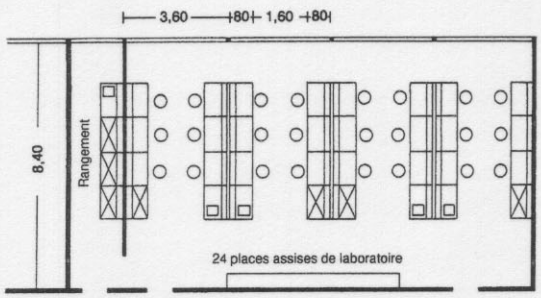
⑫ Bureau et table à dessin inclinable.



① Largeurs minimales de passage entre 2 postes de travail.



② Laboratoire de recherche.

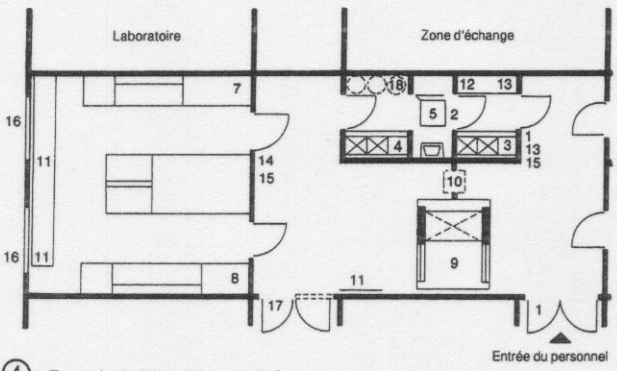


③ Laboratoire d'enseignement et de travaux pratiques.

Laboratoire à niveau 3 de sécurité
1 Panonceau d'avertissement
2 Sas à 2 portes à fermeture automatique
3 Vêtements de ville
4 Vêtements de protection
5 Dépression dans le plancher (éventl. paillasson de désinfection des pieds) en prévision de l'installation d'un écoulement de douche
6 Lavabo avec installation de désinfection
7 Plan de travail (*clean Bench*) avec filtre Hépa séparé
8 Extraction
9 Autoclave (dans laboratoire ou bâtiment)
11 Réchauffeur à plaques (à 7,5 cm du mur)
12 Armoire de commande et de surveillance : distribution électrique, commutateur principal d'arrêt d'urgence, tableau témoin
13 Indicateur de pression différentielle lisible de l'intérieur et de l'extérieur, avec alerte acoustique
14 Appel de détresse, téléphone
15 Interphone, gâches électriques
16 Fenêtres étanches au gaz, non inflammables, plombées
17 Ouverture stable au feu

Laboratoire à niveau 4 de sécurité
2 Triple sas.Portes à fermeture automatique étanches au gaz
5 Douche pour personnel (réarmable à partir de L3*) rassemblement des eaux usées, désinfection
7 Plan de travail fermé, étanche au gaz, amenée et évacuation d'air individuelles. Filtres Hépa supplémentaires
9 Sas-autoclave, portes mutuellement verrouillables, désinfection de l'eau de condensation
10 Sas étanche
18 Conteneurs autoclaves pour habits de protection utilisés.

*) seulement nécessaire si l'accès au labo L4 est à prévoir.



④ Exemple de laboratoire aseptisé.

On différencie les laboratoires selon leur utilisation et leur spécialisation.
Les laboratoires de travaux pratiques en coordination avec les cours ont un nombre élevé de postes de travail et une installation de base souvent simple (fig. 3).

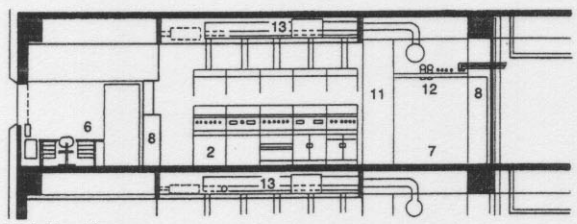
Les laboratoires en rapport avec la recherche, souvent dans des locaux plus petits avec un aménagement spécial et des pièces de fonction supplémentaires, comme les salles de pesage et de mesures, salles de centrifugeurs et autoclaves, laveries, pièces climatisées et chambres froides à température constante, labos photos, chambres noires, etc. (fig. 2).

Selon la spécialisation : Laboratoires chimiques et biologiques avec tables de labo fixes. Renouvellement d'air important, et souvent hottes d'aspiration (autoclaves) (p.272, fig. 7) pour les travaux dégageant une grande quantité de gaz ou de fumée. Autoclaves souvent dans pièces à part (pièces puantes).

Les laboratoires de physique ont surtout des tables de labo à roulettes et une installation électrique différenciée en caniveaux électriques muraux ou suspendus au plafond, avec faible renouvellement de l'air (p.272).

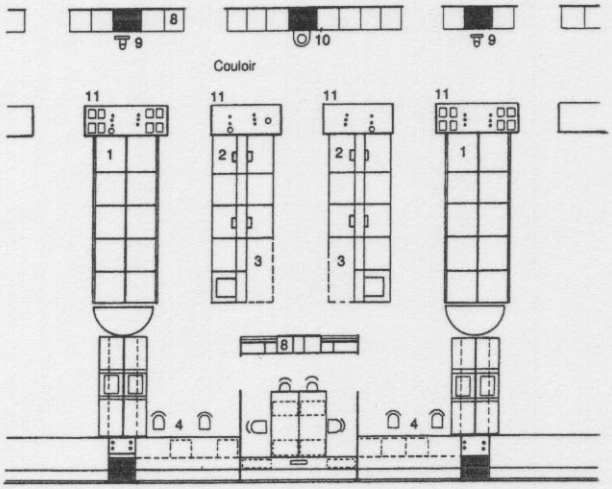
Laboratoires spéciaux pour exigences particulières, par exemple laboratoires à isotopes pour travaux avec substances radioactives, avec différents niveaux de sécurité.

Laboratoires aseptisés (fig. 4) pour des travaux nécessitant un air particulièrement filtré de toute poussière, par exemple dans le domaine de la micro-électronique ou pour des substances particulièrement dangereuses dont il faut éviter la transmission vers d'autres pièces, par propre circulation d'air et filtrage (microbiologie, technique génétique, niveaux de sécurité L1 à L4) (fig. 4).

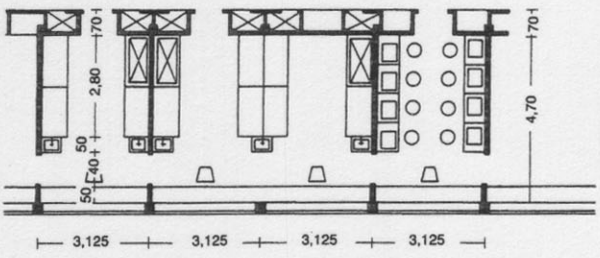


Unités de laboratoire
1 Hottes
2 Tables de travail
3 Réserve
4 Postes de travail sec
5 Tables de pesage
6 Poste de travail chimiste
7 Couloir
8 Armoire matériel
9 Douche oculaire
10 Lance à incendie
11 Énergie verticale
12 Support pour conduites
13 Installation ventilation et air conditionné

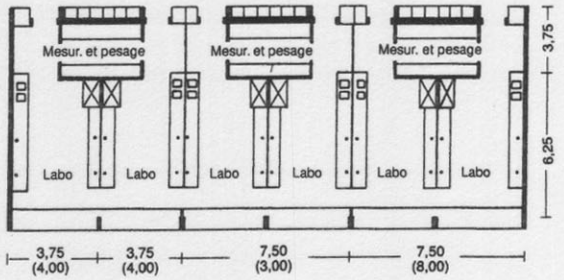
⑤ Coupe sur laboratoire de matières plastiques. Arch. : Suter + Suter



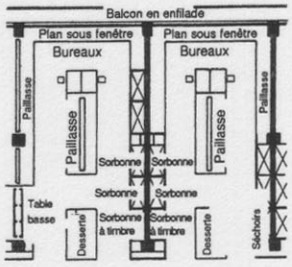
⑥ Plan.



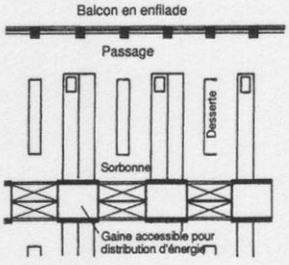
① Les dimensions de la pièce sont fonction de la taille des tables (postes de travail). Canalisations et rangements incorporés au couloir. Salle des balances à part.



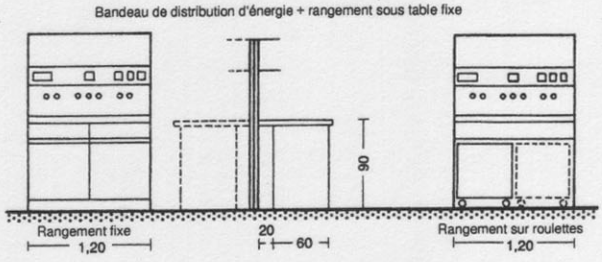
② Laboratoires standard avec locaux de mesurage et pesage intercalés. Clinique universitaire de Francfort/Main. Arch. : Schlempp + Schwethelm



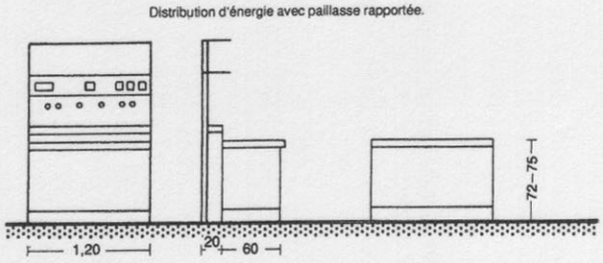
③ Installation de laboratoire dans le labo. central de rech. scient. (Fabrique de peintures Bayer AG).



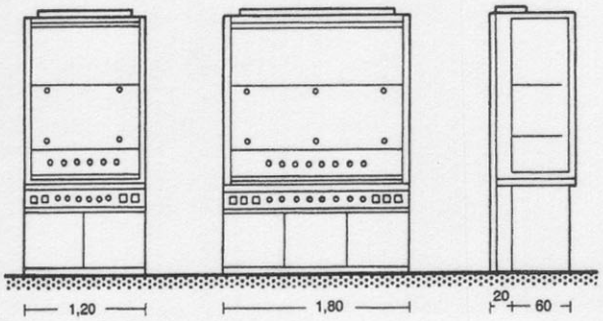
④ Disposition de gaines accessibles (BASF).



⑤ Paillasse de labo de chimie.



⑥ Table de laboratoire de physique.



⑦ Sorbonne (hottes d'aspiration fermées).

Laboratoires de froid pour travaux dans des conditions climatiques extrêmes.

Laboratoires photos et chambres noires (p.271).

Appartiennent aussi au domaine plus restreint du laboratoire, les locaux de travail sans installations :
Cellules de réflexion, pièces à caractère social (pièces de détente) pour le personnel de laboratoire. S'ajoutent à cela des pièces centrales telles que les entrepôts communs, les entrepôts pour extractions de substances chimiques avec des mesures de sécurité particulières, entrepôt d'isotopes avec conteneurs de décroissance etc. Les laboratoires d'essais sur animaux avec élevage d'animaux pour expériences détiennent une place particulière, chaque catégorie d'animal nécessite des aménagements particuliers et exige un renouvellement d'air spécifique.

Poste de travail de laboratoire
L'unité de mesure déterminante pour le poste de travail est la paillasse, fixe ou amovible, dont les dimensions et la surface de travail et de passage correspondantes constituent l'axe, l'unité de base du laboratoire (p.271, fig. 1 à 3).

Normes pour une paillasse normale :
120 cm de large pour les expériences, davantage dans les laboratoires de recherches, surface de travail 80 cm de profondeur en incluant les bandeaux de distribution d'énergie (fig. 5 et 6).

Paillasses et sorbonnes se trouvent souvent sous forme de système modulaire, largeur des éléments 120 cm, sorbonnes 120 et 180 cm (fig. 7). Le bandeau comme élément spécifique avec tous les supports de distribution d'énergie, la paillasse et le rangement bas se situent devant (fig. 5 à 7).

La construction porteuse des paillasses est en tube d'acier, le plan de travail à plaques de grès sans joints, plus rarement des carreaux, des plaques de plastique résistant aux matières chimiques. Les meubles bas sont en bois ou plaques de bois ou particules, recouvertes de plastique. Gaines depuis le plénum du plafond ou depuis le plancher.

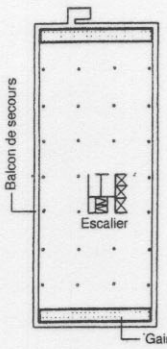
Ventilation :
Installations à basse-pression ou haute-pression, cette dernière recommandée surtout dans les instituts à plusieurs étages avec grand besoin d'air, pour réduire la section des gaines. Refroidissement et humidification selon besoins.

Les installations de ventilation nécessitent plus d'espace que toutes autres installations. Tous les laboratoires dans lesquels s'effectuent des manipulations chimiques doivent être ventilés mécaniquement.

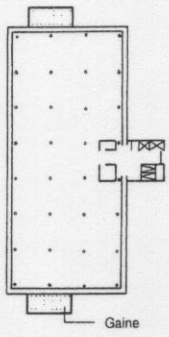
Renouvellement d'air par heure :
Labos de chimie 8 fois
Labos de biologie 4 fois
Labos de physique 3 - 4 fois
(dans la zone à ventiler).

Installation électrique :
Un transformateur particulier est nécessaire dans le bâtiment en cas de grandes charges de connexion ou de courants électriques spéciaux.

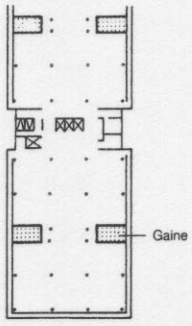
Les centrales électriques doivent être entourées de matières ininflammables et ne doivent pas être traversées par des lignes indépendantes.



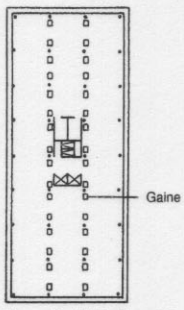
① Gaines de conduites en façade et noyau de circulation à l'intérieur.



② Gaines de conduites en façade. Noyau de circulation à l'extérieur.



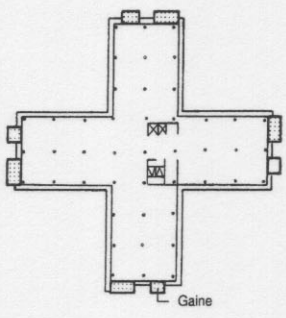
③ Gaines de conduites centrales. Noyau de circulation en façade.



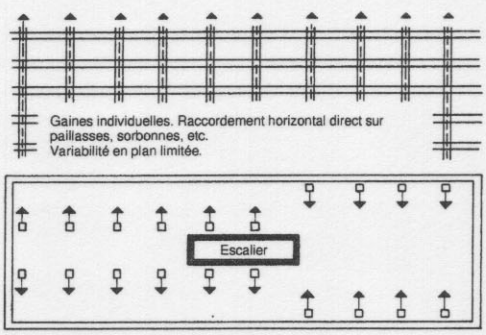
④ Gaines individuelles. Noyau de circulation à l'intérieur.



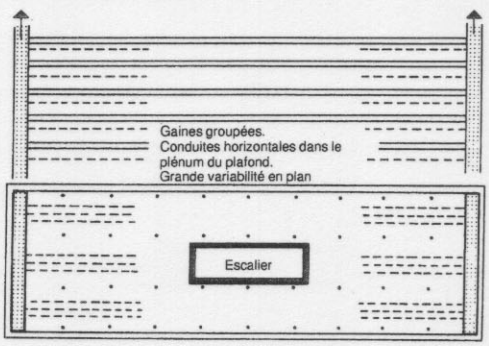
⑤ Gaines à l'intérieur, jumelées avec le noyau de circulation.



⑥ Gaines de conduites à l'extérieure. Noyau de circulation central.



⑦ Système de distribution verticale.



⑧ Système de distribution horizontale.

Répartition des gaines de conduite, supports et éléments verticaux de circulation

Gaines collectrices en façade, noyau de circulation intérieur (fig. 1).
Gaines collectrices extérieures, noyau de circulation extérieur (fig. 2).
Gaines collectrices centrales, noyau de circulation comme élément de tête (fig. 3).
Installation de gaines individuelles, noyau de circulation intérieur (fig. 4).
Forme de croix : gaines à l'extérieur, noyau de circulation central (fig. 6).
Conduites et circulation internes (fig. 5).

Système de distribution verticale

De nombreuses branches de distribution verticale à l'intérieur ou contre la façade, les milieux (fluides) qui sont dans les gaines individuelles se dirigent directement vers les laboratoires. Arrivée et sortie d'air amenées de façon décentralisées vers les sorbonnes, ventilateurs individuels sur le toit.

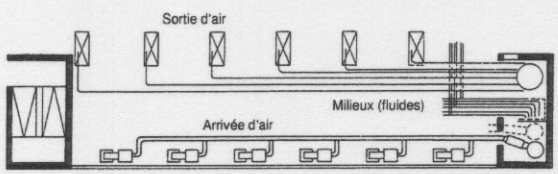
Avantages : Distribution individuelle maximale. Raccords horizontaux à la paillasse courts.

Inconvénients : Variabilité limitée en plan, besoin de surface plus grand au niveau pratique et technique (fig. 7).

Système de distribution horizontale

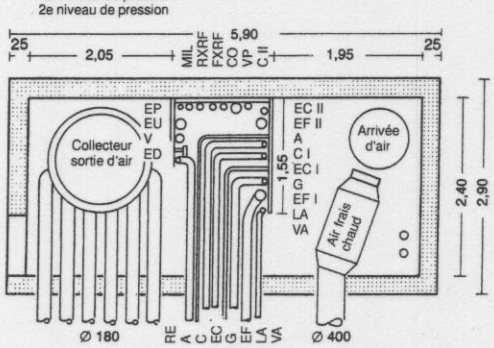
Regroupement de tous les milieux (fluides) dans les gaines collectrices verticales et, de là, répartition horizontale dans les niveaux d'utilisation avec raccordement haut ou bas à la paillasse.

Avantages : Moindre besoin de surface et de conduites pour les gaines, plus grande variabilité en plan, maintenance simplifiée, unités de ventilation centralisées, installations ultérieures plus faciles (fig. 8). Une grande densité d'installations nécessite beaucoup de place. Les gaines collectrices verticales sont plus clairement disposées, plus accessibles et plus faciles à réinstaller. Conduites isolées contre condensation, chaleur, froid et bruit (fig. 9 et 10).

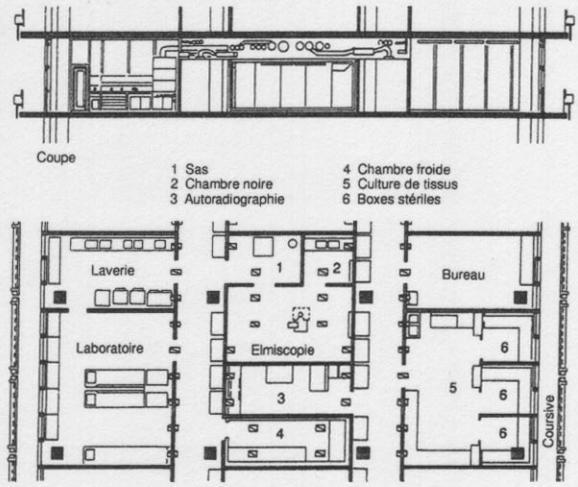


⑨ Conduites horizontales en plafond du laboratoire. Plan.

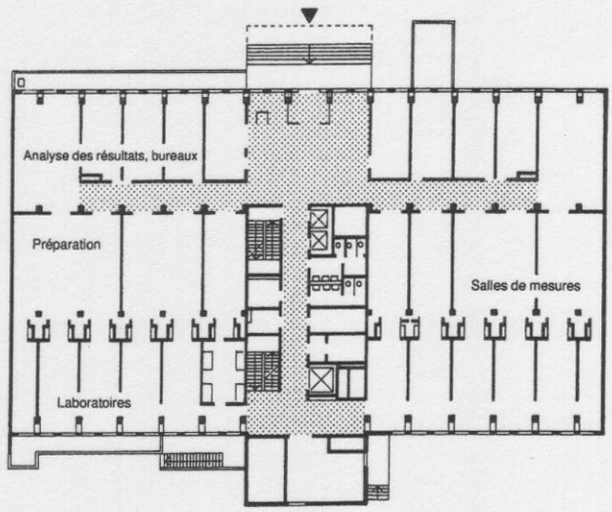
EF	Eau froide	VP	Vapeur	V	Vidage
EC	Eau chaude	CO	Condensat	RE	Réserve
C	Circulation	A	Air	LA	Eau du laboratoire
ED	Eau distillée	G	Gaz	VA	Ventilation annexe
FXRF	Flux de réfrigérant	MIL	Milieu particulier	EU	Eaux usées sanitaires
RXRF	Reflux de réfrigérant			EP	Canalisation eaux de pluie
I	1er niveau de pression				
II	2e niveau de pression				



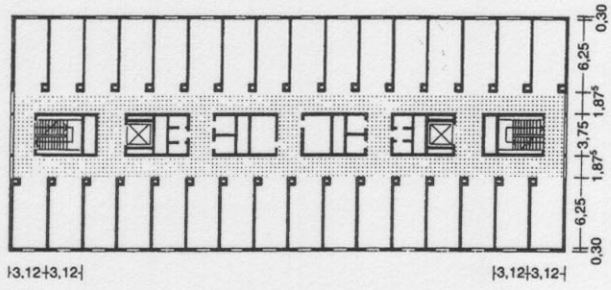
⑩ Gaine collectrice. Plan.



① Plan partiel du centre de recherche contre le cancer, Heidelberg.
Arch. : Heine, Wischer & Partner



② Laboratoire de physique analytique (BASF Ludwigshafen).



③ Plan type de laboratoire polyvalent transformable. Arch. : W. Haake

Sur le plan, les locaux sont répartis en fonction du programme et des prescriptions, avec des zones d'utilisation différentes selon que les locaux sont hauts ou bas, éclairés naturellement ou artificiellement. C'est pourquoi les laboratoires comportent souvent de grandes zones (constructions sur trois niveaux) (fig. 1 à 3). La longueur du bâtiment est fonction de l'aménagement horizontal le plus adéquat des installations humides.

Prévoir l'installation des centrales techniques en sous-sol ou dans les combles.

Trame de construction ou de second œuvre :
Que la construction soit en ossature de béton armé, préfabriquée ou en béton coulé sur place, on privilégiera la flexibilité du plan.

La trame de construction est un multiple de la trame intérieure courante de 120 x 120 cm (système décimétrique).

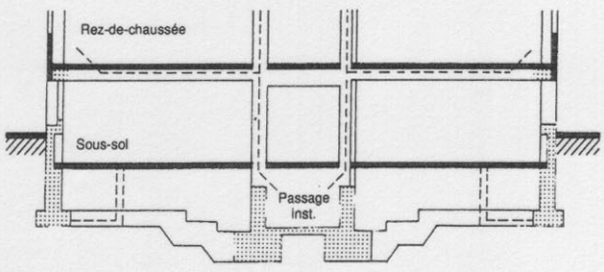
Grandes trames permettant d'obtenir des volumes sans poteaux : 7,20 x 7,20 m, 7,20 x 8,40 m, 8,40 x 8,40 m. Hauteur normale d'étage 4 m, hauteur libre ≥ 3,0 m.

Décaler les poteaux par rapport à la trame intérieure pour augmenter la flexibilité d'aménagement. Scinder le système plafonds et cloisons séparatives délimitant le volume des pièces. Les cloisons amovibles doivent être faciles à monter et avoir des surfaces résistant aux produits chimiques. Plafonds démontables et insonorisants. Revêtements de sol insensibles à l'eau et aux produits chimiques, sans joints, faible conductibilité électrique, généralement lés ou dalles de matière plastique. Joints soudés.

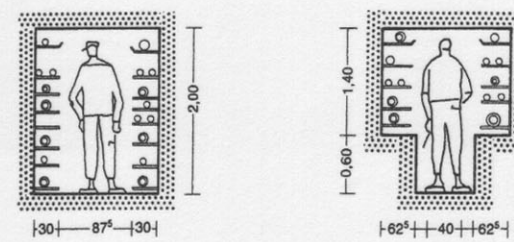
Vitrage avec vue du couloir dans les salles de laboratoire, dans la porte ou la cloison.

Les laboratoires d'isotopes ont des plafonds et des revêtements muraux lisses et non poreux. Angles arrondis, blindages en plomb ou béton, contrôle des eaux usées, cellules de douche entre laboratoire et sortie. Conteneurs en béton pour réception des restes actifs et des déchets, coffres en béton avec portes en plomb, etc.

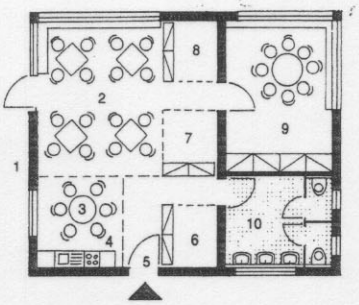
La table de pesage fait partie intégrante de chaque laboratoire. Souvent dans la salle de pesage. Les tables sont contre le mur, devant des parois à l'abri des vibrations.



④ Coupe transversale sur laboratoire avec passage central rationnellement situé.

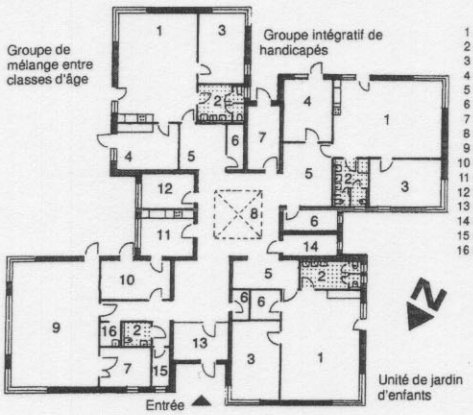


⑤ Galerie principale de canalisations (accessible), coupe différente selon nombre de canalisations.



1 Terrasse
2 Salle de détente 45-48 m²
3 Petit déjeuner
4 Cuisine des enfants
5 Entrée
6 Coin de jeux de rôle 4 m²
7 Coin de construction 4 m²
8 Coin câlins 4 m²
9 Salle de groupe 18 m²
10 Sanitaires

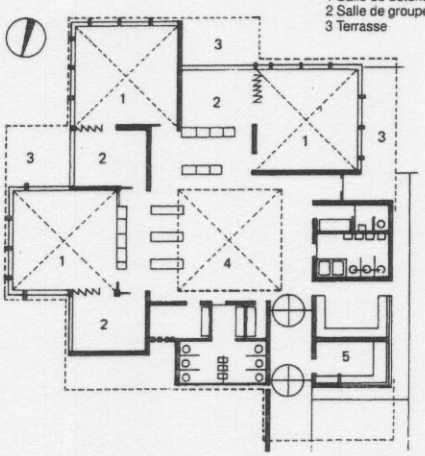
① Unité de jardin d'enfants / plan type. Arch. : Franken/Kreft



1	Salle de détente	47,5 m²
2	Sanitaires	9,8 m²
3	Salle de groupe	20,0 m²
4	Salle de soins	16,0 m²
5	Vestiaire	42,0 m²
6	Débarras	3,0 m²
7	Dépôt jeux	11,0 m²
8	Hall	37,0 m²
9	Espace polyvalent	6,0 m²
10	Personnel	7,0 m²
11	Cuisine	13,0 m²
12	Directrice	10,5 m²
13	Sas/couloir	34,0 m²
14	Chauffage	6,0 m²
15	Branchements	4,0 m²
16	Ménage	2,5 m²

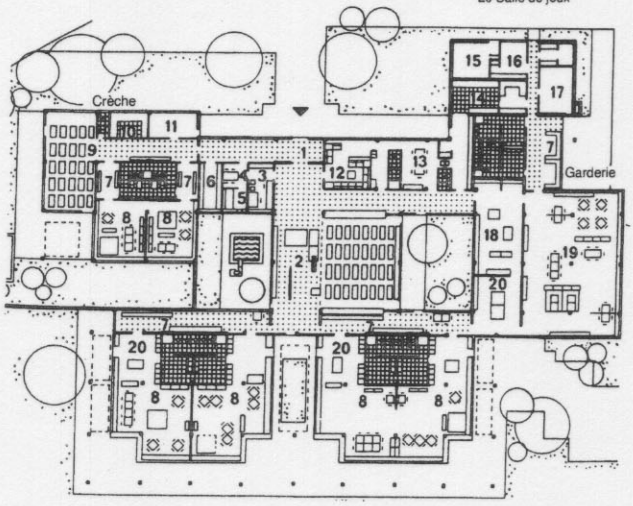
② Garderie « Robin des bois », rez-de-chaussée. Arch. : Franken/Kreft

1 Salle de détente
2 Salle de groupes
3 Terrasse
4 Espace polyvalent
5 Directrice



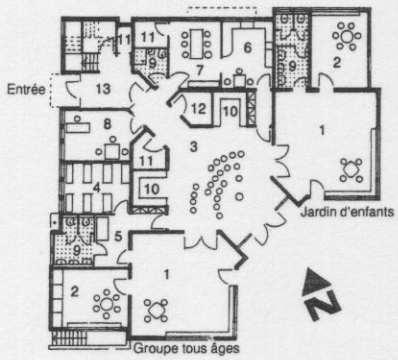
Légende figure 4
1 Sas
2 Zone commune
3 Bureau
4 Parloir parents
5 Pièce d'isolement
6 Lingerie
7 Vestiaire
8 Salle de groupes
9 Hall de repos ou jeux
10 Cuisine pour le lait
11 Landaus
12 Salle de repos
13 Médecin
14 Cuisine
15 Jardinier
16 Débarras
17 Chauffage
18 Zone bruyante
19 Zone calme
20 Salle de jeux

③ Jardin d'enfants avec espace polyvalent central. Arch. : Pankoke + Schmidt



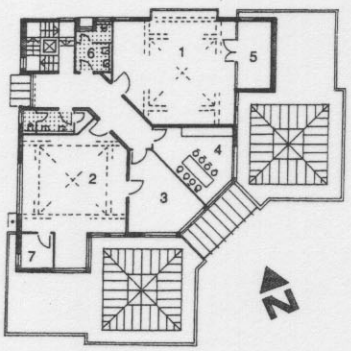
④ Garderie. Arch. : J. + W. Lippert

Les garderies sont des institutions socio-pédagogiques dans lesquelles on peut s'occuper régulièrement durant la journée d'enfants d'âge préscolaire et scolaire. Lors de la conception, prendre en compte les exigences d'éléments adaptés aux enfants. Répartition par tranche d'âge :
Crèche de 8 mois à 3 ans pour 6 à 8 enfants, jardin d'enfants de 3 ans à 6 ans pour 25 à 30 enfants, garderie de 6 à 11 ans pour 25 à 30 enfants. Des combinaisons des différentes tranches d'âge devraient si possible être mises en place. Emplacement proche du lieu d'habitation et loin de la circulation. Dimensions des pièces, programmation et détails (fig. 1 et 2).
Crèche environ 2 à 3 m² de surface au sol par enfant (nourrissons, marcheurs à 4 pattes, marcheurs). Ajouter surfaces pour tables à langer, parcs, armoires, étagères pour jouets, tables pour enfants, chaises pour enfants.
Jardin d'enfants environ 1,5 à 3 m² de surface au sol par enfant, 15 à 30 enfants par pièce. Ajouter armoires, étagères pour jouets, tables pour enfants, tableaux, etc.
Garderie environ 1,5 à 4 m² de surface au sol par enfant, environ 20 enfants par pièce. Ajouter surfaces pour armoires, étagères à jouets, tables pour enfants, chaises pour enfants, tableaux, possibilités de rangement, une pièce pour devoirs avec armoire à matériel pédagogique, étagères, tables et chaises d'école. Salle de bricolage avec armoire à outils et matériel, établis, etc.
Espace polyvalent nécessaire si plus de 2 pièces pour groupes, si possible lien visuel avec salles de groupes. Bonne isolation phonique, pour groupes concentrés, par exemple lors de répétitions de pièces de théâtre, etc. Si la salle est suffisamment grande (60 m² minimum), elle peut être aussi utilisée comme salle de gymnastique ou dortoir, salle annexe pour le matériel.
La tendance va vers deux niveaux dans les régions à grande concentration humaine, cage d'escalier et escalier de secours. Garderies avec horaires d'ouverture prolongés pour parents ayant une activité professionnelle ou familles monoparentales (8 h à 19 h). Aménagements pour handicapés, installations sanitaires adaptées aux fauteuils roulants, local de thérapie. 6 places au moins de parking pour voitures, place pour vélos et landaus.
Accès et parkings pour visiteurs et personnel, terrains de jeux.



1 Salle de détente
2 Salle de groupe
3 Hall de jeux
4 Salle de repos
5 Salle à langer les nourrissons
6 Cuisine
7 Personnel
8 Directrice
9 Sanitaires
10 Vestiaire
11 Débarras
12 Ménage
13 Sas

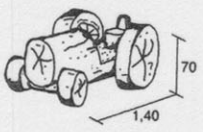
⑤ Garderie « Pusteblume », rez-de-chaussée. Arch. : Franken/kreft



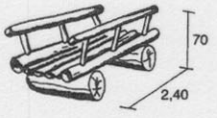
1 Salle polyvalente/repos
2 Salle de détente/loisirs
3 Devoirs
4 Bricolage
5 Matériel
6 WC
7 Débarras

⑥ Étage (fig. 5).

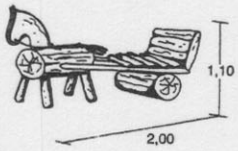
INSTALLATIONS DE JEUX, TERRAINS DE JEUX



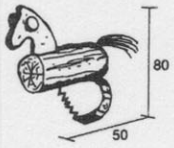
① Tracteur.



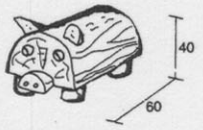
② Remorque.



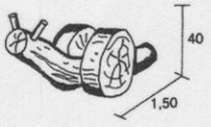
③ Cheval d'indiens.



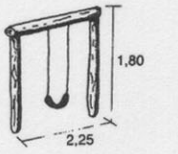
④ Cheval à bascule.



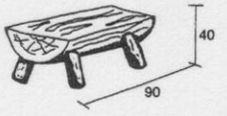
⑤ Cochon.



⑥ Escargot.



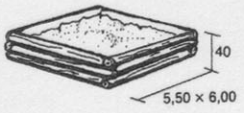
⑦ Balançoires pour petits enfants.



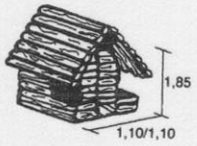
⑧ Table à gâteaux.



⑨ Bac à sable (bois équarri).



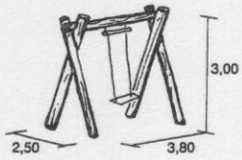
⑩ Bac à sable (bois rond).

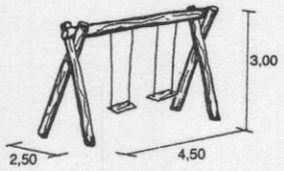


⑪ Cabane.

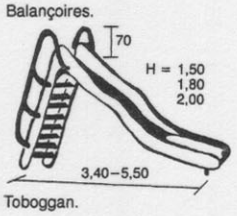


⑫ Groupe de maisons.

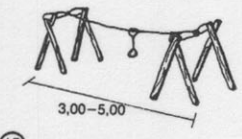




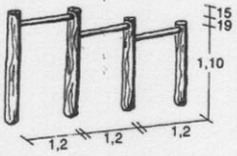
⑬ Balançoires.



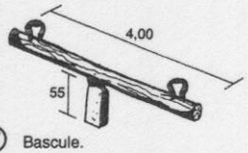
⑭ Toboggan.



⑮ Funiculaire.



⑯ Barres en gradins.



⑰ Bascule.



Longueur 7,30 / Largeur 3,80 / Hauteur 3,40

⑱ Maison à grimper et glisser.

Les expériences acquises par le jeu sont des apports fondamentaux dans le développement de la personnalité de l'enfant. Chez le très jeune enfant, l'adaptation à son environnement passe le plus souvent par le jeu. Les aires de jeu doivent être multiformes, changeantes et modifiables. Elles doivent réaliser des besoins exprimés par les enfants. C'est par le jeu que l'on fait des expériences sociales, les enfants apprennent à évaluer l'ampleur de leur action.

Exigences pour les aires de jeux :

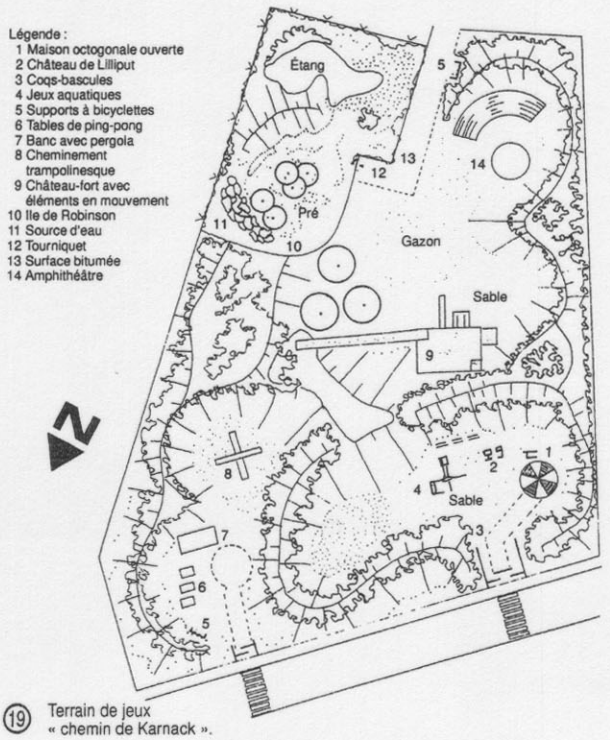
Sûres du point de vue circulation, pas de gêne due aux troubles de voisinage, suffisamment ensoleillées, pas de haut niveau de nappe phréatique.

A l'intérieur d'un quartier d'habitation, les aires de jeux doivent être des points de repère et reliées par des réseaux routiers simples aux habitations et autres installations. Ne pas reléguer vers la périphérie, mais planifier en relation avec d'autres systèmes de communication. Les valeurs de base pour la conception de terrains de jeux se composent de données isolées. Tranche d'âge, surface utile par habitant, tailles de surfaces de jeux, distance depuis la maison, autres bases de mesures.

Tranches d'âge	Grandeur de la zone en m²/H	Taille en m²	Distance de la maison en m	en min
0 - 6	0,6	95 - 190	110 - 230	2
6 - 12	0,5	750 - 2400	350 - 450	5
12 - 18	0,9	3400 - 6250	700 - 1000	15
> 18	1,5	plus de 1500	jusqu'à 1000	15

Les terrains de jeux privés en plein air doivent être établis sur le terrain lors de la construction d'immeubles en tant qu'aménagement privé, pour jeunes enfants jusqu'à 6 ans, enfants de 6 -12 ans et adultes.

Il existe des obligations d'aménagement pour les immeubles dans certaines conditions. Selon les normes, 5 m² de surface de jeu par unité d'habitation, taille minimale d'un terrain de jeux, 40 m². Les surfaces de jeu libres situées face à des rues, parkings, voies de chemin de fer, rigoles d'eau profondes, ravins et autres sources de danger, doivent comporter des barrières d'au moins 1 mètre de hauteur (buissons épais, grillages et similaire).



⑲ Terrain de jeux « chemin de Karnack ».

On différencie les **auberges de jeunesse**, souvent situées à la campagne, comprenant les auberges pour enfants jusqu'à 13 ans et les auberges de jeunesse de 13 à 17 ans et les **hôtelleries pour jeunes** dans des villes avec attraction touristique ou culturelle, en centre ville ou au calme. Tendance au standing d'un hôtel 3 étoiles ou international. Capacité 120 à 160 lits.

Finalité : Hébergement et lieu de rassemblement pour congrès, cours, séminaires, formation de jeunes et d'adultes, loisirs, *homes* ruraux pour classes, excursion solitaire ou familiale.

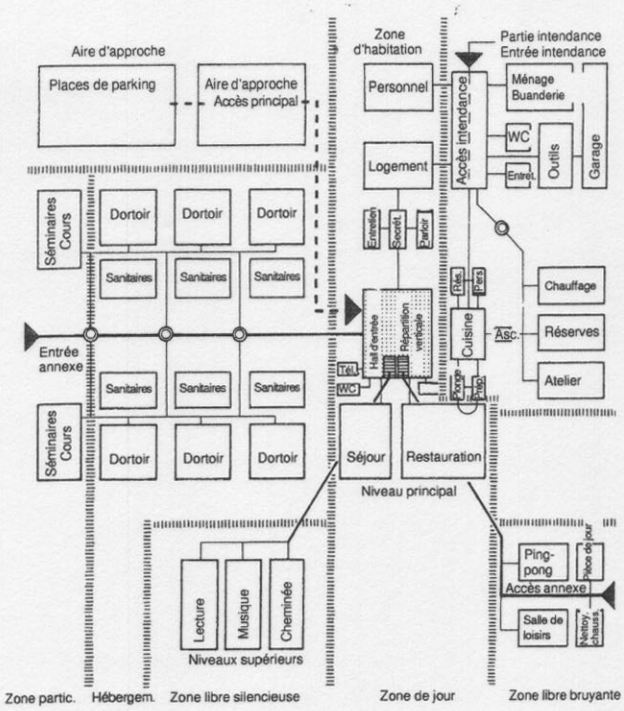
Domaines de fonctionnement

Salles de séjour et détente, 1 pièce pour environ 20 à 25 lits. Plusieurs salles de restauration, des surfaces de circulation multifonctionnelles avec coins individuels, cafétéria, salle de conférence. Les salles de restauration peuvent aussi fonctionner comme salle des fêtes, nombre de places selon nombre de lits, entrée, hall, secrétariat et bureau du « père » de l'auberge. À l'extérieur, tentes (portes vers sanitaires), sport + jeux, parkings pour bus et voitures, jardin du « père » de l'auberge. Zone de bruit intérieure isolée pour ping-pong, loisirs et bricolage.

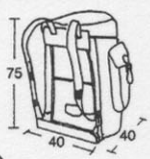
Dortoirs dans les auberges ≥ 4 à 6 (au maximum 8) chambres groupées avec chambre de l'accompagnateur (1 lit, 1 lit pliant servant de canapé durant la journée), dans les hôtelleries 2 à 4 chambres, chambre accompagnateur sous la forme de 1 à 2 chambres avec coin travail, chambres familiales 4 à 6 lits, tendance à chambres séparées pour enfants et parents. Garçons et filles séparés. Desserte par couloirs scindables selon besoins grâce à plusieurs portes coupe-feu : flexibilité. Douches et lavabos reliés aux chambres, WC séparés, adaptés aux handicapés, dépôt de bagages verrouillable. Locaux pour produits d'entretien et dépôt de chaussures avec nettoyage à chaque niveau.

Domaine économique similaire aux hôtels 3 étoiles, cuisine avec distribution de portions individuelles ou plats collectifs, service par table roulante, pas de self-service. Pièces pour intendance, personnel, détente.

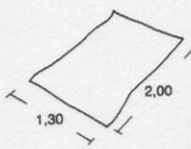
Logement avec appartement pour le « père » de l'auberge, chambres avec coin séjour pour le personnel 12 à 15 m².



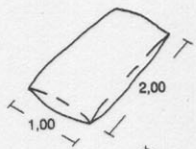
① Schéma fonctionnel.



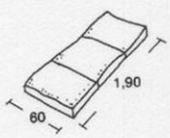
② Sac à dos.



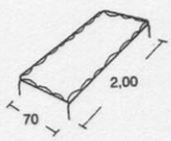
③ Couverture.



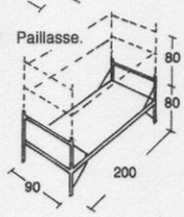
④ Paillasse.



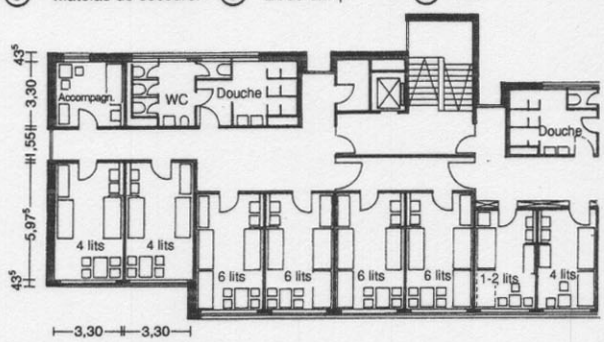
⑤ Matelas de secours.



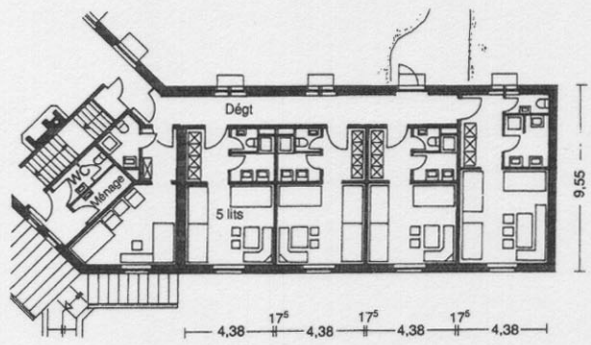
⑥ Lit de camp.



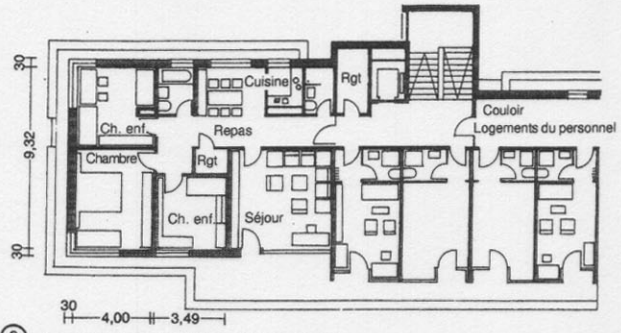
⑦ Lits.



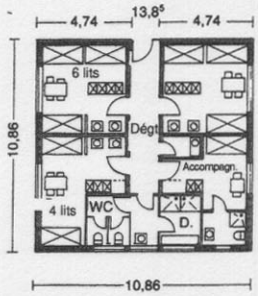
⑧ Hôtellerie pour jeunes avec auberge de jeunesse à Cologne-Riehl, chambres de 4 + 6 lits. Arch. : M. Ehringhaus



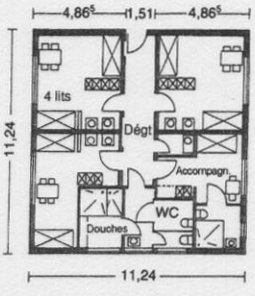
⑩ *Home* rural pour classes Habischried chambres de 5 lits. Arch. : W. Zinke



⑨ Logement pour les hôtes et le personnel.



⑪ Auberge de jeunesse Uslar. Pavillon 18 lits.

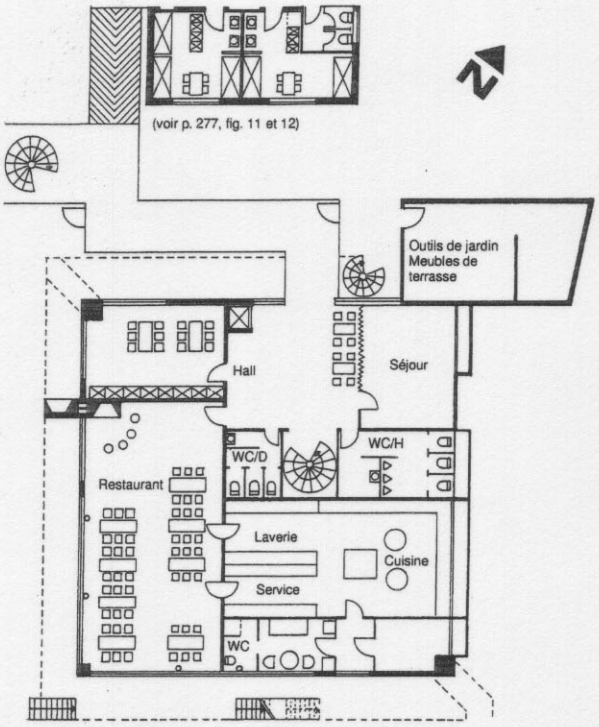


⑫ Pavillon de 14 lits. Arch. : Schönwald

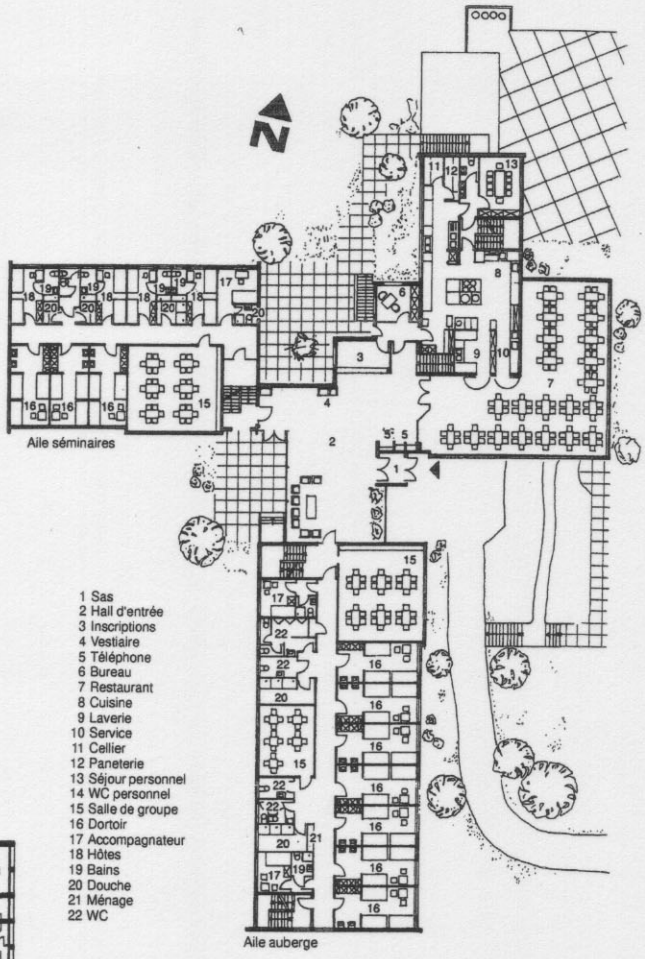
AUBERGES DE JEUNESSE

EXEMPLES

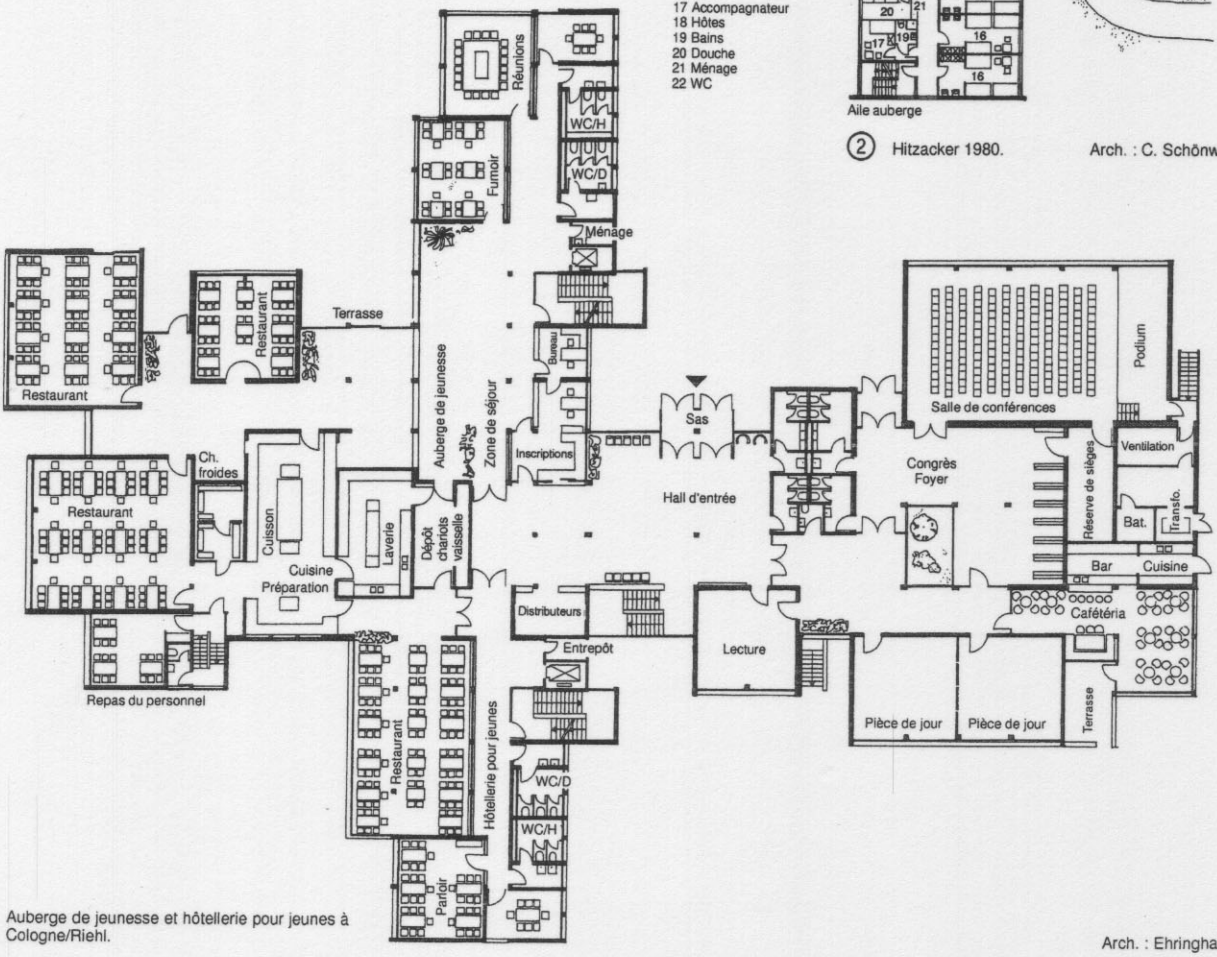
(voir p. 277, fig. 11 et 12)



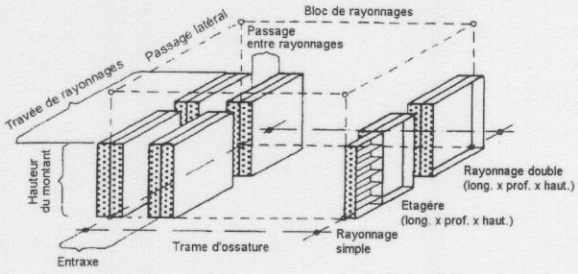
① Rez-de-chaussée auberge de jeunesse à Uslar. Arch. : F. Hajek



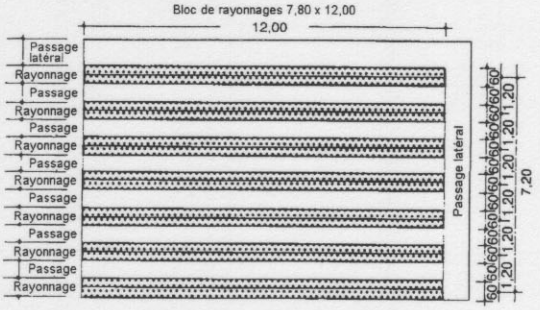
② Hitzacker 1980. Arch. : C. Schönwald



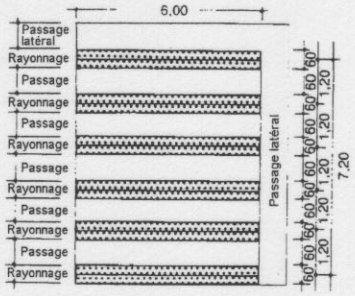
③ Auberge de jeunesse et hôtellerie pour jeunes à Cologne/Riehl. Arch. : Ehringhaus



(1) Esquisse hors échelle pour l'éclaircissement des termes utilisés lors du calcul de la surface des fonds.



(2) Surfaces pour rayonnages à livres en magasin non accessible au public.



Secteur	Entraxe (en m)	Etagères superposées
Magasin	1,30 (1,20) 1,44	6 7
Secteur consultation sur place	1,40 1,70	5,5 6,5
Secteur informations et salles de lecture	1,60 200	4 6

(3) Surfaces pour rayonnages en secteur de consultation sur place, bloc de rayonnages de 7,80 x 6,00.

Trame d'ossature	7,20 m × 7,20 m	7,50 m × 7,50 m	7,80 m × 7,80 m	8,40 m × 8,40 m
n x entraxe en m	6 × 1,20 5 × 1,44 4 × 1,80	6 × 1,25 5 × 1,50 4 × 1,87	6 × 1,30 5 × 1,56 4 × 1,95	6 × 1,20 5 × 1,40 4 × 1,68

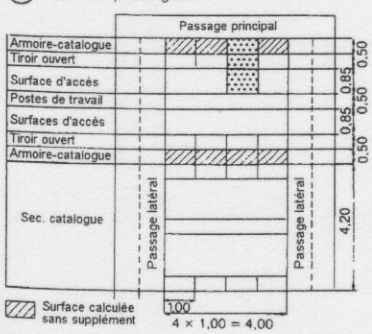
(4) Exempies d'entraxes de rayonnages pour des trames d'ossature usuelles.

Secteur	Volumes par étagères
Magasin	25–30
Secteur consultations sur place	20–25
Secteur informations et salle de lecture	20

$$F_1 = \frac{1}{2} \cdot \frac{e \cdot n_1 \cdot l}{n_2 \cdot n_3} \cdot \left(1 + \frac{N\%}{100}\right)$$

F_1 = Surface nécessaire y compris surface de mouvements (en m²)
e = Entraxe des rayonnages doubles (en m)
n_1 = Nombre de volumes à disposer
n_2 = Nombre de volumes par mètre d'étagère
n_3 = Nombre d'étagères superposées
l = Longueur du rayonnage
$N\%$ = Pourcentage de passages latéraux

(5) Volumes par étagères.



$$F_4 = \frac{n_1 \cdot n_2}{n_3 \cdot n_4} \cdot \frac{1}{2} \cdot e \cdot l \cdot \left(1 + \frac{N\% + S\%}{100}\right)$$

F_4 = Surface nécessaire pour armoires-catalogues (en m²)
e = Entraxe des armoires catalogues
n_1 = Nombre de volumes figurant dans le répertoire
n_2 = Fiches par volume
n_3 = Fiches par tiroir
n_4 = Tiroirs par longueur d'armoire
l = Longueur d'armoire
$N\%$ = Pourcentage supplémentaire de passages latéraux
$S\%$ = Pourcentage sup. pour pupitres

Surfaces des armoires-catalogues
16 · 1,85 · 1,00 = 29,60 m²
+ Passages latéraux (40%)
29,60 · 0,40 = 11,84 m²
+ Postes de travail (15%)
29,60 · 0,15 = 4,44 m²
F = 45,88 m²

(6) Exemple d'une disposition possible d'armoires-catalogues y compris postes de travail avec détermination des surfaces respectives (dimensions en mètres).

Les bibliothèques scientifiques rassemblent des ouvrages concernant l'enseignement et la recherche, pour emprunt ou consultation sur place, destinés aux étudiants ou autres personnes intéressées. Le rapport entre les fonds d'emprunt et les fonds de consultation sur place dépend du type d'organisation de la bibliothèque. La classification par matières et la disposition systématique permettent l'orientation, selon le type de disposition choisi et ses effets sur l'organisation de l'espace. Hall d'entrée : centre d'information, catalogues, poste central de renseignements et (à des guichets distincts) des postes d'emprunt et de restitution. Dans la détermination du flux des visiteurs et des trajets de circulation, le poste d'emprunt devrait se situer à l'intérieur du secteur contrôlé, la restitution à l'extérieur de celui-ci. Il faut intégrer des surfaces supplémentaires destinées aux tableaux d'exposition et d'information.

Zones d'utilisation et de lecture : si la visibilité et l'orientation le permettent, une bibliothèque de consultation sur place ne devrait comprendre que trois niveaux pour rester accessible par des escaliers. Les escaliers doivent être accessibles à 30 m en partant du milieu de la salle. Largeur des circulations principales : 2 m, des circulations : 1,50 m, des passages entre rayons : 0,75 m.
Les secteurs de stockage sont à relier d'un côté au secteur de la préparation des livres et au secteur administratif (transport de matériel) et d'un autre, s'il s'agit de fonds accessibles au grand public, aux secteurs d'utilisation et de lecture. Il convient de concevoir des unités aussi grandes que possibles avec un système central de transport. Veiller en particulier à la protection contre l'incendie et l'eau (magasin au sous-sol!). La préparation des livres doit se situer, dans la mesure du possible, sur un étage. Les installations et systèmes de transport ne devraient pas croiser les secteurs d'utilisation.

Surface nécessaire/construction : la surface de base d'une bibliothèque scientifique comprend trois secteurs : utilisation, magasin et administration, dans des proportions variables en fonction du type d'organisation choisi. De plus on peut, dans le programme d'aménagement, prévoir des fonctions telles que des secteurs de communication et d'expositions, etc. On prend comme base pour les calculs des rayonnages doubles isolés en disposition régulière, la disposition devrait être en relation avec la trame modulaire de l'ossature. (Longueur d'un rayonnage double : 1 m, profondeur des étagères : 25 cm, hauteur normalisée des montants : 2,25 m.) Les entraxes et le nombre des étagères sont fonction de la surface disponible en question. Dans les magasins, on utilise aussi des installations de stockage mobile qui augmentent la capacité jusqu'à 100%. Pour la disposition et la présentation de revues on doit prévoir, pour le même type de rayonnage, plus de place.

L'accès aux fonds se fait par le biais de catalogues. Catalogues à fiches (position centrale, nécessitant une grande surface). Sous forme de microfiches (plusieurs emplacements dans le secteur de lecture et d'utilisation, nécessitant peu de surface) ou sous forme de fichier électronique (plusieurs emplacements, nécessitant très peu de surface).

	Présentation des périodiques	Rangement des périodiques	Forme mixte
Entraxe	1,8 m	1,44 m	2,40 m
Nombre d'étagères superposées	6	10	6
Périodiques par mètre d'étagère	4	3,5	4
Numéros ou années par mètre de rayonnage double	48	70	48
Supplément pour passages latéraux etc.	25%	25%	25%
Surface standard pour 100 périodiques	4,7 m^2	2,6 m^2	6,3 m^2

Calcul de la surface

En fonction des facteurs représentés, la surface utile nécessaire en mètres carrés pour la présentation et le rangement des périodiques (100 unités) peut se calculer selon l'équation suivante :

$$F_2 = \frac{1}{2} \times \frac{e\,n_1 l}{n_2 n_3}\left(1 + \frac{N\%}{100}\right)$$

F_2 = Surface nécessaire pour n périodiques y compris la surface de mouvement en m^2
e = Entraxe des rayonnages doubles en m
n_1 = Nombre de périodiques à présenter et à ranger
n_2 = Nombre de périodiques par mètre d'étagères
n_3 = Nombre d'étagères superposées
l = Longueur des rayonnages
N% = Pourcentage supplémentaire pour passages latéraux

① Tableau et calcul de la surface utile principale servant à la présentation et au rangement des périodiques.

	Entraxes des rayonnages doubles (en m)	Volumes par mètre d'étagère	Étagères superposées	Volumes par mètre de rayonnage double	Surface nécessaire pour 1000 volumes (m^2)	Volumes par m^2
Magasin non accessible au public (supplément de 20%)	1,20	30	6	360	3,99	250,6
		30	6,5	390	3,68	271,7
		25	6,5	325	4,43	225,7
		30	7	420	3,42	292,3
		25	6	300	4,80	208,3
	1,25	30	6	360	4,16	240,3
		30	6,5	390	3,84	260,4
		25	6,5	325	4,61	216,9
		30	7	420	3,56	280,8
		25	6	300	4,99	200,4
	1,30	30	6	360	4,33	230,9
		30	6,5	390	3,99	250,6
		25	6,5	325	4,80	208,3
		30	7	420	3,70	270,2
		25	6	300	5,19	192,6
	1,35	30	6	360	4,50	222,2
		30	6,5	390	4,15	240,9
		25	6,5	325	4,98	200,8
		30	7	420	3,85	259,7
		25	6	300	5,40	185,1
Magasin à consultation sur place (supplément de 25%)	1,40	30	6	360	4,85	206,1
		30	6,5	390	4,47	223,7
		25	6,5	325	5,17	193,4
		30	7	420	4,16	240,3
		25	6	300	5,82	171,8
		20	5,5	220	7,63	131,0
	1,44	25	6	300	6,00	166,6
		25	5,5	275	6,53	153,1
		20	6	240	7,50	133,3
		20	5,5	220	8,17	122,3
	1,50	25	6	300	6,25	160,0
		25	5,5	275	6,81	146,8
		20	6	240	7,81	128,0
		20	5,5	220	8,51	117,5
Secteur de lecture (supplément de 25%)	1,68	25	6	300	7,00	142,8
		25	5,5	275	7,62	131,2
		20	6	240	8,75	114,2
		20	5,5	220	9,53	104,9
	1,80	20	5,5	220	10,22	97,8
		20	5	200	11,25	88,8
	1,87	20	5,5	220	10,62	94,1
		20	5	200	11,68	85,6
	2,10	20	5,5	220	11,92	83,8
		20	5	200	13,12	76,2
		20	4	160	16,40	60,9

Source : Schweigler p. 20

② Calcul des surfaces.

		Trame d'ossature							
		3,60	4,20	4,80	5,40	6,00	6,60	7,20	8,40
Secteurs magasin (M)	M		1,05		1,08		1,10		1,05
Secteurs magasin à consultation sur place (H)	H	1,20	1,20	1,20	1,10	1,20	1,20	1,20	1.12/1.2
									1,29
Secteurs de consultation sur place (F)	F		1,40	1,37	1,35	1,33	1,32	1,31	1,40
		1,44				1,50	1,47	1,44	
				1,60	1,54			1,60	1,53
			1,68				1,65		1,68
Secteurs de salles de lecture (L)	L	1,80			1,80	1,71		1,80	
				1,92		2,00			
			2,10					2,07	2,10
Postes de travail (2,25)		2,40	2,10	2,40	2,10	2,40	2,20	2,40	2,10
Postes de travail de groupe		3,60	4,20	4,80	3,60	4,00	4,40	3,60	4,20

③ Utilisation des trames d'ossature usuelles pour les fonctions essentielles dans une bibliothèque.

Bibliothèques scientifiques.

En fonction du nombre d'étudiants d'une école supérieure, 10-15 % d'entre eux devraient trouver place dans une bibliothèque pour la lecture et le travail (en cas de nombre important d'ouvrages à consulter sur place et de choix varié). Près des murs extérieurs, à vitrages si possible anti-éblouissants, à proximité des rayonnages et loin des circulations principales.

Installer les postes de travail avec écran loin de la lumière du jour. La surface nécessaire est à différencier selon le type de poste de travail, c'est-à-dire il faut prévoir des postes de travail individuels, doubles et collectifs, le cas échéant des "Carrels" verrouillables et des salles de travail individuelles ou collectives, insonorisées.

Prévoir 15% de la surface disponible pour salles de travail séparées. Bibliothèques scientifiques avec fonds croissants : si possible secteurs flexibles (cloisons amovibles). Ceci nécessite des systèmes modulaires avec des trames de construction pour différentes dispositions des rayonnages et une surcharge du plancher généralement élevée.

Les dimensions verticales et horizontales du bâtiment doivent tenir compte des processus fonctionnels dans la bibliothèque.

Ainsi la manipulation des livres (circuit livre) et le flux de visiteurs (circuit utilisateur) ne devraient pas se croiser. Ne pas sous-estimer le coût des installations de transport et d'énergie (ventilation, climatisation, éclairage).

Solution adaptée : un corps de bâtiment compact avec trame de construction usuelle par exemple 7,20 m x 7,20 m, hauteur libre 3 m par niveau. La charge admise varie selon l'utilisation entre 7,5 et 10 kN/m^2.

Prévoir des rampes d'accès ou des ascenseurs et des portes adaptées pour les utilisateurs ou le personnel handicapés.

Transport des livres par ascenseurs (dimensions pour chariots à livres usuels), sans ou avec transport simultané de personnes. Prévoir un monte-charge pour appareils et matériel.

Secteur de bibliothèque/ type de plancher	Magasin et magasin à consultation sur place	Installations compactes	Salle de lecture et secteur de consultation sur place	Administration
Sur plancher avec répartition transversale	7,5	12,5	5,0	5,0
Sur plancher sans répartition transversale	8,5	15,0	5,0	5,0

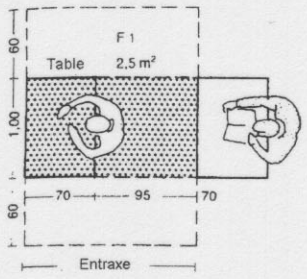
④ Charges admises pour planchers en kN/m^2.

Nombre d'étagères	Entraxe des rayonnages (m)							
	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50	1,60	1,70	1,80
4	3,83	3,72	3,62	3,54	3,46	3,39	3,33	3,27
5	4,38	4,24	4,11	4,00	3,90	3,81	3,73	3,65
6	4,93	4,75	4,60	4,46	4,34	4,23	4,13	4,03
7	5,48	5,27	5,09	4,93	4,78	4,65	4,53	4,42
8	6,03	5,79	5,58	5,39	5,22	5,07	4,93	4,80
9	6,58	6,31	6,07	5,85	5,66	5,49	5,33	5,18

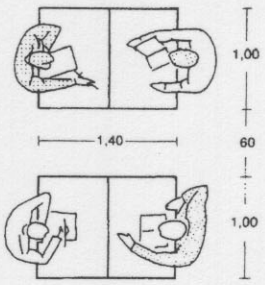
⑤ Surcharges pour un nombre variable d'étagères et d'entraxes.

Étagères superposées	7	6	5	Sur la base d'une répartition de format de
Hauteur maxi. des livres en cm	25	30	35	25 cm –65%
				25 à 30 cm –25%
Profondeur moyenne des livres (cm)	18	20	22	30 à 35 cm –10%
				on obtient pour les planchers de magasin
Charge par étagère (kN)	0,38	0,51	0,55	une charge admissible requise de 7,5 kN/m^2

⑥ Charges admises pour planchers de magasin de 7,5 kN/m^2.



① Surface d'un poste de travail individuel (fig. 3).



② Distance minimale entre les tables.

$$F1 = b \cdot e \cdot \left(1 + \frac{N\,\%}{100}\right)$$ Formule 1

F_1 - Surface nécessaire pour un poste de travail isolé
b - Largeur de la table
e - Entraxe de tables disposées les unes derrière les autres
N% - pourcentage supplémentaire pour accès latéraux aux postes de travail

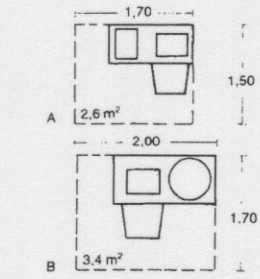
Dans les conditions indiquées ci-dessus, la surface nécessaire pour un poste de travail individuel s'élève à environ 2,50 m²

Exemple :

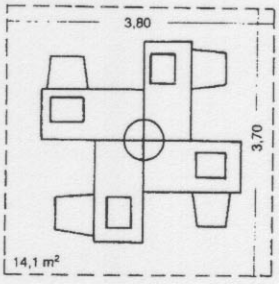
$F1 = 1{,}00\,m \cdot (0{,}70 + 0{,}95) \cdot \left(1 + \frac{50}{100}\right)$

$F1 = 2{,}48\,m^2$

③ Calcul de la surface utile principale (fig. 1).



④ Poste de consultation d'un catalogue à microfiches (fig. 6)



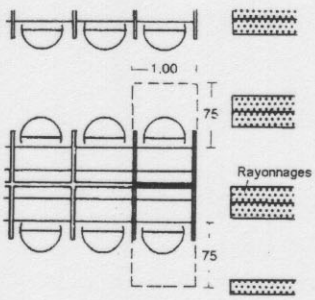
⑤ 4 postes de consultation d'un catalogue à microfiches.

Poste de consultation d'un catalogue à microfiches sur une table 60/120 cm avec présentoir en cascades (avec 10 tableaux maximum, réversibles verticalement (fig. 4A).

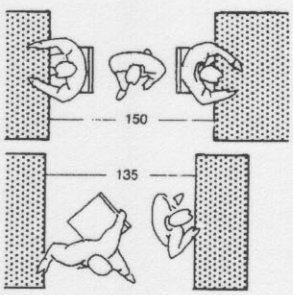
Poste de consultation d'un catalogue à microfiches sur une table 75/105 cm avec présentoir pour maximum 15 tableaux rotatifs en cascades ou présentoirs rotatifs jusqu'à 50 tableaux en cascades suspendus (fig. 4B).

4 postes de consultation d'un catalogue à microfiches sur une table de 75/150 cm pour 1 (-2) présentoir rotatif avec jusqu'à 50 (-100) tableaux en cascades suspendus (3,70 m x 3,80 m) (fig. 5).

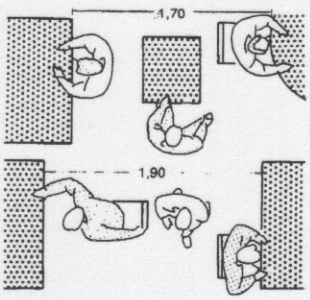
⑥ Dimensions (fig. 4 et 5).



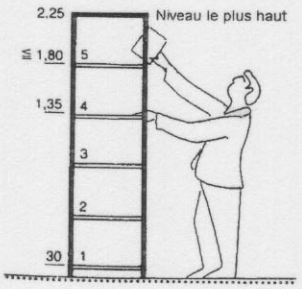
⑦ Postes de travail individuels.



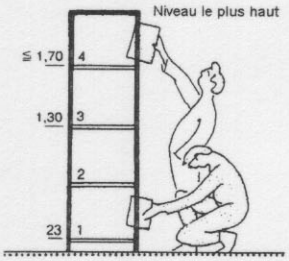
⑧ Espace libre minimal dans le secteur de lecture (fig. 9).



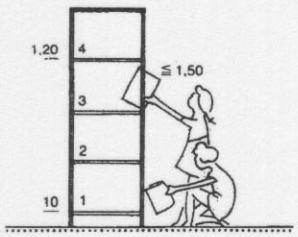
⑨ Pour le transport des livres entre des personnes assises et debout (fig. 8).



⑩ Hauteur d'un rayonnage à 5 étagères.



⑪ Rayonnages pour élèves.



⑫ Hauteur d'un rayonnage à 4 étagères pour enfants.

Bibliothèques scientifiques.

Un système pneumatique peut servir au transport des informations (fiches d'emprunt). Éviter de transborder le matériel, viser si possible la bonne affectation.

Adapter l'éclairage aux différents secteurs d'utilisation. La lumière du jour est bonne pour les secteurs de lecture et de consultation sur place. Protéger les rayonnages de livres contre la lumière du jour.

Répartir la lumière sur les postes de travail selon les proportions 10 / 3 / 1 (livre/surface table/arrière plan).

100-330 lx pour salles de détente, 150-300 lx pour magasins, 250-500 lx pour bureaux et administration, 300-850 lx pour salles de lecture sans éclairage individuel des postes de travail et pour salles de fichiers. Éclairage par secteur, réglable individuellement sur postes de travail. Principe de base pour la climatisation : construire en fonction du climat, climatiser en fonction de la construction.

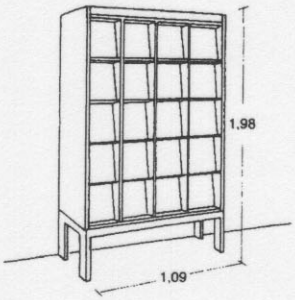
Valeurs à rechercher :

Salle de lecture / secteur de consultation sur place :

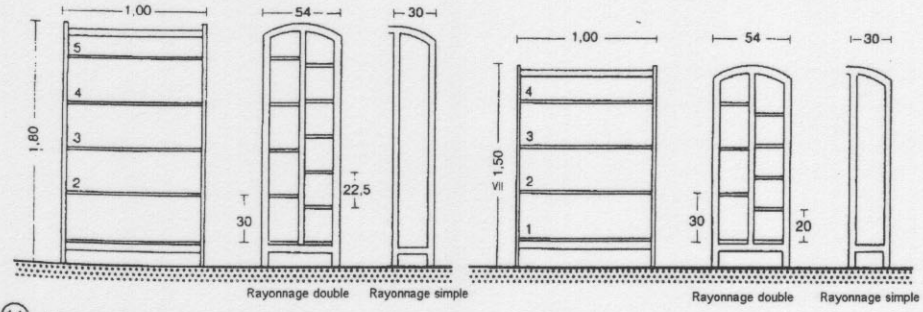
22 °C en été, 20 °C en hiver, humidité atmosphérique relative de 50-60 %, renouvellement de l'air 6 à 7 fois par heure.

Magasin : 17-22 °C en été, 17 °C en hiver, humidité atmosphérique relative de 50-60 %, renouvellement de l'air 6 à 7 fois par heure.

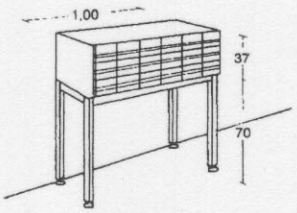
Pas de climatisation générale du bâtiment, différencier selon les secteurs. Secteurs administratifs à la place de grands bureaux collectifs pour pouvoir faire l'impasse sur la climatisation. Magasins entièrement climatisés car la structure du bâtiment ne permet pas d'atteindre les conditions climatiques recherchées.



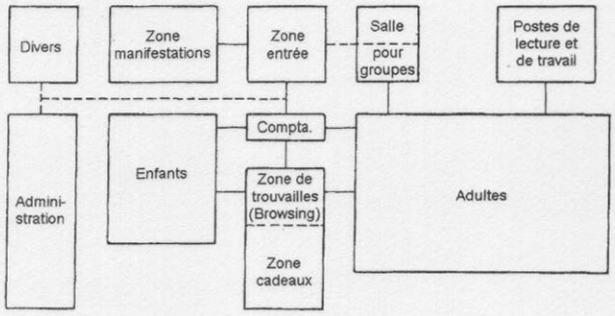
⑬ Armoire à périodiques.



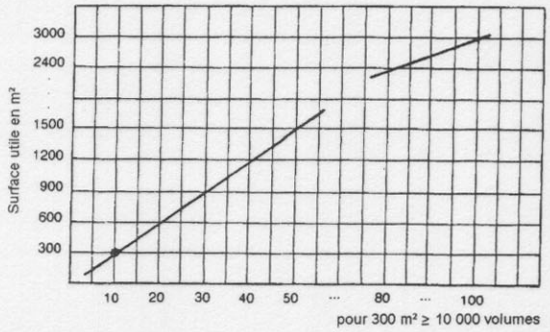
⑭ Rayonnages à 4 ou 5 étagères pour adultes, à 4 ou 5 étagères pour enfants (fig. 12).



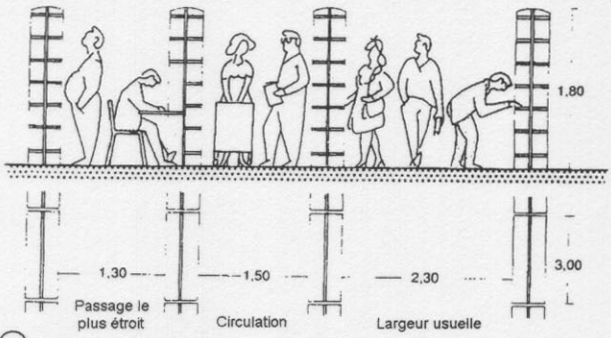
⑮ Fichier-catalogue.



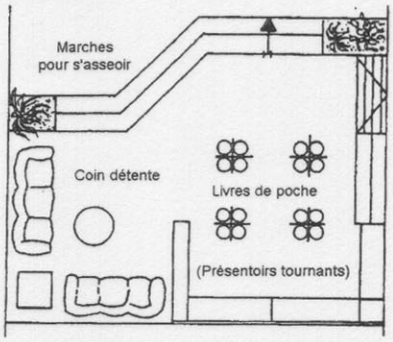
(1) Schéma fonctionnel d'une bibliothèque moyenne.



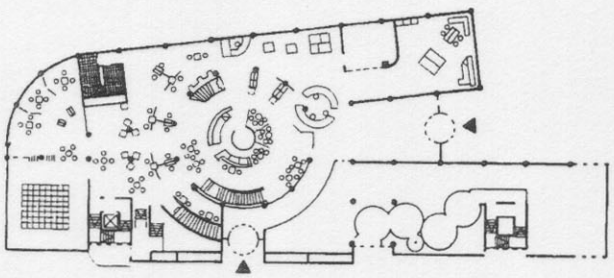
(2) Schéma: surface utile d'une bibliothèque publique en fonction du nombre de livres.



(3) Espacements minimaux.



(4) Petite zone de découvertes.



(5) Bibliothèque à Gütersloh. Arch.: Geller + Müller

La bibliothèque publique ne possède pas, en général, de collection scientifique et ne fait pas office d'archives, c'est une bibliothèque de consultation sur place, généralement sans magasin, utilisée par les enfants, les adolescents et les adultes. Elle offre, en plus du choix traditionnel des livres : coins de trouvailles, consultation des citoyens/informations, cafétéria, postes d'écoute de musique, zones de détente et de manifestations, postes de travail individuels et collectifs. En outre, une musicothèque, une artothèque ou un bibliobus peuvent compléter l'ensemble.

Les fonds ("médias") outre livres et journaux, consistent en revues, brochures, jeux ou nouveaux médias (CD, vidéo, logiciels) que l'on peut emprunter ou utiliser sur place. Espaces attirants, adaptés aux activités proposées, animés en surfaces différenciées pour adultes, enfants et adolescents. Pas de cloisonnements, mais des zones aux transitions insensibles (fig.5).

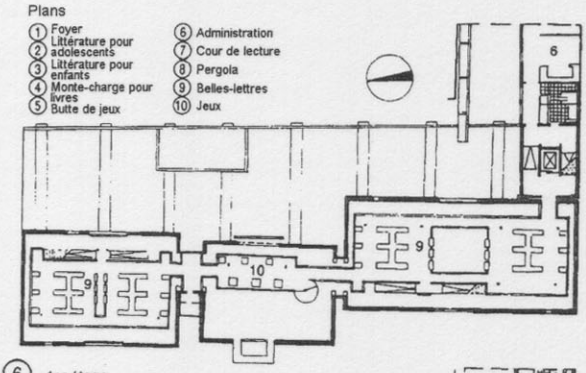
La surface nécessaire s'oriente en fonction de l'importance des fonds (fig.2).

L'objectif est : 2 unités de média par habitant, les dimensions minimales devraient correspondre à 300 m^2 de surface utile pour un fonds de 10 000 unités (fig.2).

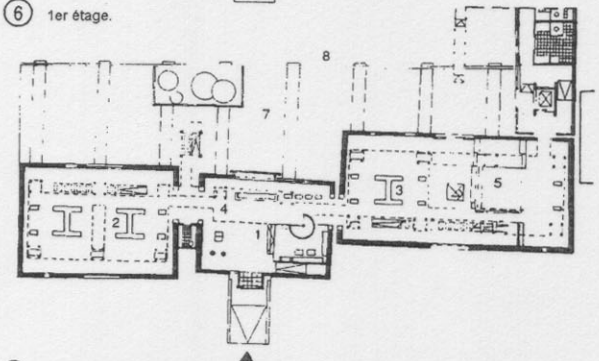
De grandes surfaces cohérentes, sous forme à peu près carrée, d'utilisation flexible, plutôt horizontales que verticales (moins de personnel), des possibilités d'extension et une zone d'entrée accueillante (fig.1).

Rayonnages avec 5 ou 6 niveaux. Portée de main jusqu'à 1,80 m de haut (fig.3). Un mètre linéaire d'étagère contient 30 volumes de littérature spécialisée, 33 volumes de belles-lettres ou 35 volumes de littérature pour enfants (4 rayons, portée de main jusqu'à 1,20 m). Longueur maximale des rayonnages si possible inférieure à 3 m. Également formation de coins et recoins. Transport des livres dans des chariots à livres, dimensions usuelles par exemple : 92/99/50 L/H/P. Monte-charge près de l'entrée des fournisseurs, dans de grandes bibliothèques transport des livres également sur tapis roulants.

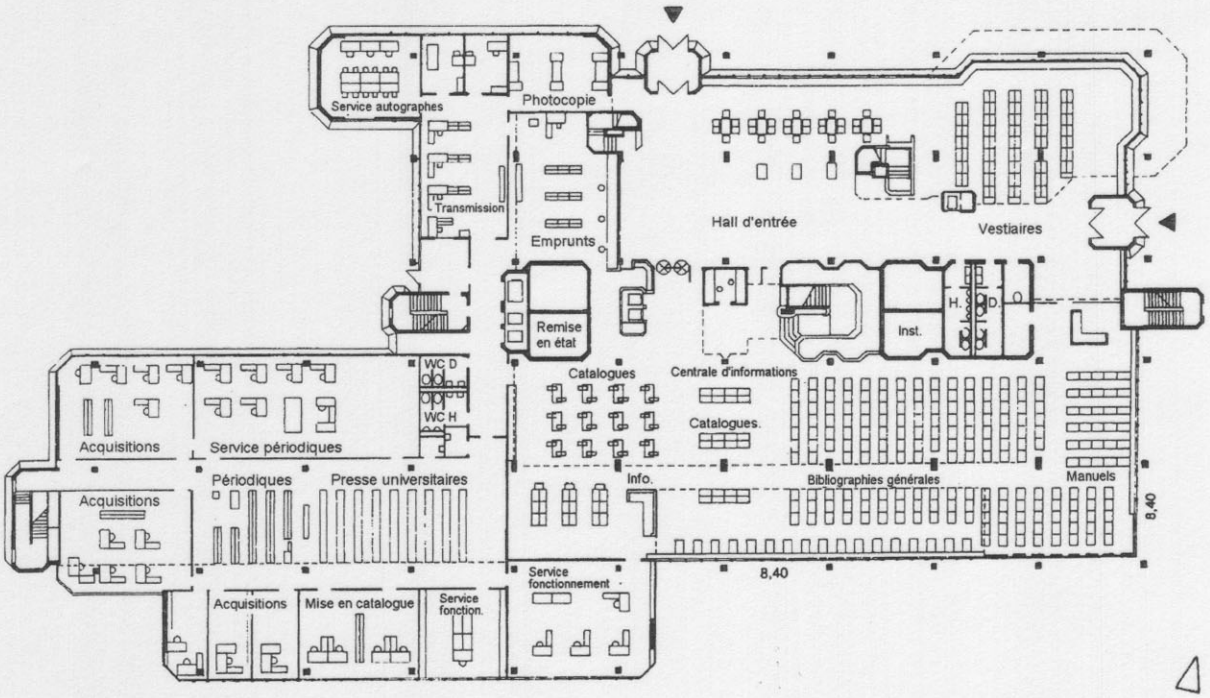
Pour les bibliothèques publiques on calcule une charge admise de 5 kN/m^2. La disposition en secteurs de consultation sur place ressemblant à un magasin (disposition plus dense des rayonnages) nécessite une force portante du plancher de 7,5 kN/m^2. La disposition en magasins compacts (étagères roulantes) entre 12,5 et 15 kN/m^2.



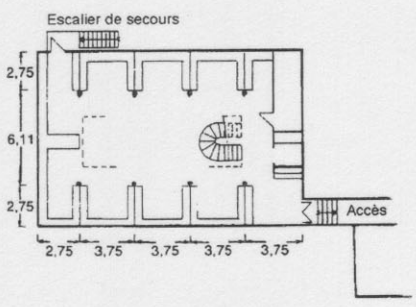
(6) 1er étage.



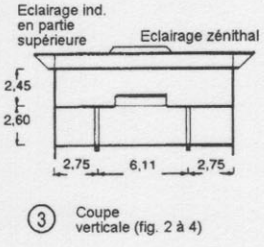
(7) Rez-de-chaussée de la bibliothèque de Viernheim (transformation). Arch.: Rittmannsperger et P.



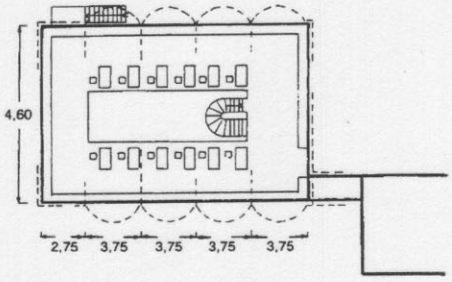
(1) Rez-de-chaussée de la bibliotheque de l'université de Düsseldorf



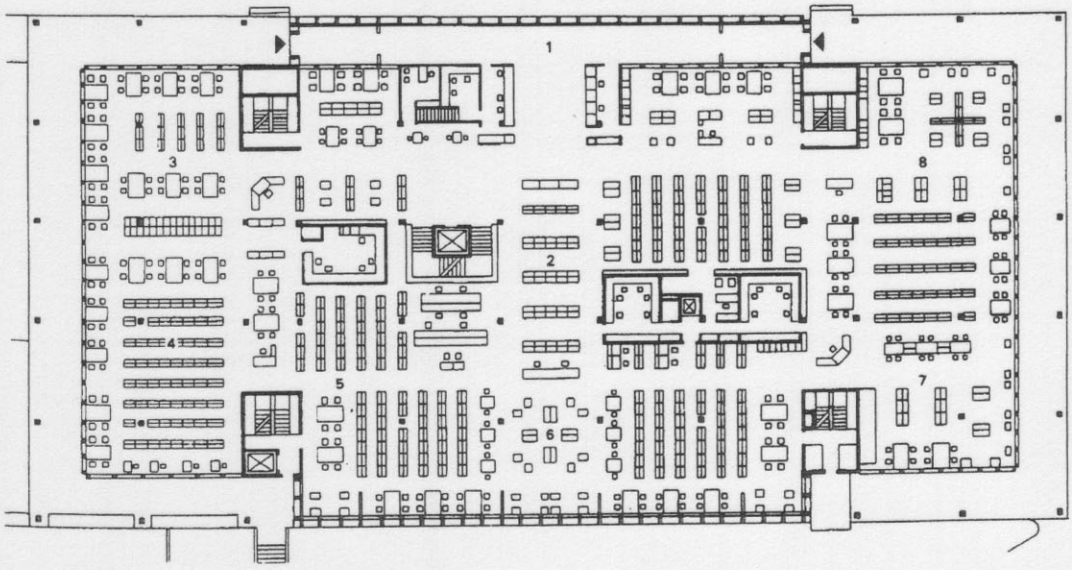
(2) Rez-de-chaussée de la bibliothèque d'un institut



(3) Coupe verticale (fig. 2 à 4)



(4) Niveau supérieur



1. Hall d'entrée
2. Salle des catalogues
3. Périodiques
4. Sciences naturelles
5. Bibliographie
6. Sciences humaines
7. Art et musique
8. Littérature

(5) Grande bibliothèque aux Etats-Unis

Arch.: Curtis et Davis

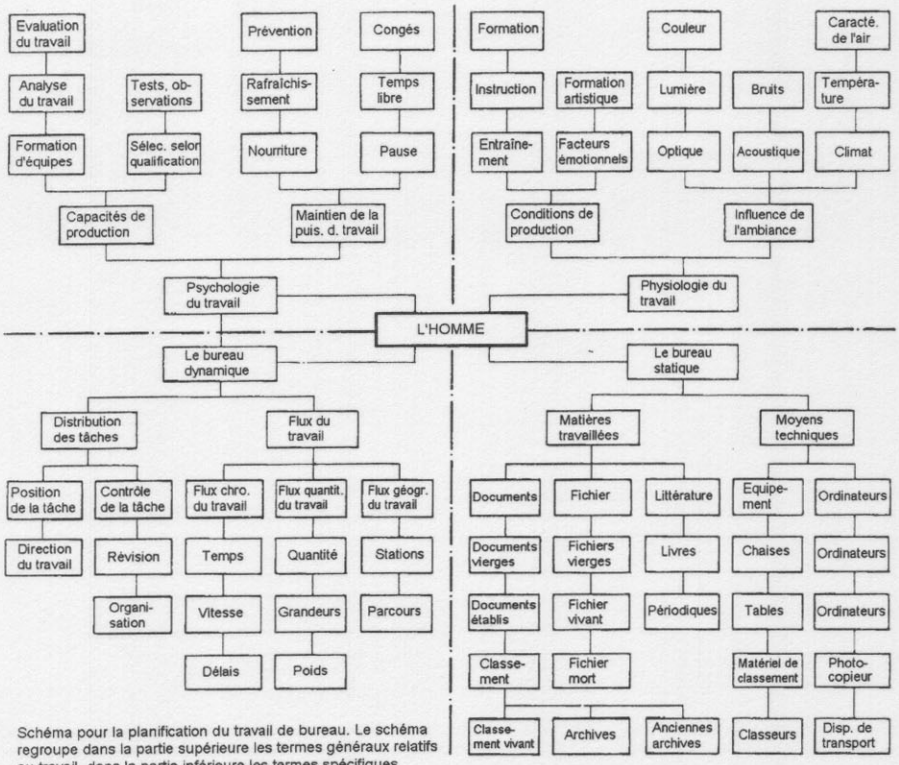
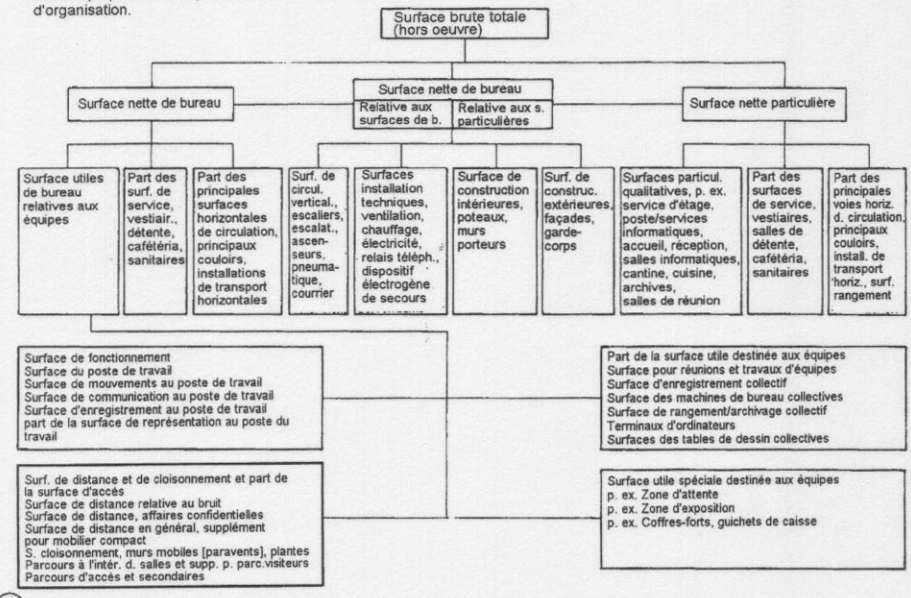
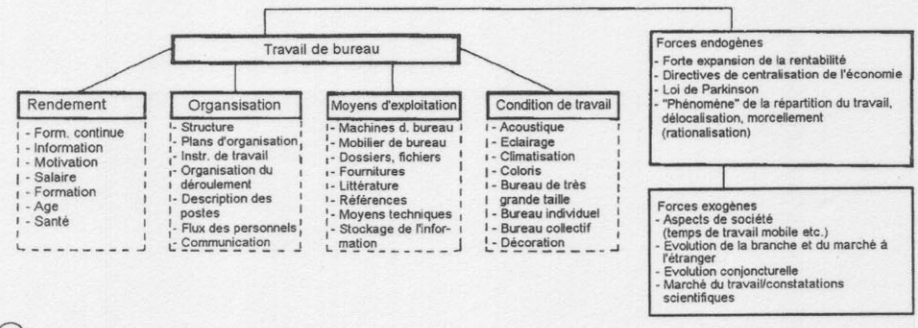


Schéma pour la planification du travail de bureau. Le schéma regroupe dans la partie supérieure les termes généraux relatifs au travail, dans la partie inférieure les termes spécifiques relatifs au travail dans un bureau. Les problèmes émanant de la partie gauche peuvent être résolus ou améliorés par des mesures préventives et pédagogiques, ceux de la partie droite dans la plupart des cas par des mesures techniques et d'organisation.

①



② Articulation fonctionnelle des surfaces d'un immeuble de bureau.



③ Influences déterminant le travail de bureau.

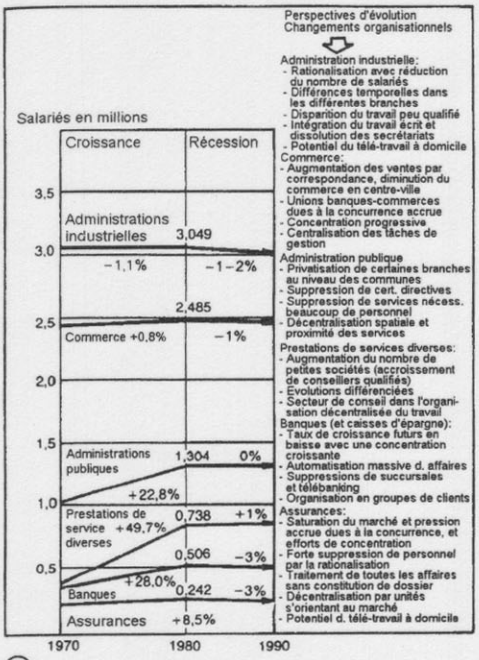
PRINCIPES DE BASE

Travail de bureau.
La façon d'organiser et de définir le travail de bureau (structure du bureau, gestion de la clientèle, technologie du bureau) se reflète dans les correspondances nécessaires. Des observations menées sur des périodes assez longues ont mis en évidence la naissance de types de bâtiments et leur évolution. A côté des solutions d'avant-garde il y a toujours eu des bâtiments de typologie similaire qui, dans leur ensemble, reflètent de façon représentative pour une époque l'expression des forces et des influences qui ont conduit à leur naissance (fig.3). Pour la conception du travail de bureau, l'homme devient de plus en plus le centre d'intérêt (fig.1). L'évolution progressive du travail de bureau (utilisation des technologies) fait de la transparence du travail un élément essentiel de la motivation pour l'engagement personnel. L'architecte dispose ici de moyens d'influence dans tous les secteurs de la conception du lieu de travail et du poste de travail, qui ont une grande importance pour la satisfaction dans le travail.

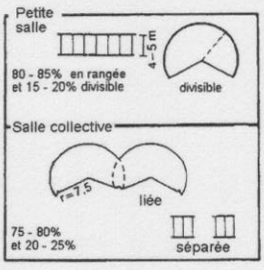
Organisation de l'espace en secteurs (fig.2).

1. Secteur bureaux : cellules de bureau de 1 à 3 personnes. Bureaux collectifs jusqu'à 20 personnes avec postes de travail pour débutants. Très grands bureaux jusqu'à 200 personnes sur un niveau. Bureaux mixtes avec postes de travail individuels et secteurs collectifs. Toutes salles multifonctionnelles pour travail individuel et en équipe, plus secrétariat.
2. Secteur archives : stockage dossiers, mémoire électronique, appareils de classement, reprographie, lecture, correction de saisie et sortie, destruction, dessins, transport des dossiers mécanisés ou à la main.
3. Services secrétariat centraux, photocalque, labo photo.
4. Bureau de poste interne, gestion du matériel (les deux si possible l'un prés de l'autre au niveau de base).
5. Secteur représentatif, bureau de direction avec vestiaires, salles d'exposition, salles de conférence, salles de réunion.
6. Services pour le personnel : vestiaires, cuisines d'étage, W-C, salles de repos, salles de détente, gymnastique.
7. Surfaces de réserve et extension, surfaces de formation.
8. Parking, voie d'accès, livraisons, garage souterrain.
9. Surfaces de circulation : couloirs, élargissements des couloirs, escaliers, ascenseurs, accès intérieurs et extérieurs.
10. Installations d'approv. centrales, technique, climatisation, ventilation, énergie, informatique, centrale informatique, télécom, nettoyage et entretien.

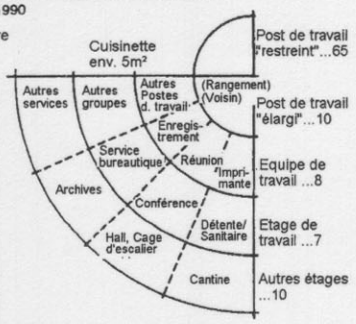
Conception.
Une analyse détaillée de la structure de la société et de son organisation et ainsi des fonctions et relations spécifiques à la société, produit un cahier des charges concret (analyse des besoins).



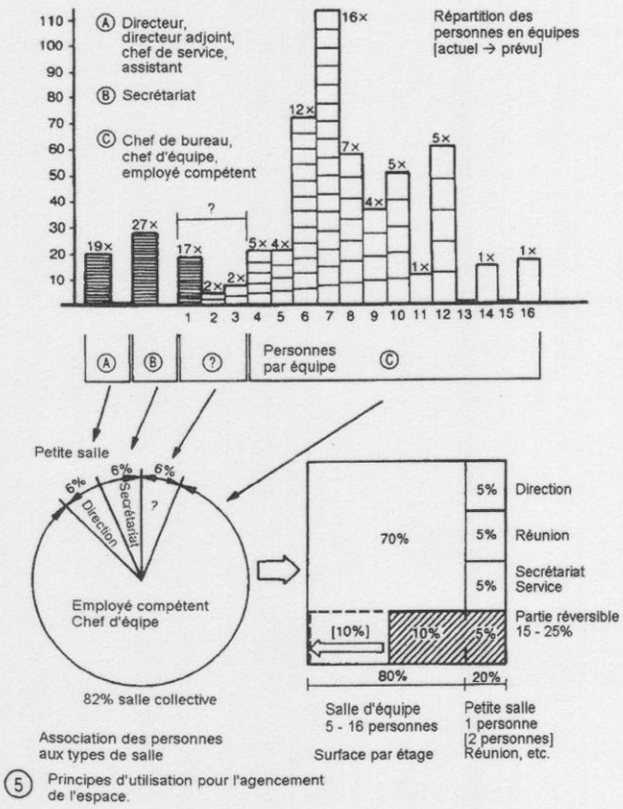
(2) Evolution dans le secteur tertiaire



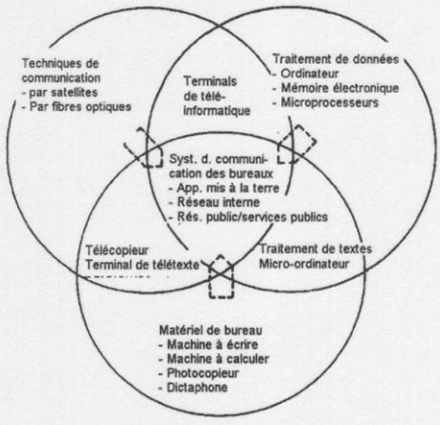
(3) Dimensions proportionnelles des salles de travail



(4) Utilisation quotidienne au bureau ; surface en %



(5) Principes d'utilisation pour l'agencement de l'espace.



(1) Imbrication des techniques de communication, traitement de données, et du matériel de bureau

Influence de la technologie de l'informatique et de la bureautique.

L'évolution des technologies de l'information et de la communication mène à des conditions de travail ayant conduit à une modification du poste de travail. Des terminaux multifonctionnels remplacent les composants isolés du traitement des données, de texte et de l'image, les systèmes isolés sont reliés et forment un système intégré de communication pour le bureau (fig.1). L'utilisation de postes de travail équipés d'écrans, de terminaux d'ordinateur et de périphériques, fait augmenter la surface nécessaire d'un poste de travail dans un premier temps de 2-3 m^2 pour le faire passer à environ 15-18 m^2. Les effets de la bureautique sur la découpe de la surface et sur le poste de travail génèrent des critères d'évaluation tels que

– plus d'importance à la qualité directe du poste de travail,
– garantie d'une flexibilité spécifique de l'entreprise,
– réduction des frais de fonctionnement,
– plus d'importance à un environnement de travail jugé plus cohérent sous l'aspect de l'écologie, auxquels les conceptions de l'espace des anciens bâtiments administratifs ne répondaient plus. De nombreuses installations ne correspondent plus aux besoins actuels. La modernisation et la réorganisation (systèmes d'agencement) rendent tout aussi nécessaires, à cause des taux de croissance du secteur tertiaire ou des restructurations des bureaux, de nouvelles constructions (fig.2).

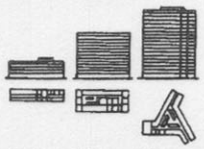
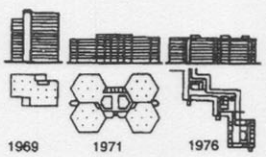
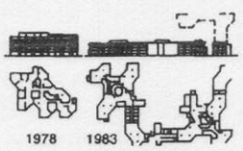
Le potentiel de rationalisation représente pour les activités administratives (classer, trier, copier, rechercher, approvisionner en fournitures) et communicatives (conférences, réunions) env. 25% du temps de travail hebdomadaire. On réduirait d'environ 50% les activités de routine, qui deviendraient des pauses récréatives actives.

L'accroissement du télétravail à domicile combiné avec l'augmentation de la surface nécessaire mentionnée (ci-dessus) n'entraînent pas une réduction des surfaces des bureaux, en effet, une partie des activités (réunions, etc.) se déroule dans le bâtiment administratif. Même l'impact sur les activités est limité. À l'indépendance potentielle du site (décentralisation) s'opposent d'autres facteurs (concentration à des points centraux, fonction représentative du site, site au centre-ville comme signe de continuité, ambiance, travail et loisirs au même endroit) qui peuvent être déterminants. Grâce aux conférences vidéo, le trafic dû au travail pourrait être réduit de 50%.

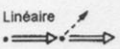
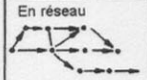
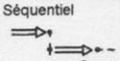
Changements sur le poste de travail

L'effet de rationalisation par la technologie de l'information et par le changement des exigences à l'égard du poste de travail (schéma de déroulement et d'organisation) changent les structures des bureaux. L'effectif du personnel baisse, les équipes deviennent plus réduites. La répartition des tâches, jusque là centrée sur l'organisation hiérarchique du personnel, telle que chef, secrétaire, employé etc., se transforme en équipe intégrée et peut modifier par là même la différence dans l'attribution de surface. Une attitude plus sensible envers l'environnement du travail est étroitement liée à la conscience des valeurs prédominantes dans la société, qui se traduit dans l'attitude envers la qualité du poste de travail (lumière du jour, rapport avec l'environnement, consommation d'énergie) et de l'activité (aspects écologiques, consommation de matériaux, recyclage). Du point de vue de l'utilisateur, le poste de travail est un lieu d'intégration sociale de tout premier ordre, dont l'importance augmente grâce aux structures de travail formalisées (traitement des informations par ordinateur, organisation du travail, etc.). Aux sollicitations physiques et psychiques accrues correspond une plus grande attention à l'environnement du travail (surface suffisante, influence sur la disposition du mobilier, aération, éclairage, protection suffisante contre les dérangements). 75% du travail quotidien se déroule sur le "poste de travail restreint et élargi" (fig.4). Les contacts professionnels nécessaires ainsi que les installations utilisées collectivement sont importants. D'où la demande d'une utilisation mixte sous forme de salles individuelles et salles d'équipes, postes de travail "personnels" et "collectifs" (fig.3 et 5). Mis à part la réhabilitation des constructions existantes, se dessinent de nouvelles conceptions de l'espace sur la base de salles individuelles et collectives : la salle collective reliée et partiellement divisée en zones et le bureau mixte. Le poste de travail multiple ou polyvalent.

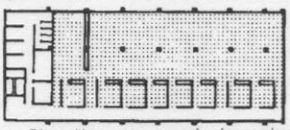
PRINCIPES DE BASE

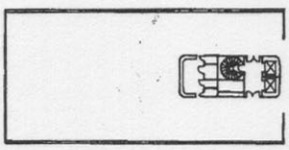
Influence de fonction et ...	Moyens facilitant le travail	Sites préférés
 1958 1961 1963 Ordre représentatif	Machine à écrire et à calculer mécaniques Téléphone Classeur Poste pneumatique 1950–1965	Centre-ville Périphérie du centre-ville
 1969 1971 1976 Flexibilité organisationnelle	Machine à écrire électrique Enregistrement Ordinateur central pour le traitement des informations. 1965–1975	Cités-bureaux Périphérie des villes
 1978 1983 Environnement du travail différencié	Affichage des données Techniques de communication 1975–	Périphérie des villes Dans la verdure

(1) Structures de plans depuis 1950.

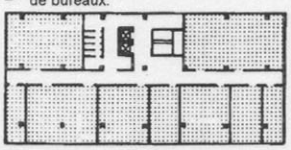
Epoque	Type	Moyens techniques	Organigramme
depuis 1950	Petites salles: en rangées, empilées	Machines de bureau mécaniques Téléphone Classeur	Linéaire 
depuis 1965	Grandes salles: Transparentes, flexibles	Machine à écrire électrique Photocopieuse Ordinateur central pour le traitement des informations	En réseau 
depuis 1980	Salles pour équipes: reliées, articulées	Traitement des données par ordinateur décentralisé Traitement de texte Affichage des données	Séquentiel 

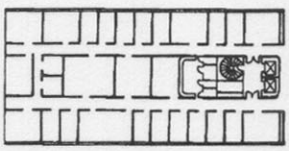
(2) Type de bâtiment et structure du travail.



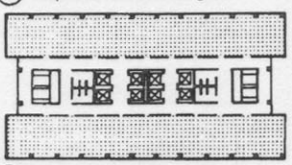


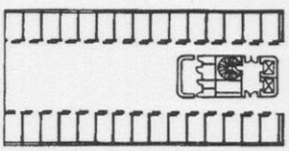
(3) Disposition sur une rangée, économique grâce à la grande profondeur des salles de bureaux.



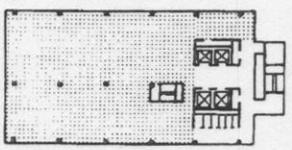


(4) Disposition sur deux rangées.

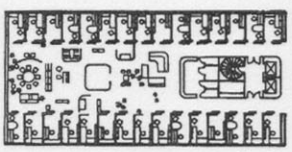




(5) Disposition sur trois rangées.



(6) Disposition sans couloirs (*open space*).

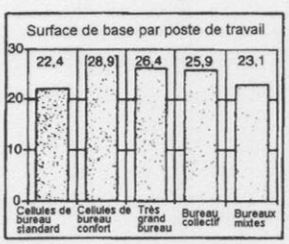


(7) Premier projet pour un ensemble de bureaux mixte: direction générale de l'ESAB. Tenbom Architecte AB, Stockholm 1976; variantes d'agencement: très grande salle de bureaux, bureau collectif, cellules de bureaux, bureaux mixtes.

Typologie

Le tableau de la figure 1 montre la classification de structures de plan et les rapports entre fonction et technique du bureau en tant que facteurs déterminants pour la conception du bâtiment. Les techniques de travail sont étroitement liées à la technologie (fig.2). La structure du travail des années 50, 60 et 70 est complétée par la technologie de l'information et la bureautique, qui peuvent avoir une influence sur le travail et l'environnement (*cf.* changements sur le poste de travail), on peut ainsigénérer de nouvelles configurations de plan correspondantes.

Après l'évolution vers les cellules de bureau dans les années 50, la conception de très grands bureaux depuis le milieu des années 60 et le principe de bureaux collectifs des années 70 et 80, il semble s'établir dans les années 90 le type du bureau mixte, avec de nouveaux agencements de l'espace et une combinaison de toutes les formes de base connues. L'orientation est prise en compte différemment : orientation de 90% des bâtiments administratifs dans le sens E/O car le soleil matinal pénétrant profondément dans les bureaux est gênant. Il est facile de tamiser le soleil du Sud par des dispositifs anti-éblouissement ; orientation S/N de l'axe principal pour assurer la pénétration du soleil dans toutes les salles. Des salles orientées vers le Nord ne sont acceptables que dans le cas des constructions sans couloirs.



(8) Types de salle de bureaux et comparaison des surfaces nécessaires.

Systèmes.

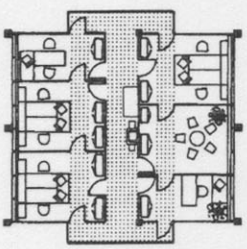
Une disposition sur une seule rangée de bureaux n'est pas économiques, elle n'est qu'acceptable dans le cas de bureaux de grande profondeur (fig.3). La plupart des constructions connaît deux rangées de bureaux, l'éclairage de bureaux individuels et de petits bureaux collectifs par la lumière du jour est possible (fig.4). Disposition en trois rangées (fig.5). Constructions sans couloirs : regroupement de toutes les salles avec éclairage artificiel ou naturel autour de noyaux de transport (ascenseurs, cages d'escaliers, gaines d'aération) ou autour de points fixes situés à l'extérieur (fig.6).

Grand espace de travail central avec absorption sonore, plafond lumière et ventilation, et petits espaces de travail en périphérie à la lumière du jour.

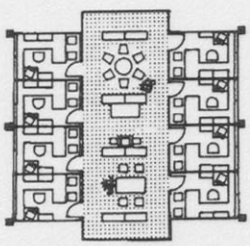
Bureaux mixtes : un plan d'une profondeur de 16-18 m, aménageable comme grand bureau collectif ou bureaux en trois rangées. (fig.7). La lumière du jour peut être utilisée de façon satisfaisante jusqu'à une profondeur d'environ 7 m. Récents systèmes d'exploitation de la lumière du jour (*cf.* technique de la lumière du jour), de déviation et de transport de la lumière du jour (prismes, réflecteurs).

L'agencement d'un ensemble de salles donné a été conçu en 5 alternatives pour pouvoir en tirer des résultats quantifiables relatifs à la surface nécessaire (fig.8).

- cellules de bureaux standard, grille des axes de 1,25 m, exclusivement cellules à 3 axes,
- cellules de bureaux confort, grille des axes de 1,50 m, largeur variable,
- très grand bureau, profondeur de 20-30 m, surface allant jusqu'à 1000 m^2,
- bureaux collectifs, 15-20 collaborateurs, postes de travail à 7,5 m maxi. de la façade,
- bureaux mixtes, uniquement bureaux individuels de 10 m^2 env., avec une zone commune

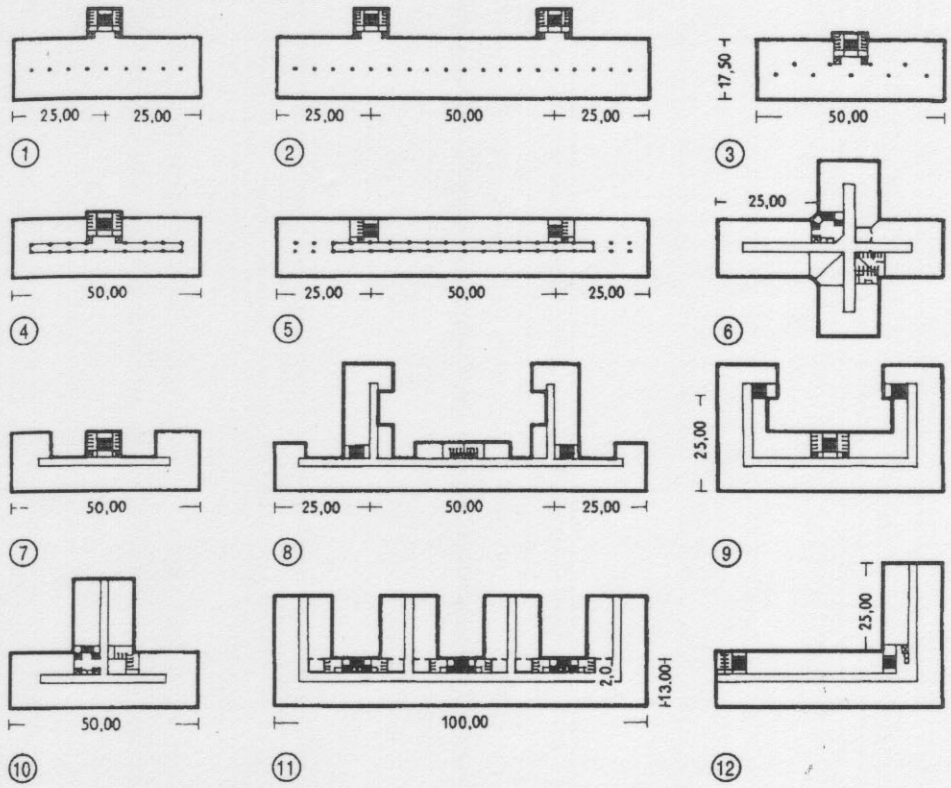


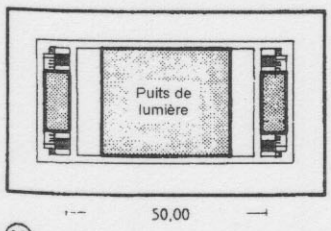
(9) Cellules de bureau.

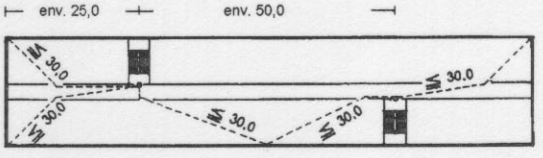


(10) Bureaux mixtes.

M. 1 : 2000



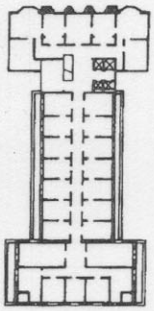




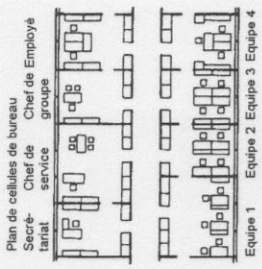
Selon la réglementation, de tout point d'un espace de séjour, un escalier doit être accessible à moins de 30 m (fig. 21). Dans la pratique on calcule ainsi 25 m pour la distance entre chaque cage d'escalier et les limites de la construction, et 50 m entre les cages d'escalier (fig. 1 à 21).

Typologie.
Les grands bâtiments de bureaux sont des constructions à étages à cloisons séparatives modifiables portées par les planchers (p. 268). Les points fixes tels que les installations sanitaires, cages d'escalier, ascenseurs etc. se situent, conformément aux distances maximales exigées par la règlementation, soit devant la construction (fig.1 et 2), sur un seul côté à l'intérieur du bâtiment (fig.3 à 5), aux angles intérieurs (Fig.6, 10 à 12, 15, 16), à l'extrémité d'un dégagement (fig.8, 9, 11, 12, 14) ou au milieu des couloirs près de puits de lumière (fig.17-21), de façon à conserver des surfaces de travail ininterrompues les plus longues possibles. Une simple rangée médiane de poteaux (fig.1 et 3) permet la réalisation des couloirs à droite ou à gauche des appuis, selon l'agencement nécessaire. Une rangée double de poteaux permet des bureaux de même profondeur (fig.3 à 6). Dans ce cas les couloirs ont un éclairage indirect assuré par des impostes et des portes vitrées dans les cloisons des couloirs. Éclairage économique direct en pignon pour des constructions courtes (fig.13), à ailes (fig.10 et 11), en angle (fig.12), en T (fig. 15), en U (fig.16) et pour des constructions longues décalées (fig.14), terminées sous forme de croix avec cage d'ascenseurs au milieu.

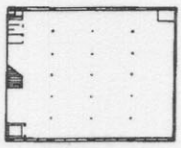
Éclairage latéral du couloir par évidements peu économique (fig.7 et 8). Solution pratique pour les terrains profonds et chers : les couloirs, salles secondaires, archives, sanitaires et vestiaires donnant sur une cour intérieure ou un patio (fig. 17 à 20). Les cages d'escalier, ascenseurs et sanitaires dans les angles intérieurs ; dans les parties sombres les chambres noires, coffres-forts et rangements / archives (fig. 10, 11, 19).



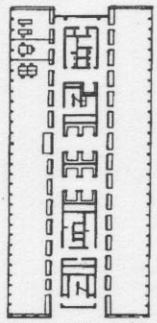
① Cellules de bureau, Garrick Building, Chicago. Arch.: Dankmar Adler et Louis H. Sullivan, 1892



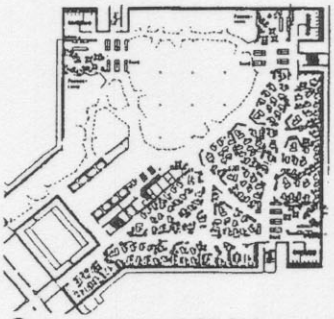
② Variantes de cellules de bureau d'après Henkel.



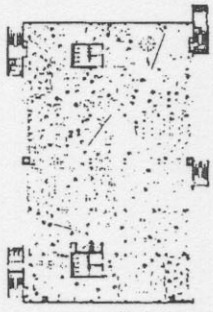
③ Grande salle, Leiter Building I, Chicago. Arch.: Zilliam LeBaron Jenney, 1879.



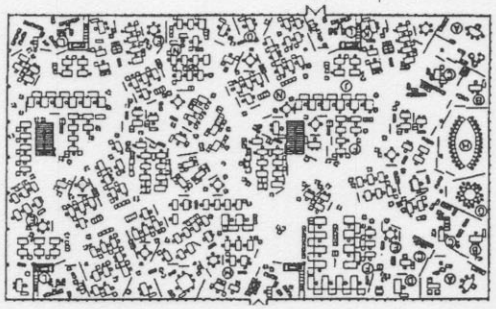
④ Disposition en trois rangées, bâtiment administratif de la BASF AG. Arch.: Hentrich et Petschnigg, 1954/57.



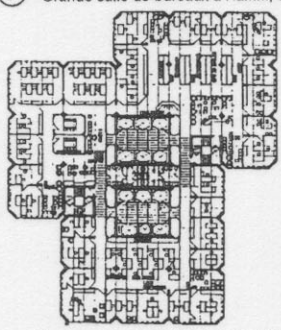
⑤ Direction générale du BfA, Berlin, Arch.: Rave et Rave.



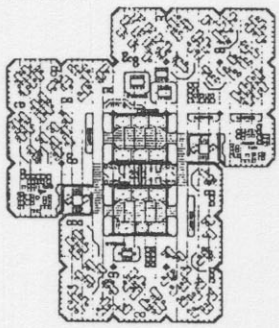
⑥ Première grande salle de bureaux avec 270 places en 5 étages d'un ancien dépôt. Arch.: Walter Henn, 1962



⑦ Grande salle de bureaux à Hamm, étage. Arch.: l'auteur.



⑧ Bureau réversible, direction générale de la LVA Rheinprovinz, Düsseldorf. Arch.: Deilmann.

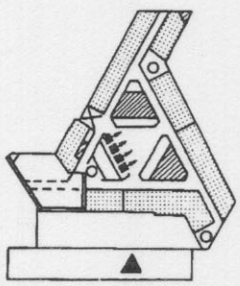


⑨ (fig. 8)

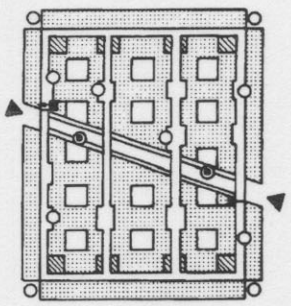
Concepts d'immeubles I.

Après une étude menée aux USA, les relations entre l'organisation du bureau et le concept de l'espace ont été classifiées et sont, en tant que critères pour des conceptions de l'espace, la référence pour l'évolution des structures de bureaux consécutive à l'automatisation du bureau.

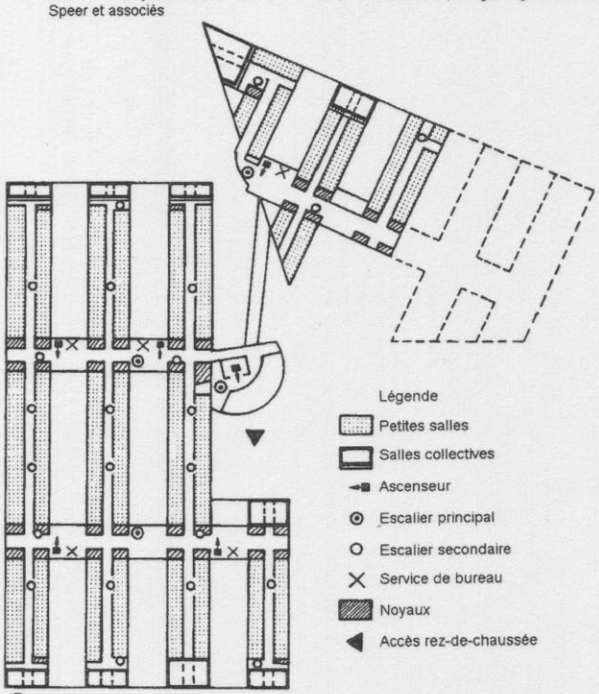
De **très grands bureaux** (Mies van der Rohe: "... clair, non divisé, seulement articulé ...") sont avantageux pour des équipes comptant de nombreux collaborateurs avec un taux très élevé de répartition du travail, et pour travaux de routine avec un seuil de concentration peu élevé. Aujourd'hui ceci constitue de plus en plus l'exception que la règle. La conception est née dans les années 60 avec des arguments tels que transparence et clarté des processus de travail, développement de solidarité, surface multifonctionnelle organisée de façon rationnelle. Les ordinateurs étaient dans des salles séparées et inaccessibles sur chaque poste de travail. Les grandes profondeurs des salles de 20 à 30 m impliquaient pour la construction le déploiement de grands moyens techniques peu exploités. De nos jours, la flexibilité potentielle trouve ses limites dans des exigences telles que fenêtres qui s'ouvrent, lumière individuellement réglable, climatisation. La très grande salle de bureau est affectée d'un caractère forcé (contrôle social, dépendance d'installations techniques, troubles optiques et acoustiques), attesté par des sociologues, ce qui a provoqué une attitude de rejet de la part des employés. Les **cellules de bureau** se prêtent mieux à un travail autonome et concentré, comme bureau individuel ou collectif pour de très petites équipes ayant besoin d'un échange continu d'informations. Ce type de bureau se justifie encore si les exigences des postes de travail y correspondent, ou dans la construction de buildings administratifs dont la structure est si déterminante que les conditions de travail en sont marquées aux niveaux spatial et organisationnel.



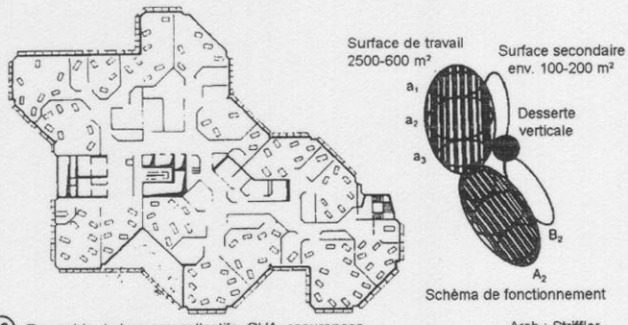
⑩ a) BfG, Francfort Arch.: Nowotny-Mähner, HPP, Speer et associés



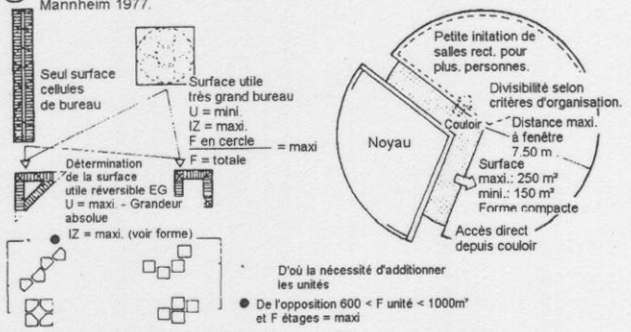
⑪ b) Bâtiment cantonal, Berne Arch.: Matti, Bürgi, Ragaz, Liebefeld.



⑫ c) Maison de la presse G + J, Hambourg, 1991. Arch.: Steidle, Kiesler, Schweger et associés

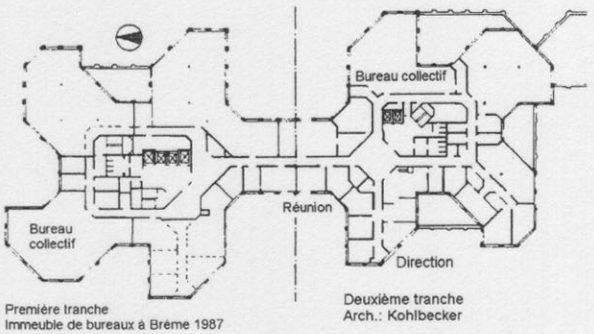


(13) Ensemble de bureaux collectifs, OVA, assurances, Mannheim 1977. Arch.: Striffler



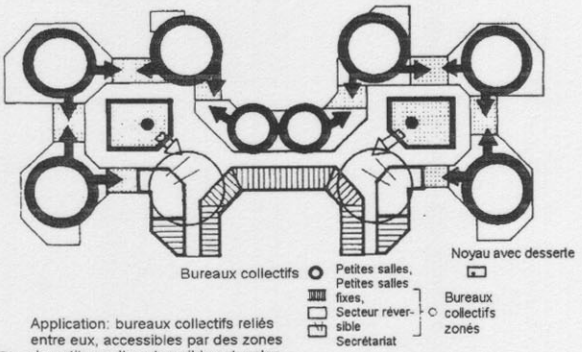
(14) Bureau réversible, optimisation des surfaces utiles.

(15) Définitions pour le bureau collectif.

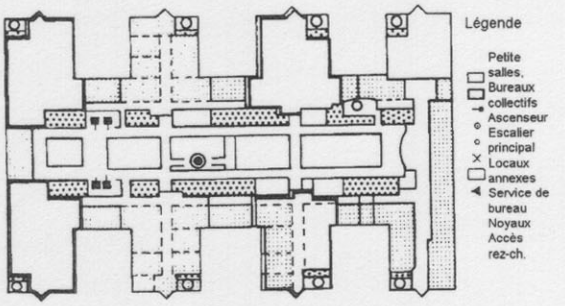


Première tranche
Immeuble de bureaux à Brême 1987

Deuxième tranche
Arch.: Kohlbecker



(16) Application: bureaux collectifs reliés entre eux, accessibles par des zones de petites salles réversibles et, selon besoins, partiellement zonés pour des surfaces communes.



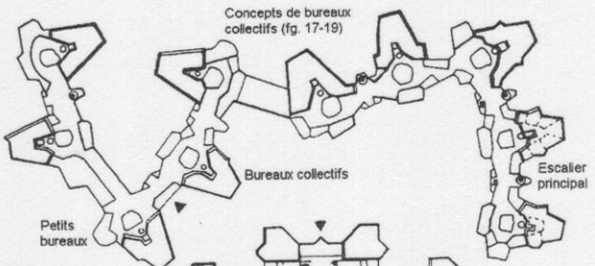
(17) Landeszentralbank Hessen à Francfort/M 1988 Arch.: Jourdan, Müller et a.

Concepts d'immeubles II.

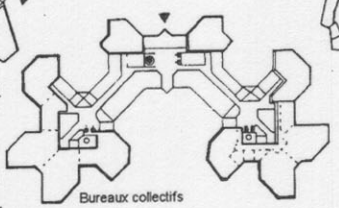
Le **bureau réversible** fut la tentative d'améliorer les conditions de travail dans les très grands bureaux qui étaient, dans plusieurs domaines, ressenties comme insuffisantes (pas de climatisation différenciée, pas de lumière du jour, troubles optiques et acoustiques). La possibilité de séparer, à la demande, des cellules de bureau permettant un travail concentré a optimisé les bases techniques pour la flexibilité requise. Outre le mécontentement des utilisateurs, c'est son caractère peu économique en combinaison avec les prix croissants de l'énergie qui a remis en cause cette forme de très grand bureau. La modification de structure de travail par les nouvelles technologies (micro, par exemple) a permis une organisation en petits groupes.

Le **bureau collectif** (très grand bureau à échelle réduite) est adapté aux équipes à échange d'informations permanent. On a ainsi essayé d'installer des conditions spatiales garantissant un champ de manœuvre individuel plus large (*cf.* distance maximale jusqu'à la fenêtre de 7,50 m, changements sur le poste de travail) et d'améliorer ainsi l'environnement du travail d'un très grand bureau (lumière, air, individualité). On peut renoncer à une climatisation générale au profit d'une technique de climatisation d'appui, avec en plus des ailes d'aération dans les façades et les surfaces de chauffe (technique du bâtiment). Les exigences à la salle de bureau, dues à la technicité et à l'automatisation progressives, et les nouveaux profils exigés des collaborateurs, résultant de cette évolution, demandent la **rénovation** des bâtiments administratifs actuels. De même pour les très grandes salles (changements sur le poste de travail). Les moyens de cette réorganisation sont la transformation de l'immeuble, la lumière du jour par une cour intérieure, disposition claire du plan, création de postes de travail de qualité identiques quant à la lumière, l'air et la protection contre le bruit, ou l'utilisation de systèmes d'agencement de bureau en mesure d'assumer les fonctions relatives à la technique de la construction telles que les conduites des câbles, branchements, efc., ainsi que les fonctions de l'articulation de la salle.

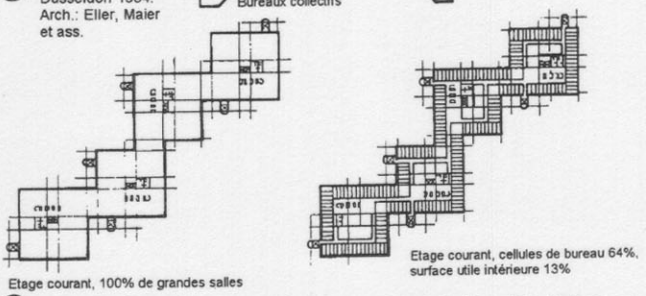
Un exemple de rénovation est le procédé de consultation d'un expert pour la restructuration de la direction de Bertelsmann[1] à Gütersloh. En raison du mécontentement des collaborateurs (changements de poste de travail). Malgré l'option très fréquente pour ce type de bureau très "en vogue", la très grande salle de bureau ne semble raisonnable que pour peu de formes d'organisation et contenus de travail, et l'idée d'un bureau rationalisé jusqu'au moindre détail ne semble pas s'adapter dans la même mesure à tout type d'organisation de l'entreprise. L'objectif chez Bertelsmann était l'amélioration de la qualité du poste de travail, tout en gardant la flexibilité pour de nouvelles techniques de bureau et regroupements, rentabilité par rapport à la surface du poste de travail et abaissement des frais généraux.



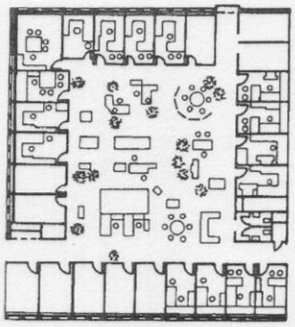
(18) Banque NMB à Amsterdam 1987. Arch.: Alberts et Hunt.



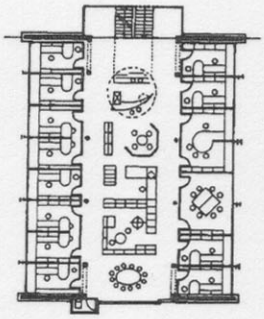
(19) Immeuble SMS à Düsseldorf 1984. Arch.: Eller, Maier et ass.



(20) Bureaux réversibles, adm. Dortmund. Arch.: Krämer, Sieverts et ass.



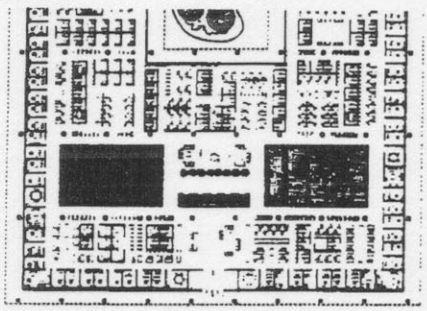
(21) Bureau mixte de Zander & Ingström Arch.: Lennart Bergström AB, Stockholm 1978.



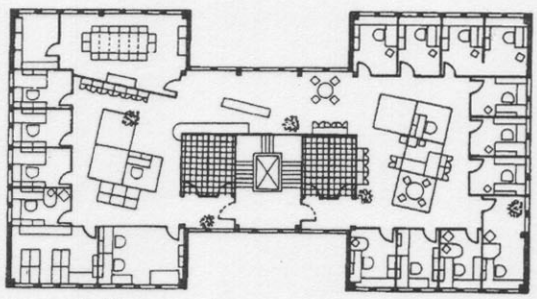
(22) Unité de bureau mixte, Edding AG, Ahrensburg, Arch.: Strunk et associés.

Concepts d'immeubles III.

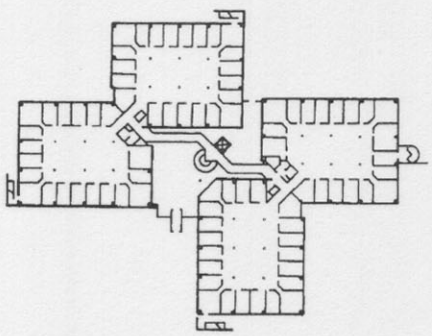
De nouvelles tendances, le principe (**bureau mixte**) cherchent à répondre aux exigences spécifiques de tout type d'organisation de travail de bureau par un concept spatial adapté. C'est-à-dire que ce programme est flexible en cas de besoin, il permet un travail en équipe, il prévoit des bureaux individuels pour un travail personnel, il offre des installations collectives utilisables temporairement pour des activités particulières et communes, il se prête particulièrement à un travail autonome de très grande qualité, où le poste de travail peut évoluer en cours de journée.



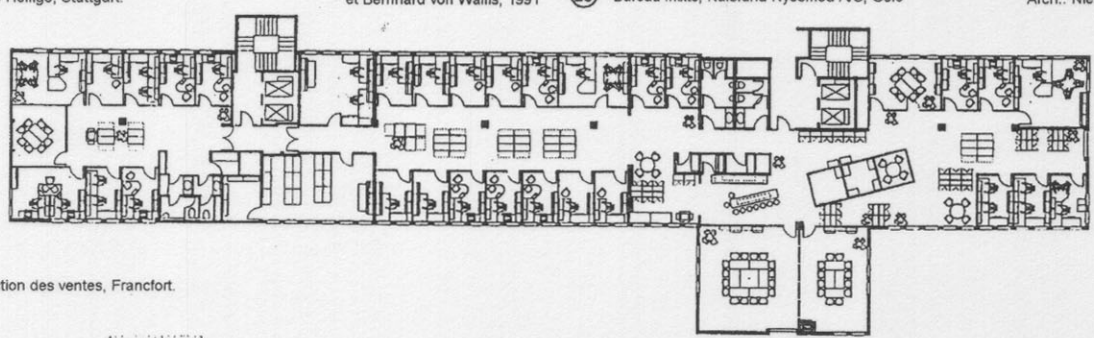
(23) Direction générale de l'American Can Company, Greenwich, Connecticut, Arch.: Skidmore, Owings & Merrill.



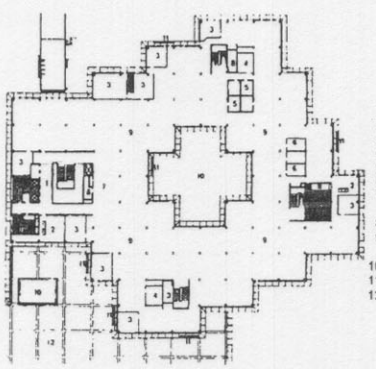
(24) Bureau mixte, direction des ventes, PPC Hellige, Stuttgart. Arch.: Bernhard Steiner et Bernhard von Wallis, 1991



(25) Bureau mixte, Nafslund Nycomed A/S, Oslo Arch.: Niels Torp, 1987

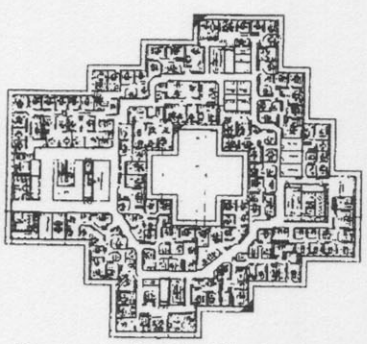


(26) Direction des ventes, Francfort.

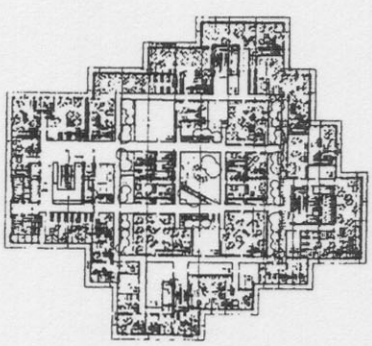


1 Halle
2 Détente
3 Bureau
4 Salle de réunion
5 Studio d'enregistrement
6 Dépôt
7 Installation de transport de dossiers
8 Gaines de climatisation
9 Très grande salle de bureaux
10 Patio intérieur
11 Echelle de secours
12 Eclairage zénithal

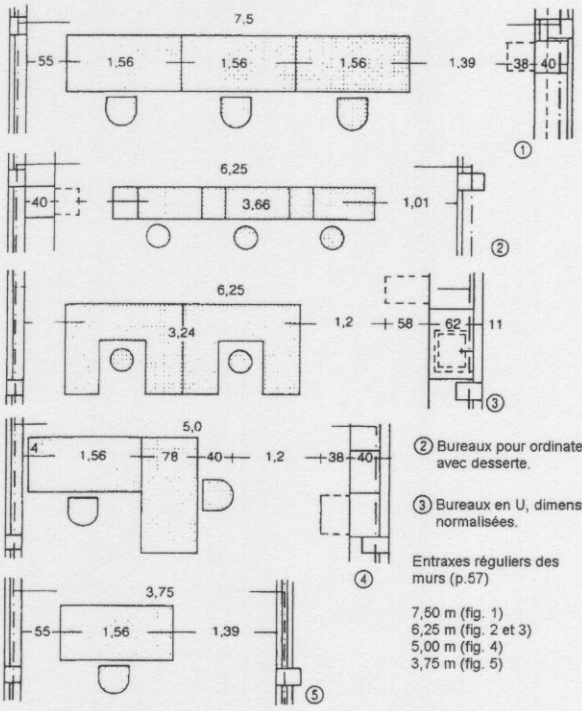
(27) 1976: achèvement de la première tranche du nouvel immeuble (V1) pour Bertelsmann (fig. 28 et 29).



(28) Disposition des postes de travail complètement réorganisée, 1985



(29) Restructuration. Mélange de bureaux individuels et collectifs.



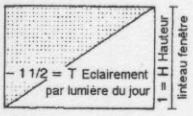
② Bureaux pour ordinateur avec desserte.

③ Bureaux en U, dimensions normalisées.

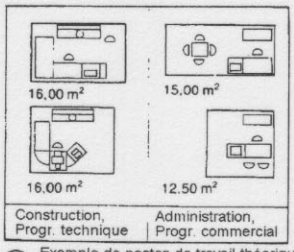
Entraxes réguliers des murs (p.57)

7,50 m (fig. 1)
6,25 m (fig. 2 et 3)
5,00 m (fig. 4)
3,75 m (fig. 5)

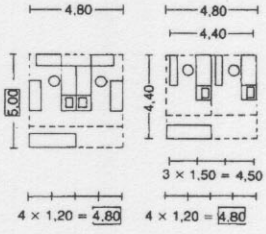
Bureaux ind. et collectifs	Courant	Maximum
Profondeur de la salle	3,75–7,50 m	9,25 m
Entraxe des fenêtres	1,00–3,25 m	6,00 m
Entraxe des appuis	1,75 7,50 m	11,00 m
Largeur couloir médian	1,75–2,50 m	3,25 m
Largeur couloir latéral	1,50–2,00 m	2,50 m
Hauteur de la salle	2,50–4,00 m	5,00 m



⑥ Règle empirique
T = 1,5 H $_f$ →Texte



⑦ Exemple de postes de travail théoriques avec équipement de bureau en bout de table.



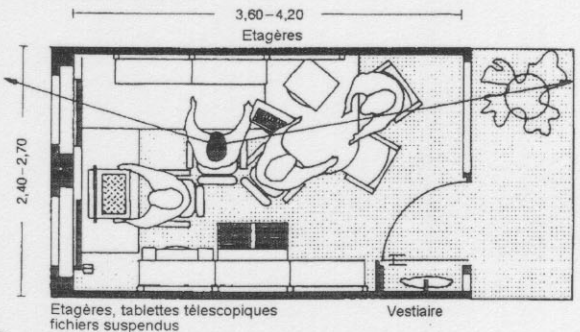
⑧ Dimensions minimales d'un bureau pour 2 personnes.

Eclairage général seul	Eclairage moyen (lux)	Ecl. du poste
Couloirs, toilettes,		
Locaux secondaires	30	–
Escaliers	60	–
Archives, registr.	120	250
Comptabilité,	250	500
Sténo., compta.,		
Poste, cuisine,		
Dessin technique	600	1.000
Laboratoire	–	4.000

⑨ Tableau de l'éclairement dans les immeubles administratifs.

Air frais m³/h par personne	Selon réglementation allemande	Selon réglem. américaine
10	Non-fumeurs, chauffage par air chaud, temp. ext. < 0 °C.	
10–27		Bureaux
20–30	Non-fumeurs	
26–34		
30–40	Fumeurs	
34–51		Fumeurs
51–68		Bureau directeur

⑩ Renouvellement d'air.



⑪ Dimensions possibles du petit espace d'un "bureau mixte" (*Home-base*).

SURFACES NÉCESSAIRES

Surface de base nécessaire (table 140/70) sans appareils et leur surface de manipulation :

Poste équipé d'une machine à écrire ..... 1,70 m²
Employé de bureau ..... 2,30 m²
Employé avec travail sur fichier ..... 1,90 m²
Employé recevant du public ..... 2,50 m²

Espace nécessaire y compris les appareils et leur surface de manipulation

Secrétaire ..... ≥ 10,00 m²
Employé seul ..... 6,00-9,00 m²
Employé dans un bureau collectif ..... 5,00 m²
Employé dans une salle de travail commune ..... 3,80-4,80 m²
Salle de conférence (par personne) ..... 2,50 m²
Chef de service ne recevant pas de public ..... 15,00-25,00 m²

Espace moyen nécessaire par poste de travail pour un employé y compris les machines et les surfaces nécessaires à leur utilisation (hors direction) (*en Allemagne*)

30% ..... 3,60-4,60 m²
55% (en moyenne 8,5 m²) ..... 7,00-9,00 m²
15% ..... au-delà de 9,00-15,00 m²

(La répartition en bureaux pour un ou plusieurs employés ou en salle de travail commune est cependant nette).

Espace moyen nécessaire par employé ..... 4,00-6,00 m²

Surface nécessaire par poste de travail selon le règlement sur les postes de travail

– salle de travail surface de base minimale 8 m²
– surface libre d'aisance ..... 1,5 m² par employé, mais au moins 1 m de large
– volume d'air ..... au moins 12 m³ pour une activité essentiellement assise
..... au moins 15 m³ pour une activité essentiellement non assise

Hauteur libre pour une surface de :

jusqu'à 50 m² ..... 2,50 m
au-delà de 50 m² ..... 2,75 m
au-delà de 100 m² ..... 3,00 m
au-delà de 250 → 2000 m² ..... 3,25 m

Surface nécessaire pour poste de travail selon les "règles de sécurité pour postes de travail dans le bureau"

Cellules de bureau ..... au moins 8-10 m² selon la distance entraxes.
Très grand bureau ..... au moins 12-15 m²

Surface nécessaire moyenne pour un poste de travail (fig. 7 et 8) :

jusqu'en 1985 ..... 8-10 m²,
à l'avenir ..... 12-15 m²).

Le législateur n'impose pas une surface nécessaire minimale déterminée pour un poste de travail de bureau.

D'après des enquêtes américaines (*Cons. Life Ins.*), y compris l'emplacement des machines de bureau et la surface nécessaire à leur utilisation (surface de base + rayon de 50 cm = surface nécessaire d'une machine de bureau) :

Employé de bureau ..... 4,50 m²
Secrétaire ..... 6,70 m²
Chef de service ..... 9,30 m²
Directeur ..... 13,40 m²
Deuxième vice-président ..... 18,50 m²
Premier vice-président ..... 28,00 m²

La profondeur de la pièce dépend de la surface nécessaire et varie selon qu'il s'agit de bureaux pour une ou plusieurs personnes, grand bureau, bureau collectif ou salle d'études.

La profondeur moyenne des bureaux est de 4,50-6,00 m. Éclairage naturel suffisant jusqu'à une profondeur du poste de travail de 4,50 m environ (selon l'emplacement de l'immeuble, dans une rue étroite ou dégagée). Règle empirique : T = profondeur de la pénétration de la lumière du jour = 1,5 Hf, hauteur de la fenêtre (ex : Hf = 3,00 m, T = 4,50 m). Pour les postes de travail en fond de pièce, utiliser la lumière artificielle dans le dernier tiers de la profondeur de celle-ci.

Les groupes de travail sont souvent indépendants de l'incidence de la lumière du jour car ils nécessitent des pièces plus profondes.

La largeur de passage le long les couloirs latéraux dépend de l'occupation du bureau et de la place nécessaire pour les équipements de travail. En général, deux personnes doivent pouvoir marcher côte à côte ou se croiser.

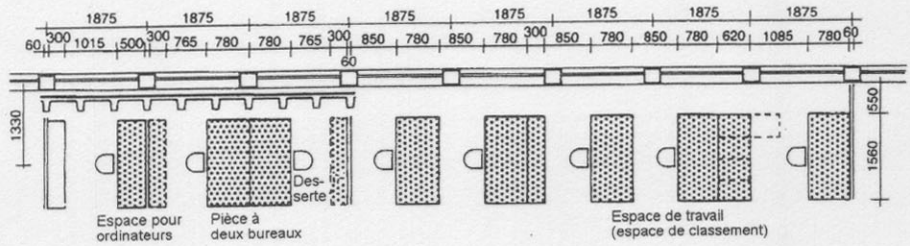
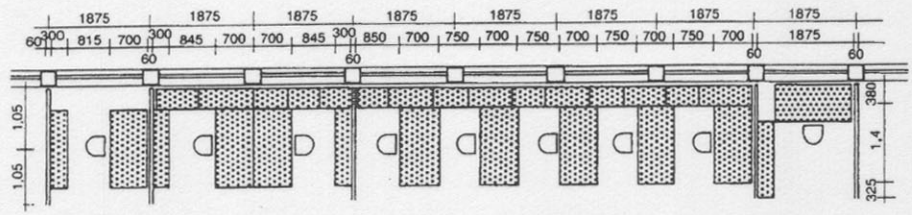


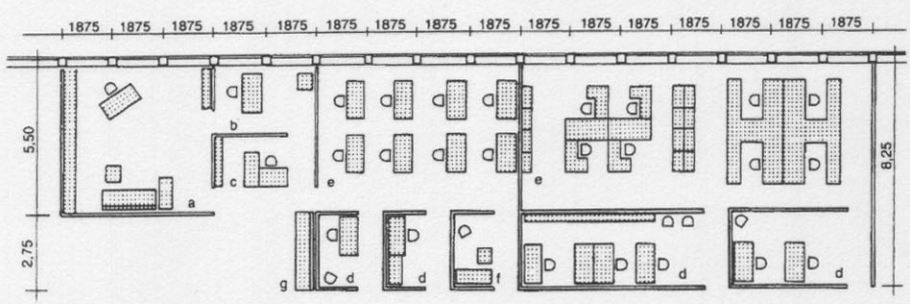
Table de bureau DIN (dimensions: 78/1,56 m)

① La trame de 187,5 d'axe en axe s'adapte à des planchers à nervures de 62,5 entre axes (plancher Koenen) avec éléments de coffrage normaux. Ceci facilite l'intégration des cloisons de séparation démontables. Les entraxes de bâtiments administratifs bien pensés sont de 1,75 - 1,85 et de 1,875, ce dernier semblant donc le mieux adapté.



Tables de bureau modulaires (dimensions: 70/1,40 m, système Velox).

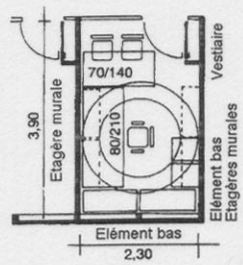
② Les tables de bureau modulaires combinés à une bande de tables Velox, comme éléments d'archivage le long des fenêtres (fg. 1), permet une économie de place d'un axe sur cinq, ainsi qu'une bande médiane d'une largeur de 32,5 cm, soit une économie d'env. 21% en m^3. Un espacement des tables de bureau de 75 cm n'est possible qu'en cas d'utilisation de chaises roulantes et tournantes.



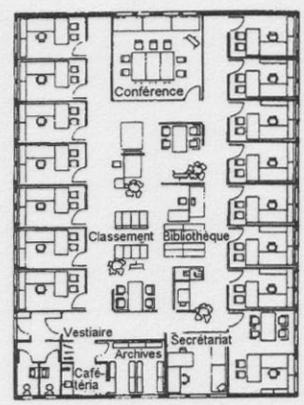
Division de l'espace en utilisant des tables modulaires.

③ Différents bureaux dans le système de grande salle: a) chef, petite salle de réunion; b) assistant ou chef de service; c) secrétaire, hôtesse d'accueil; d) employé (recevant le public); e) salles de travail (équipes).

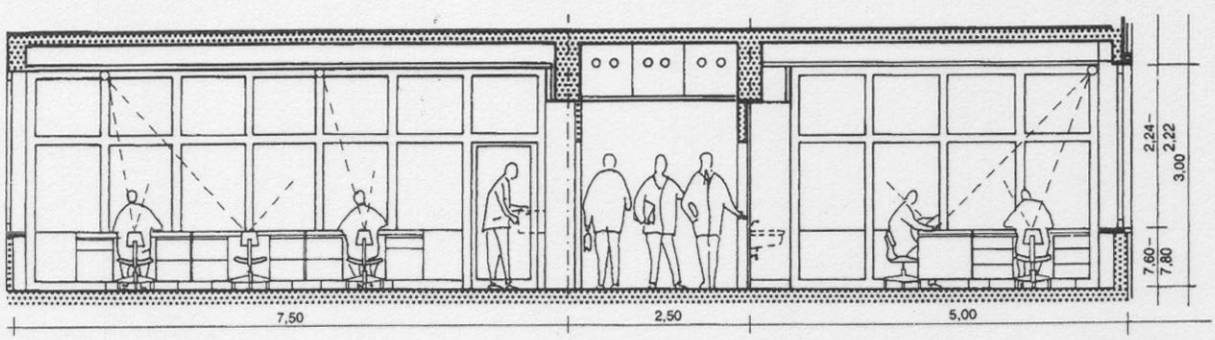
Division de l'espace



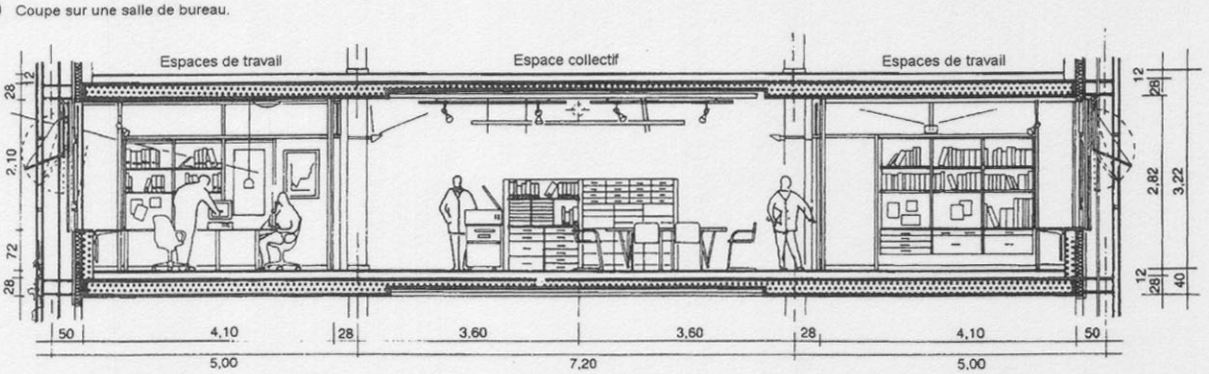
⑥ "Home base", pièce individuelle d'un "bureau mixte".



⑦ Articulation de l'espace d'un "bureau mixte" avec des espaces individuels périphériques et les espaces communs correspondants.



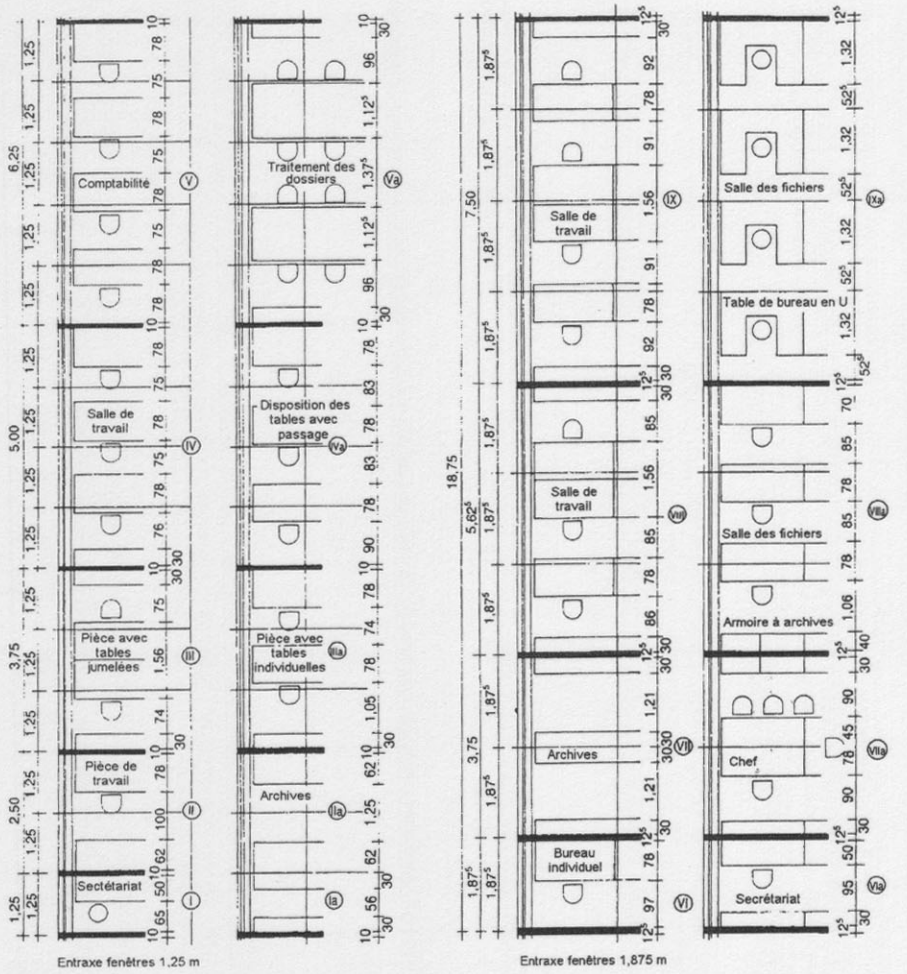
④ Coupe sur une salle de bureau.



⑤ Coupe, espaces individuels et collectifs d'un "bureau mixte"

(Edding AG.)

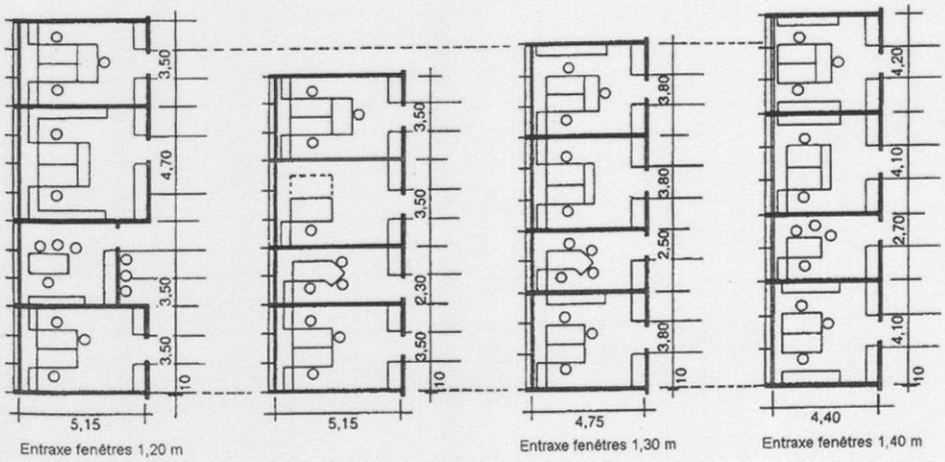
DIMENSIONNEMENT



(1) Largeurs minimales selon axes des fenêtres.

Entraxe minimal entre les fenêtres ou les jambages de fenêtres = 1,25 m (p.57), convenant aux multiples besoins en locaux d'un immeuble de bureaux. On obtient ainsi des distances entre axes des murs de 2,5 ; 3,75 ; 5,0 m, etc. (fig.I-VI), permettant pour les meubles des dispositions variées et commodes, susceptibles de nombreuses combinaisons et répondant ainsi à presque toutes les exigences. En cas d'une aisance plus grande, on recourra à la distance II, le cas échéant à une distance de 2 x 1,25 = 2,50 m avec les mêmes possibilités que pour 1,25 m.

1,875 m constitue la plus grande longueur entre axes dans les bureaux. Les figures VII-Xa peuvent être complétées par de nombreux autres exemples de disposition adéquate de mobilier. À cette distance entre axes conviennent des piliers espacés selon un multiple de 625 mm ou de 1,25 m.



(2) Possibilités d'exploitation pour différentes largeurs d'axe en axe.

Surfaces utiles.
L'étude de E. Kahl se fonde sur le principe de bureaux individuels, disposés côte à côte le long la façade, avec des variantes (fig.3). Les dimensions des pièces sont déterminées par la hiérarchie ou l'utilisation.

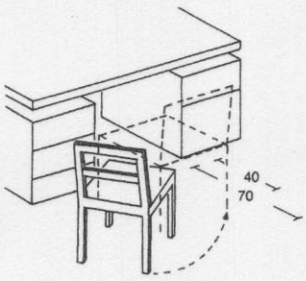
Utilisateur	Surface utile du bureau
1 employé avec des tâches nécessitant une certaine discrétion (service du personnel ou social) ou 1 employé avec tâches nécessitant une concentration particulière	environ 12 m²
2 employés (le cas échéant une place d'appoint pour 1 apprenti) ou 1 employé avec une table de réunion pour 4 personnes	environ 18 m²
Employé avec fonctions à responsabilités, avec table de réunion pour env. 6 personnes, ou 3 employés, dactylos ou semblables, ou 2 employés avec une place supplémentaire équipée d'une machine, ou antichambre du directeur avec salle d'attente	24-30 m²
Bureau du directeur, ou salle spécialisée équipée de nombreux appareils	à partir de 30 m²

Entraxe 1,20 m.
La dimension standard de 18 m² (3 x 1,20 m moins 0,10 m pour la cloison) correspondant à une largeur de la pièce de 3,50 m, est trop étroite pour un ameublement standard pour 2 employés (2 x 1,00 m entraxe et 2 x 0,80 m de profondeur de table = 3,60 m). La pièce à deux axes d'une largeur de 2,30 m est trop étroite pour 1 employé recevant du public. Les postes de travail plus profonds, équipés d'un écran et d'appareils spéciaux, nécessitent la dimension juste au-dessus (4,70 m), sans possibilité de surface utile supplémentaire.

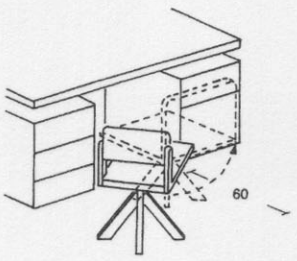
Entraxe 1,30 m.
Une largeur de pièce de 3,80 m correspond à 18 m² de surface utile et permet l'ameublement suivant :

- des classeurs supplémentaires ;
- 2 postes de travail équipés d'un écran d'une profondeur de 0,90 cm ;
- 1 table à dessin ou 1 appareil à dessin ;
- 1 bureau et table de réunion pour 4 personnes. Toutes les dispositions de postes de travail sont possibles, grande flexibilité d'utilisation sans démonter les cloisons.

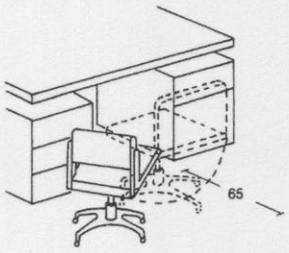
Entraxe 1,40 m.
Largeur de pièce de 4,10 m avec possibilités d'ameublement très avantageuses et grande flexibilité d'utilisation. Pour une pièce de 18 m², une profondeur de la pièce de 4,40 m est suffisante, à moins que des utilisations particulières ou des tâches nécessitant une plus grande surface de la pièce exigent une plus grande profondeur. Une profondeur de la pièce de 4,75 m augmente à 19,5 m² la surface utile de la pièce standard à trois axes.



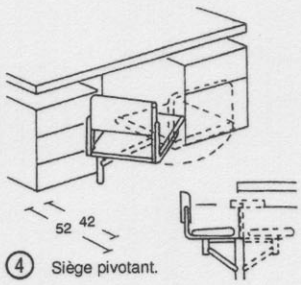
① Siège ordinaire.



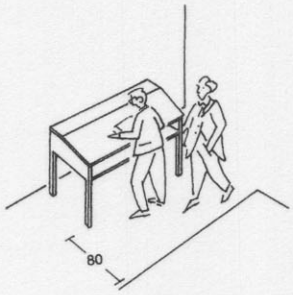
② Siège tournant.



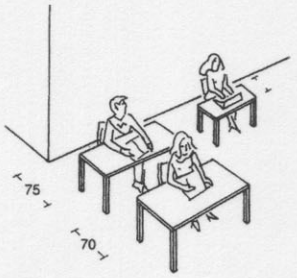
③ Siège roulant et tournant.



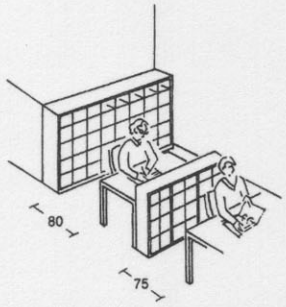
④ Siège pivotant.



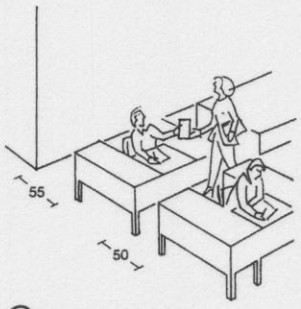
⑤ Pupitre pour travail debout.



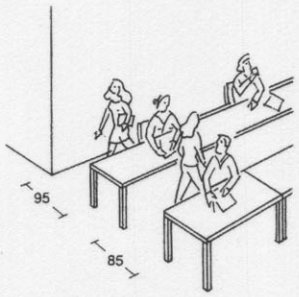
⑥ Tables individuelles.



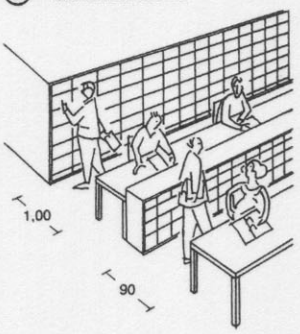
⑦ Tables individuelles avec casiers à l'arrière.



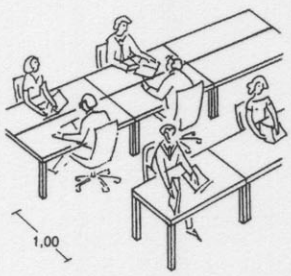
⑧ Unités de travail.



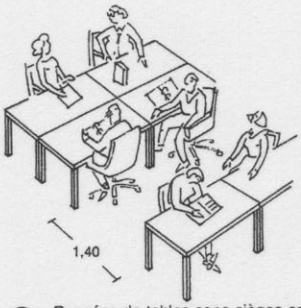
⑨ Rangées de bureaux avec passage à l'arrière.



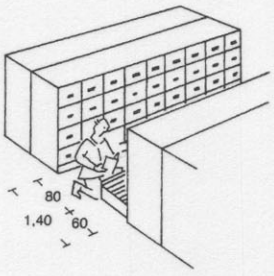
⑩ Rangées de bureaux avec casiers à l'arrière.



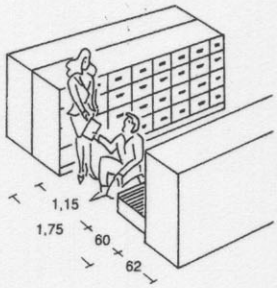
⑪ Rangées de tables formant bloc avec sièges en chicane.



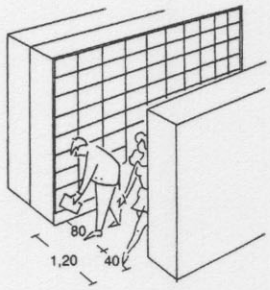
⑫ Rangées de tables sans sièges en chicane.



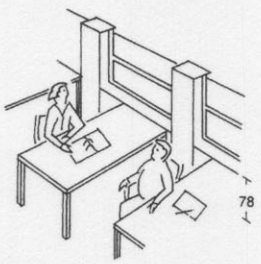
⑬ Classeurs-armoires.



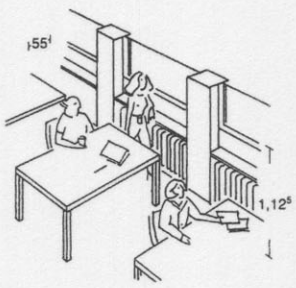
⑭ Classeurs-armoires avec dégagement.



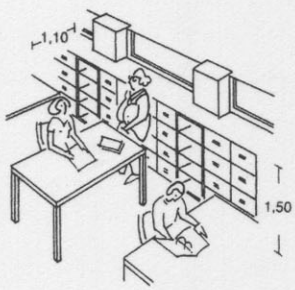
⑮ Casiers pour dossiers.



⑯ Tables directement sous les appuis des fenêtres.



⑰ Passage entre tables et fenêtres.



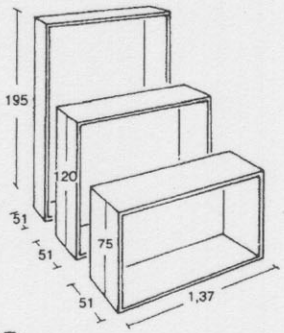
⑱ Classeurs sous les fenêtres.

La place nécessaire pour s'asseoir et se lever aisément donne les distances minimales entre tables (au moins 1 m) (fig. 1 à 7), variables selon que celles-ci se trouvent le long des murs, devant d'autres tables ou devant des rayonnages (fig. 5 à 12 et voir aussi p. 265).

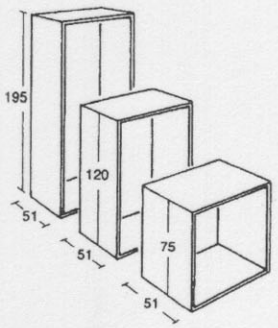
Surface nécessaire par place sans passage latéral :
fig. 5 : 2,46 m²; fig. 6 : 2,25 m²; fig. 7 : 2,90 m²; fig. 8 : 2,90 m²; fig. 9 : 2,60 m²; fig. 10 : 3,70 m²; fig. 11 : 1,90 m²; fig. 12 : 2,25 m².

Pour de courtes rangées de classeurs-armoires, voir la figure 13. Pour des rangées plus longues, la figure 14, car dans ce cas comme pour les tables (fig. 8 à 12), il faut pouvoir circuler. Si les radiateurs sont disposés près des fenêtres, il faut garder un espace qui peut aussi servir de passage à partir de 55 cm (fig. 17).

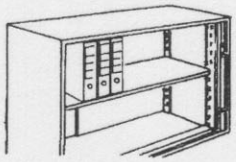
Des fenêtres haut placées donnent un éclairage en profondeur très favorable et ainsi une exploitation avantageuse de l'espace et des allèges (fig. 18).



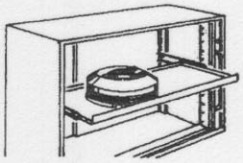
(1) Système d'armoire-classeurs, série A.



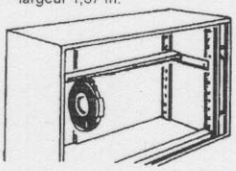
(2) Série B (fig. 3 à 10)



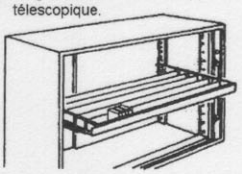
(3) Etagère. Profondeur utile 42 cm, largeur 1,37 m.



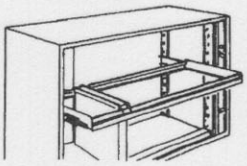
(4) Etagère coulissante sur support télescopique.



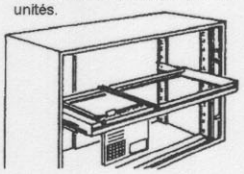
(5) Support pour bandes magnétiques. 49 emplacements individuels.



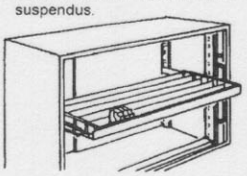
(6) Etagère coulissante pour cassettes de microfilm, capacité jusqu'à 164 unités.



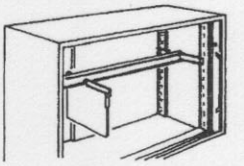
(7) Support coulissant pour dossiers suspendus.



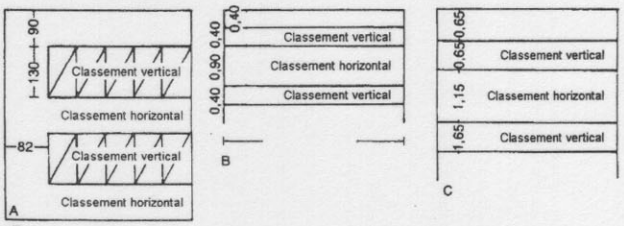
(8) Support coulissant pour suspension parallèle à la face du meuble.



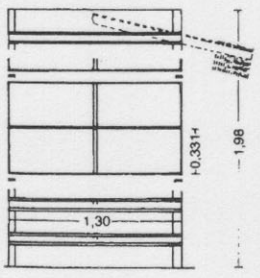
(9) Tiroir pour cassettes LS, capacité jusqu'à 190 unités.



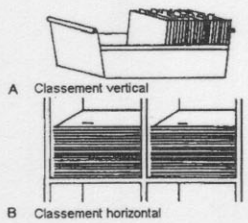
(10) Tringle pour chemises suspendues.



(11) Rapport des surfaces de passage aux surfaces de différents systèmes de classement.



(12) Rayonnages Velox pour grandes archives. Coupe et plan.



Temps des opérations - comparaison classements horizontal et vertical:

	Class. horiz.	
Sortir les dossiers	29%	14%
Trier les dossiers	41%	66%
Classer les dossiers	30%	20%
100%	100%	

(13) Systèmes de classement.

Salles de classement

Archives : Malgré l'utilisation de nouvelles techniques bureautiques, la consommation de papier en tant que support principal de stockage d'information a augmenté. Jusqu'en 1980, la consommation de papier a doublé tous les quatre ans. Le stockage d'informations assisté par ordinateur en tant que support d'informations peut être plus largement utilisé à l'intérieur des systèmes de communication bureautiques. Les informations dites non codées (lettres, textes, revues) auront toujours leur place sous forme de volume de papier.

But : Rangement et classement clairs des documents ne nécessitant que peu de déplacements et assurant une bonne utilisation de l'espace. Encombrement des archives (fig.1). Le passage s'élargit dans la mesure où la profondeur des classeurs augmente.

L X P (classeurs) = surface de classement
\+ 1/2 L x P + 0,5 = surface de passage
Encombrement total = surface de classement + surface de passage.

Les rayonnages profonds sont plus économiques. La figure 11 montre le rapport entre la surface de classement et la surface de passage pour le classement vertical lorsqu'on utilise les grands rayonnages pour archives et pour le classement horizontal. Dans le classement vertical, surface de classement de 5,2 m^2, surface de passage de 4,6 m^2 (100 : 90). Dans le classement horizontal, surface de classement de 3,2 m^2, surface de passage de 3,6 m^2 (90 : 100, rapport inversé). Le classement vertical présente une moins grande possibilité de remplissage, les rayons supérieurs manquant de visibilité. Le **classement vertical** permet une économie de personnel de plus de 40%. Le classement suspendu augmente l'utilisation de la surface des murs de 87% par rapport au classement par dossiers (fig.15). Le transport des documents s'effectue par monte-dossiers. Les postes de travail comportent un rayonnage de tri, une petite table, des chaises à roulettes.

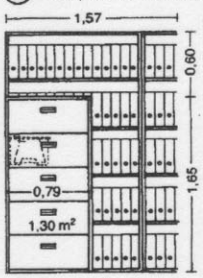
L'emplacement de la salle de classement doit être central. Les axes de fenêtres de 2,25-2,50 conviennent.

Hauteur de la pièce en général : 2,10 m (deux étages de bureaux = trois étages de classement). Les pièces doivent être sèches, les combles et caves ne conviennent pas. Des rangées de classeurs (fig.16 et 17) avec dossiers suspendus et pupitres relient avantageusement les postes de travail. On peut utiliser un chariot comme pupitre ou fichier. Les meubles de classement mobiles permettent de mieux utiliser l'espace (100-120%) (fig.18B) en économisant les passages intermédiaires.

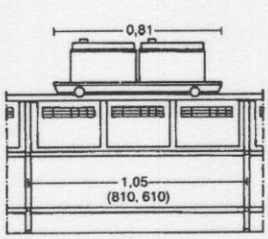
Ces installations ne sont pas normalisées mais peuvent être adaptées à tous les besoins possibles tels que : classement, archives, bibliothèque, magasin. Il y a lieu de respecter la surcharge maximale du sol par mètre carré. Les déplacements s'effectuent à la main ou mécaniquement. L'ensemble des archives, ou une partie, peut être fermé.

		Classement horizontal en chemises à glissière sur rayonnages ouverts 35/200	Bibliothèque. Classement en dossiers de courrier dans des classeurs à rideaux 40/125/220	Classement combiné suspendu et posé, en dossiers sur rayonnages 65/78/200
10000 documents d'env. 2 mm d'épaisseur (sans chemise), env. 25 feuilles chacun.	1), Mètre courant de rayonnage ou de mur.	7,25 m	11,00 m	2,4 m
	2) Surface occupée en m^2, compris passages travail (non latéraux).	5,92 m^2	8,25 m^2	3,6 m^2

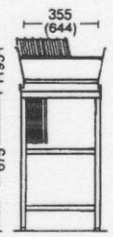
(14) Comparaison des surfaces occupées par différents systèmes de classement.



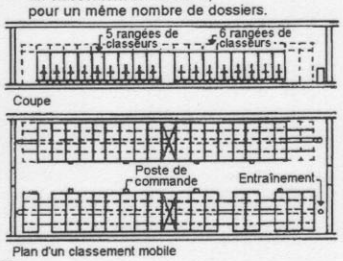
(15) Comparaison de la surface de mur occupée par un classement suspendu et un classement en dossiers, pour un même nombre de dossiers.



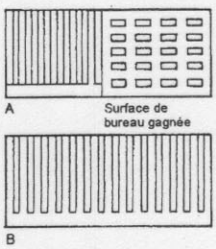
(16) Rangées de tables avec chariot



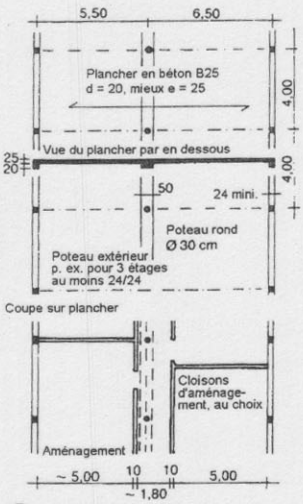
(17) Coupe (fig.16)



Plan d'un classement mobile

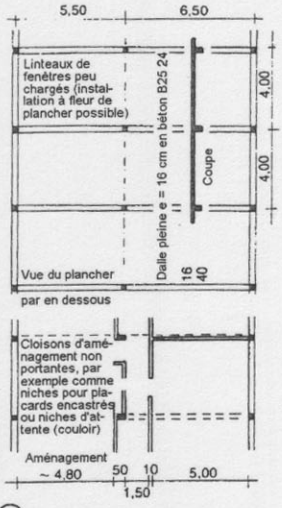


(18) A = Archivage mobile. B = Comparaison de l'encombrement avec un archivage normal.



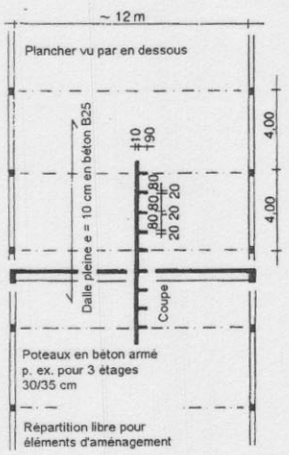
(1) Système statique: Deux travées asymétriques.

Plancher tendu dans le sens transversal. Retombées de poutres dans le sens longitudinal. Retombée de poutre et poteaux centraux à l'intérieur du couloir, séparés de la cloison du couloir.
- Flexibilité et réversibilité illimitées.
- Nécessite une largeur de couloir suffisante pour passage libre entre poteaux et cloison.
- Indiqué pour constructions sans faux plafonds ou pour couverture par parking automobile avec circulation dans le sens longitudinal du bâtiment.



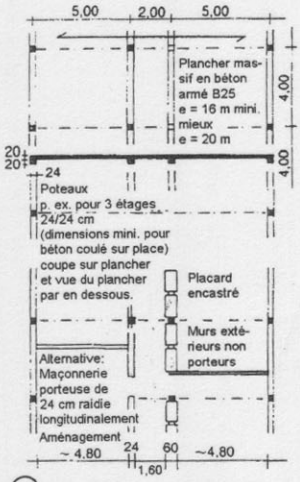
(2) Système statique: Travées multiples.

Plancher tendu dans le sens longitudinal. Retombées de poutres dans le sens transversal, de poteaux extérieurs à poteaux extérieurs en passant par potaux médians.
- Flexibilité et réversibilité illimitées.
- La faible épaisseur du plancher nécessite des dispositifs supplémentaires d'insonorisation (faux plafond, chape flottante).
- Indiqué pour couverture parking automobile avec circulation dans le sens longitudinal du bâtiment.



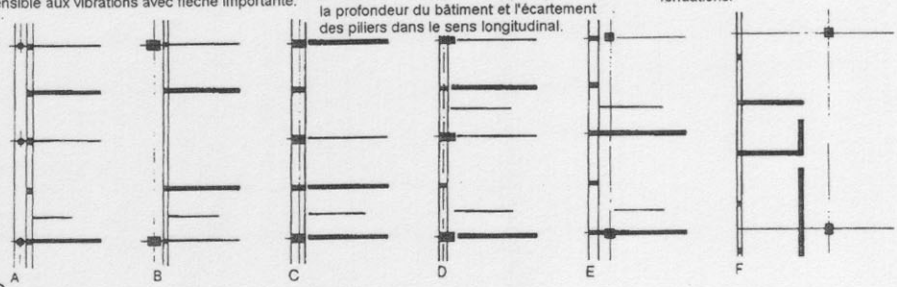
(3) Système statique: plancher avec poutres en T.

Sous-poutres tendues librement d'une poutre extérieure à l'autre, sans poutre médiane.
- Flexibilité et réversibilité illimitées.
- Faux plafond nécessaire.
- Conduites d'installations entre les âmes dans le sens transversal, montage longitudinal dans des percements pratiquement impossibles.
- Ensemble de la construction peu économique, retombées de poutres hautes (également en ossature métallique) volume important de l'immeuble, seulement en cas de superstructure sans poteaux. Hauteur réduite des retombées de poutres (60 cm), construction sensible aux vibrations avec flèche importante.



(4) Système statique: trois travées.

Plancher tendu dans le sens transversal. Retombées de poutres dans le sens longitudinal, au centre des deux côtés du couloir. Réalisation de murs de couloir également possible en éléments porteurs et raidisseurs. - Si murs de couloir en maçonnerie invariable, flexibilité limitée en profondeur. - Epaisseur du plancher au moins 20 cm (protection contre bruits solidiens) si on n'opte pas pour un faux plafond ou une chape flottante. - Pas indiqué pour couverture par parking automobile. - Le mur de couloir en tant qu'élément portant est économique. - Construction de plus en plus rentable au fur et à mesure qu'augmentent la profondeur du bâtiment et l'écartement des piliers dans le sens longitudinal.



(5) Rapport construction - divisibilité de la surface de bureau.

Construction

Construction porteuse : Influence de la construction sur la répartition des surfaces de bureaux. (fig.1 à 4). Propositions de construction pour coupes transversales de bâtiments administratifs à deux rangées de bureaux avec les charges admises suivantes :
- les 5 kN/m^2 usuels, un supplément de 2 kN/m^2 pour la chape (8 cm pour conduites dans le sol et pour branchements des réseaux) ;
- hauteur libre de la pièce de 2,75 permettant l'installation de revêtements de sol ou de plafonds suspendus.

Pour des activités essentiellement assises, une réduction de la hauteur de la pièce de 25 cm est possible, dans la mesure ou l'on respecte une hauteur libre de 2,50 m. Les couloirs et zones sanitaires peuvent avoir une hauteur de 2,30 m (utilisation pour chemins de câbles). Le caractère économique d'une construction porteuse ne dépend pas tant de l'optimisation de ses composants individuels (par exemple des éléments préfabriqués) que de son intégration dans un ensemble répondant à des besoins fonctionnels. Différence entre systèmes à poutres longitudinales et transversales (fig.1 à 4). Exemple de la marge de décision pour la construction d'un plancher en béton armé d'une portée de 6,50 m.

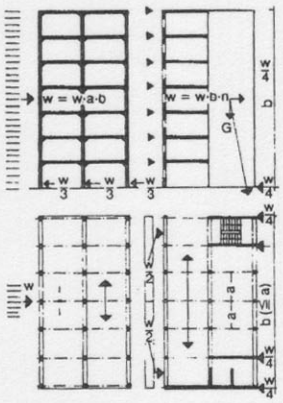
Critères : un coût presque identique, le poids plus élevé a une influence sur le coût des fouilles et des fondations ; l'avantage d'un plancher plus épais réside dans sa plus grande rigidité, pour des sollicitations diverses (évidements, réservations, charges concentrées, portées différentes, différentes constructions ultérieures sur le plancher).

Plancher à nervures : Il n'est rentable qu'à partir d'assez grandes portées (poids mort moindre, grande part de main-d'œuvre pour le coffrage). Étant donné sa structure serrée il n'est pas possible de réaliser des percements. Les retombées de poutres sont au même niveau.

Poutres en T (double T ou Pi) : Avantageuses du point de vue de la statique pour des portées importantes. Plomberie + électricité parallèle à la zone des nervures, les tracés croisés sont à installer dans le secteur des couloirs (fig.1 à 5). Le plan de la façade peut se situer derrière, entre ou devant le plan de la construction. Plus grande variabilité en cas de séparation de la construction et du revêtement extérieur. Disposition des poutres, façade installée devant ou derrière la construction, tous ces facteurs influent sur les dimensions des éléments de façade et leur répartition (trame, réalisation des angles).

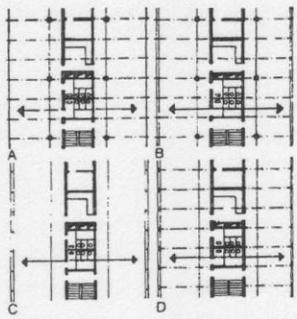
Poteaux situés à l'intérieur (fig.5) E-H pour des planchers en saillie avec une longueur de porte-à-faux de c = 1/5 L – 1/3 L de la portée ne sont pas économiques. Raidissement par murs de contreventement et ossature à cadre résistant à la flexion ainsi que par des pans de murs liés aux dalles des planchers et des points fixes (cages d'escaliers ou d'ascenseurs) lesquels, pour augmenter la stabilité, reçoivent la charge du plancher.

Aménagement : Des murs de refend massifs peuvent remplacer des poutres, ils peuvent être intégrés dans la construction en tant que raidisseurs (fig.6 à 8). Non réversible. Il faut déterminer les ouvertures à l'avance. L'utilisation de cloisons légères ne présente pas seulement l'avantage d'un démontage possible, mais également celui de la détermination ultérieure de la division de l'espace, ou même pendant la phase de construction (un aménagement de montants verticaux avec isolant et plaques de plâtre de 2 x 12,5 mm de chaque côté correspond à la valeur d'isolation phonique d'une maçonnerie de 24 cm enduite double face, pour une masse volumique apparente de 1,2 kg/dm^3).

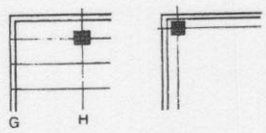


(6) Raidissement par des cadres qui transmettent les sollicitations par le vent aux fondations.

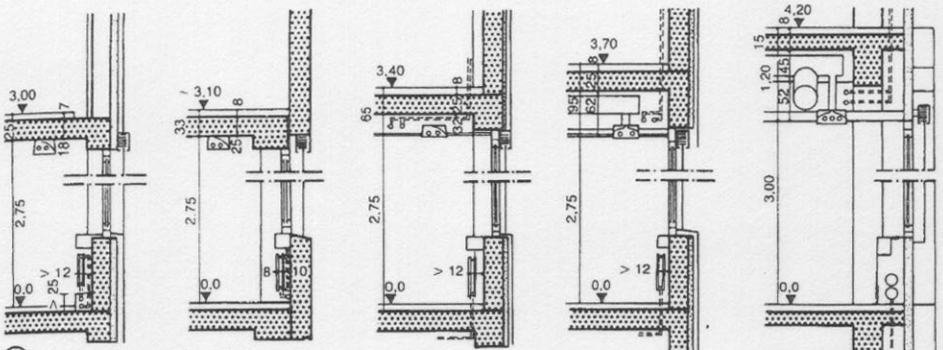
(7) Raidissement par murs de contreventement



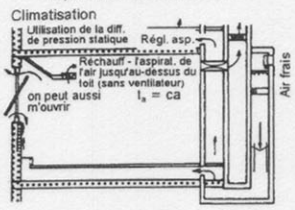
(8) 4 possibilités de répartition de la charge des planchers sur les poteaux et les noyaux dans les installations sur trois rangées (voir p.286 fig. 5)

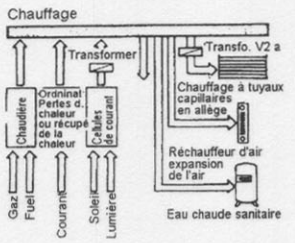


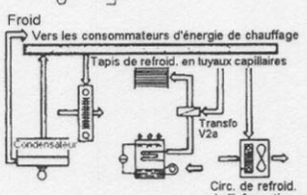
(5) A - H: Influence de la construction sur la subdivision des surfaces de bureau par des cloisons déplaçables. A - B: poteaux extérieurs; C - E: poteaux dans la façade ou presque; E - F: poteaux intérieurs (possibilité d'aménagement de l'angle G - H).



(1) Hauteur d'étage en fonction de l'importance des installations.



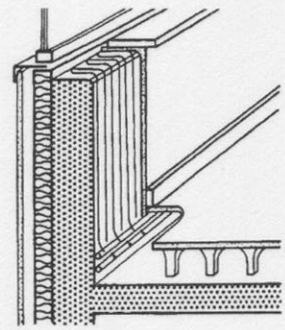




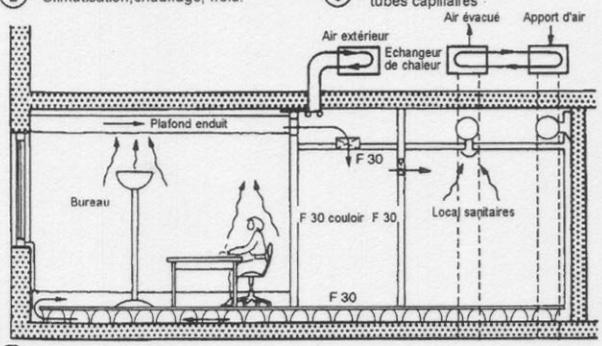
(2) Climatisation, chauffage, froid.



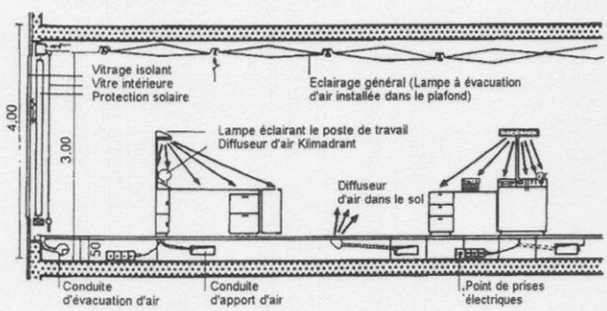
(5) Circulation de l'air dans la pièce due aux différences de température.



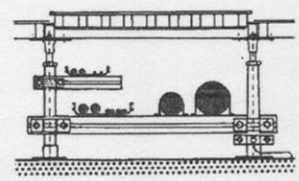
(6) Mur chauffant avec tapis de tubes capillaires



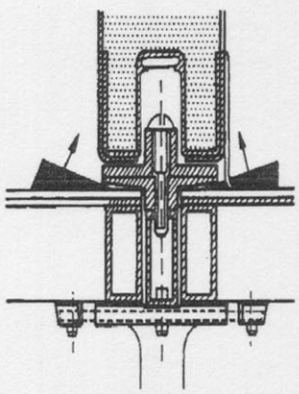
(3) Climatisation par refroidissement de l'élément de construction



(4) Coupe sur le système "Klimadrant" Dosage individuel de l'air sur le poste de travail.



(7) Plancher double avec chemin de câbles.



(8) Cloison de séparation avec profil sol/mur.

	%	Valeur moy.%
Installations d'éclairage	30–50	40
Ascenseurs et dispositifs de transport	4–8	6
Installations basse tension	0,5–1,0	1
Installations de chauffage (avec récupération de chaleur)	8–10	
Installations de refroidissement (avec récupération du froid)	6–8 32–53	42
Ventilateurs et pompes	18–35	
Installations sanitaires	1–2	2
Installations de cuisine (énergie électrique)	6–8	2
Installation d'aspirateurs et ramassage des ordures	2–4	2
Total	75.5–124	100

(9) Dépenses d'énergie pour les installation techniques d'un immeuble administratif

Pièces entièrement climatisées

Le volume intérieur brut de la pièce et le coût total de la construction pour un bâtiment climatisé s'élèvent à 1,3–1,5 fois le coût d'un bâtiment sans climatisation (fig.1).

Hauteur d'étage 3,00 / 3,10 m :
Bâtiment à faible degré d'installations. Pas de faux plafonds. Canalisations de chauffage sur le mur extérieur. Approvisionnement électrique par conduites en allèges ou en sol. Éclairage en plafond par fourreaux ou montants des cloisons. Chemins de câbles dans la zone des dégagements.

Hauteur d'étage 3,40 m :
Bâtiment avec installations, mais sans ventilation. Conduits de chauffage, électricité et eau sous plafond (h = 22 cm). Chemins de câbles dans les dégagements.

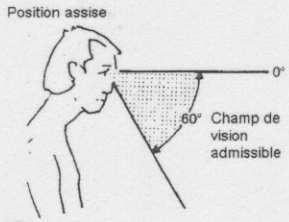
Hauteur d'étage 3,70 m :
Bâtiments équipés d'installations de ventilation pour les bureaux. Pour les bureaux climatisés on conseille un espace d'installation d'au moins 50 cm. Chemins de câbles dans les dégagements.

Hauteur d'étage 4,20 m :
Grande salle de bureaux, hauteur libre de la salle 3,00 m. Avec des gaines de ventilation qui se croisent on a une hauteur d'étage d'environ 4,20 m. Tous les éléments de l'immeuble influant sur sa hauteur ont une incidence sur le coût du bâtiment par rapport à la surface de sol utile.

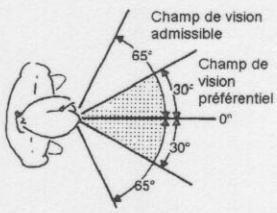
Refroidissement doux (fig.2 à 3).

Les systèmes de climatisation avec des tapis de conduites capillaires fonctionnent avec de l'eau et selon le principe du "refroidissement de l'élément de construction". L'apport d'air correspond au taux minimal de renouvellement de l'air. Le "refroidissement doux" par des tapis de radiation est un refroidissement par refoulement (aération expansive) qui ne crée pas de turbulences, mais apporte une réserve d'air frais au sol (sorties dans la partie des socles du plancher et des meubles), crée des coussins d'air chaud sous le plafond et une circulation de l'air dans la pièce (fig.5) par une différence de températures (32 °C au niveau de la surface principale du plafond, 20° C aux murs). Les 2/5 des frais généraux sont des dépenses pour l'énergie (fig.10). Le chauffage mural par rayonnement en combinaison avec l'apport d'air peut éventuellement suffire, (gain en surface utile grâce à son faible encombrement) (fig.6). Le coût pour une climatisation avec refroidissement de l'élément de construction n'est pas plus élevé que celui pour une climatisation conventionnelle.

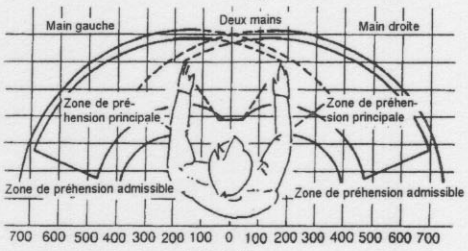
Caractéristiques : ni courant d'air ni bruit, réduction des frais d'investissement et des frais généraux (pour une puissance identique, l'eau a un volume de transport 1000 fois inférieurs à l'air, circuit fermé, récupération de la chaleur), réduction du diamètre des conduites d'approvisionnement (de l'eau à la place de l'air) et les dimensions de la centrale d'énergie. Plancher double pour la ventilation nécessaire de la pièce et pour l'approvisionnement des surfaces à haut degré d'installations. Augmentation des besoins en diamètres d'approvisionnement (branchements des câbles, technologie du bureau) et garantie de la flexibilité en cas de changements selon évolution des fonctions (fig.7 et 8).



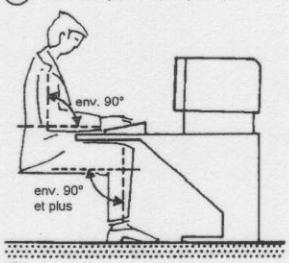
1 Champ de vision vertical.



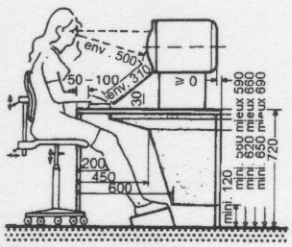
2 Champ de vision horizontal.



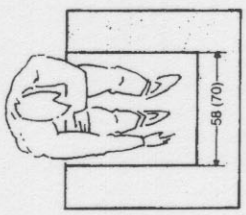
3 Zone de préhension principale et admissible.



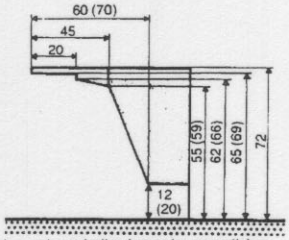
4 Bonne position ergonomique



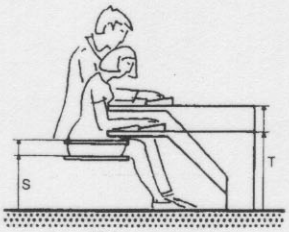
5 Poste de travail et écran ergonomiques, avec table fixe.

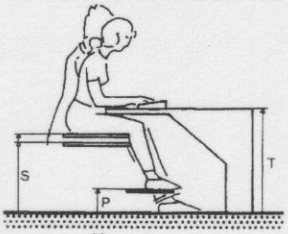


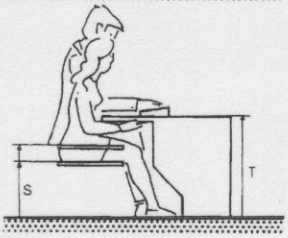
6 Dégagement pour les jambes.



Les valeurs indiquées entre parenthèse sont à rechercher.







7 Dimensions pour le mobilier du poste de travail

	Femmes	Femmes et hommes
Type 1 de poste de travail Table à hauteur réglable Chaise à hauteur réglable		
T (hauteur de la table)*	– (730-t)	(630-t) – (780-t)
S (hauteur de la chaise)	– 460	420 – 500
Type 2 de poste de travail Table à hauteur non réglable Chaise à hauteur réglable Repose-pied à hauteur réglable		
T (haut. de table)*	(700-t) – (730-t)	(750-t) – (780-t)
S (haut. de chaise)	460 – 500	500 – 550
P (haut. du repose-pied)	0 – 100	0 – 150
Type 3 de poste de travail Table à hauteur non réglable Chaise à hauteur réglable		
T (haut. de table)*	(640-t) – (800-t)	(680-t) – (800-t)
S (haut. de chaise)	420 – 460	420 – 500

Postes de travail pour lesquels les éléments suivants sont déterminants pour l'exécution du travail : écran, clavier alphanumérique et document ou support sonore. Il n'y a pas de solution standard pour les postes de travail avec écran, mais ils répondent aux caractéristiques des procédés en question (poste de renseignement ou de saisie de données, etc.).

Les postes de travail équipés d'un écran doivent être conformes aux directives et aux règles de techniques communément reconnues, ou correspondre aux connaissances des domaines de la médecine du travail et de l'ergonomie relatives aux cas présentés.

Organisation du poste de travail

Les outils et appareils à haute fréquence d'utilisation sont à disposer dans le champ de vision et à portée de main (zone de préhension) (fig.1 à 3).

Mobilier : La bonne position de travail se définit ainsi : partie supérieure du bras perpendiculaire, l'avant-bras dans un angle d'environ 90° par rapport à la première, ainsi que la cuisse perpendiculaire et la jambe à 90° par rapport à la première (fig.4).

Si l'on veut obtenir une bonne position pour des personnes de taille différente, les dimensions des tables et chaises doivent être réglables. Il existe deux possibilités ergonomiques équivalentes :

A : poste de travail type 1, table à hauteur variable et chaise à hauteur variable.

B : poste de travail type 2, poste de travail type 3, table à hauteur fixe, chaise à hauteur variable, repose-pied à hauteur variable.

Il faut veiller à un dégagement suffisant pour les jambes (fig.6).

Entourage : Tous les éléments d'équipement du secteur de travail restreint (surface de la table, etc.) doivent avoir un taux de réflexion de 20-50 %.

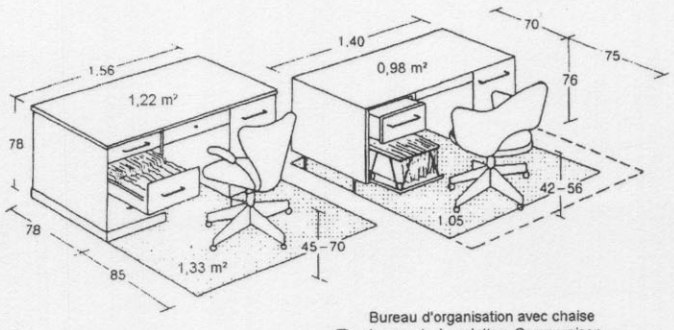
Intensité de l'éclairage entre 300 et 500 lux, limitation de l'éblouissement des lampes p. ex. moyennant l'utilisation de paralumes et appareils à basse luminance, pour les postes de travail avec écran, dans le plafond, ou éclairage 2-K (p. 128 à 135). Disposer les bandes lumineuses parallèlement aux fenêtres. Dans la pièce, surfaces non brillantes avec taux de réflexion conseillé (plafond env. 70%, murs env. 50%, paravent env. 20-50%).

Vue sur l'écran parallèle aux fenêtres et à la bande lumineuse, l'écran se trouve si possible entre les deux. Installer un poste de travail avec écran dans des secteurs sans fenêtres. Respecter les conseils relatifs aux conditions climatiques et à la protection contre le bruit. L'utilisation renforcée d'appareils dans les bureaux provoque plutôt un besoin de refroidissement que de chauffage (technique de la maison).

Psychologie du poste de travail avec écran

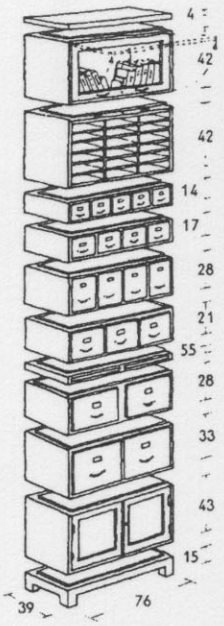
On peut constater des effets négatifs sur l'organisation du travail déterminée par le travail sur ordinateur si on recherche une stratégie de rationalisation, qui exclut considérablement l'homme du processus de travail et tend à l'enfermer dans des activités secondaires. Ainsi, il a pu être défini neuf critères relatifs à l'organisation du poste de travail définissant des tâches contrastées (homme-machine) avec les critères suivants :

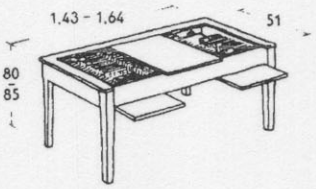
- vaste champ d'action et de décision,
- emploi du temps correspondant,
- possibilités pour l'individu de concevoir et maîtriser les exigences (structurer le travail),
- tâches sans entraves,
- activité physique suffisante,
- par celle-ci, stimulation de nombreuses qualités de perception,
- contact concret avec des objets réels (rapport direct aux conditions sociales),
- possibilité de varier le travail,
- création et encouragement de coopération sociale et de contacts directs avec les collègues (changements sur le poste de travail).



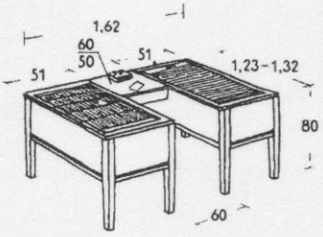
① Avec tiroirs pour formats normalisés

② Bureau d'organisation avec chaise tournante à roulettes. Comparaison de la surface avec la figure 1. Economie de place de 0,5 m² pour la figure 2.



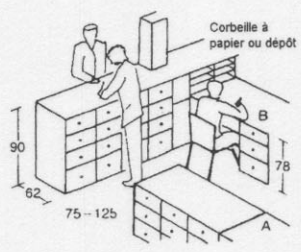


③ Pupitre haut pour formats normalisés, par tiroir env. 1500 fiches

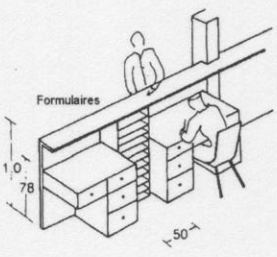


④ Fichier double pour formats normalisés, par tiroir (fig. 3).

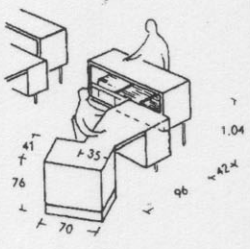
⑤ Fichier pour fiches normalisées diverses.



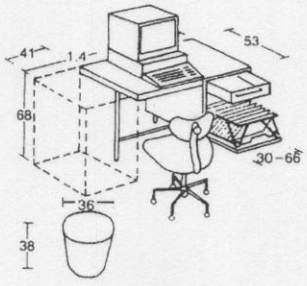
⑥ Réception du public:
A: avec passage en avant
B: avec bureau attenant



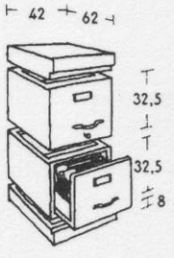
⑦ Autre disposition avec bureau face au public (à la suédoise).



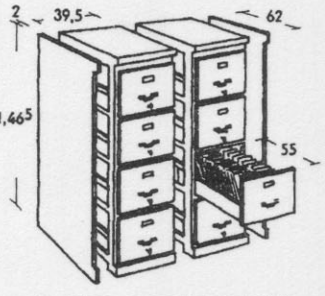
⑧ Comptoir séparé permettant de modifier la disposition.



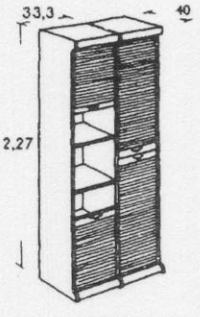
⑨ Table informatique avec deux classeurs à roulettes (Velox).



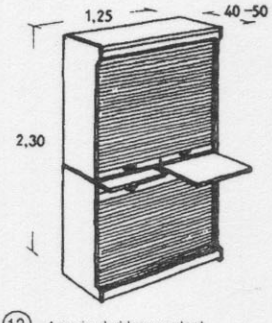
⑩ Classeurs à tiroirs, assemblages en hauteur.



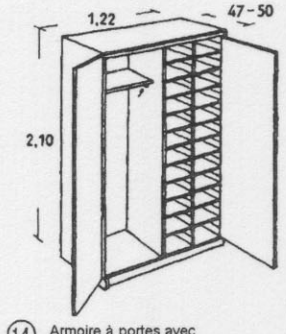
⑪ Classeurs superposés assemblés dans le sens de la largeur.



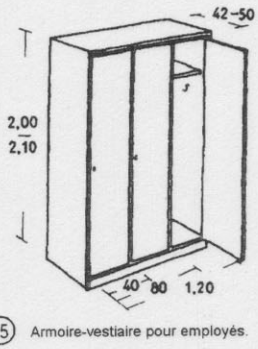
⑫ Armoire pour classeurs verticaux.



⑬ Armoire à rideau roulant.



⑭ Armoire à portes avec compartiment pour vestiaire.



⑮ Armoire-vestiaire pour employés.

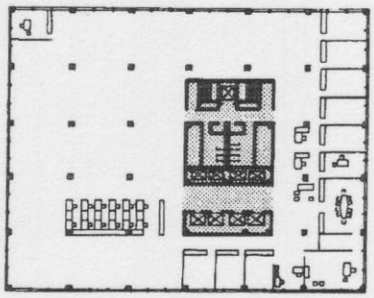
Encombrement

Les exigences légales relatives au mobilier de bureau en vigueur depuis 1980 se traduisent aujourd'hui, après le bureau simple et le bureau organisationnel, par de nombreux systèmes d'aménagement. À la suite de l'augmentation progressive des micro-ordinateurs, la norme européenne préconise une hauteur de table de 72 cm. La norme relative au "Mobilier de bureau" s'appuie sur l'ergonomie et les résultats d'études anthropométriques. Le bureau normal 156/78/78 est complété par le bureau de 140/70/74 s'écartant de cette norme (fig.2). On exige les réglages en hauteur des dessus de bureau, l'absence de vibrations, l'insonorisation superficielle, une barre repose-pied à hauteur correcte, de préférence réglable.

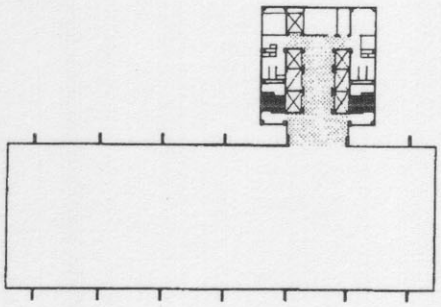
Chaises avec galets orientables, sièges et dossiers rembourrés et réglables. Position assise selon l'évolution des "meubles d'assise dynamiques". Combinaisons multiples entre les tables de dactylos et les bureaux, pour obtenir un ensemble économisant la place allant jusqu'au système d'aménagement.

Classeurs et **fichiers** sont des armoires sans côtés (fig.11). On ferme les rangées par des parois latérales isolées. Les meubles en acier ont des mesures normalisées analogues.

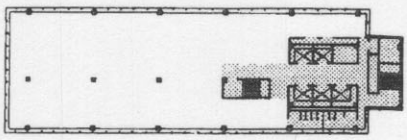
Les **comptoirs** séparant les clients du personnel ont une largeur de 62,5 cm et une hauteur d'environ 90 cm (fig.7), pour une largeur de 30 une hauteur de 100 cm, afin que l'on ne puisse rien attraper derrière. Passage derrière le comptoir pour réception debout des clients (voir aussi p.309, fig.2 à 6). Comptoirs continus (fig.6 et 7). Les comptoirs séparés permettent de modifier l'organisation à volonté (fig.8).



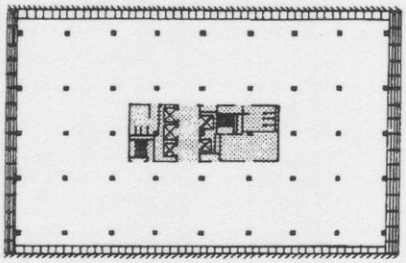
1 Immeuble à usage de bureaux locatifs, surface à louer jusqu'à 93%. La cage d'ascenseur et d'escalier sert de passage public; la disposition asymétrique permet d'obtenir des petites pièces et de grandes salles de bureaux.
Arch.: I. M. Pei & Ass.



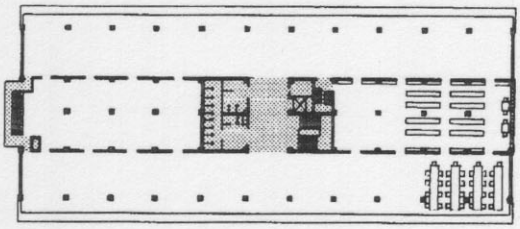
3 Séparation des zones bureaux et trafic de la zone sanitaire. Plan typique pour grands bureaux. Les poteaux extérieurs facilitent l'ameublement. Portée libre 17,50 m.
Arch.: Skidmore, Ow. & Merril.



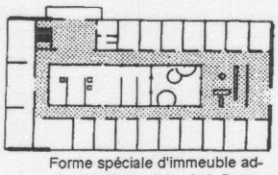
4 Disposition sans couloir avec cage d'escalier et ascenseur à l'extérieur. Bureau séparé pour le chef de service accessible depuis le grand bureau.
Arch.: Skidmore, Owings & Merril.



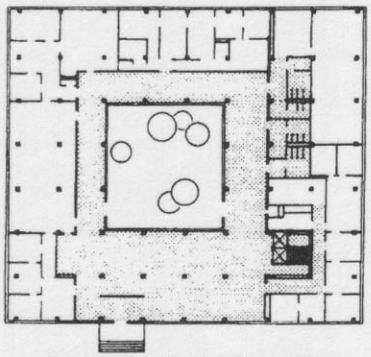
2 Charpente métallique rigide ne nécessitant pas de raidissement par pans de mur. Façades Est et Ouest à lamelles verticales, au Sud protection horizontale contre le soleil. Arch.: V. Gruen & Ass.



5 Impératifs: grand bureau avec liaison la plus courte possible aux salles des coffres incombustibles. Cage d'escalier et d'ascenseur centrale. Surface de trafic minimale.
Arch.: H. Kosaka.

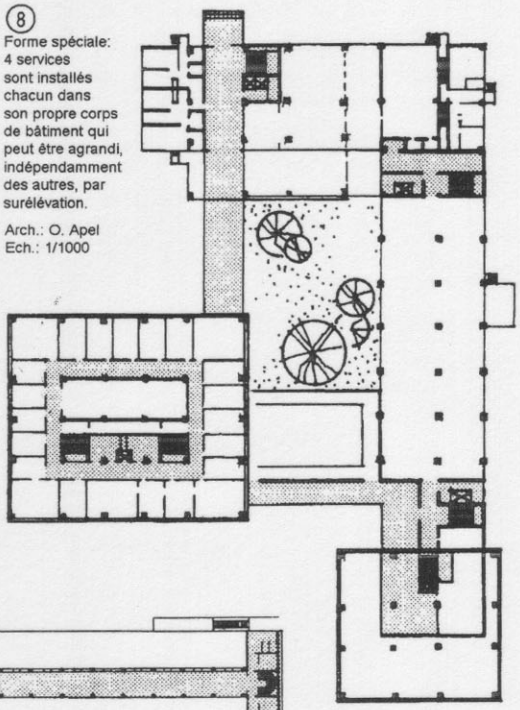


6 Forme spéciale d'immeuble administratif de plein-pied. Bureaux vers les faces extérieures, secrétariat, bibliothèque et salle de conférence donnant sur un parc.
Arch.: Ph. Johnson



7 Séparation des salles réservées au public, au rez-de-chaussée, et de l'administration interne dans l'aile nord de trois étages.
Arch.: O. Apel, Skidmore, Ow. & Merril

8 Forme spéciale: 4 services sont installés chacun dans son propre corps de bâtiment qui peut être agrandi, indépendamment des autres, par surélévation.
Arch.: O. Apel
Ech.: 1/1000

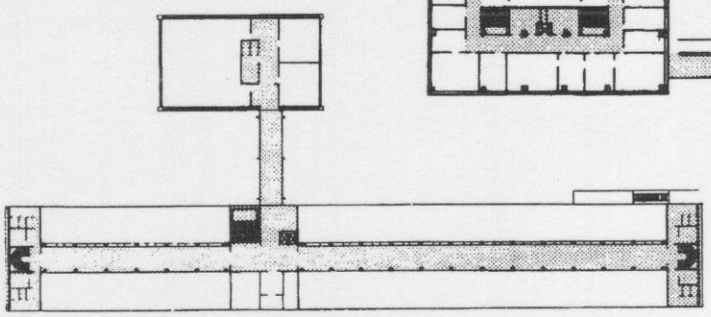


Les **joints de dilatation** généraux dépendent de la fondation, du mode de construction, etc. Ils sont disposés tous les 30 à 60 m.

a) La disposition la plus simple en béton armé est obtenue en montant des poteaux doubles qui sont protégés contre les intempéries.

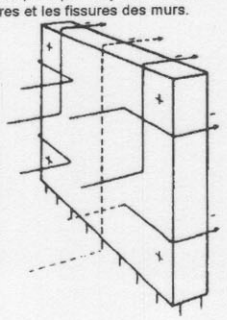
b) Planchers en saillie, joints de dilatation entre deux poutres en porte-à-faux, qui seront plus sollicitées que les autres travées du plancher.

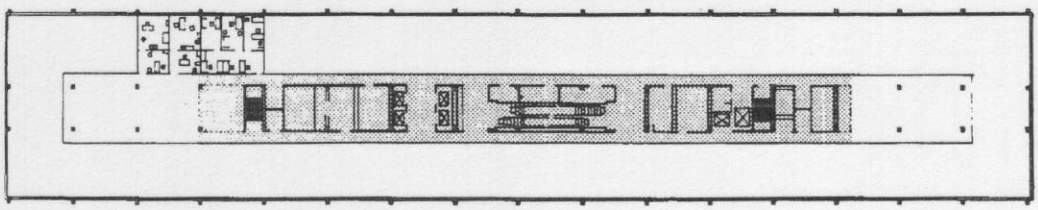
c) Forme compliquée par la liaison en crochet de deux corps de bâtiment avec palier lisse sur consoles unilatérales.



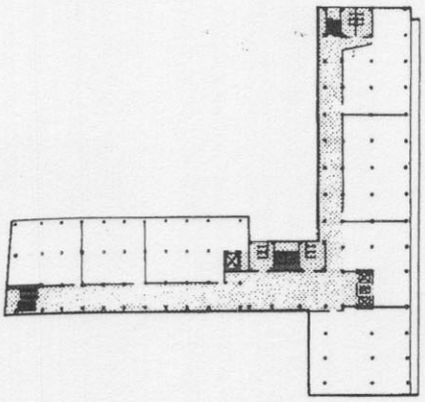
9 Séparation en corps de bâtiment selon les fonctions principales fg. 7 et 8. Rez-de-chaussée pour l'accueil du public, salles de sessions et de conférences séparées de la construction principale.
Arch.: A. Jacobsen

11 Sous l'effet du vent, il se produit, sur les façades des hauts immeubles, des zones de surpression et de dépression qui font pénétrer l'eau de pluie par les jointures des fenêtres et les fissures des murs.

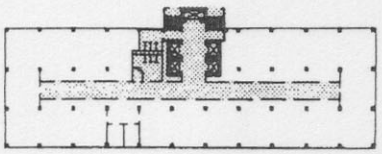




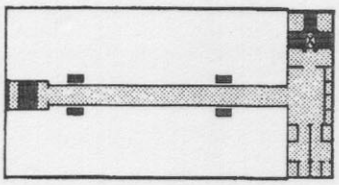
10 Bureaux subdivisés très profonds. Serétaire ou réception, employé de bureau avec poste de travail ouvert ou fermé donnant sur le couloir, avec ventilation et éclairage artificiels.
Arch.: Skidmore, Owings & Merril



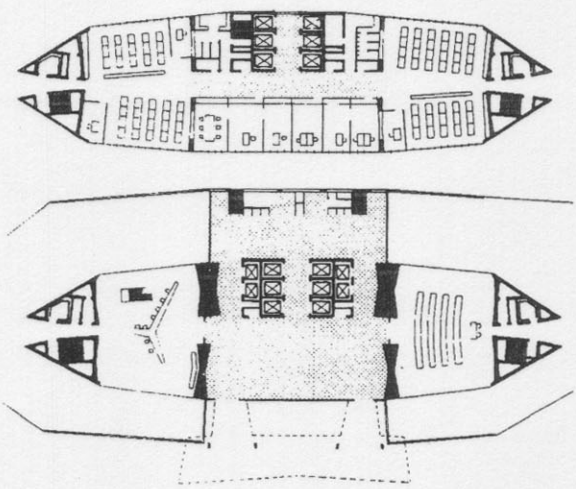
① Installation avec bureaux sur un seul côté, économique grâce à des pièces de 10 m de profondeur, la cage d'ascenseur et d'escalier centrale relie les deux corps de bâtiment. Arch.: P.R. Vazquex & R. Mijares



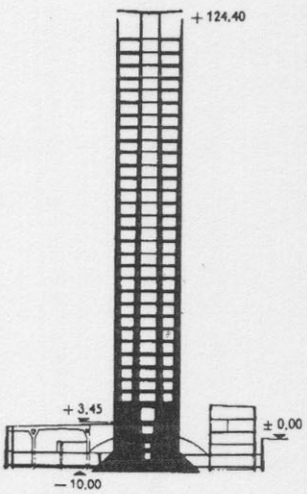
② Disposition normale à deux rangées de bureaux, économique par ses rapports statiques favorables; inconvénient: module des bureaux = module de la construction (voir p.306) éch.: 1/1250 Arch.: P.Beluschi



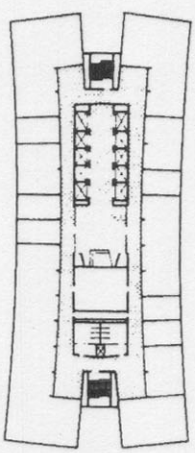
③ Deux piliers au rez-de-chaussée permettent le libre passage. Le plancher supporté par 2 sous-poutres longitudinales fait saillie de 5,50 m. éch.: 1/750 Arch.: A.Jacobsen



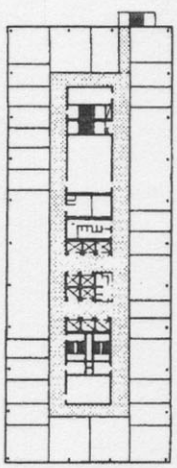
④ Tour façonnée par une construction portante (fg.5), avec des planchers précontraints ≤ 24 m de portée pour une hauteur de seulement 0,75 m. Arch.: Ponti-Nervi



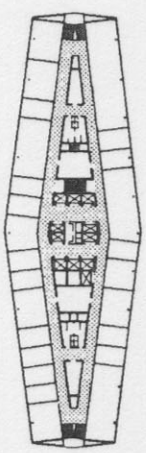
⑤ Coupe sur fg.4



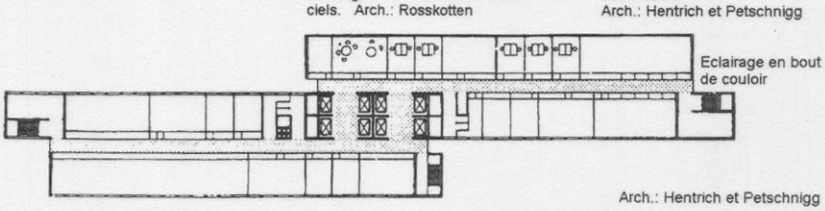
⑥ Des ailes arquées assurent un meilleur éclairage et une meilleure ventilation. Arch.: Scheller



⑦ Les surfaces destinées au passage et les pièces annexes situées à l'intérieur ne permettent qu'un éclairage et une ventilation artificiels. Arch.: Rosskotten



⑧ Le corps de bâtiment est plus large au centre de la zone de circulation par la disposition des ascenseurs. Arch.: Hentrich et Petschnigg



Arch.: Hentrich et Petschnigg

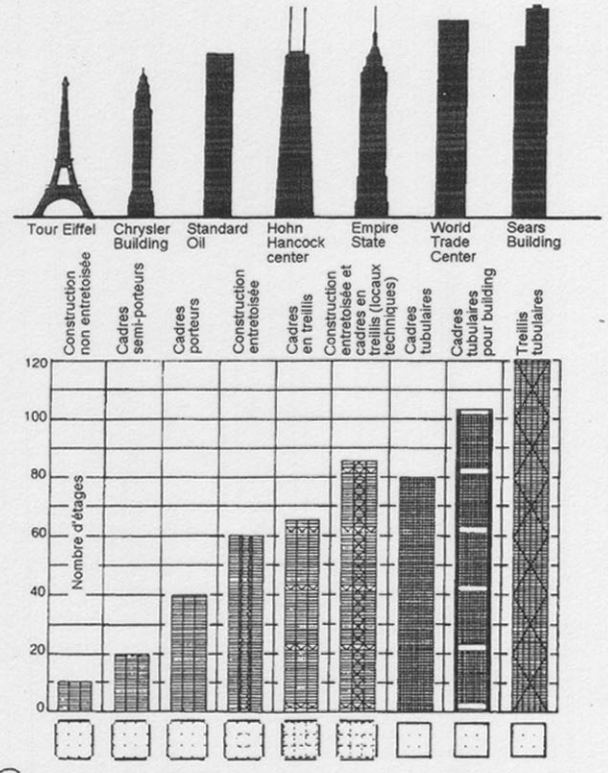
⑨ Deux corps de bâtiments à deux rangées de bureaux se raccordent à la cage d'ascenseur et d'escalier centrale (p.287 fg.14)

Buildings

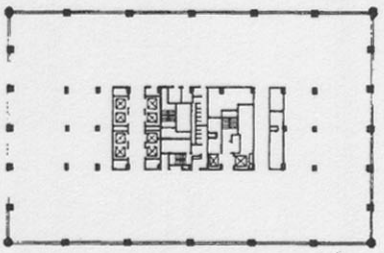
L'immeuble administratif a été le premier type de building ou de tour mis au point. Les étages inférieurs abritaient généralement des grands magasins et autres commerces, les surfaces de vente s'étendaient de part et d'autre, sans cours intérieures pour l'éclairage. Au dessus se trouvait la zone des bureaux, différente d'échelle et de matériaux. Des éléments verticaux assurant le trafic : ascenseurs, escaliers ainsi que les pièces annexes, situés au centre, étaient éclairés et ventilés de façon uniquement artificielle. Des constructions à ressauts et des cages d'escalier et d'ascenseurs en saillie, latéralement et sur le devant, offrent de nouvelles possibilités.

Construction : La charpente en acier ou en béton armé constitue la solution standard. L'impératif de variabilité empêche la construction en maçonnerie. Les portées dépendent des matériaux et de la construction. Dalles pleines en béton armé 2,5 à 5,5 m, plancher nervuré 5,0 à 7,5 m, maximum 12,50 m entre poutres principales. Portée des poutres en béton précontraint 25,00 m pour une hauteur de construction de 0,75 m seulement. Devant les poteaux reculés vers l'intérieur, les murs extérieurs constituent une simple façade (façade-rideau). Dans la construction métallique de même que dans la construction par éléments préfabriqués, un système de poutres principales et intermédiaires facilite le montage et réduit les portées. On utilise souvent une construction mixte : charpente métallique et planchers en béton.

Extraits de prescriptions sur les buildings : Les buildings sont des immeubles dont le plancher de l'étage supérieur se trouve au moins sur un côté à plus de 22 m au-dessus du sol. Les appuis de fenêtre doivent avoir une hauteur d'au moins 0,90 m et être incombustibles. Les surfaces vitrées qui ne peuvent pas être nettoyées sans danger depuis l'intérieur doivent être nettoyées par du personnel spécialisé et à l'aide de dispositifs adéquats. Les buildings doivent être subdivisés en éléments d'une longueur de 30 m isolés contre l'incendie par des cloisons pare-feu. De chaque pièce de chaque étage, on doit pouvoir s'échapper par au moins deux cages d'escalier indépendantes l'une de l'autre. L'un de ces escaliers doit être un escalier nécessaire dans le sens des réglements, l'autre, lorsqu'il ne s'agit pas d'un escalier nécessaire, peut être traité en escalier de secours dans des buildings comprenant au plus 12 étages. Sur ces deux cages d'escalier, l'une au moins doit se situer contre un mur extérieur et avoir à chaque étage une fenêtre donnant sur l'extérieur et pouvant s'ouvrir. La largeur des escaliers nécessaires et de leurs paliers est fonction de la nature et de l'utilisation de la tour, mais doit être au moins de 1,25 m. Les escaliers de secours doivent avoir une largeur d'au moins 0,80 m.



(1) Secteur de rentabilité des systèmes de construction.



(2) Plan de bureau typique, J. Hancock Center. SoM 1965

En 1982, la ville de New York a promulgué un nouveau décret de planification régulatrice, dans le but d'influer sur la construction des tours. On a ainsi cherché à maîtriser les problèmes de la densité du trafic, le flux des trois million d'actifs venant quotidiennement travailler à New York, des aspects de l'urbanisme tels que la préservation des espaces routiers, l'élargissement des voies publiques et des accès au métro, la circulation des piétons, l'approvisionnement en lumière du jour et le microclimat. (fig.3 à 4).

Technique de la construction des gratte-ciel

Ce sont les systèmes de construction et les éléments d'accès verticaux qui sont déterminant pour la conception des gratte-ciel. Le rapport surface utile / coût de la construction diminue au fur et à mesure que la hauteur augmente. Les surfaces de construction et d'accès occupent la majeure partie de la surface de base. Division des gratte-ciel en sections avec desserte de ces *sky lobbies*, par ascenseurs express avec changements pour des ascenseurs locaux, limitant l'encombrement de la cage et le temps du trajet.

La rentabilité dépend du facteur *sway factor* qui détermine le rapport entre la déformation horizontale maximale admise au point le plus élevé et la hauteur totale du bâtiment (maximum 1 : 600).

Ce sont les forces horizontales (vent) et non la charge verticale, qui sont décisifs pour le dimensionnement de très grandes hauteurs d'immeuble. La déformation horizontale représente 90% du déplacement de l'ossature (*shear sway*), contre 10% par inclinaison de la construction entière proprement dite.

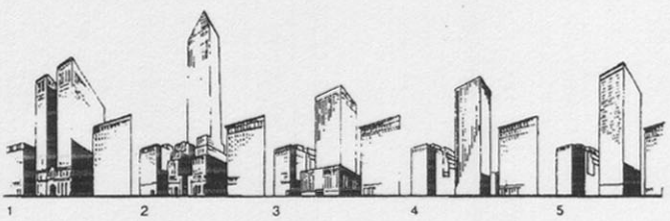
Les constructions en ossature sans contreventement particulier ne sont plus économiques à partir du dixième étage.

À partir du vingtième étage, les systèmes d'ossature conventionnels cessent d'être économiques. Les constructions en cadre de béton armé sans pans de raidissement sont adaptées jusqu'à 10 étages, avec pans de raidissement jusqu'à 20 à 30 étages, au-delà il faut des constructions en double tubes ou en tubes de béton.

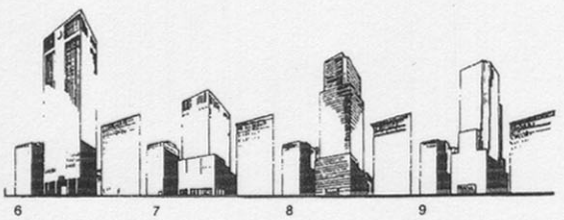
La rentabilité d'une construction est déterminée par les matériaux utilisés, le type de construction adapté et la rationalité de la technique de construction choisis (fig.1).

But d'une solution économique de la construction (fig.2), le John Hancock Center, Chicago 1965 de Skidmore, Owings & Merril. La structure visible de la construction comme concept de réalisation. Principe de tubes, ainsi réduction considérable de la consommation d'acier. Rentabilité moyennant un regroupement en secteurs d'utilisation : étages 1 à 5 magasins, 6 à 12 stationnements, 13 à 41 bureaux à utilisation flexible, 42 à 45 technique et *sky lobby*, 46 à 93 appartements, 94 à 96 visiteurs et restaurants, 97 et 98 installations d'émissions de télévision.

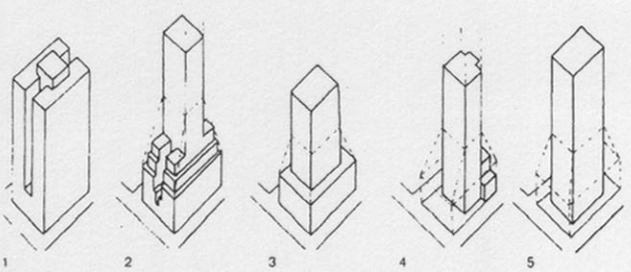
Avec neuf exemples à l'appui, la brochure du *Departement of City Planning* explique comment on peut, à travers les directives, assurer une quantité suffisante de lumière du jour et d'espace de mouvement, malgré un volume de constructions en hausse.

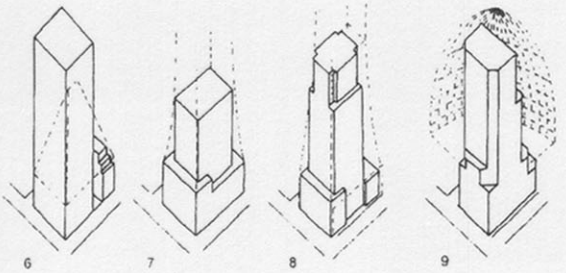


1 Equitable building, 120 Broadway, érigé avant le premier décret Zoning en 1916. 2 Le décret de 1916 à établi une certaine relation entre la largeur de la rue et la hauteur de la construction. Ceci a fait naître les gratte-ciel typiques dits "pièces montées" ou "gâteaux de mariage". 3 En 1961, c'est le nombre d'étages qui est fixé comme critère de limitation, 15 étant un maximum. 4 En même temps, on exigeait plus de place pour les rues. Résultat: la tour sur la plazza; ici: Seagram. 5 La plazza s'est vue attribuer un bonus portant le nombre d'étages à 18.



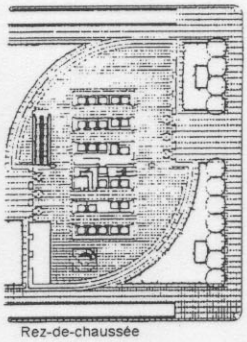
6 Pour certaines avenues, la Plazza aurait signifié la destruction de la rue. C'est ainsi qu'on a inventé les passages publics à l'intérieur des immeubles. Le nombre d'étages a atteint 21,6. 7 Les décrets les plus récents remettent l'accent sur la lumière du jour, soit le long d'une courbe de la lumière du jour avec 15 étages... 8 ... soit selon le degré du firmament non caché par une construction (18 étages) ... 9 ... ou selon le nouveau tableau de la lumière du jour (18 étages) ...



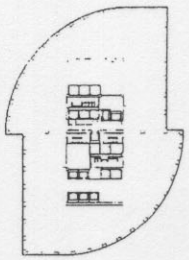


(4) (fg. 1 à 9) Zonning Laws (détermination du volume de la construction).

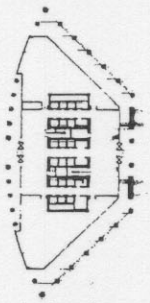
Allied Bank Plaza Houston (fig.1 et 2)
Sa superficie courbée permet de réduire l'action du vent jusqu'à 25%. On économise ainsi 10% d'acier de construction.
333 Wacker Drive (fig.3)
Tour de bureaux avec une géométrie de plan due à la forme triangulaire du terrain.
101 Park Avenue New York (fig.5)
Cession de surface pour l'utilisation publique, ainsi bonus pour l'augmentation du nombre d'étages.
State of Illinois Center (fig.7)
Façade en retrait par arc de cercle crée de l'espace nouveau, rotonde en atrium fermé.



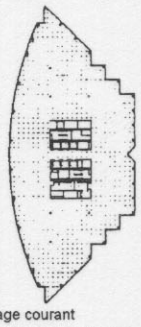
Rez-de-chaussée
① Allied Bank Plaza Houston.
71 étages



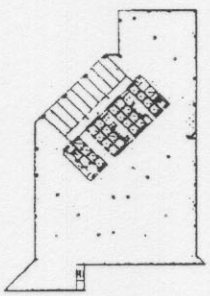
Etage courant
② Arch.: Skidmore, Owings et Merril.



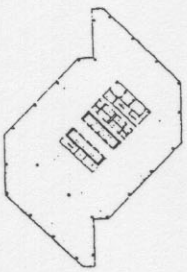
Rez-de-chaussée
③ 333 Wacker Drive Chicago.
37 étages



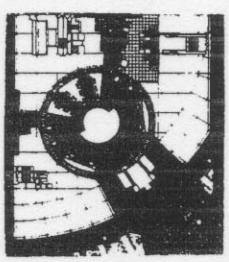
Etage courant
④ Arch.: Kohn Pedersen.
Fox Associés.



⑤ Etage courant zone du socle
101 Park Avenue New York.
48 étages



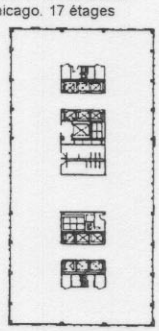
Etage courant zone de la tour
⑥ Arch.: Eli Attia Ass.



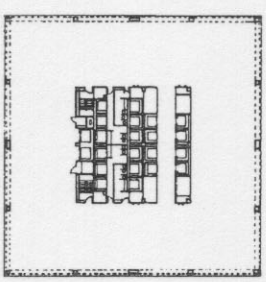
Rez-de-chaussée 1985
⑦ State of Illinois Center
Chicago. 17 étages



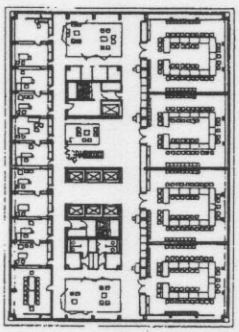
Etage de bureaux
⑧ Arch.: Murpay/Jahn
Lester B. Knight at Ass.



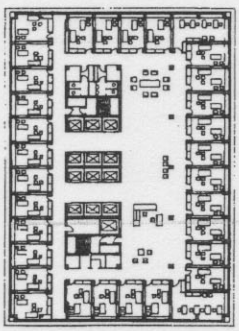
⑨ Direction de AT & T, New York.
Arch.: Philip Johnson & John Burgee,
Harry Simmons, New York
Etage courant 1984



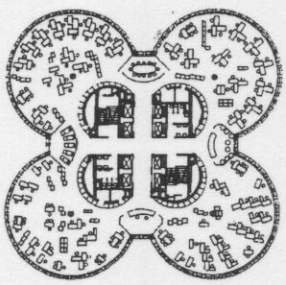
⑩ Citycorp center, New York.
Arch.: Hugh Stubbins & Associés
Cambridge, Mass.
Etage courant



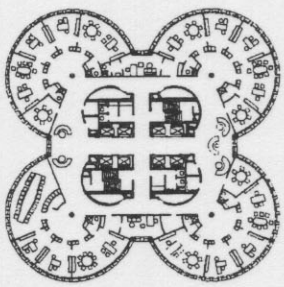
⑪ Etages 2 à17, bureaux des députés
Chambre des députés Bonn 1969.



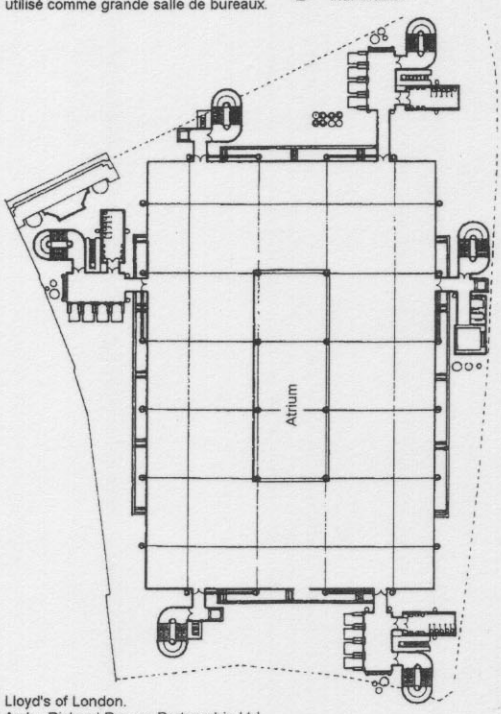
⑫ Etages 19 à 28, salles de session
Arch.: E.Eiermann & BBD.



⑬ Direction de BMW, Munich 1972
Arch.: Karl Schwanzer, étage courant
utilisé comme grande salle de bureaux.



⑭ Plan, utilisation en bureaux
individuels.



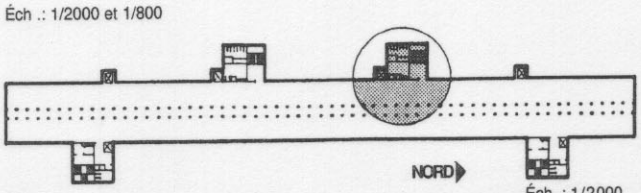
⑮ Lloyd's of London.
Arch.: Richard Rogers Partnership Ltd.
Etages 4 à 7.

IMMEUBLES DE BUREAUX

EXEMPLES

Eléments verticaux

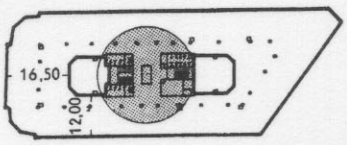
Éch .: 1/2000 et 1/800



Échelle : 1/2000

① Tour à Berlin-Siemensstadt.
Arch. : Dr. Ing. H. Hertlein

L'immeuble de l'ONU à New York est un bon exemple de grande installation.



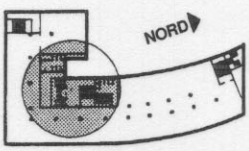
② Maison Bieber à Hambourg. Arch. : Rambatz & Jolasse



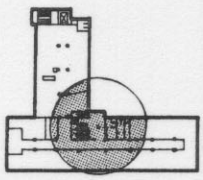
③ Maison Ballin à Hambourg.
Arch .: H. et O. Gerson

① a Point fixe, tour à Berlin-Siemensstadt. Éch. : 1/800

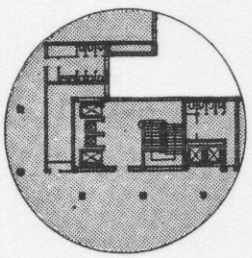
② a Point fixe dans la maison Bieber à Hambourg.



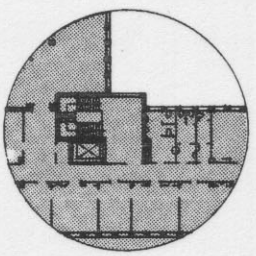
④ Maison de Colomb à Berlin. Arch. : E. Mendelsohn



⑤ Maison Siemens à Essen. Arch. : H. Hertlein

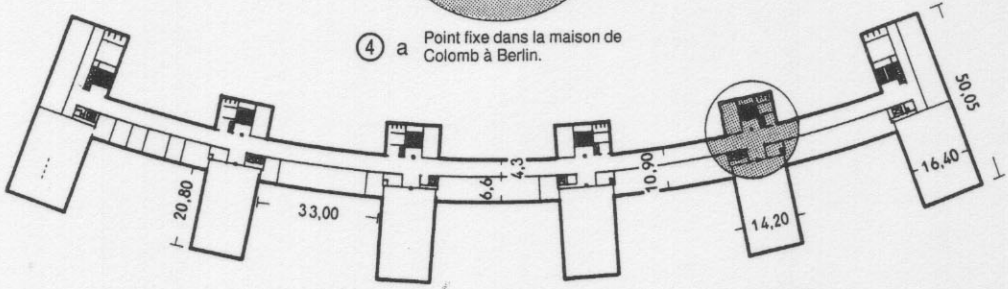


④ a Point fixe dans la maison de Colomb à Berlin.

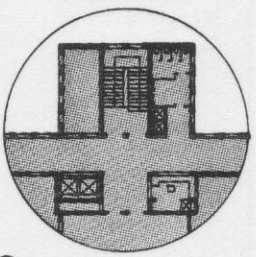


③ a Point fixe dans la maison Ballin à Hambourg.

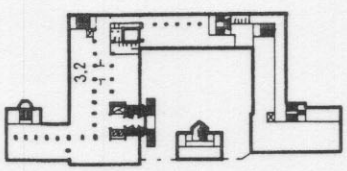
⑤ a Point fixe dans la maison Siemens à Essen.



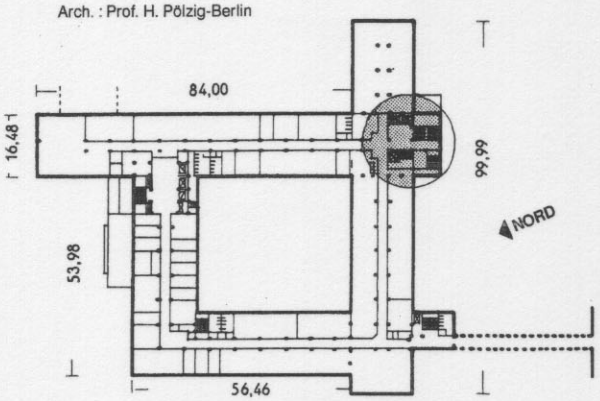
⑥ Bâtiment de la direction de l'IG Farben à Francfort-sur-le Main.
Arch. : Prof. H. Pölzig-Berlin



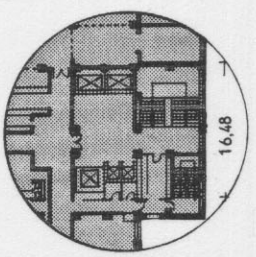
⑥ a Point fixe dans l'IG Farben.



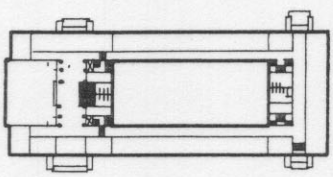
⑦ Maison Stumm à Düsseldorf.
Arch. : Prof. P. Bonaz, Stuttgart



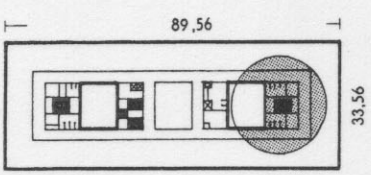
⑧ Bâtiment de direction des usines Werner, Berlin-Siemensstadt. Arch. : Dr. Ing. H. Hertlein



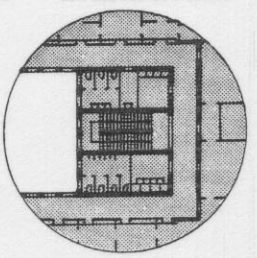
⑧ a Point fixe, bâtiment de direction des usines Werner.



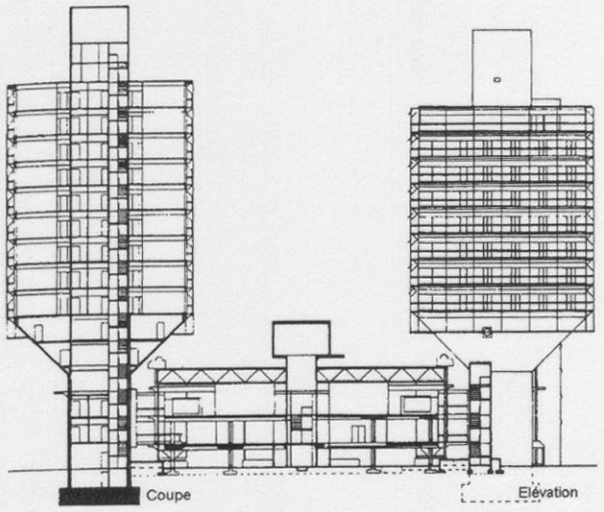
⑨ Immeuble du B.I.T. à Genève. Arch. : G. Epitanse



⑩ Bâtiment de la direction des Aciéries Réunies, Duisburg-Ruhrort. Arch. : Baudirektor Blecken

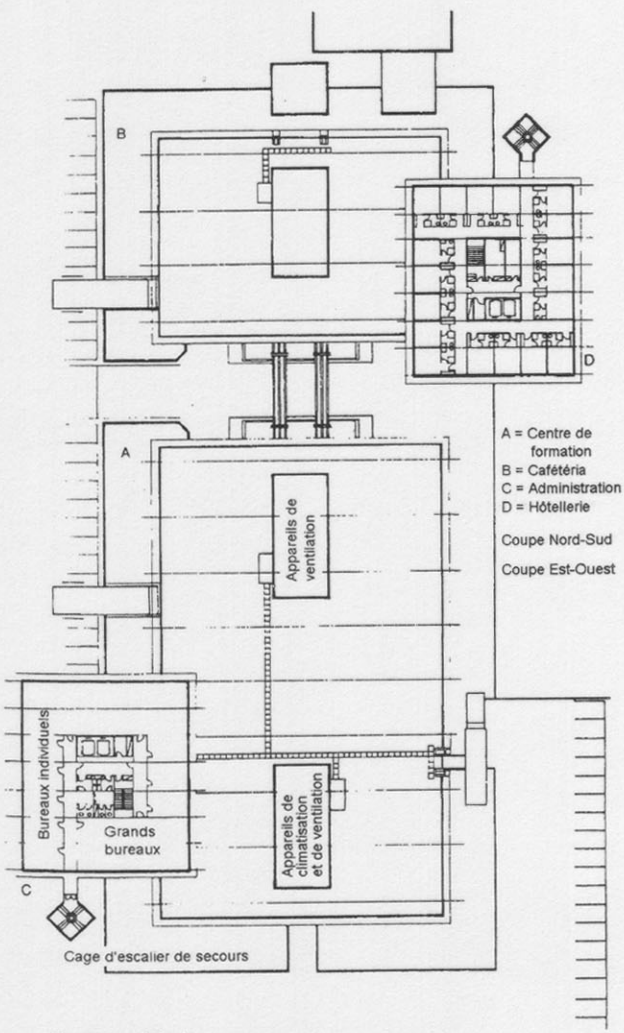


⑩ a Point fixe dans le centre de la direction des Aciéries Réunies.

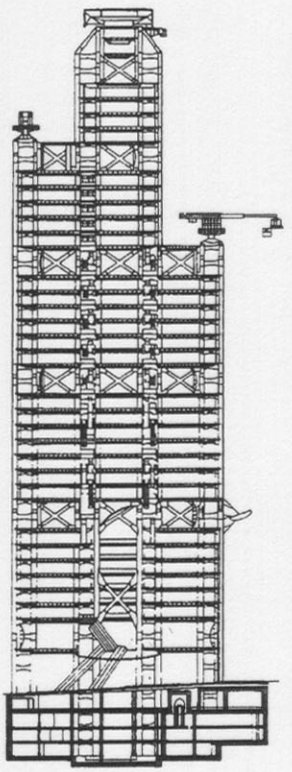


Olivetti Allemagne, Frankfort-sur-le-Main. Arch. E Elermann

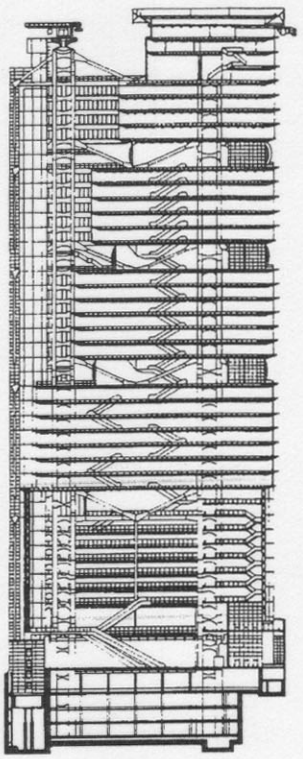
① Cour sur tour bureaux, centre de formation, façade tour visiteurs dans centre de formation et aussi secrétariats, salles de formation, centre de calculs, bureaux de vente, secteurs de service et au sous-sol niveau avec parking ouvert, dans la tour administrative surface de bureau, distribution technique et accès au centre, salles d'archives, locaux techniques de la tour (fig. 2).



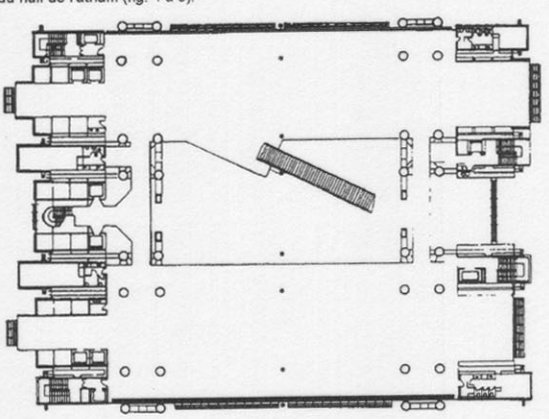
② Etage courant des tours.
Les surfaces de bureau sont conçues aussi bien pour des bureaux individuels que pour une organisation du type grande salle de bureaux (fig. 1).



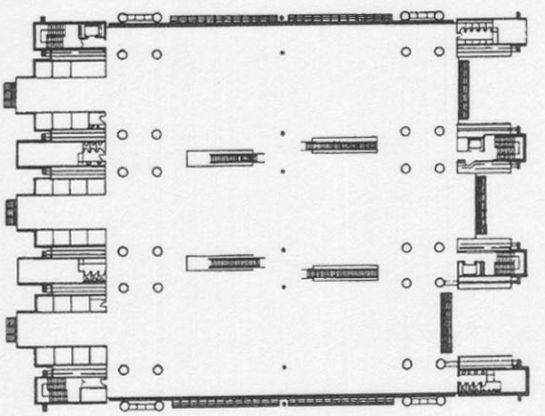
③ Par le plan de la poutre en treillis inférieure, la lumière du jour est dirigée à l'aide de réflecteurs vers l'intérieur du hall de l'atrium (fig. 4 à 6).



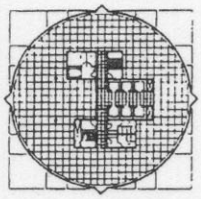
④ L'échelonnement des étages vers l'arrière se fait à l'intérieur des surfaces de bureaux.



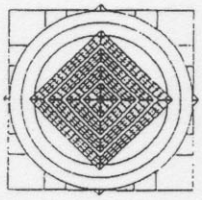
⑤ Etage supérieur, niveau supérieur du hall des caisses.



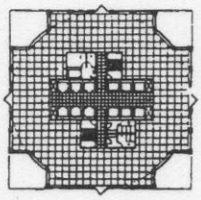
⑥ Etage courant en trois plages, Honkongbank 1986 Arch.: Foster associés



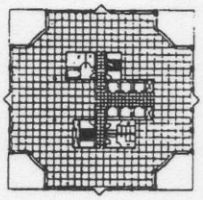
(1) Etages 41 à 47, bureaux. (noyau de 231 m²)



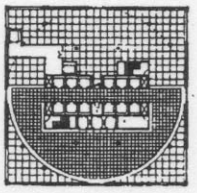
(2) Vue sur le toit.



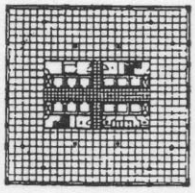
(3) Etages 5 à 25, bureaux. (noyau de 309 m²)



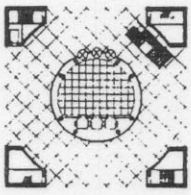
(4) Etages 26 à 40, bureaux. (noyau de 231 m²)



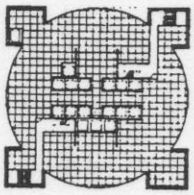
(5) Deuxième étage, skylobby.



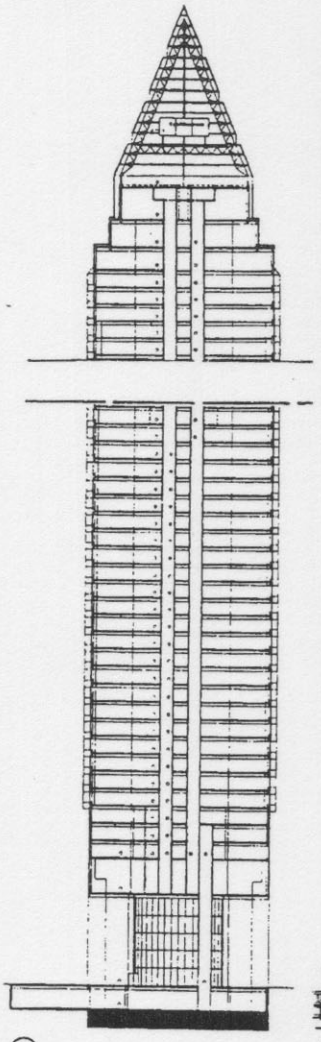
(6) Etages 3 et 4, bureaux. (noyau de 307 m²)



(7) Rez-de-chaussée, lobby.



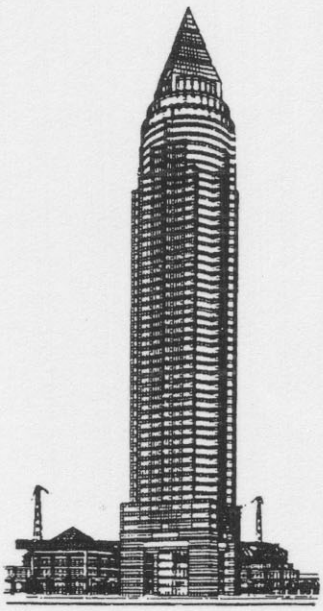
(8) Premier étage, technique.



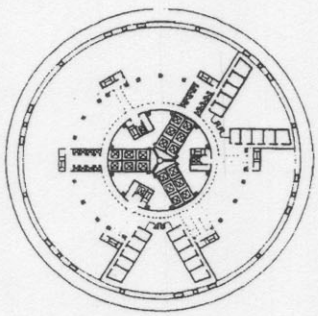
(9) Coupe des figures 1 à 8.

Tour de bureaux à Francfort sur le Main (1990)

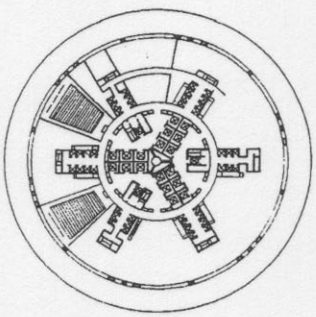
Réalisation après concours. L'immeuble de bureaux devait être conçu pour une utilisation externe. La zone rez-de-chaussée non terminée et la zone du socle rappellent les règles (*zoning laws*) de New York City. L'effet marquant sur la ville était un critère essentiel du concours. 51 étages, dont 45 pour bureaux, plus de 200 m de haut, surface de base pour bureaux de 66 081 m^2.



(10) Perspective Arch.: Murphy/Jahn

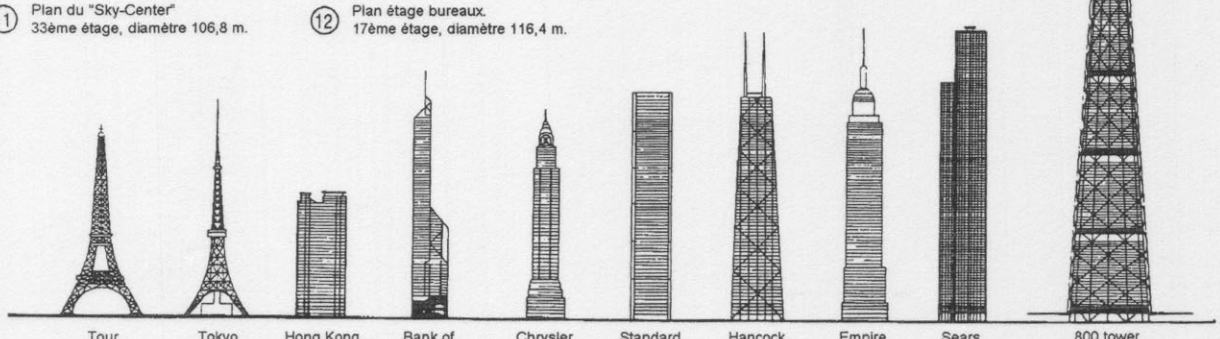


(11) Plan du "Sky-Center" 33ème étage, diamètre 106,8 m.



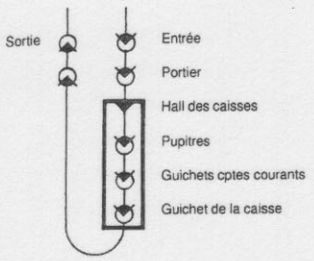
(12) Plan étage bureaux. 17ème étage, diamètre 116,4 m.

Etude commandée par la société japonaise "Obayashi". Ancrée dans la mer à 2 km de Tokyo, sur un atoll artificiel de 400 m de diamètre. Surface utile pour 50 000 personnes. Utilisation pour bureaux jusqu'à une hauteur de 600 m. Diamètre du rez-de-chaussée 130 m. Ascenseur pour 160 personnes pour transport rapide au cinq "sky-centers" situés tous les 30 étages et ayant fonction de distribution. Fondations tubulaires en plusieurs cercles concentriques reposant dans la mer à 80 m de profondeur. Pour compenser les mouvements dus au vent, on propose un système actif de régulation de l'équilibre moyennant poids et réservoirs d'eau avec réglage automatique selon les forces du vent. On obtient de cette façon des constructions plus élancées et matériellement plus économiques (fig. 11 à 14).

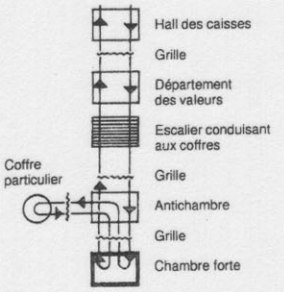


(13) Comparaison des hauteurs de constructions célèbres.

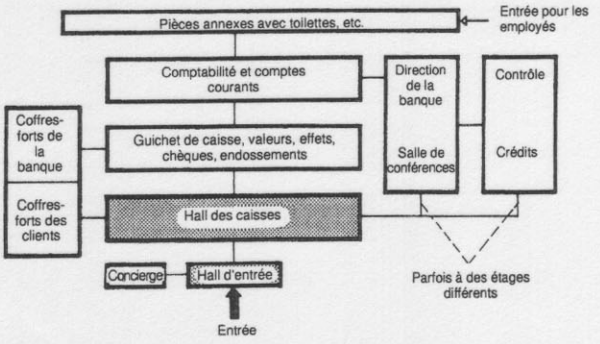
(14) Milleniumtower, Tokyo. Arch.: Foster, Londres.



① Parcours d'un client dans les grandes banques.



② Parcours du client vers la salle des coffres.



③ Répartition des différents services dans une grande banque.

Les conditions de construction d'une banque sont très variables selon la nature de la banque considérée : banques privées traitant plutôt de l'escompte d'effets de commerce, grandes banques, caisses d'épargne à forte fréquentation ou banques hypothécaires.

Mais dans tous les cas, on dépose ou on retire de l'argent, qu'il s'agisse de liquide ou non. Toutes ces affaires doivent pouvoir se faire rapidement, sûrement et aussi simplement que possible. Les dispositifs de transport mécanique et autres perfectionnements ne sont intéressants et rentables que dans de grandes banques étendues.

Le cheminement du client depuis la rue, passe d'abord par un sas, puis dans la salle des caisses avec, en cas d'attente, des sièges et des pupitres. Il y a là différents guichets pour les versements et retraits d'argent, les titres, l'épargne et les dépôts d'escompte.

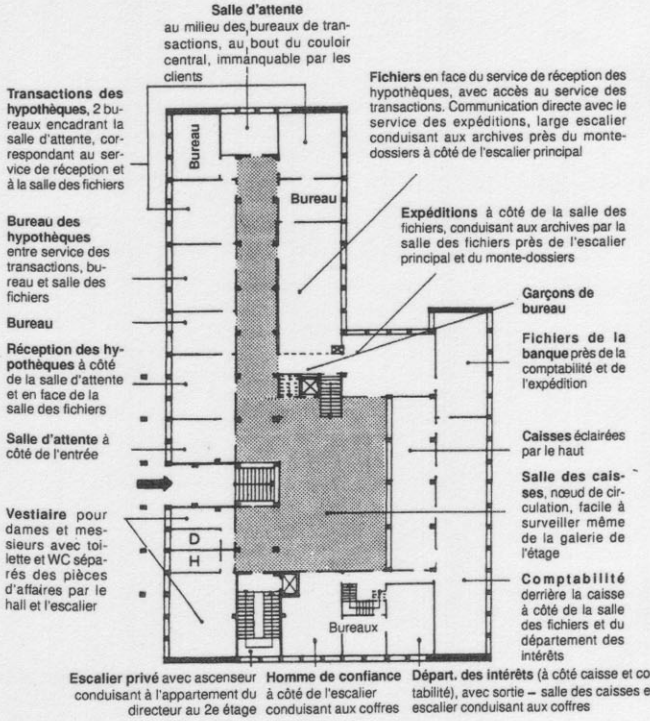
Derrière les guichets, on trouve généralement les postes de travail pour la tenue des comptes courants et de la comptabilité où l'on vérifie les demandes d'argent des clients et où l'on comptabilise les opérations (fig. 1). Le client peut aussi demander au guichet des comptes courants l'aval du retrait souhaité et toucher tout de suite son argent au guichet de la caisse, de nos jours, souvent avec des lecteurs électroniques. Les autres pièces ouvertes au public comme les bureaux de direction, le département des crédits et celui du contrôle se trouvent souvent près de la salle des caisses avec des entrées particulières ou à l'étage (fig. 3). Ces services sont le plus souvent complétés par des distributeurs automatiques de billets.

Pour se rendre aux coffres, le client part de la salle des caisses, franchit une première barrière, passe souvent devant le service des titres ou l'administration des dépôts, en général un étage plus bas, franchit une autre barrière et arrive dans l'antichambre de la chambre forte. C'est là que se trouvent les coffres particuliers destinés aux clients (dimensions pour 1 personne : 1,0 x 1,5 à 1,5 x 1,5, pour 2 personnes de 2,0 x 1,5) et l'entrée de la chambre forte. Dans les petites banques, la salle des coffres est souvent divisée en deux parties : l'une pour la banque et l'autre pour les clients (p. 308, fig. 9).

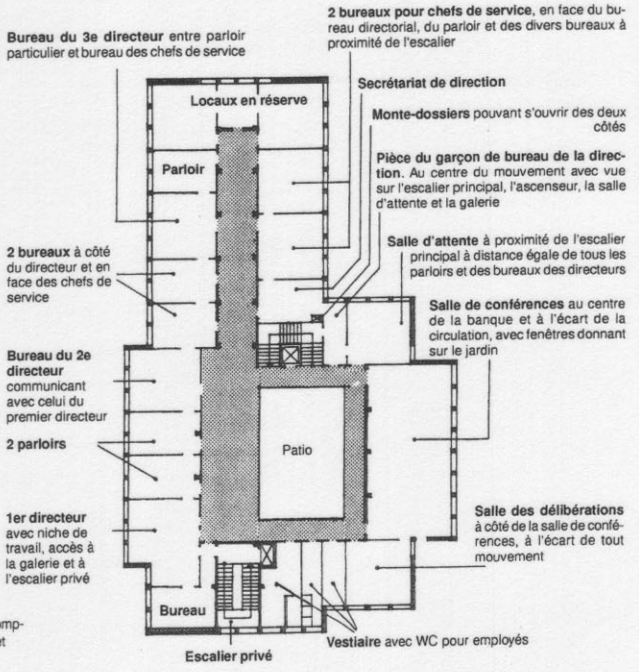
Dans les banques importantes, il y a presque toujours deux salles distinctes. Dans ce cas, les bureaux de l'administration des dépôts se trouvent à l'entrée de la partie réservée à la banque et disposent d'un escalier particulier conduisant à la salle des caisses ou de monte-charge pour l'argent (fig. 3).

En sous-sol se trouvent enfin, accessibles par un escalier particulier, pour les employés, des vestiaires, le garage à vélos, etc., le chauffage central, le charbon, la machinerie de l'ascenseur, le poste pneumatique,etc., ainsi que les archives avec monte-charge pour les dossiers.

Dans les banques hypothécaires, le critère de choix pour le plan du rez-de-chaussée est la possibilité de faire les transactions hypothécaires sans heurt ni gêne (fig. 4 et 5).



④ Relations pratiques entre les services d'une grande banque hypothécaire, au **rez-de-chaussée** (conception de E. Neufert pour la Mitteldeutsche Hypothekenbank à Weimar).

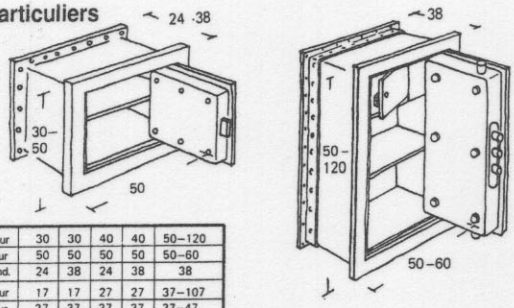


⑤ Relations entre les pièces dans une banque hypothécaire **à l'étage**; complément de la figure 4.

BANQUES

COFFRES

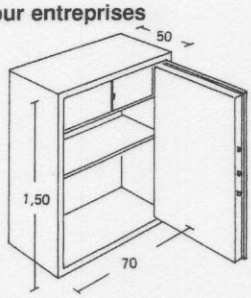
Pour particuliers



Extérieur	Hauteur	30	30	40	40	50–120
	Largeur	50	50	50	50	50–60
	Profond.	24	38	24	38	38
Intérieur	Hauteur	17	17	27	27	37–107
	Largeur	37	37	37	37	37–47
	Profond.	16	30	16	30	30

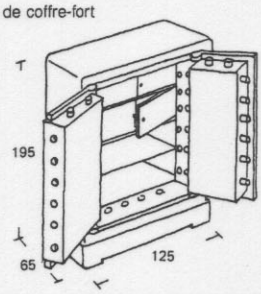
① + ② Plus petit et plus grand modèle de coffre-fort s'encastrant dans un mur.

Pour entreprises



Dimensions	Extérieur			Intérieur		
	H	L	P	H	L	P
1 battant	150	70	50	137	57	41
2 battants	195	95	50	182	82	41

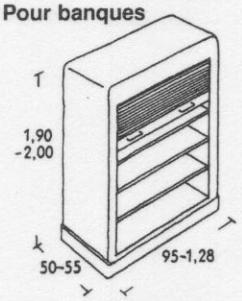
③ Coffre pour dossiers avec compartiment coffre-fort.



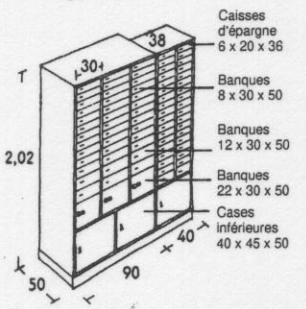
Dimensions	Extérieur			Intérieur		
	H	L	P	H	L	P
Porte à 1 battant	80	60	60	50	37	36
	100	60	60	70	37	36
	125	80	60	95	57	36
	150	80	60	120	57	36
	175	80	65	145	57	41
2 battants	195	125	65	165	102	41

④ Coffre-fort pour livres de compte et argent.

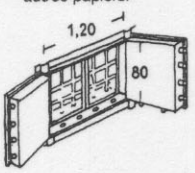
Pour banques



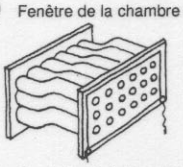
⑤ Armoire à rideaux pour effets et autres papiers.



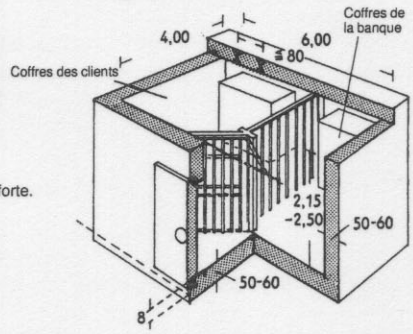
⑥ Coffres à louer, dimensions usuelles.



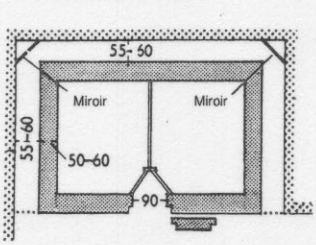
⑦ Fenêtre de la chambre forte.

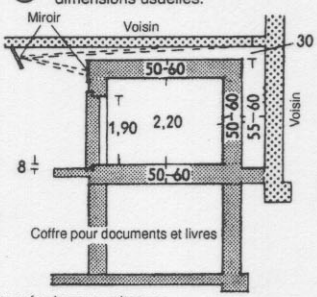


⑧ Conduits d'aération dans le mur de la salle des coffres.



⑨ Coffres pour succursale de banque, dimensions usuelles.





⑩ + ⑪ Salle de coffres entièrement entourée de murs mitoyens (ici la salle des documents).

Les petits coffres destinés au **particulier** consistent en une armoire métallique (fig. 1 et 2) pouvant se cacher derrière une tenture murale ou un tableau dans la chambre à coucher. Ils sont destinés à contenir des papiers et objets de valeur tels que bijoux, etc. On peut aussi les encastrer dans le buffet de la salle à manger pour y mettre l'argenterie.

Dimensions extérieures			Dimensions intérieures			Casiers intercalaires
Hauteur	Largeur	Profondeur	Hauteur	Largeur	Profondeur	
50	50	45	35	35	33	1
60	50	45	45	35	33	1
80	60	45	65	45	33	2
100	60	45	85	45	33	2
120	60	45	105	45	33	2

⑫ Coffre pour la monnaie.

L'homme d'affaires dispose d'armoires métalliques (fig. 3) pour ses livres, reçus etc., et d'armoires fortes pour le numéraire courant (fig. 4).

80	60	45	65	45	33	2
100	60	45	85	45	33	2
120	60	45	105	45	33	2

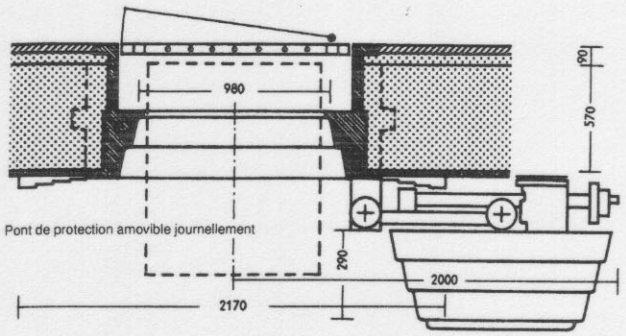
⑬ Coffre à l'épreuve du feu pour documents.

Pour les objets de valeur dont on se sert rarement, on loue un coffre (fig. 6) dans une banque (p.307).

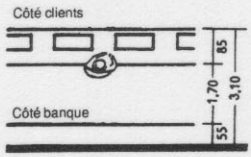
Les salles des coffres d'une banque doivent être aménagées de telle façon que l'effraction y soit impossible, même avec les moyens perfectionnés actuels. Les murs et les portes doivent pouvoir résister plus longtemps que le temps dont pourront disposer les cambrioleurs éventuels. Les parois ne doivent donc être contiguës ni à des murs mitoyens, ni à des pièces dont on ne se sert que rarement, ni se trouver à même le sol. L'expérience apprend que, dans de tels cas, les voleurs ont le temps voulu pour préparer les murs en travaillant tout à leur aise dans un endroit non surveillé et en ne laissant subsister qu'une mince couche qui sera enfoncée très rapidement. Si ces salles ne sont pas entourées de toutes parts de locaux dont on se sert constamment, aussi bien au-dessus qu'en dessous, il faut laisser tout autour un espace libre qui permettra de les surveiller.

Clôture de salles de coffres. D'après les essais de F. Eiser, la maçonnerie en briques ordinaires offre une sécurité presque aussi grande contre l'effraction que celle en briques hollandaises à la surface lisse desquelles le mortier adhère mal. Le mieux est le béton (mélange 1/3) additionné de fluresite (5 kg / m³ de maçonnerie). Pour percer un tel mur de 40 cm d'épaisseur, il faut à un bon maçon avec un ciseau bien aiguisé, 12 h 30, contre 9 h seulement avec une maçonnerie au mortier 1/3 ; l'introduction de fer dans la maçonnerie ne rend pas l'effraction plus difficile (les barres en acier trempé peuvent s'écarter au marteau, celles en acier doux peuvent s'enlever) et ne justifie donc pas les frais supplémentaires que cela entraîne. Les études de F. Eiser démontrent que les murs de 50 cm en béton de 1/4 sont les plus économiques et qu'il faudrait 20 h pour les percer. En comptant 8 h de travail dans les bureaux, le voleur disposerait de 16 h, ou, dans le cas le plus défavorable d'un dimanche et deux jours fériés, de 88 h. Il est vrai que, avec les marteaux-piqueurs et perforatrices électriques dont on dispose aujourd'hui, le temps de l'effraction calculé par F. Eiser peut être notablement diminué. Une salle de coffres doit donc être surveillée presque en permanence en dehors des heures de bureau. Des dispositifs électriques, transmettant le moindre bruit, en dehors des heures de bureau, au prochain poste de police ou au service de contrôle de la banque, peuvent rendre de grands services.

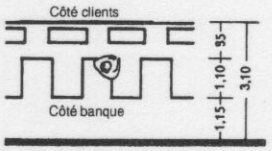
Pour une salle non protégée par les immeubles environnants, son isolement même constitue une garantie; mais en des temps troublés, on pourrait craindre des attentats (bombes explosives ou même aériennes). En outre, le client aime mieux voir son argent au fond d'une cave que bien en vue du public. Le coin de l'immeuble est sans contredit le meilleur emplacement (p.307, fig. 3).



① Porte de chambre forte avec porte intérieure de jour.



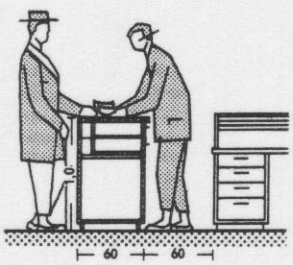
② Disposition des guichets en ligne.



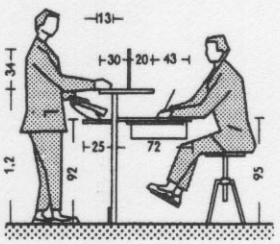
③ Comme figure 2 mais avec postes de travail.



④ Guichets en dents de scie avec postes de travail latéraux.

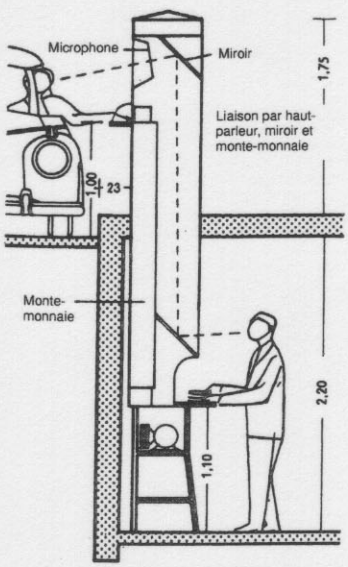


⑤ Guichet de caisse allemand dans des grandes banques berlinoises.



⑥ Guichet de caisse suédois.

Les **guichets de caisse** sont aujourd'hui équipés d'une vitre blindée résistante aux projectiles et qui empêche que l'on passe par-dessus le guichet; séparatifs à 4 vitres ≥ 25 mm d'épaisseur. Protection identique au-dessus des tiroirs incorporés (fig. 8).



⑦ Guichet de banque sous le trottoir avec colonne saillante permettant au client d'effectuer ses opérations; nécessite au moins 3 ou 4 places de parking pour faciliter les opérations (banque périscope.)

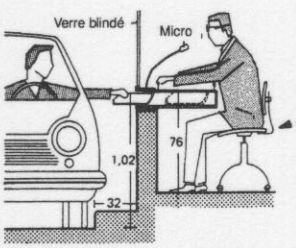
Porte de chambre forte. Les portes d'aujourd'hui, pivotantes avec tenons d'acier encastrés, faciles à mouvoir, ne s'affaissant pas, peuvent résister à toutes attaques; leur blindage ne peut ni se percer ni se détruire, il est en outre à l'épreuve du feu et infusible. Épaisseur totale environ 27-30 cm sans trou de serrure, avec système de fermeture spécial (serrure miraculeuse, serrure télécommandée, etc.) et dispositif électrique donnant l'alarme au moindre ébranlement de la porte.

Les guichets des caisses ne comportent généralement plus de grilles métalliques mais une simple protection vitrée (fig. 2 à 6). La protection contre les effractions et les hold-up est assurée par une installation électrique d'alarme actionnée au pied ou au genou. Sous le guichet, on loge généralement des armoires métalliques normalisées.

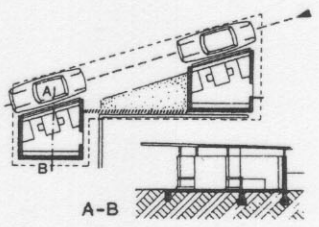
Les télécommunications à l'intérieur de l'entreprise peuvent être assurées par télévison au lieu de tube pneumatique et des bandes transporteuses, etc. (p.312). Le caissier reçoit le chèque, donne au microphone le numéro au service comptes courants où se trouve l'extrait de compte. La signature, etc., sont présentés devant la caméra de télévision, le caissier paie ensuite le chèque sur la foi de ces documents ainsi transmis par télévision.

Banques accessibles en automobile. Dans ces banques, pour éviter de perdre du temps, le client au lieu d'entrer dans la banque, passe en voiture devant le guichet. Les guichets peuvent être incorporés dans l'immeuble de la banque (fig. 12 et 13), être isolés à l'extérieur ou être enterrés sous le trottoir avec, au bord de ce dernier, une colonne dans laquelle se trouve incorporée une installation de miroirs, de haut-parleurs et de transport d'argent (fig. 7).

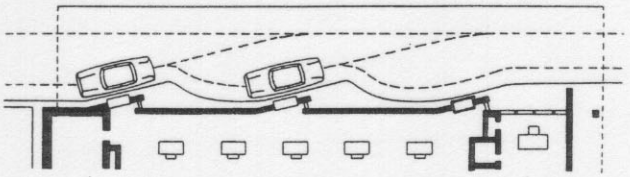
Chaque guichet peut satisfaire environ 250 clients par jour. (Une opération demande en moyenne 60 secondes.) Toutes les opérations de banque ne peuvent pas être faites au guichet accessible en automobile, c'est pourquoi dans pareils cas, il existe également un hall des guichets pour les transactions prenant beaucoup de temps.



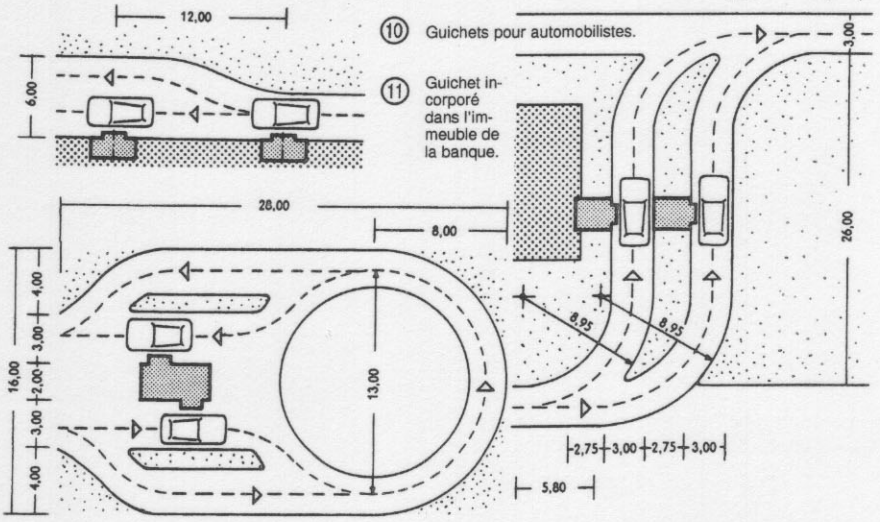
⑧ Guichet pour automobiles évitant le stationnement.



⑨ Kiosques avec guichets pour automobilistes.



⑩ Guichets pour automobilistes.



⑪ Guichet incorporé dans l'immeuble de la banque.

⑫ Guichet double isolé à l'extérieur pour circulation giratoire.

⑬ Guichets comme figures 8 et 9 pour transit.

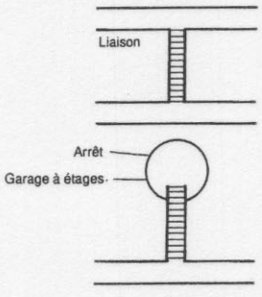
PASSAGES COUVERTS

TYPOLOGIE

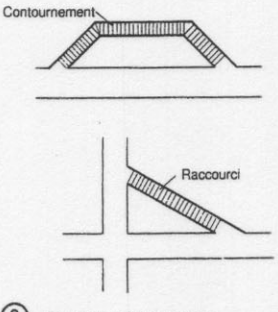
Dans l'architecture actuelle, le passage couvert vitré représente un excercice de style à la fois intéressant et populaire.
Sous ces passages, les cheminements peuvent être pourvus de pentes imperceptibles ou de légères dénivellations. Exclusivement réservés aux piétons, ils devraient, en tant que voies semi-publiques, être ouverts sans interruption. Les passages vivent de la variété des utilisations possibles (commerce de détail et branches diverses). Il faut donc rechercher des centres d'intérêt suscitant une fréquentation hors de l'ouverture des magasins. Les structures vitrées se composent d'acier, d'aluminium ou de bois lamellé collé.



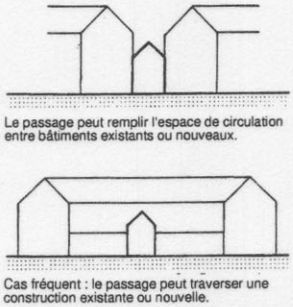
① Le passage en centre ville est une galerie de communication couverte sur toute sa longueur par du verre (lumière naturelle).



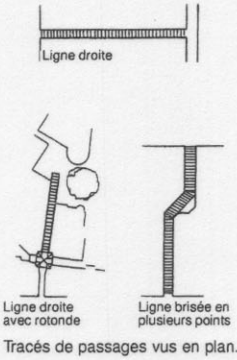
② Le passage en lui-même n'est pas lié à un emplacement. Il doit s'intégrer dans le flux principal des piétons (fig. 3).



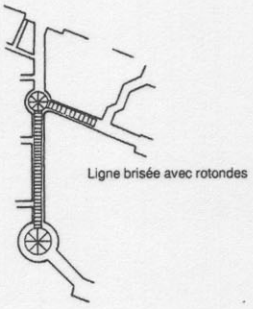
③ Exemples de passages.



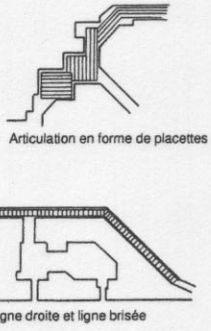
④ Emplacement des passages.



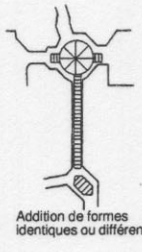
⑤ Tracés de passages vus en plan.



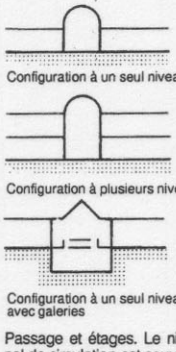
⑥ Tracés de passages (suite).



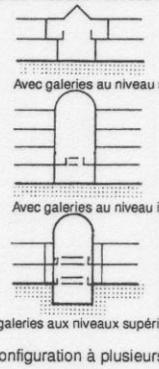
⑦ Tracés de passages (suite).



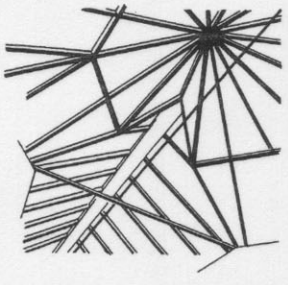
⑧ Tracés de passages (suite).



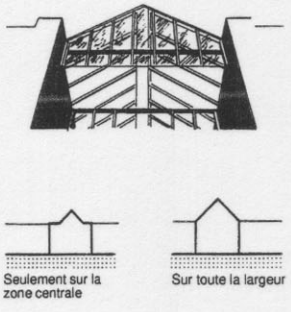
⑨ Passage et étages. Le niveau principal de circulation est souvent le r-d-c.



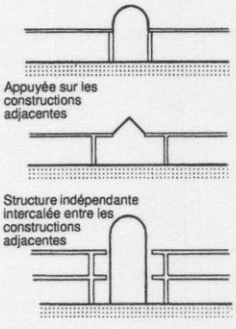
⑩ Configuration à plusieurs niveaux.



⑪ Passage de grand magasin, Dudweiler. Arch. : G. Böhm, Cologne.



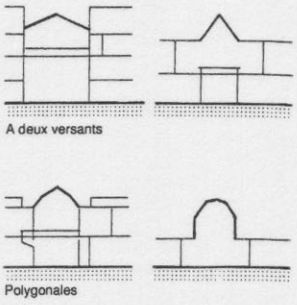
⑫ Possibilités de vitrer le passage.



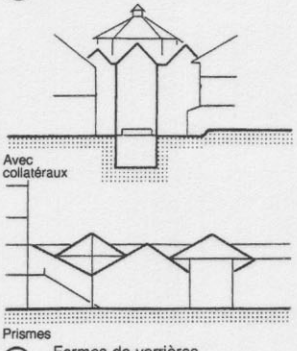
⑬ Position de la structure portante.



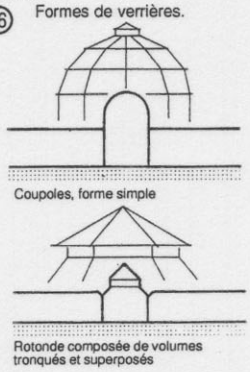
⑭ Construction en charpente métallique vitrée enjambant l'espace.



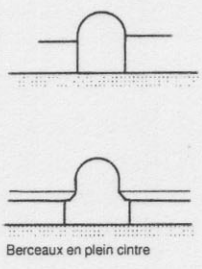
⑮ Formes de verrières.



⑯ Formes de verrières.



⑰ Formes de rotondes.



⑱ Verrières à structures cintrées.

EXEMPLES HISTORIQUES

Passage du Caire (fig. 1 et 5).
Plus vieux passage à verrière du monde, il est aussi avec ses 370 m, le plus long de Paris.
Il n'a que 2,70 m de largeur moyenne, mais il abrite des boutiques sur deux niveaux, surmontées par des logements au-dessus de la verrière.

Galerie Vivienne (fig. 2 et 9).
Elle a été construite par François Jacques Delannoy, architecte (1755-1835) presque en même temps que la galerie Colbert située dans le même immeuble.

Passage du Grand Cerf (fig. 3 et 10).
Ce passage en ligne droite long de 120 m et large de 4 m, traverse un immeuble d'habitation. Il comporte trois niveaux : boutiques au rez-de-chaussée, bureaux ou ateliers au premier, logements au deuxième.

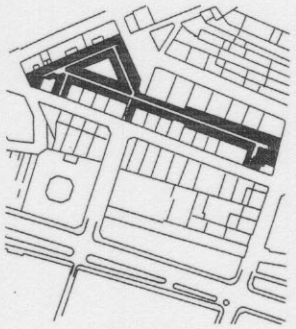
Passage Choiseul (fig. 4).
Ce passage d'une longueur de 190 m est, plus que la plupart des autres passages de Paris, un espace de circulation couvert. Chacune des maisons est accessible par un escalier individuel en colimaçon.

Passages Joufroy et Verdeau (fig. 6).
L'ensemble forme un espace piétonnier couvert de 400 m de long.

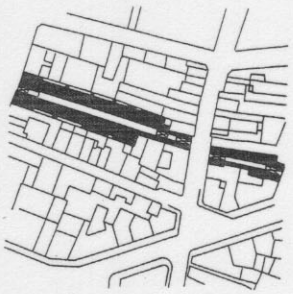
Galleria Mazzini (fig. 7 et 8).
Fait partie des passages monumentaux.

Leeds Thornton's Arcade (fig. 11).
Les maisons et l'espace du passage sont à trois niveaux.

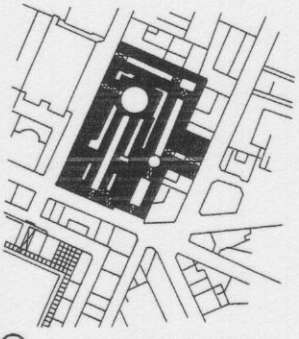
Galleria Umberto I (fig. 13 et 14).
Sa forme en croix couronnée par une coupole géante se justifie de façon idéale par ses quatre entrées.



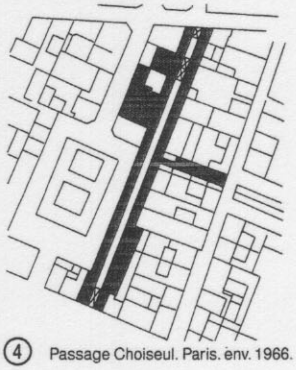
① Passage du Caire. Paris. État en 1952.



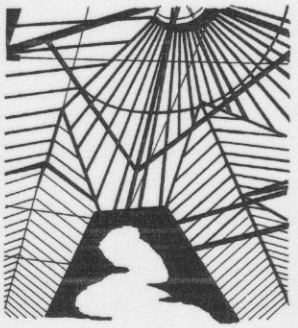
② Galerie Vivienne.
Galerie Colbert. Paris. État en 1966.



③ Passage du Grand Cerf. Paris.



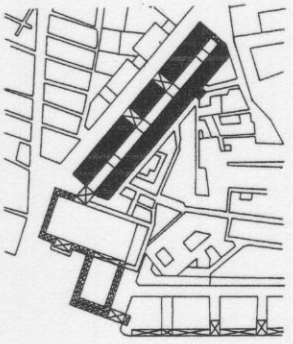
④ Passage Choiseul. Paris. env. 1966.



⑤ Passage du Caire. Paris. env. 1798.



⑥ Passage Joufroy. Paris. 1845.



⑦ Galleria Mazzini, Gênes. env. 1930.



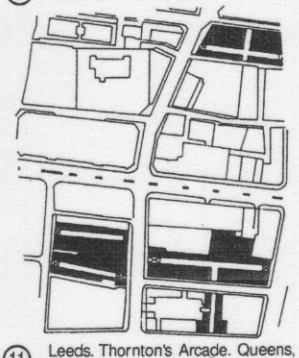
⑧ Galleria Mazzini.



⑨ Galerie Vivienne. Paris. 1923.
Partie sud du passage.



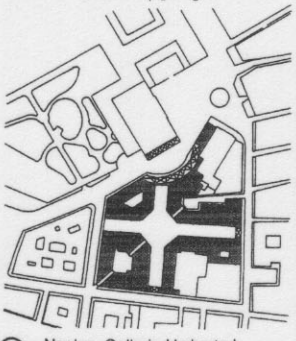
⑩ Passage du Grand Cerf. Paris. 1825.



⑪ Leeds. Thornton's Arcade. Queens, Grand, Country, Cross. État en 1961.



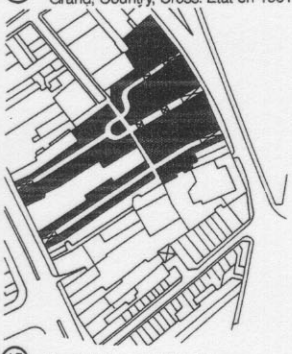
⑫ Leeds. Queens Arcade. 1889.



⑬ Naples. Galleria Umberto I.
État en 1960.



⑭ Naples. Galleria Umberto I.



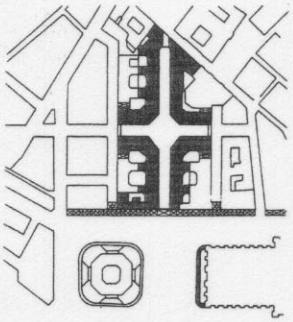
⑮ Cardiff. Morgan Arcade.



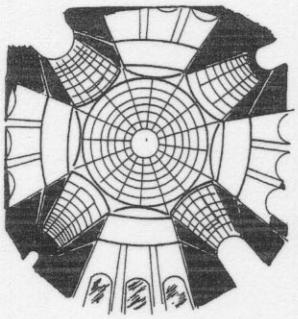
⑯ Cardiff. Morgan Arcade.

PASSAGES COUVERTS

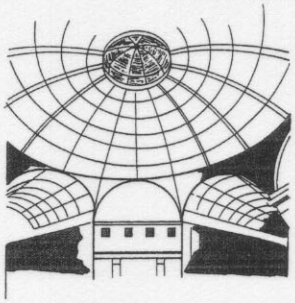
EXEMPLES HISTORIQUES



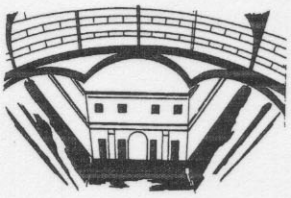
① Milan, place de la cathédrale et Galerie Emmanuel II, état en 1900. Arch. : G. Mengoni.



⑥ Milan. Le passage pris avec un objectif fish-eye.



② Milan. La coupole en verre.



⑦ Milan. Vue depuis la coupole.

La **Galerie Emmanuel II à Milan** est le sommet de l'évolution du type de construction qu'est le passage. Elle représente le stade final d'une évolution née avec les passages à Paris et dont les Galeries St. Hubert à Bruxelles marquent une étape intermédiaire. Le plan de la Galleria décrit une croix latine, dont le centre s'élargit en octogone.

Quelques dimensions :

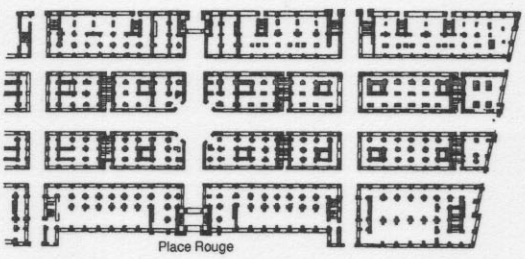
branche longitudinale 196,62 m, diamètre de l'octogone 36,60 m, hauteur au point haut du lanterneau 47,08 m (fig. 1, 2, 6 et 7).

Ces dimensions ne seront dépassées par des passages ultérieurs que dans des détails : sur le plan de la hauteur par la Galerie Umberto I à Naples, sur le plan de la longueur par les galeries marchandes de Moscou (GUM) (fig. 3). La réalisation intérieure rappelle les façades citadines de Palladio.

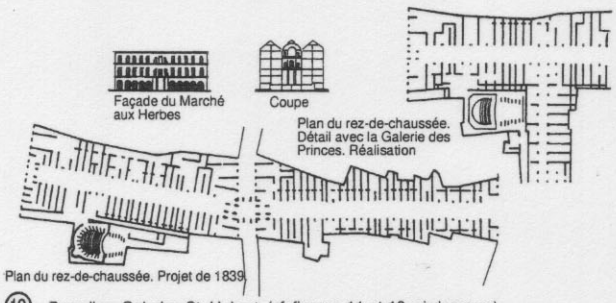
Galeries marchandes du GUM à Moscou (fig. 3, 4, 8 et 9). Le bloc du GUM a sensiblement les contours d'un parallélogramme avec des façades d'une longueur moyenne de 90 m x 250 m. L'élargissement polygonal, à la croisée des voies, semble une réminiscence du passage de Milan, bien que la branche transversale ne s'étende pas jusqu'au toit.

Galeries St. Hubert (fig. 11 et 13).

C'est le premier exemple monumental de passage. Son volume sera à peine dépassé ultérieurement. Il est aussi le premier à avoir été érigé avec une contribution publique.



③ Moscou, galeries marchandes du GUM. Plan du rez-de-chaussée. (cf. figures 4, 5, 8 et 9, ci-dessous). Arch. : Pomeranzen



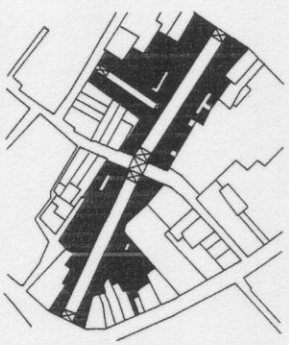
⑩ Bruxelles, Galeries St. Hubert. (cf. figures 11 et 13, ci-dessous).



④ Moscou. Aspect de la partie centrale du passage.



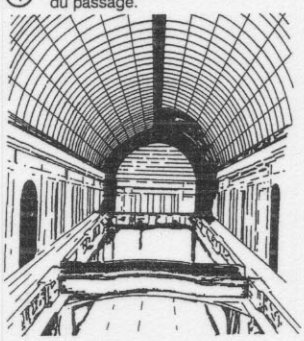
⑧ Moscou. Partie latérale du passage.



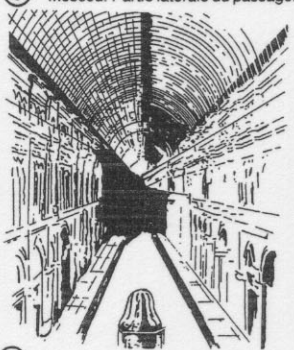
⑪ Galeries St. Hubert. Bruxelles. État en 1866.



⑬ Branche du passage St. Hubert.



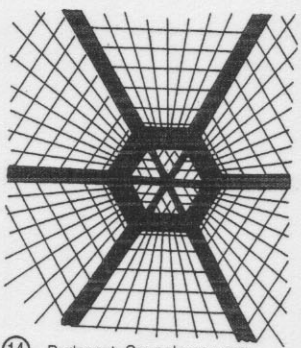
⑤ Moscou. Passage Petrowskij.



⑨ Moscou. Partie centrale du passage.



⑫ Budapest. Intérieur du passage.



⑭ Budapest. Coupole en verre.

Les galeries et passages sont des éléments créatifs redécouverts par les architectes. Leurs toits transparents abritent des rues, des chemins et des places, relient des immeubles et des magasins. Les galeries et passages sont devenus des compléments aux zones piétonnes, assurant une protection contre les intempéries et formant en même temps un lieu de rencontre.

Passage commerçant à Hambourg (fig. 1 à 3). Surface du terrain 11 000 m², surface des magasins de 9 400 m² sur trois niveaux. Parking en terrasse pour 180 voitures .

Kaiserpassage à Bonn (fig. 6 à 8). Les passages et galeries du XIX[e] siècle servirent de modèle pour ce projet. Le regroupement en un même endroit de magasins spécialisés (boutiques, kiosques, cafés, restaurants et cinémas) invite les passants à y demeurer, quel que soit le temps.

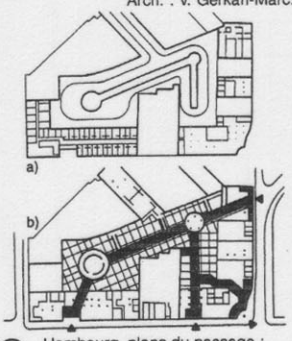
Le Passage Calwer à Stuttgart est recouvert d'un grand toit de verre en plein cintre (fig. 4, 5, 9 et 10).

Wilhelm-Arcade à Wiesbaden (fig. 11 à 13). Liaison entre la place du marché et la Wilhelmstraße, boutiques au rez-de-chaussée, restaurant à l'étage, locaux annexes des magasins et pour le personnel.

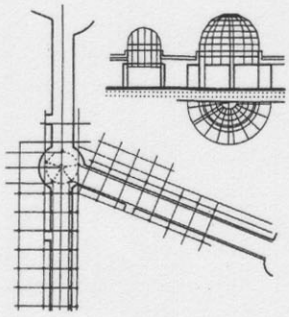
Galerie Kleiner Markt à Saarlouis (fig. 14 à 16), accès aux trois étages par escalator. L'extension de la surface vers le sous-sol donne au passage le caractère d'une galerie.



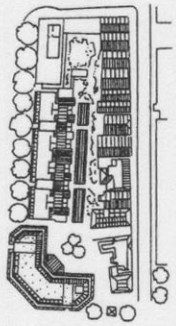
① Hambourg, Quartier de la Hanse, plan de masse.
Arch. : V. Gerkan-Marc.



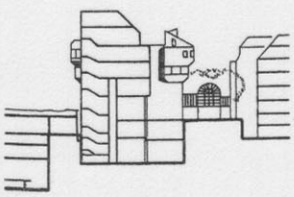
② Hambourg, plans du passage : a) parking, b) rez-de-chaussée.



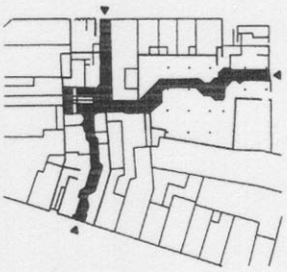
③ Hambourg, coupe sur la petite coupole, plan et coupe du passage.



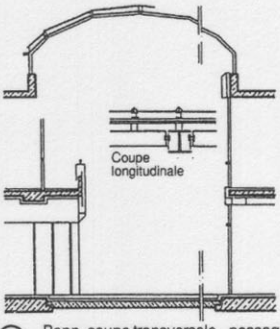
④ Calwer Passage à Stuttgart. Plan de masse (cf. fig. 5, 9 et 10).
Arch. : Kammerer et Belz.



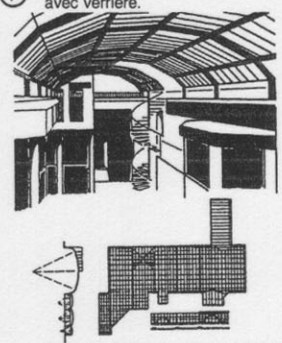
⑤ Calwer Passage, Stuttgart. Coupe.



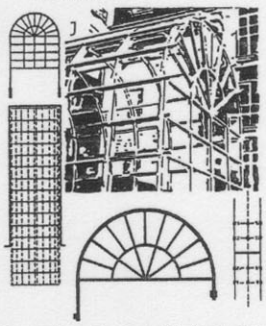
⑥ « Kaiserpassagen », passages commerçants à Bonn. Plan du rez-de-chaussée. Arch. : D. Klose



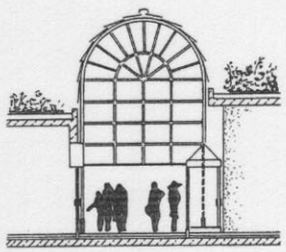
⑦ Bonn, coupe transversale passage avec verrière.



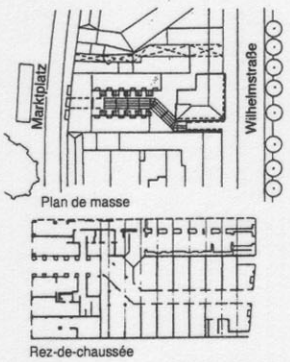
⑧ Bonn, plan de la verrière au-dessus de la zone de passage, et coupes d'ensemble.



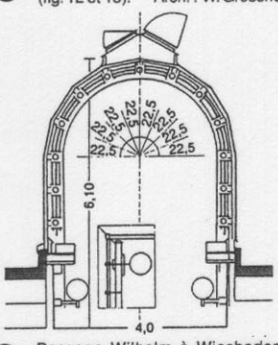
⑨ Calwer Passage, Stuttgart. Plan, élévation et détail de la toiture en berceau.



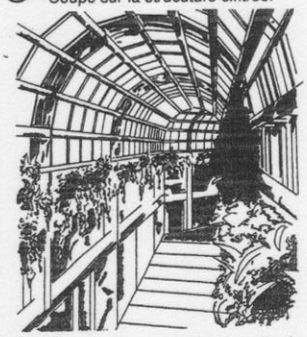
⑩ Calwer Passage, Stuttgart. Coupe de détail.



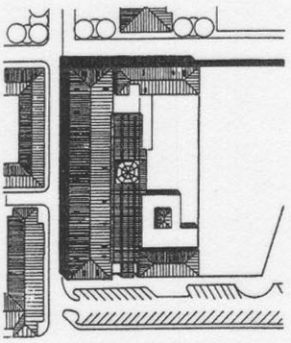
⑪ Passage Wilhelm à Wiesbaden (fig. 12 et 13). Arch. : W. Grossner



⑫ Passage Wilhelm à Wiesbaden. Coupe sur la strucuture cintrée.



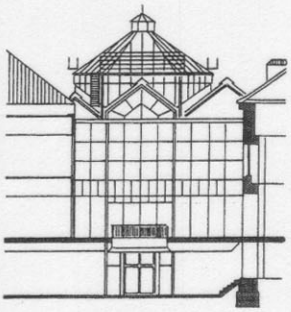
⑬ Passage dans la Wilhelmstraße à Wiesbaden.



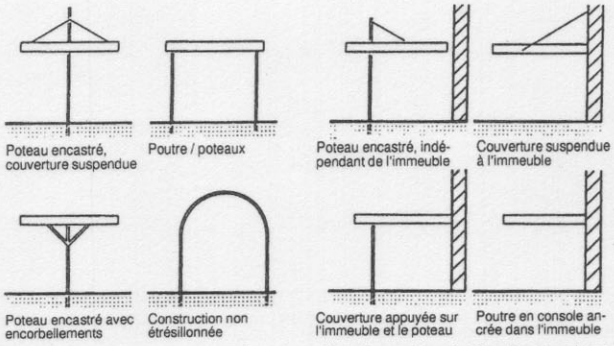
⑭ Galerie Kleiner Markt, centre de petits commerces à Saarlouis. Plan de masse (fig. 15 et 16).



⑮ Galerie Kleiner Markt, zone d'entrée.

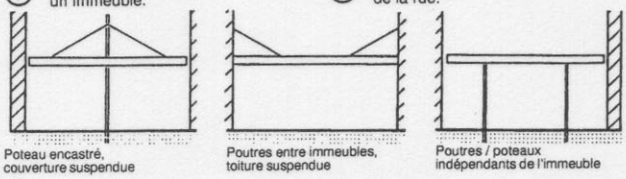


⑯ Galerie Kleiner Markt. Coupe transversale.

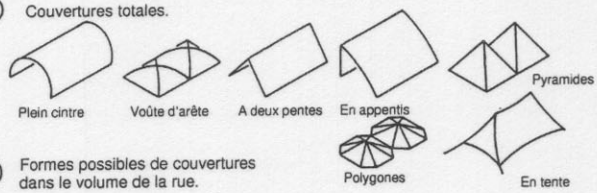


① Possibilités de couvertures devant un immeuble.

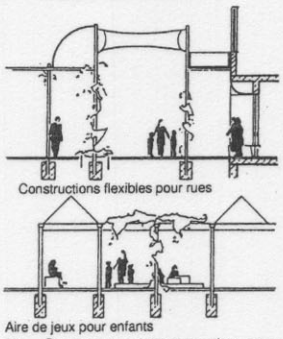
② Couvertures isolées dans le volume de la rue.



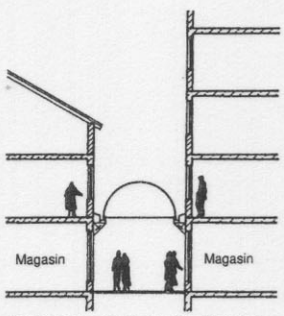
③ Couvertures totales.



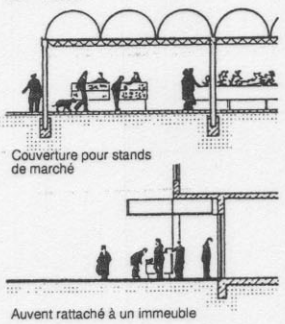
④ Formes possibles de couvertures dans le volume de la rue.



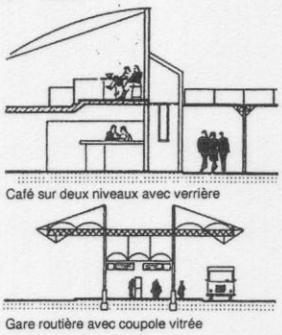
⑤ Couvertures transparentes pour rues.



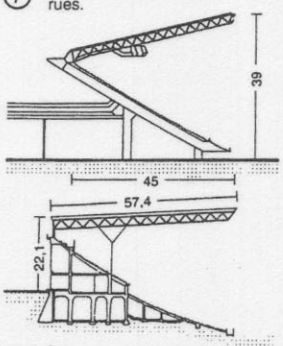
⑥ Couvertures transparentes pour rues.



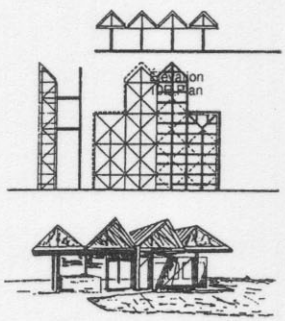
⑦ Couvertures transparentes pour rues.



⑧ Couvertures transparentes pour rues.



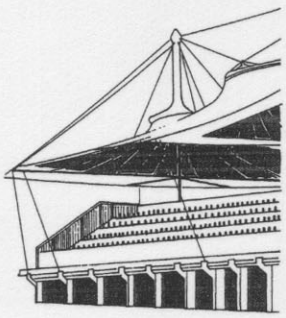
⑨ Couvertures transparentes pour stades.



⑩ Accès aux escaliers avec couverture à pignons.

Pour l'amour des villes et des hommes, des couvertures transparentes de surface importante sont de plus en plus intégrées dans le concept architectural moderne. Non seulement elles protègent contre les intempéries, mais elles apportent un accent créatif à nos villes. Elles augmentent la qualité de vie des habitants. Elles rendent les villes plus attrayantes, d'une part en assurant le plaisir de flâner dans les rues commerçantes et les zones piétonnes, à l'abri, d'autre part en assurant une protection aux installations sportives, aux piscines, aux théâtres en plein air, etc. Bien entendu, il faut toujours veiller à ne pas géner l'intervention des secours en cas d'incendie, ni altérer la qualité de l'air dans les rues, les magasins, les restaurants et les bureaux.

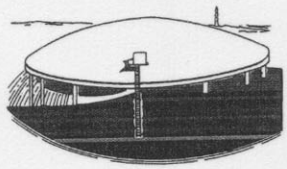
On utilise pour les toits transparents les matériaux suivants :
- plaques transparentes / pyramides à base de silicates;
- coupoles transparentes en verre acrylique, type Plexiglas;
- cintres transparents en verre acrylique étiré ou polycarbonate, type Makrolon;
- membranes translucides avec fibres synthétiques et autres;
- verre ignifugé (p.137 et suivantes).
- verre cintré (3-8 mm, rayon entre 50 et 230 mm).



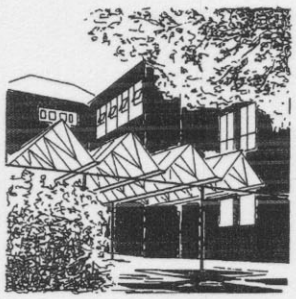
⑪ Couverture en forme de tente. Tribunes du stade de cricket Lord à Londres.



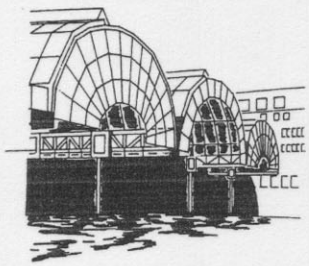
⑭ Établiss. thermal à Bad Krozingen. Couverture au-dessus de l'entrée.



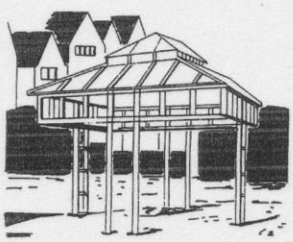
⑫ Nîmes/France. Couverture gonflable transparente ancrée sur un cercle, qui repose sur des appuis en acier dans les rangs supérieurs de l'arène.



⑮ Stuttgart, couverture de la cour de récréation de la Römerschule.

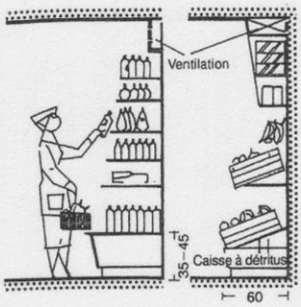


⑬ Auvents, gare centrale de Hambourg. Arch. : Graaf-Schweger + Partner, Hambourg.



⑯ Cologne, jardin Rheingarten.

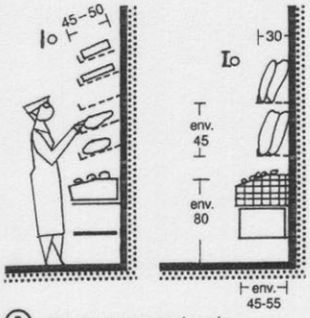
Les magasins à libre service sont dans la plupart des cas des magasins d'alimentation générale. Le personnel assure l'information, l'aide et l'encaissement. Le service est assuré dans les rayons viande, charcuterie, poissons, fromage, fruits et légumes. Bien étaler toutes les marchandises pour qu'on les distingue bien. Attacher une attention particulière au cheminement de la clientèle (fig. 10 et 11), commencer par le passage devant les corbeilles ou chariots pour terminer par les caisses. Hauteur des rayonnages muraux : la marchandise doit rester à portée de main (fig. 1 à 6) : le rayon supérieur à 1,80 m maximum, le rayon inférieur à 30 cm au-dessus du sol (fig. 4).



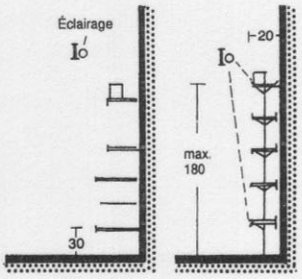
① Rayonnages muraux pour bouteilles. Rayonnages muraux pour fruits, légumes et divers.



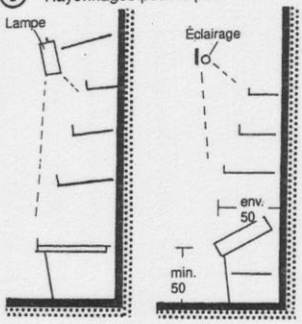
② Cloison de magasin avec couloir de réapprovisionnement, remplacement des tiroirs vides.



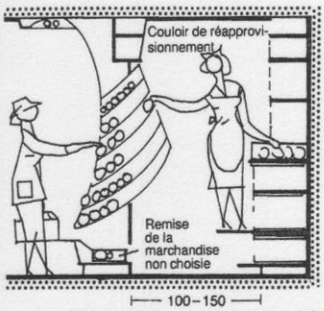
③ Rayonnages pour le pain.



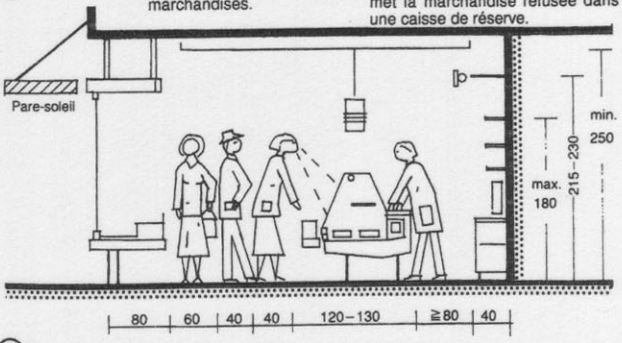
④ Rayonnages pour articles de commerce.



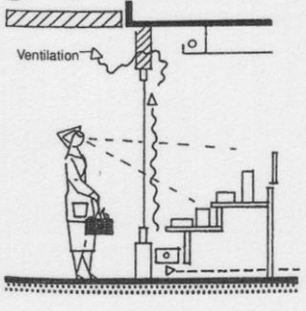
⑤ Rayonnages libre service. Rayonnages libre service avec bacs à marchandises.



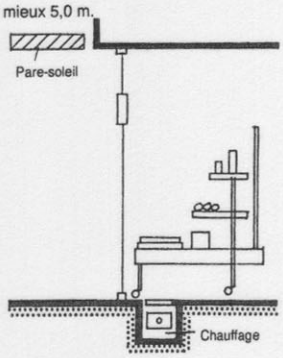
⑥ Rayonnage en cuvette avec couloir de réapprovisionnement. Le client met la marchandise refusée dans une caisse de réserve.



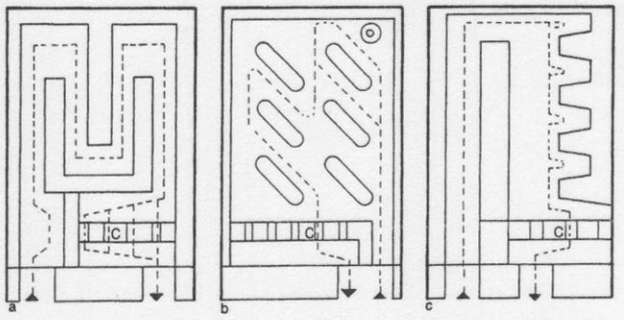
⑦ Largeur minimale d'un magasin 4,0 m, mieux 5,0 m.



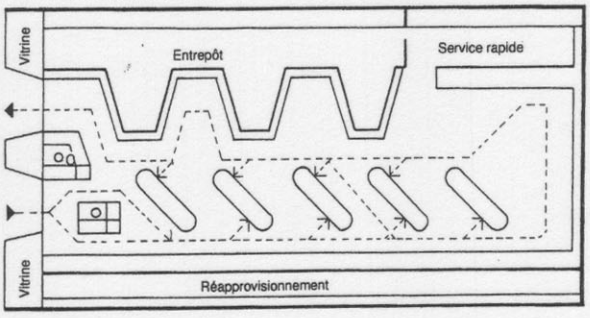
⑧ Présentation étagée dans une vitrine avec protection arrière.



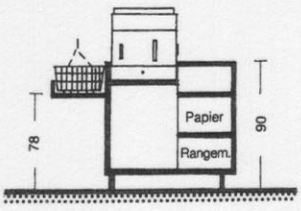
⑨ Présentoir de vitrine mobile avec protection arrière.



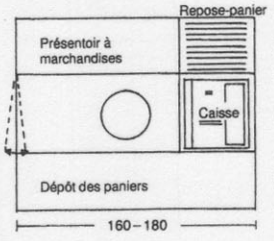
⑩ Le cheminement de la clientèle doit inclure les angles ; entrée et sortie séparées pour a et c, groupées pour b.



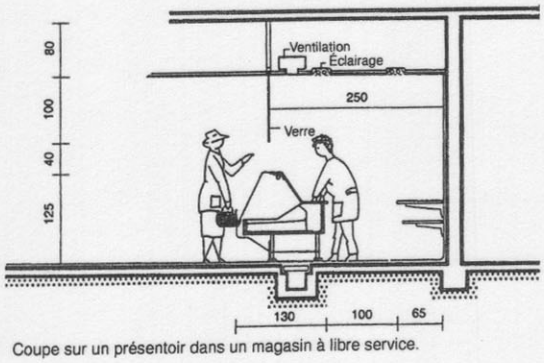
⑪ Magasin offrant une bonne visibilité aux clients et à la surveillance (caisse), le client n'est pas obligé de faire des détours comme dans (fig. 10 a).



⑫ Coupe sur une petite caisse isolée.

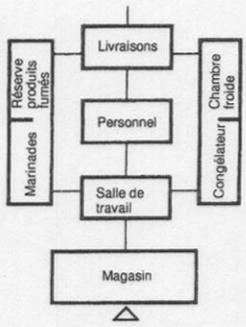


⑬ Vue en plan d'une petite caisse isolée avec dimensions minimales.

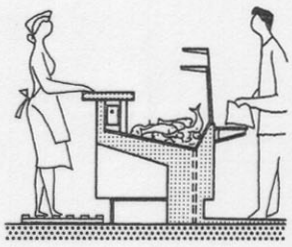


⑭ Coupe sur un présentoir dans un magasin à libre service.

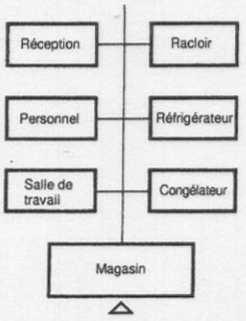
Commerces



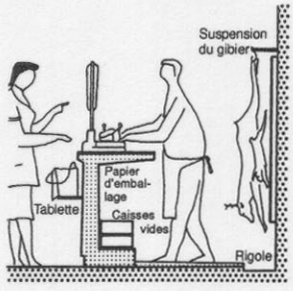
① Schéma fonctionnel de poissonnerie.



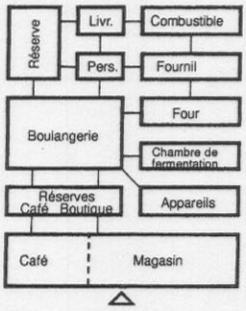
② Comptoir de poissonnerie réfrigéré avec évacuation.



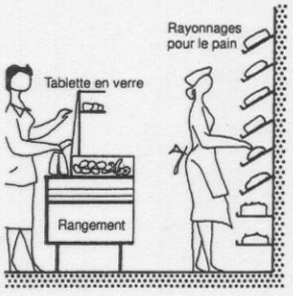
③ Schéma fonctionnel d'un magasin de volaille et de gibier.



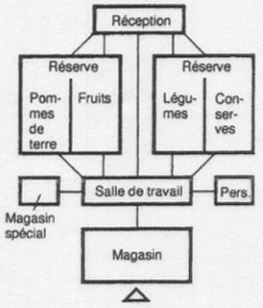
④ Comptoir massif recouvert de marbre ou de carrelage.



⑤ Schéma fonctionnel d'une boulangerie. Facilement aérable, éventuellement avec hotte de ventilation.



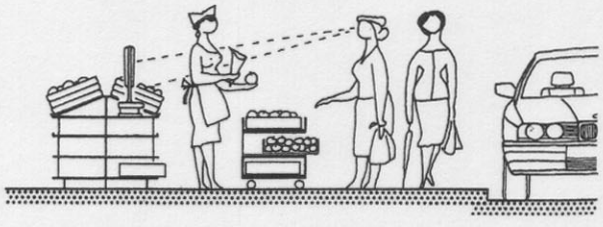
⑥ Comptoir de vente avec protection.



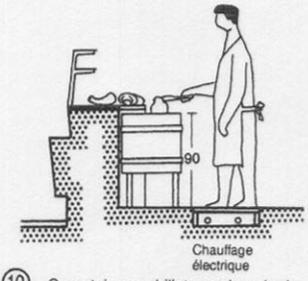
⑦ Schéma fonctionnel d'un magasin de fruits et légumes. Petite réserve car la livraison s'effectue généralement chaque jour.



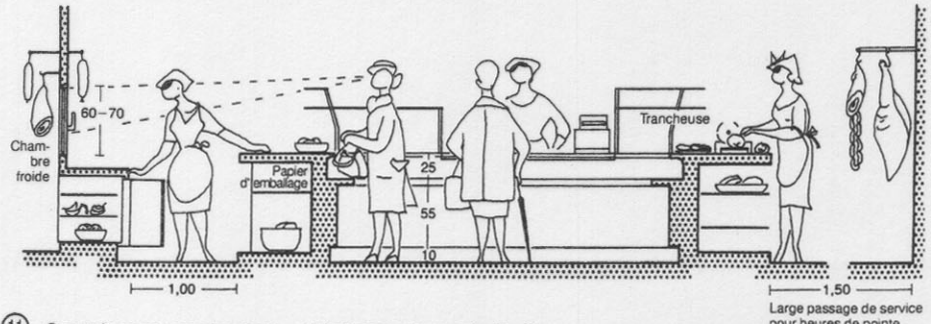
⑧ Comptoir avec supports pour caisses et paniers. Réceptacle à saletés et humidité.



⑨ Vente sur trottoir avec comptoirs mobiles, ou façade de magasin avec étalage d'attrait.



⑩ Comptoir avec billot pour boucherie.



⑪ Comptoir courant pour boucherie, voir également poissonnerie (fig. 2).

Poissonneries (fig. 1 et 2)

Comme les poissons se gâtent facilement, ils sont conservés au froid. Les poissons fumés, contrairement aux poissons frais, doivent obligatoirement être stockés secs.
La marchandise dégageant une forte odeur, les magasins doivent par conséquent comporter des sas ou être fermés par rideaux. Les murs et le sol doivent être lavables. Tenir compte de l'important trafic de livraisons. Éventuellement aquarium (effet de publicité visuelle).

Magasins de gibier et de volaille (fig. 3 et 4)

Souvent en combinaison avec des poissonneries. On n'y tient généralement en stock que les besoins du jour. Prévoir dans la salle de travail des machines à plumer et des racloirs pour gibiers. Comme la volaille est sensible aux odeurs, elle doit être stockée séparément dans le magasin et dans la chambre froide. Surface de l'étalage et des murs : marbre, carrelage, mosaïques, matière plastique lavable. Vastes comptoirs et vitrines réfrigérées.

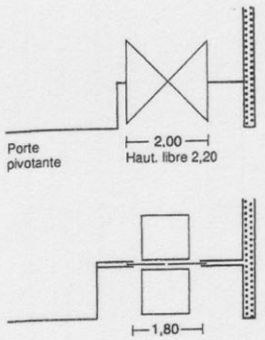
Magasins de fruits et légumes (fig. 7 et 8)

Les légumes frais, froids mais non gelés, sont présentés préparés ou non pour la cuisson. Pommes de terre dans les espaces sombres. Présentation le plus souvent dans des récipients amovibles (corbeilles, caisses, etc). Sous les gondoles grillagées, prévoir des protections amovibles. Fruits et légumes éventuellement à proximité des fleurs. Dans les self-services, les produits sont préemballés dans des emballages transparents.

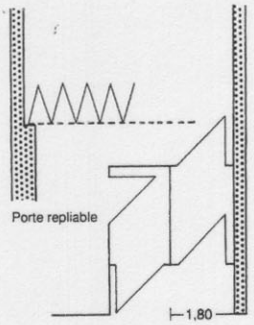
Boucheries (fig. 10 et 11)

Opérations : 1. Livraison, 2. Abattage, 3. Débit, 4. Préparation, 5. Mise en chambre froide, 6. Vente.
L'installation est de préférence disposée sur un seul niveau plan, éventuellement avec glissière et chariot transporteur, car les demi-porcs ou les quart de boeufs pèsent de 150 à 200 kg. La salle de travail et la chambre froide représentent 1,5 à 2 fois la surface du magasin. Murs lavables en carrelage, mosaïques, etc.
Revêtement de l'étalage en marbre, verre, céramique.

LIVRAISON DE MARCHANDISES



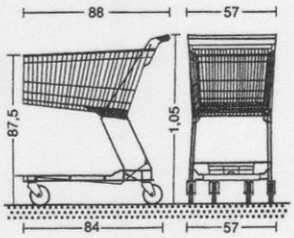
① Porte coulissante, hauteur libre 2,20.



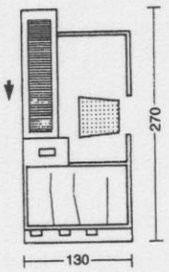
② Sas.



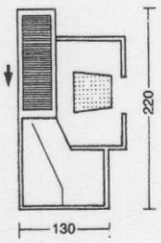
③ Chariot, vol. de 101, 120, 130, 150 L



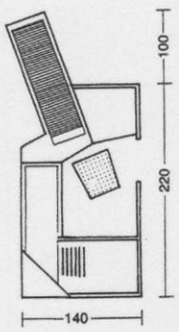
④ Chariot, capacité 200 kg.



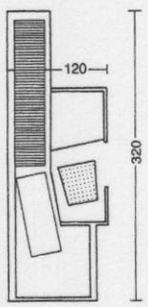
⑤ Caisse de magasin libre service.



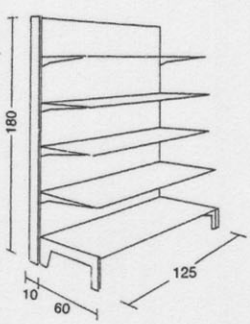
⑥ Caisse de magasin libre service.



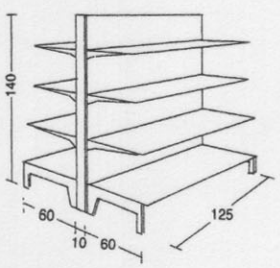
⑦ Caisse de magasin libre service.



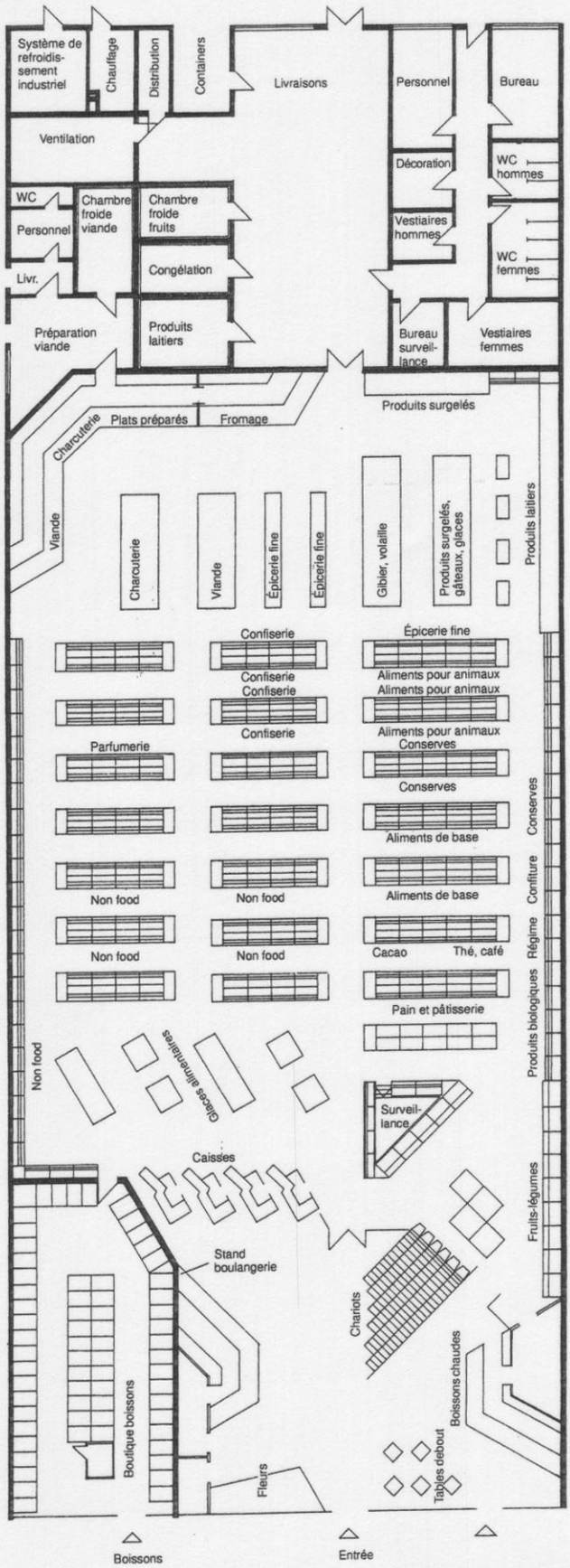
⑧ Caisse de magasin libre service.



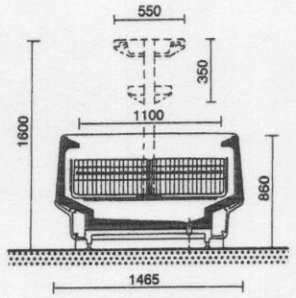
⑨ Rayonnages muraux (fig. 11).



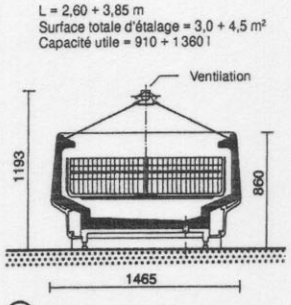
⑩ Rayonnages isolés (fig. 11).



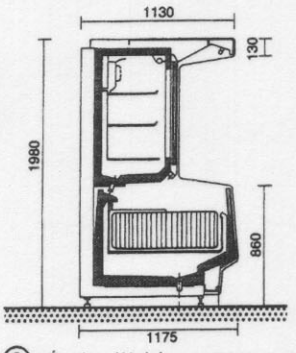
⑪ Supermarché (voir p.319).



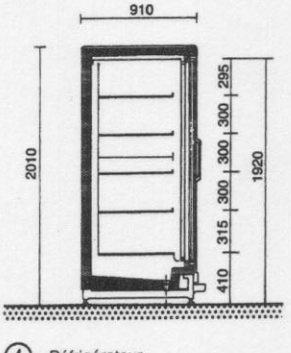
① Comptoir réfrigéré avec rayonnages.



② Comptoir réfrigéré sans rayonnage.



③ Étagère réfrigérée avec rayonnages.



④ Réfrigérateur.

Magasins discount. 300 à 500 m² de surface de vente. Ils se trouvent à des points centraux de zones d'habitation dans des villes grandes et moyennes. Leur palette d'aliments frais et de viande à la coupe est très restreinte.

Magasins libre-service. 150 à 250 m² de surface de vente. Situés à des points secondaires de zones d'habitation dans des villes grandes et moyennes ou au centre des villages, ils proposent une palette complète en alimentation, restreinte en produits non comestibles.

Grands magasins libre-service. 250 à 400 m² de surface de vente. Ils se trouvent à des points centraux de zones d'habitation dans les villes grandes et moyennes et dans les faubourgs ainsi qu'à des points centraux dans les bourgs d'une importance intercommunale. Ils offrent toute la gamme en alimentaire et des articles non-alimentaires.

Supermarchés. 400 à 500 m² de surface de vente. Ils se trouvent à des points centraux de zones d'habitation dans des villes grandes et moyennes ainsi qu'en centre ville avec une fréquentation importante de clients. Ils offrent toute la gamme en aliments et produits non comestibles, ainsi que des rayons textile et bricolage.

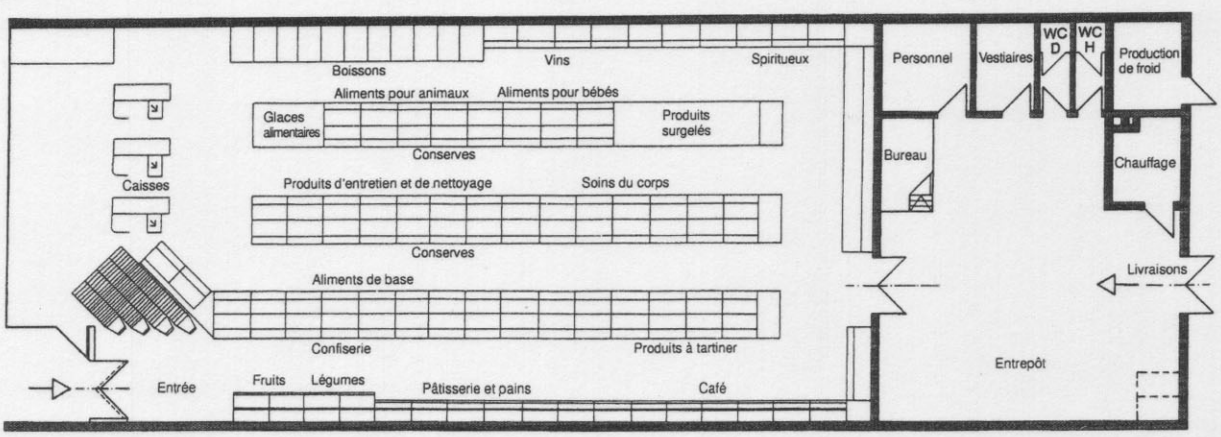
Hypermarchés. 1 500 à 3 500 m² de surface de vente. Ils offrent, dans les villes moyennes à vocation régionale, une gamme étendue de produits d'alimentation et de produits utilitaires comme les supermarchés.

Grandes surfaces libre-service. A partir de 5 000 m² de surface de vente. Ils se trouvent près des grands axes de communications à l'extérieur des grandes villes et des agglomérations, près des autoroutes ou des bretelles. Ils offrent un nombre suffisant de parkings, une gamme de produits comme les hypermarchés avec, en plus, restaurant, station-service, aire de lavage et des commerces annexes.

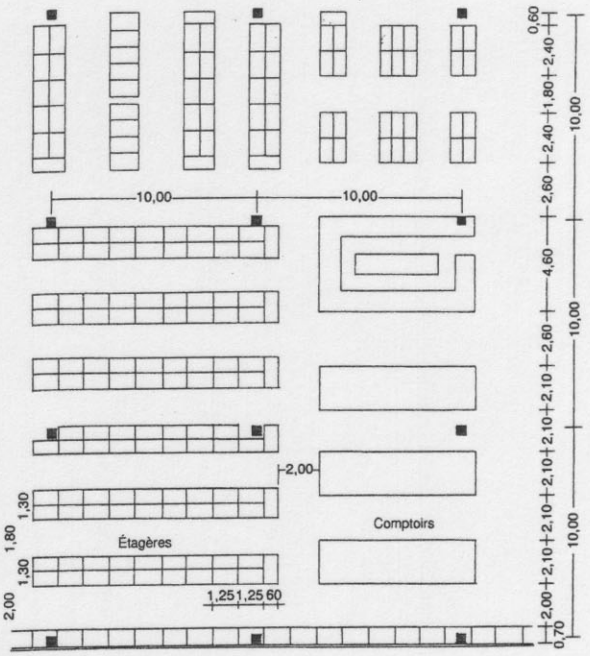
Princ. caractéristiques d'aménagement	jusqu'à 399 m²	400 - 499 m²	500 - 599 m²	600 - 799 m²	800 - 899 m²	1 000 - 1 499 m²
1. Personnel nécessaire (calculé en postes à temps plein)	10,6 7–14	12,9 10–16	15,3 12–18	17,7 16–20	22,1 18–25	30,2 25–33
2. Rayon viande à la coupe et charcuterie	22	21	20	19	18	17
a) part du chiffre d'affaire (en %)	19–28	20–32	20–28	17–25	16–24	14,5–24
b) longueur du comptoir (en m)	6,50 6–7	7,60 7–8,2	8,75 7,5–9	9,08 7,5–10,5	9,75 9–10,5	11,75 10–13,5
c) salle de préparation (en m²)	14 8–20	19 13–25	24 18–30	26 20–32	30 23–38	36 23–50
d) chambre froide (en m³)	11 7–15	13,5 9–18	15 10–20	15 10–20	22 14–30	25 16–35
3. Rayon produits laitiers et graisses	6,75	8,00	8,75	10,25	11,25	15,70
a) rayonnages muraux (en m)	6,3–7,3	6,5–9,5	7,5–11	9–12	10–13,5	12–18,5
b) chambre froide (en m²)	6,00 4–8	7,60 5–10,5	10,00 8–12	12,0 8–15,5	13,0 8–18	15,0 10–20
4. Produits surgelés (sans glace)	5,50	6,10	7,50	8,75	10,10	13,50
a) comptoir réfrigéré ordinaire (en m)	5–6	5,5–7,0	6,5–8,5	7,5–10	7,5–12	12–15
b) comptoir réfrigéré extra-large (en m)	3,85 2,6–4,6	4,10 3–5	5,50 4–7	6,75 4–7,5	7,75 5,5–10	8,75 6–10
c) étagères (en m)	2,40 2,3–2,5	2,75 2,3–3,2	3,60 3,2–4	4,40 4–4,8	5,80 5–6,5	6,60 5,5–8
d) chambre de congélation (en m²)	2,4 2–2,8	3,25 2–4,5	5,0 4–6	5,75 4–7,5	8,25 6–10,5	8,5 6–11
5. Étagère murale pour fruits et légumes (avec deux rayons) (en m)	6,5 5–8	7,5 6,5–8,5	7,5 7–8	8,75 7–10,5	10,00 8–12	10,75 9–12,5
6. Nombre de caisses	2,5	2,9	3,4	3,9	4,9	6,3
- à la sortie	2–3	2–3	3–4	3–4	4–5	6–7
- dans les rayons	0,2 0–1	0,3 0–1	0,4 0–1	0,4 0–1	1,3 1–2	1,3 1–2
7. Nombre de chariots nécessaires	85 70–100	105 85–130	120 100–160	150 100–200	180 150–220	240 200–300

⑤ Données pour la conception de magasins libre service et de supermarchés.

[1] Explication : première ligne = valeurs moyennes, seconde ligne = fourchette pour la caractéristique correspondante.



⑥ Magasin discount, 300 à 500 m² de surface de vente.



① Dimensions des comptoirs et des étagères. Trame des poteaux 10 x 10.

Lors de la conception d'un magasin il faut respecter toutes les réglementations en vigueur, concernant les constructions, les professions, le commerce, la prévention contre l'incendie, les directives de l'inspection du travail, des corporations professionnelles, de l'union des assureurs, etc.

Dimensions de base :

Hauteur des locaux de vente et des entrepôts

Jusqu'à 400 m² de surface de vente du local= 3,00 m.

Au-delà de 400 m² de surface de vente du local= 3,30 m.

Au-delà de 1500 m² de surface de vente du local= 3,50 m.

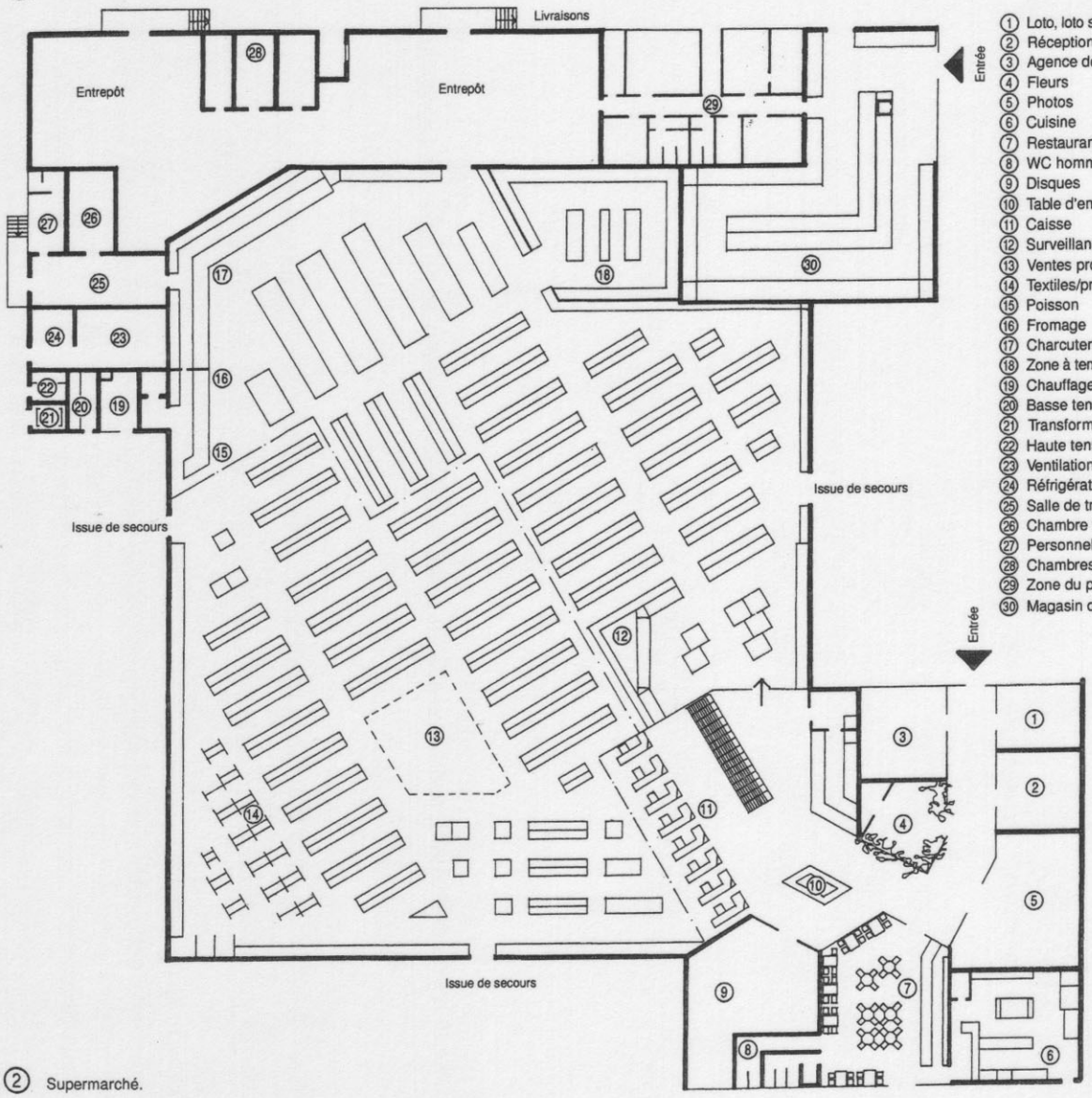
Les gaines d'aération et autres constructions ne doivent pas diminuer la hauteur libre requise. Calculer la portance du plafond de façon à pouvoir supporter des charges supplémentaires telles que l'éclairage, les faux plafonds, les décorations, les conduites, le dispositif Sprinkler, etc. (environ 20 kp/m²).

Calculer la portance du plancher dans les locaux de vente et les entrepôts pour 750 à 1000 kp/m², et 2000 kp/m² pour la rampe.

La hauteur des revêtements de sol doit être la même pour les locaux de vente, les entrepôts, les quais de livraison et les rampes.

Hauteur du quai de livraison : 1,10 à 1,20 m au-dessus du sol.

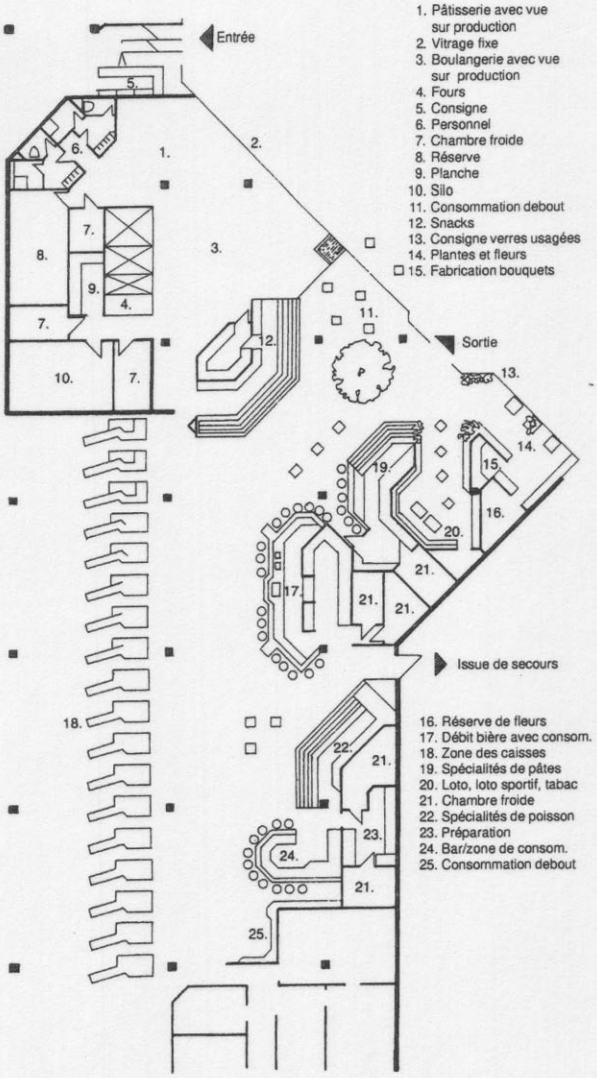
La disposition des présentoirs à marchandises est commandée par le principe de faire passer le client devant l'ensemble des produits (fig. 1 et 2).



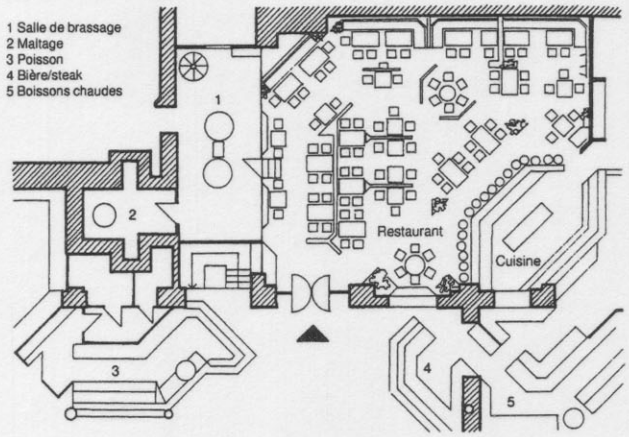
② Supermarché.

Zones de vente annexes

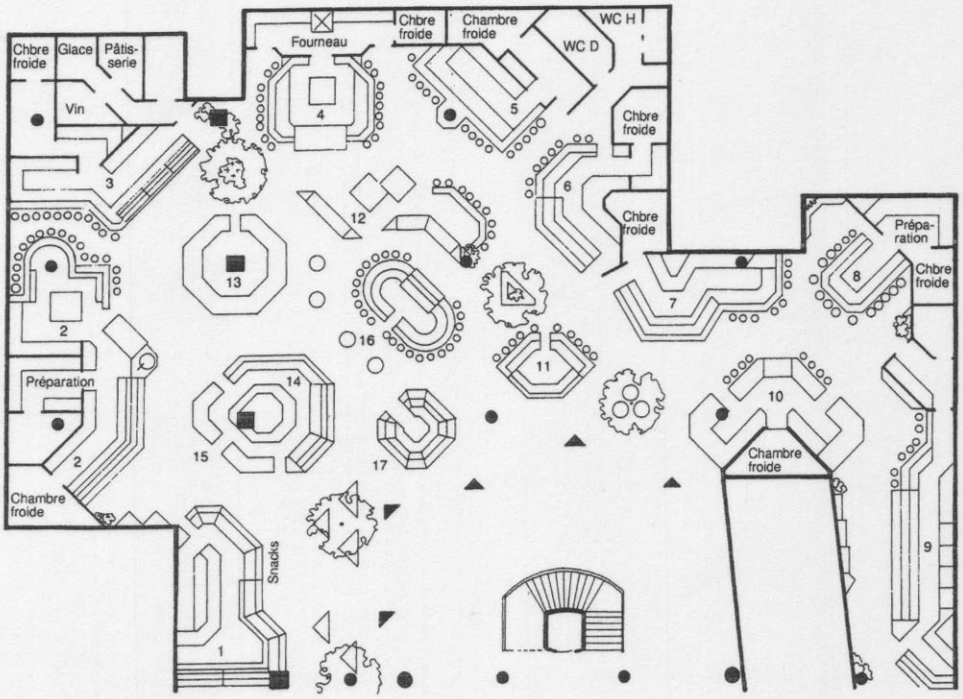
Accent mis sur l'ambiance : consommation sur place ou à emporter.
Achat impulsif :
On s'adresse aux perceptions sensorielles, on dispose la marchandise de façon suggestive, on suggère un style de vie, une qualité de vie, pour la population active ou la ménagère. Les produits sont prêts à la consommation, chauds ou à faire réchauffer = fast food ; pas de libre-service mais free flow , selon l'ordre d'arrivée. Ce sont des magasins à l'intérieur d'un magasin. Multitude d'idée originales. Concentration de petits commerces. Gros chiffre d'affaire. Conception globale et harmonieuse. Réserves prévues pour une seule journée. Livraisons le matin. Grande offre de produits frais. Petits sanitaires conçus pour une clientèle de passage; sanitaires collectifs pour le personnel.
Gamme de produits :
Boulangerie : 40 à 80 m² (vente seule), 80 à 120 m² (vente et consom). Charcuterie : 40 à 80 m² (vente seule), 80 à 120 m² (vente et consom). Café, pâtisserie, glacier : 40 à 80 m² (vente seule), à partir de 220 m² pour vente et consommation. Poissonnerie : 40 à 80 m² (vente seule), 80 à 120 m² (vente et consom). Produits frais avec consommation dans le supermarché complétant sa gamme de produits : à partir de 600 m² dans les zones commerciales situées devant les caisses (fig. 1) : Fruits de mer, fleurs, fruits, légumes, boissons, vin, champagne, spécialités, snacks améliorés.
Accessoirement, pizzas, steaks, produits biologiques, etc. (fig. 3).



① Zone de vente située devant les caisses. Conception: Maier et Pistor.

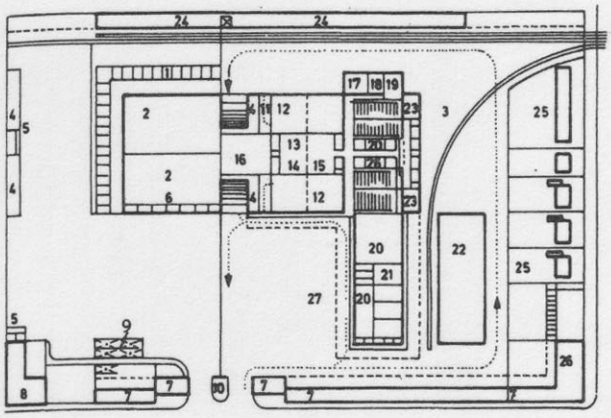


③ Brasserie et restauration avec vue sur la production dans un marché couvert. Conception : Maier et Pistor.



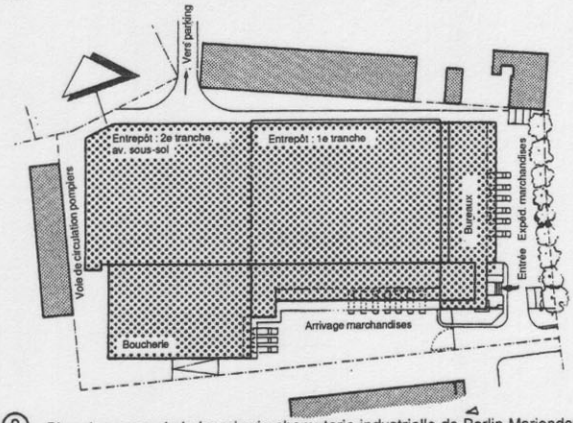
Commerce :	Surfaces (y compris locaux annexes)
1 Boulangerie (consom. sur place)	env. 64 m²
2 Charcuterie avec point steak/débit de bière	env. 89 m²
3 Spécialités bavaroises	env. 50 m²
4 Spécialités italiennes	env. 54 m²
5 Spécialités japonaises	env. 43 m²
6 Spécialités de poisson	env. 43 m²
7 Spécialités de fromage/ salades préparées	env. 45 m²
8 Spécialités mexicaines	env. 46 m²
9 Spécialités de charcuterie	env. 68 m²
10 Fruits/salades/jus	env. 42 m²
11 Glace + cafétéria	env. 20 m²
12 Vente de vin avec dégustation	env. 28 m²
13 Pâtisserie	env. 35 m²
14 Torréfaction de café	env. 28 m²
15 Vente de thé	env. 23 m²
16 Débit de champagne avec dégustation de produits frais	env. 21 m²
17 Vente pralines et chocolats	env. 25 m²
total	env. 724 m²
surfaces générales de circulation et sanitaires	env. 95 m²

② Marché couvert à la gare centrale de Hambourg. Conception : Maier et Pistor.

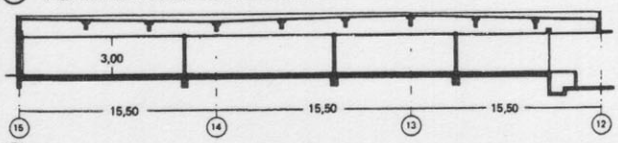


1 Stalles d'arrivée du bétail
2 Marché couvert
3 Voie ferrée
4 Étables
5 Fermentation à chaud
6 Locaux pr personnel et matériel
7 Administration
8 Services sanitaires
9 Désinfection
10 Gardien
11 Salle de saignée
12 Abattage
13 Examen parasitologique
14 Vétérinaires
15 Triperie
16 Cour
17 Chaufferie
18 Atelier
19 Machinerie
20 Chambre froide
21 Congélation et stockage
22 Entrepôt frigorifique
23 Personnel
24 Ensilage os
25 Logements de service
26 Restaurant avec jardin
27 Enlèvement (auvents)

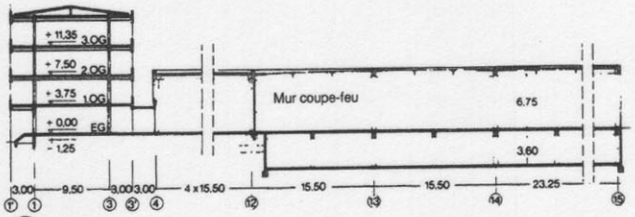
① Schéma d'un grand abattoir avec installations pour bétail sur pied.



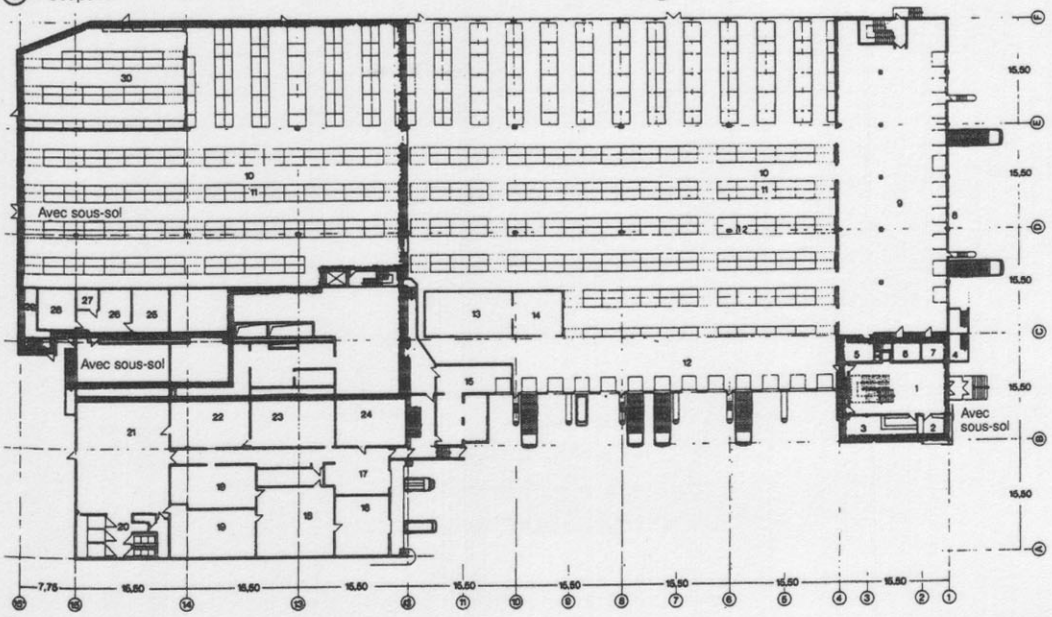
② Plan de masse de la boucherie-charcuterie industrielle de Berlin-Mariendorf.



③ Coupe A.



④ Coupe B.



1 Hall d'entrée
2 Réception
3 Comptabilité
4 Monte-charge déchets
5 Bureau du contremaître
6 Retour produits refusés
7 Fosse à déchets
8 Rideaux de fer
9 Sortie marchandises
10 Zone entrepôt
11 Rayonnages
12 Arrivée marchandises
13 Chambre froide
14 Chambre froide
15 Machine à laver
16 Commandes préparées
17 Réception
18 Expédition
19 Chambre froide
20 Fumoir
21 Charcuterie
22 Salle de dégel
23 Chambre froide viande
24 Chambre froide graisses
25 Salaison
26 Chambre froide commandes
27 Tripes
28 Congélation
29 Condiments
30 Stockage aérosols

⑤ Plan du rez-de-chaussée, échelle : 1/200.

Arch. : E. Neufert, réalisation 1970-1974

Les animaux dans les abattoirs ont besoin d'étables avec des installations modernes où ils sont nourris, où on leur donne à boire et où ils reprennent des forces, ce qui a une grande influence sur la qualité de la viande. De même, ils doivent être calmes avant d'être abattus de façon indolore, garantissant un saignement total et donc une bonne conservation et un bon aspect de la viande.

Dans les abattoirs à débit moyen, on fait à la fois l'abattage particulier et l'abattage de série, ce dernier étant plus fréquent dans les grands abattoirs. Séparation nette entre partie propre et partie sale, surtout pour installations sanitaires.

Boucheries : Constructions (fig. 2 à 5) à partir d'une trame de 15,5 x 15,5 correspondant à la disposition des rayonnages de l'entrepôt principal compte tenu des espaces de manœuvre des chariots élévateurs (p.323). Dans les rayonnages, il y a 5 palettes superposées : les 2 rangées inférieures reçoivent les commandes préparées pour les filiales, les 3 rangées supérieures, les marchandises de réserve. Les autres parties du bâtiment, comme la boucherie avec une trame de 2 x 3 et les locaux administratifs, sont également construites selon la même trame, avec possibilité d'extension.

La boucherie-charcuterie reçoit de l'abattoir des demi-animaux (porcs ou bœufs), qui sont débités pour la vente ou transformés en charcuterie. Elle est équipée de congélateurs àvolaille et d'une chambre froide pour les matières grasses comme le beurre et la margarine.

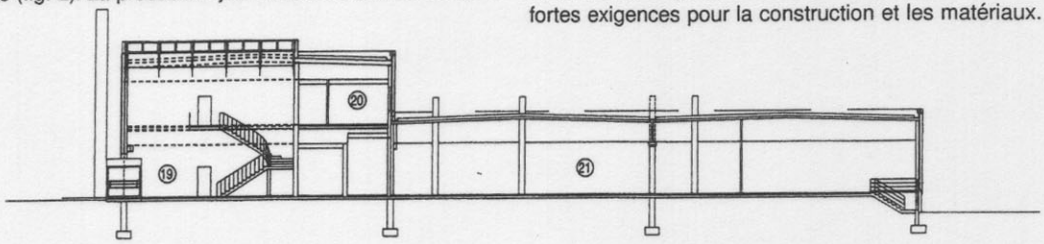
Une installation d'incinération des déchets sert au chauffage des bâtiments en plus du chauffage au fuel, et pendant l'été, à la climatisation des bureaux et des petites installations réfrigérantes de la boucherie (fig. 5).

La hauteur des locaux d'abattage, de fabrication et de vente est imposée. Elle doit être supérieure à 3 m (fig. 3), plus 1,50 m pour les locaux d'abattage de grands animaux, équipés de treuils. Les fenêtres des salles d'abattage doivent être suffisamment hautes pour empêcher les enfants de regarder à l'intérieur. Les murs doivent être carrelés jusqu'à une hauteur ≥ 2m.

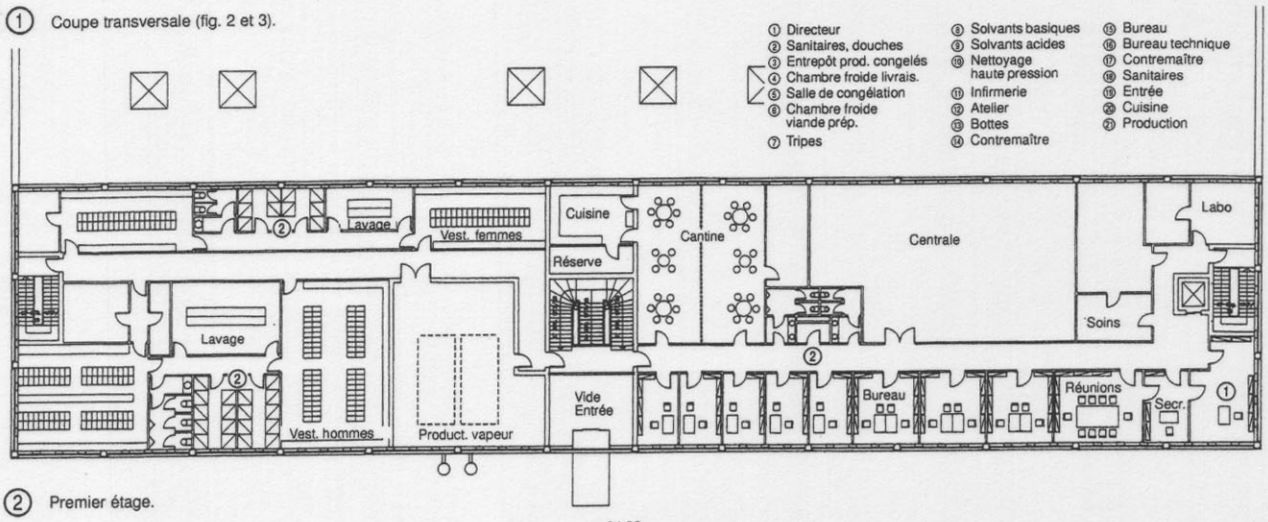
Bâtiment de production : la matière première arrive sous forme de demi-porcs, quart de boeufs et pièces grossièrement découpées et emballées. Sur une surface de 4 500 m² au rez-de-chaussée (fig. 3), on produit de la charcuterie, du jambon et des produits fins. Bureaux, laboratoires, cantine, cuisine, salles d'eau et vestiaires se situent au premier étage (fig. 2). La production journalière s'élève à env. 25 t.

Le bâtiment comprend plusieurs zones avec des températures différentes : locaux pour personnel, bureaux et WC (20 °C), salles de production (18 °C), salles climatisées (14-18 °C), salles à température réduite(10-12 °C), chambres froides (0-8 °C) et salles de congélation (-20 °C).

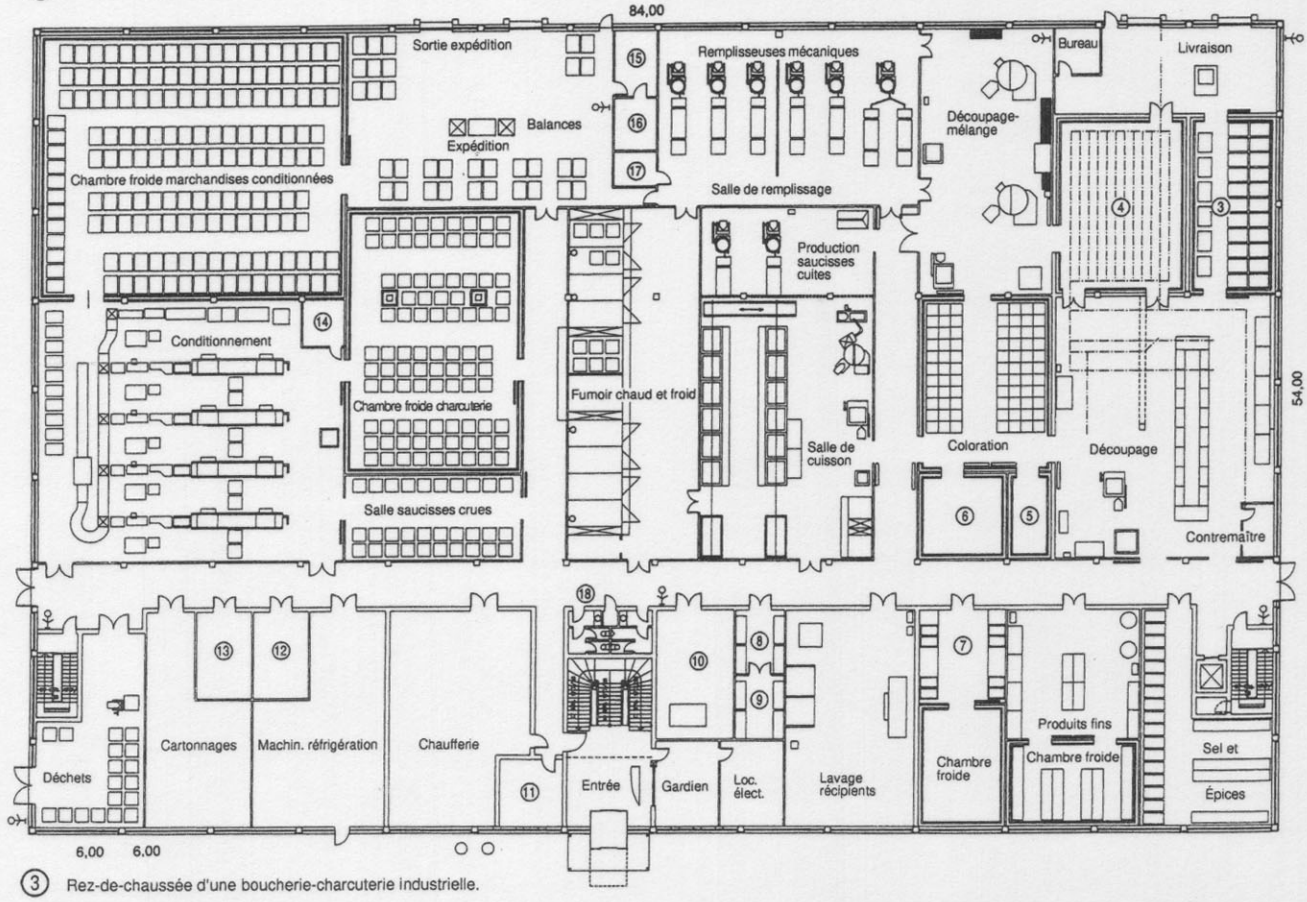
Il en résulte, du point de vue de la physique de la construction, de fortes exigences pour la construction et les matériaux.



① Coupe transversale (fig. 2 et 3).



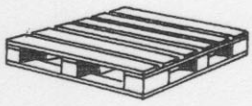
② Premier étage.



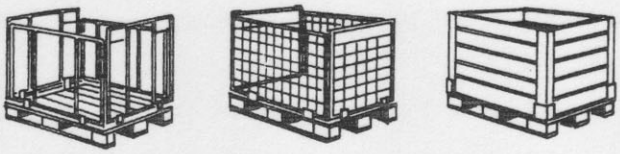
③ Rez-de-chaussée d'une boucherie-charcuterie industrielle.



① Palette de chargement.

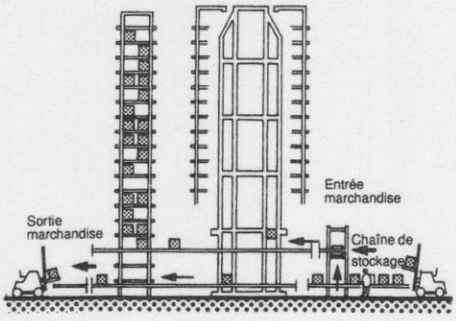


② Palette de chargement plate 80/120 100/120.

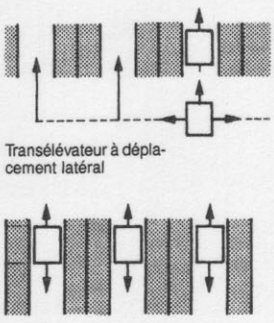


③ — ⑤ Caisses d'empilement.

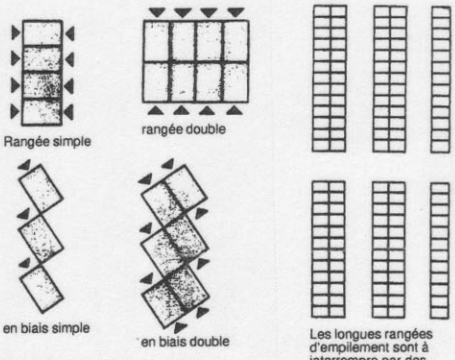
Les entrepôts à stockage vertical remettent aujourd'hui en cause la technique du stockage; on utilise des systèmes élévateurs de grande capacité et même des mises en stock entièrement automatiques commandées par ordinateur. Les fabricants d'ascenseurs et de chariots élévateurs à fourche proposent des systèmes qui améliorent la capacité de stockage et la vitesse de transbordement. Cette capacité est déterminée par la hauteur et la densité du stockage. Les moyens de transport utilisés sont des chariots élévateurs à fourche (fig. 12), des transélévateurs (transstockeurs) (fig. 14) et des grues empileuses (ponts roulants) (fig. 13). Ces moyens sont souvent entièrement automatiques, c'est-à-dire qu'ils fonctionnent sans conducteur ni surveillance.



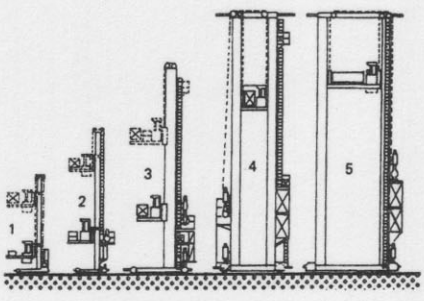
⑥ Système de stockage commandé par ordinateur.



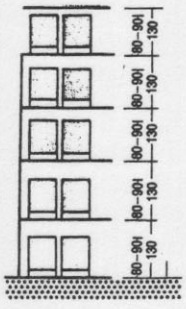
⑦ Plusieurs transélévateurs, chacun dans une allée.



⑧ Façons d'empiler des palettes.



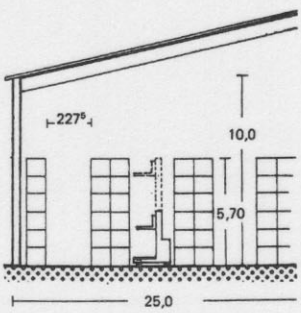
⑨ Transélévateurs.



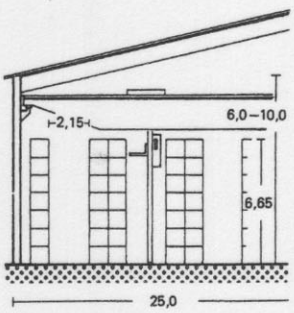
⑩ Hauteur totale d'empilement.

Type	1				2		3								4	5
Hauteur normalisée (m) 1000 / 500 / ch. utile (daN) 300 / 200 (daN = kg)	8	8	15	15	15	15	10	10	15	15	20	20	30	30	40	40
Ch. utile max. (daN)	300	200	300	200	500	500	1500								1500	3000
Largeur du passage min.-max. (mm)	950–1200				1050–1400		1250–1800								1400–1800	1500–2000
Vit. de déplacement max. (m/min.)	80				125		160								160	160
Vitesse d'élévation max. (m/min.)	12				25		32								40	40
Vit. d'empilement max. (m/min.)		25		25		32	32								32	32
Container palette	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Prép. des expéd.		•		•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Guidage autom.							•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Transstockeur							•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

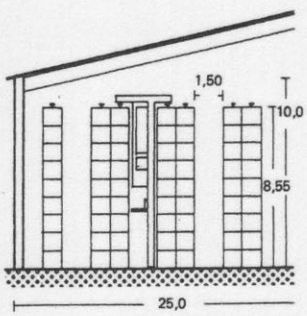
⑪ Capacités des transélévateurs (fig. 9).



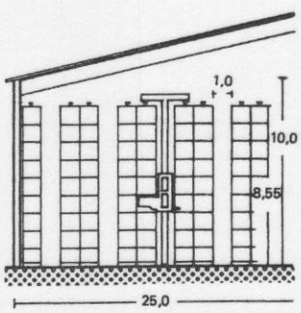
⑫ Exploitation du volume de stockage avec un élévateur à fourche.



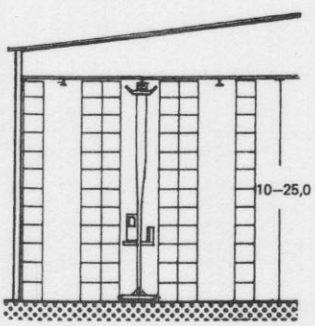
⑬ avec un pont gerbeur.



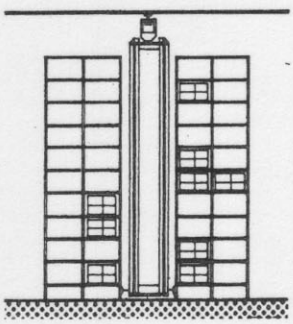
⑭ avec un transstockeur à mât rétractable.



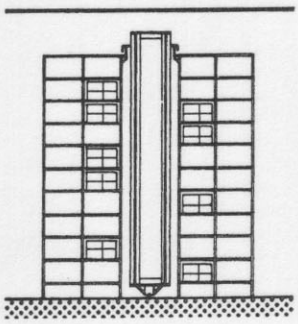
⑮ avec un transstockeur à fourche coulissante.



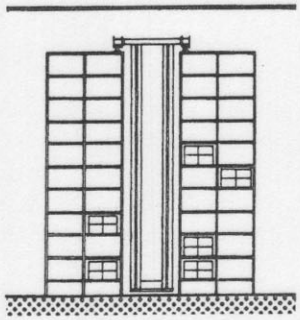
⑯ Hall à stockage vertical (silo à palettes).



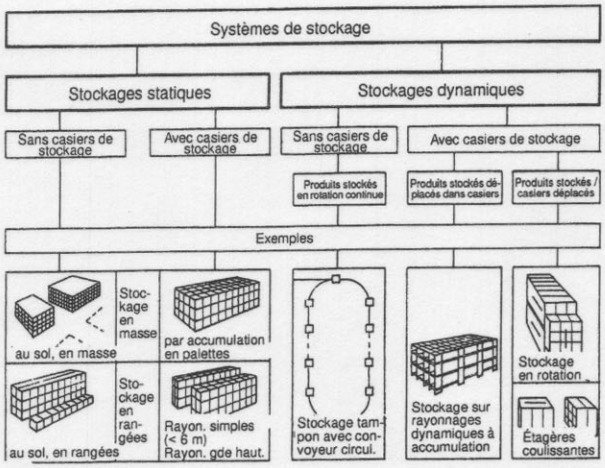
⑰ Possibilité pour disposition du rail de guidage; rail de guidage en haut.



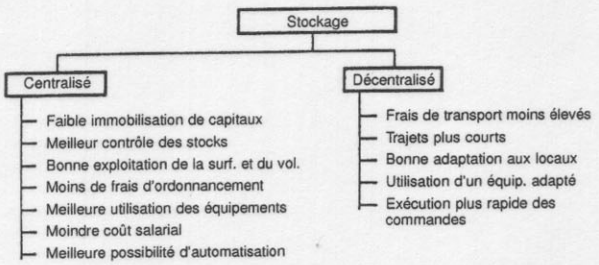
⑱ Rail de guidage en bas.



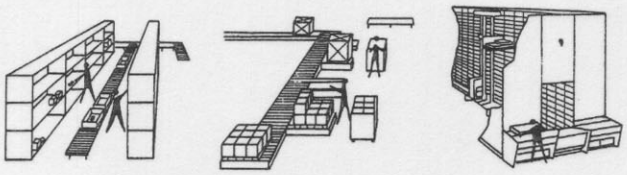
⑲ Double rail de guidage sur les rayonnages.



① Classification des systèmes de stockage.



② Avantages d'un stockage centralisé et décentralisé.

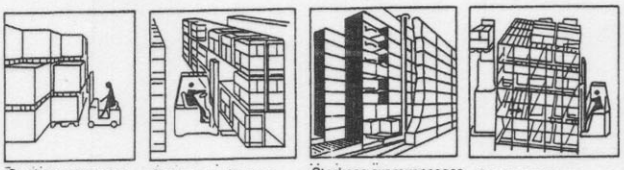


Système de préparation des commandes :
Stockage statique
Transport unidimensionnel
Prélèvement manuel
Livraison décentralisée

Système de préparation des commandes :
Stockage dynamique
Transport unidimensionnel
Prélèvement manuel
Livraison centralisée

Système de préparation des commandes :
Stockage dynamique
Transport bidimensionnel
Prélèvement manuel
Livraison décentralisée

③ Divers systèmes de préparation des commandes.

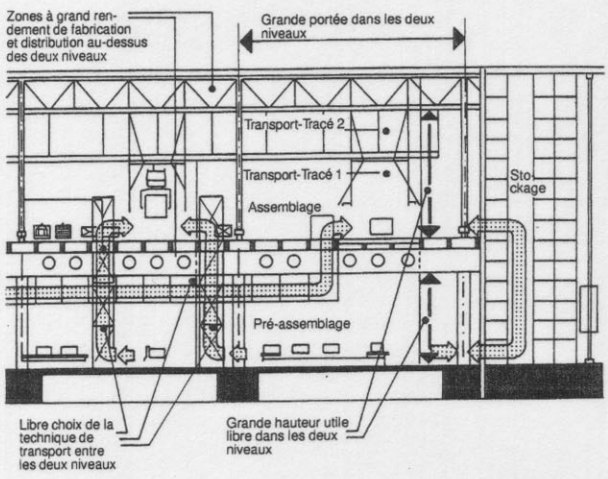


Stockage en masse | Stockage en hauteur | Stockage sur rayonnages grande hauteur | Stockage sur rayonnages dynamiques

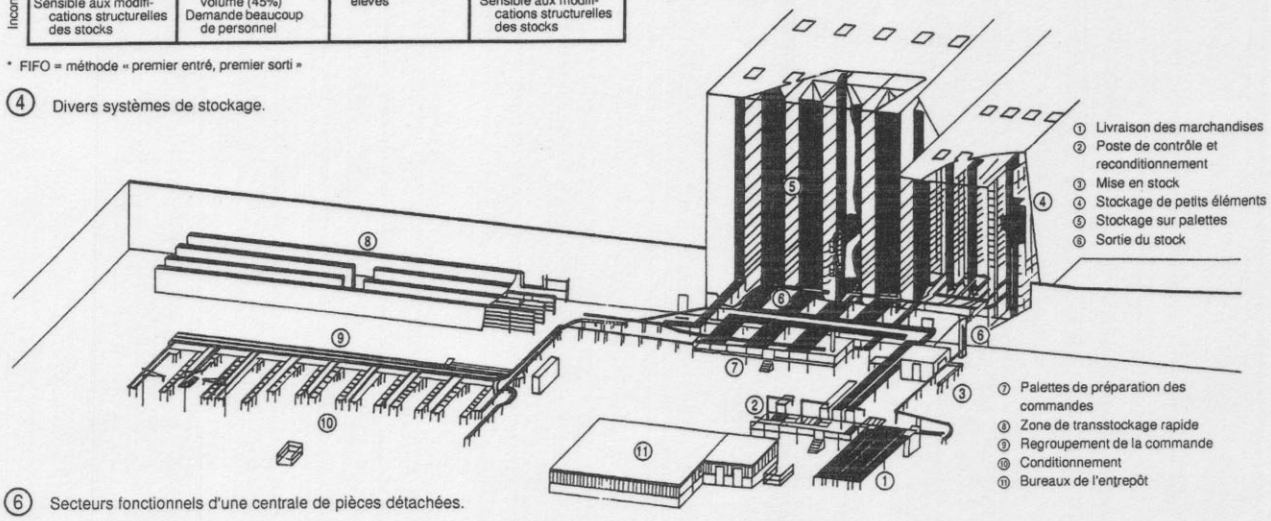
Utilisation	Stockage important par codes-articles Stockage temporaire	Fort taux de rotation	Grand assortiment de références Faible rotation du stock Fonctionnement automatique	Petit assortiment de références Stock important par codes-articles Fort taux de rotation
Avantages	Pas de frais d'installation Taux élevé d'utilisation de la surface et du volume (80%)	Investissements faibles ou moyens Accès facile Universalité	Accès facile à chaque article Taux élevé d'utilisation de la surface et du volume (60%) FIFO* possible	FIFO* garanti Accès facile et constant à chaque article Taux élevé d'utilisation de la surface et du volume (65%)
Inconvénients	FIFO* impossible Pas d'accès direct à chaque palette Peu automatisable Sensible aux modifications structurelles des stocks	FIFO* possible dans certains cas Faible taux d'utilisation de la surface et du volume (45%) Demande beaucoup de personnel	Construction à une seule fin Frais d'investissement élevés	Frais d'investissement élevés Frais techniques élevés Sensible aux modifications structurelles des stocks

* FIFO = méthode « premier entré, premier sorti »

④ Divers systèmes de stockage.



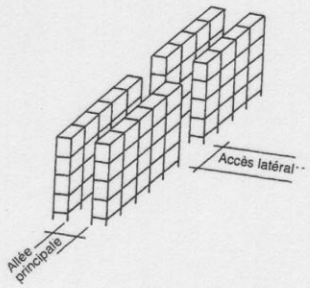
⑤ Exemple d'un stock de production intégré dans le processus de montage.



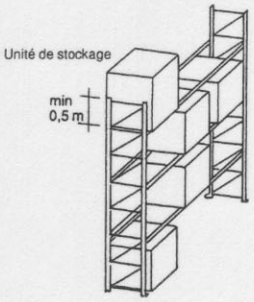
⑥ Secteurs fonctionnels d'une centrale de pièces détachées.

Les aspects logistiques concernant le flux des produits et des matériaux se trouvent au cœur de la **conception et du choix des systèmes de stockage**. Il est nécessaire de rapprocher l'aspect commercial et la conception.

L'applicabilité des différents systèmes dépend des choix suivants :
- stockage centralisé ou décentralisé,
- capacité de transbordement,
- organisation logistique interne avec méthode de travail à déterminer à long terme,
- adéquation entre le type de stockage et l'installation de transport.



① Largeur minimale des accès entre rayonnages avec service manuel.



② Exemple d'une protection contre la chute latérale.

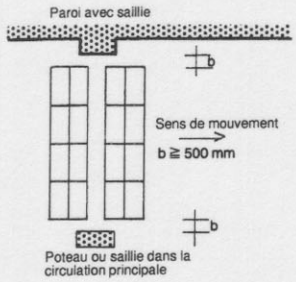
Stockage sur rayonnages en hauteur

L'option pour un stockage sur rayonnages en hauteur entraîne une réflexion sur la construction, le montage et le fonctionnement interne. Les rayonnages d'une hauteur > 12 m sont assujettis à la procédure d'accord de l'inspection du travail, aux directives relatives à la sécurité des marchandises ainsi qu'aux directives des corporations professionnelles.

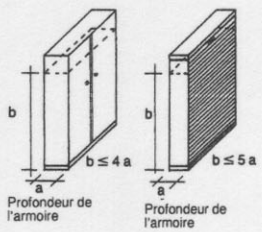
Protection contre l'incendie

L'inspection des travaux exige les mesures suivantes pour les halls de stockage et autres entrepôts :

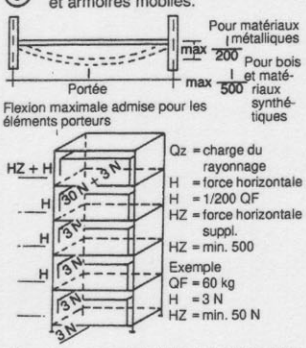
- les allées et issues de secours doivent conduire à l'extérieur ou dans des cages d'escaliers réglementaires avec une longueur maximale de 35 m à parcourir,
- un mur coupe-feu tous les 2 000 à 3 000 m²,
- la présence d'extincteurs, en plus des extracteurs de fumée et de chaleur,
- pour le stockage de marchandises inflammables en rayonnages en hauteur, une installation d'extinction d'incendie doit être installée,
- la construction doit avoir une résistance au feu suffisante, adaptée à la réglementation.



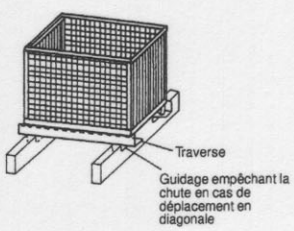
③ Écartement du mur des rayonnages et armoires mobiles.



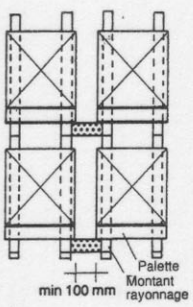
④ Rapport entre profondeur et hauteur d'une armoire.



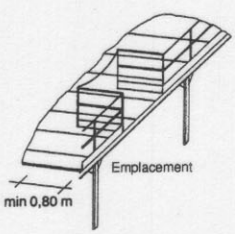
⑤ Charges admissibles pour dispositifs de stockage.



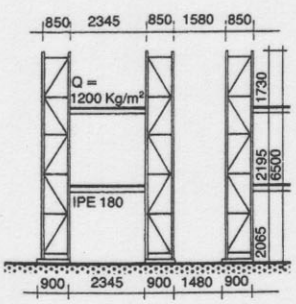
⑥ Traverses pour caisses-palettes métalliques.



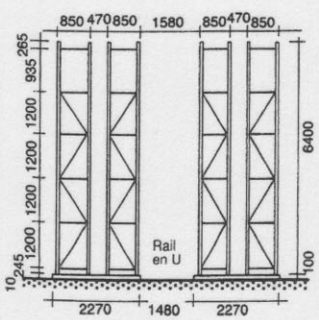
⑦ Protection contre le glissement des palettes sur rayonnages.



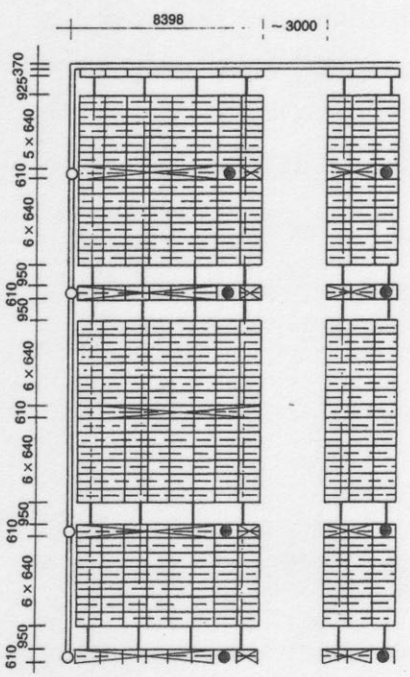
⑧ Exemple d'un emplacement protégé.



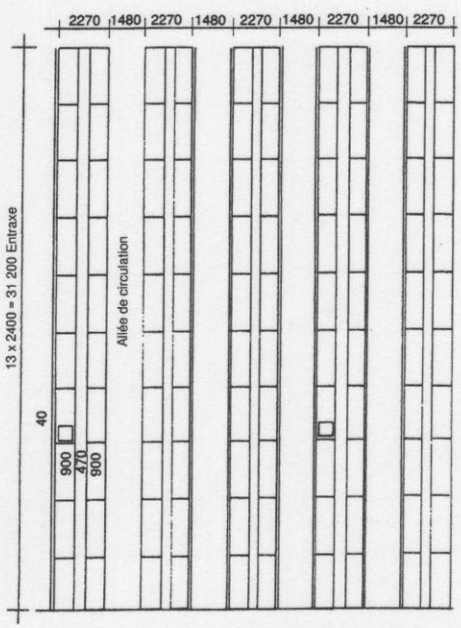
⑨ Coupe sur un palettier pour service mixte manuel et par chariot élévateur.



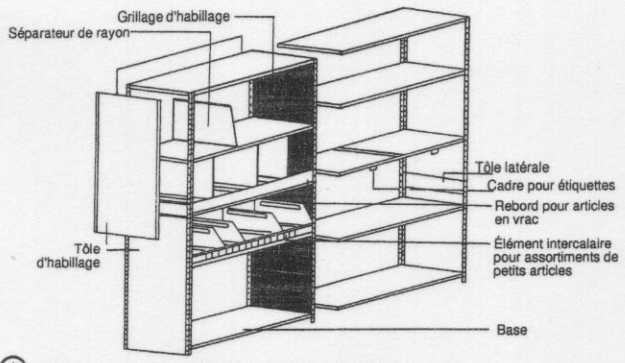
⑩ Coupe sur un rayonnage pour palettes pour service par chariot élévateur. Le rail en U est une trame de guidage pour le chariot élévateur.



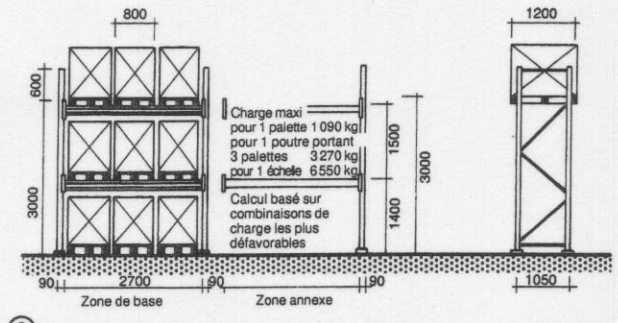
⑪ Détail d'un système de rayonnages roulants pour classeurs d'archives.



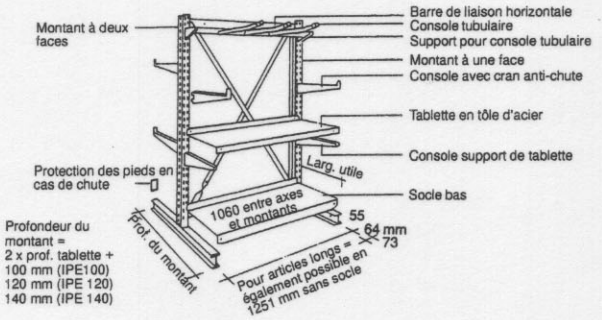
⑫ Vue en plan d'un stockage de roulements à billes par palettiers.



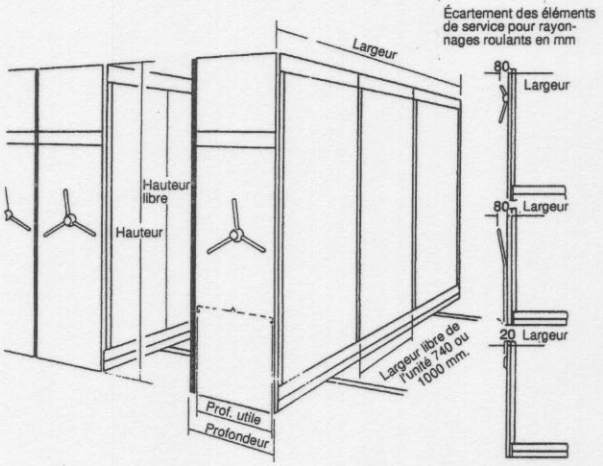
① Système vissable sur cornières, pour tous usages.



② Système de rayonnages pour europalettes.



③ Système de rayonnages en console.



Profondeurs										Hauteurs	
Profondeur (mm)	Ray. roul.				640	760	840	940	1040	Haut.	Haut. libre
	Ray. fixes	370	410	510	610	730	810	910	1010	(mm)	(mm)
Profondeur utile		360	400	500	600	720	800	900	1000	2105	1850
										2405	2150
										2705	2450

Largeur (mm)	2170	2436	2689	2949	3208	3468	3727	3987	4246	4506	4765	5025	5284	5544	5803	6063	6322	6582	6841	7101	7360	7620	7879	8139	8398	8658	8917	9177	9436
Nombres d'unités 1000 mm	2	0	1	2	3	1	2	3	4	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
Largeur libre unité 740 mm	0	3	2	1	0	3	2	1	0	3	2	1	0	3	2	1	0	3	2	1	0	3	2	1	0	3	2	1	0

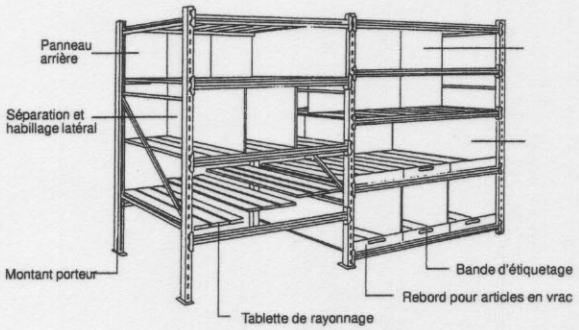
⑤ Rayonnages roulants avec déplacement manuel ou par moteur électrique.

Systèmes de rayonnages

Les systèmes de rayonnage traditionnels les plus appréciés dans les halls industriels sont le **rayonnage à tablettes** avec tablettes à visser ou à emboîter et cornières perforées, ou le **système de rayonnage extensible** avec une ossature préfabriquée dans laquelle on emboîte des tablettes en acier (temps de montage réduit). Ces types de rayonnages sont disponibles en tôle perforée, tôle pleine ou en casiers grillagés. Les systèmes préfabriqués s'utilisent jusqu'à une hauteur de 4,50 m et jusqu'à une charge de 250 kg/plancher.

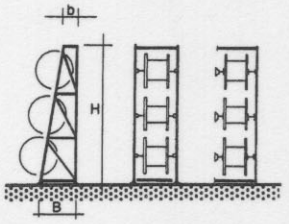
Pour des sollicitations ou hauteurs plus élevées, les **rayonnages pour palettes** sont mieux adaptés. On suspend dans les montants en profilés en U avec leur chevronnage des lisses en profilés IPE avec éclisses soudées. Le renforcement vertical est réalisé par des tendeurs en fer plat. Les rayonnages avec 2,80 m entre les montants (permettant le stockage de trois europalettes les unes à côté des autres) sont devenus les plus courants. En utilisant un chariot élévateur on peut ainsi utiliser des rayonnages d'une hauteur allant jusqu'à 12 m. On peut construire des plates-formes intermédiaires pour ensembles autoportants à plusieurs niveaux pour une charge jusqu'à 500 kg/m².

Il existe également des **rayonnages spéciaux pour fûts** (environ 2 000 kg de charge par rayon), **pour tourets de câble** (poids touret env. 1 000 kg par axe), **pour barres, pour pneus, des rayonnages en peigne, des rayonnages larges et des rayonnages roulants.**



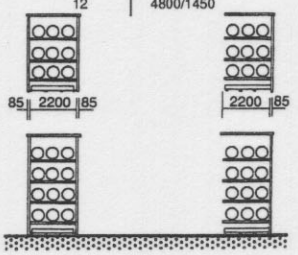
④ Rayonnages larges, profondeur 600-1100 mm.

Haut. des rangements H	Prof. du montant b/B
3300	400 x 900
3300	400 x 950
3600	400 x 1000
3900	400 x 1050

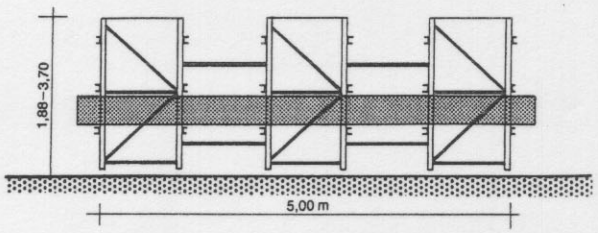


⑥ Rangements standards pour tourets de câble.

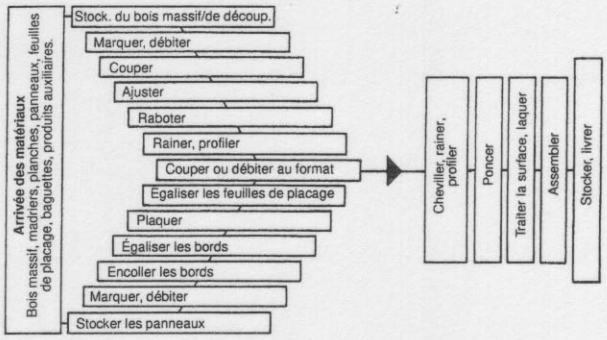
Nombre de fûts 2006	Hauteur des rayonnages/ prof. couverture en mm
9	3600/1450
12	4800/1450



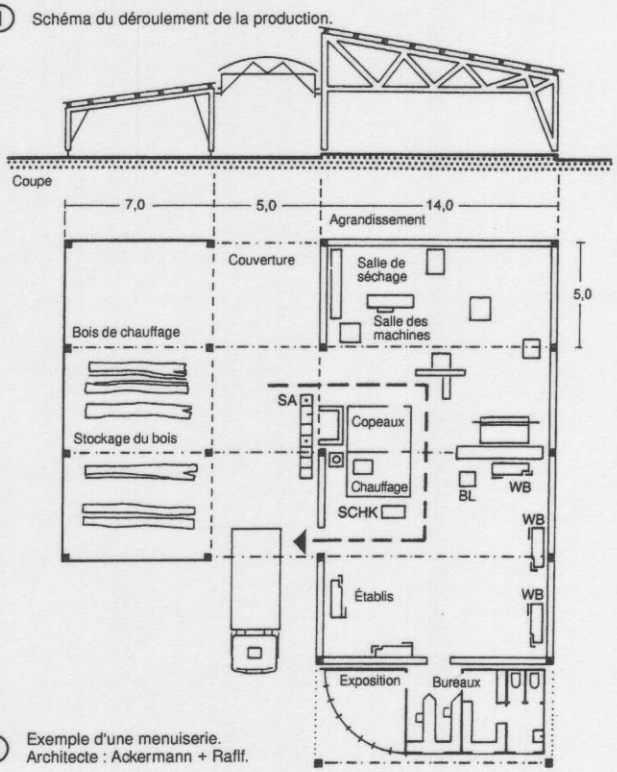
⑦ Rayonnages pour fûts, stockage à l'extérieur



⑧ Rayonnages amovibles sur consoles.



① Schéma du déroulement de la production.



② Exemple d'une menuiserie.
Architecte : Ackermann + Raflf.

Dans leur conception actuelle, les halls sont moins longs et plus ramassés (fig. 2 et 3). Solution généralement plus économique : terrain mieux exploité, trajets et distribution plus courts. Éclairage complémentaire par le haut. Les étages se prêtent mal à la fabrication, mais sont conseillés pour les bureaux, locaux annexes, stockages de petites pièces et de feuilles de placage précieuses. Construction généralement à ossature acier, béton armé ou bois. Utiliser pour les murs et les toits des éléments de construction de grand format avec une bonne isolation thermique et phonique. Vitrage en verre isolant, souvent fixe. Petite surface pour ventilation et vue sur la fabrication. (p.332).

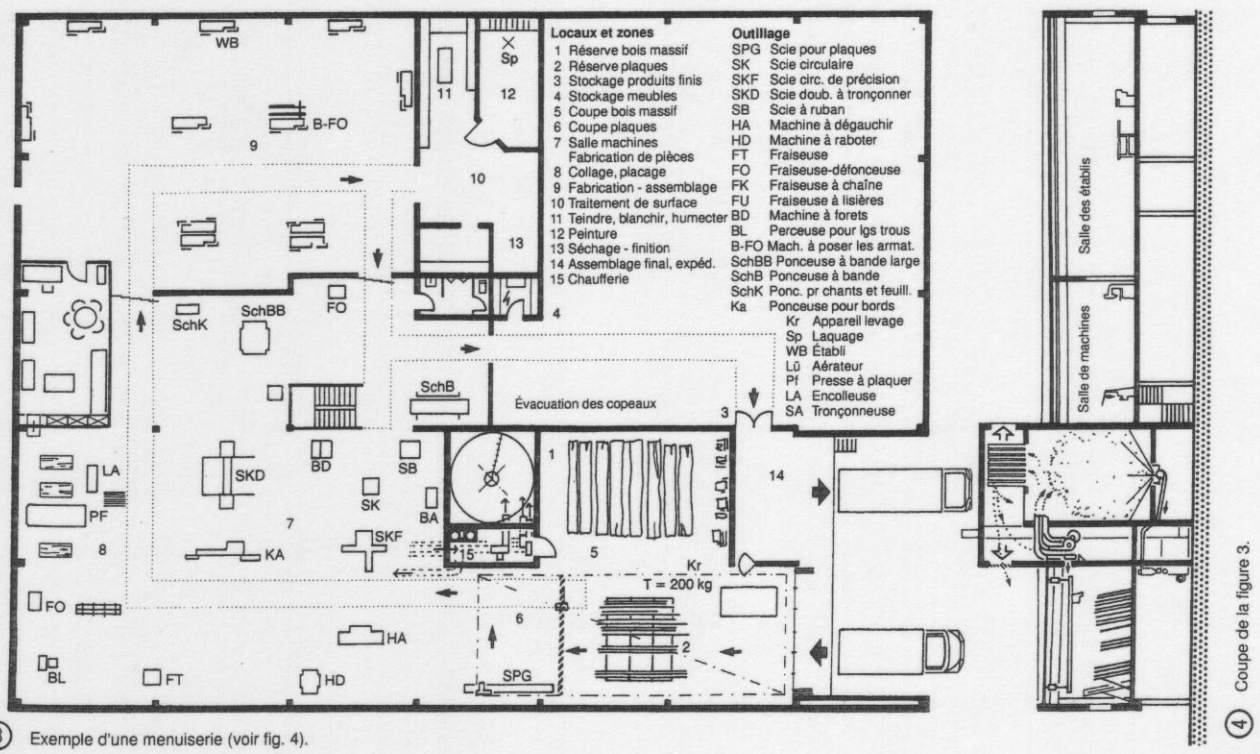
Surface nécessaire : Pour les exemples donnés, on compte en moyenne 70-80 m² par employé (sans entrepôt ouvert).

Dans presque tous les cas, même dans les petites entreprises, une aspiration des copeaux, de la sciure et de la poussière est nécessaire, pour des raisons de réglementation et d'économie industrielle. Disposition des machines selon enchaînement des opérations. On réduit le bruit des machines en les posant sur des socles métalliques isolés phoniquement.

Circuit général de production : pour les petites entreprises (jusqu'à 10 salariés), circuit en ligne ou en L.

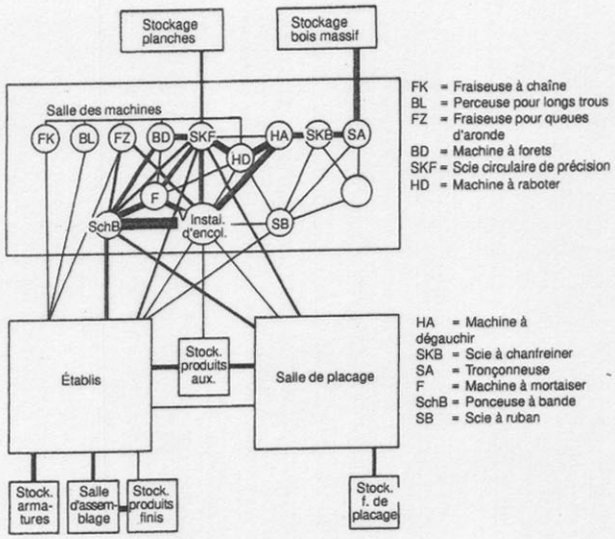
Pour moyennes entreprises avec plus de 10 salariés, circuit en U ou circulaire (carré). Pour ce dernier, on regroupe les fonctions suivantes : portail, chargement et déchargement, rampe, surveillance, vérification, arrivée des marchandises, expédition.

Enchaînement des opérations : stock de bois, débitage, étuve de séchage, salle des machines, salle des établis, traitement de surface, stockage, conditionnement. La salle des machines et la salle des établis sont séparées par un mur comportant des portes (fig. 3). Les bureaux et la place du chef d'atelier sont vitrés avec vue sur l'atelier. Plancher de l'atelier en bois, pavés de bois ou en xylolithe. Tous les postes de travail doivent faire face à la lumière. Bande de fenêtres continue, allèges hautes (1,00-1,35 m).



③ Exemple d'une menuiserie (voir fig. 4).

④ Coupe de la figure 3.



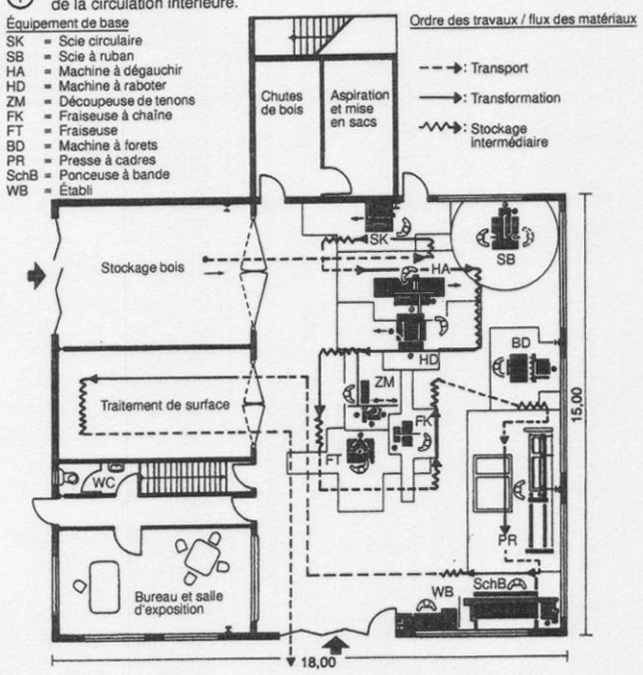
① Organigramme des moyens de production. L'épaisseur du trait est fonction du flux de la circulation intérieure.

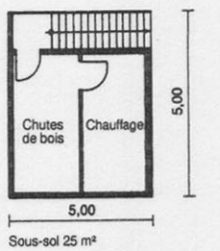
Dans leur conception actuelle, les halls sont moins longs et plus ramassés.
Solution globalement plus économique. Terrain mieux exploité. Les conduites de distribution pour chauffage, aspiration, électricité, air comprimé, etc. sont moins longues. Éclairage complémentaire par le haut. Les étages se prêtent mal à la fabrication, mais sont conseillés pour les bureaux, locaux annexes, stockages de petites pièces, locaux pour personnel, etc.

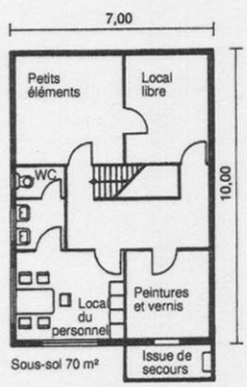
Surface nécessaire : Pour les exemples donnés, on compte en moyenne 70-80 m² par employé (sans entrepôt ouvert).

Locaux et parties principales

Entrepôt :
Pour bois massif, plaques, placages, verre, matières synthétiques et ferrures, stockage provisoire, stockage de produits finis, semi-finis et meubles à commercialiser.







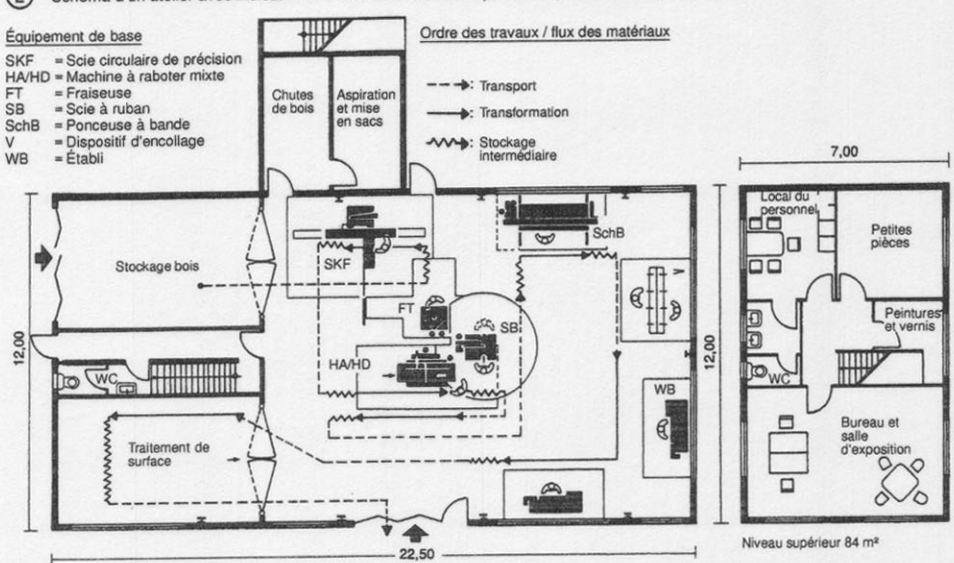
② Schéma d'un atelier avec indication de l'enchaînement des opérations (menuiserie en bâtiment).

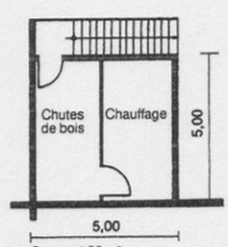
Salles de fabrication :
Pour sécher et débiter le bois massif, les plaques et les placages ; salle de machines pour fabrication des éléments, transformation du bois massif et des plaques ; collage et plaquage, fabrication et assemblage, travaux sur établi ; salle de prise ; finition, assemblage final et expédition ; usinage des métaux.

Administration et bureaux :
Bureau du chef d'atelier, bureau technique, comptabilité, direction, antichambre, salle de conférence, directeur.

Salle du personnel et locaux annexes.

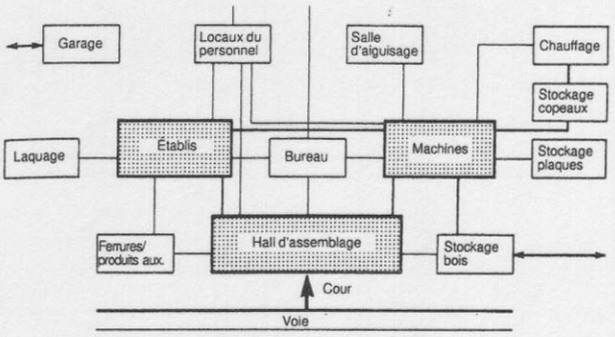
Sols :
Plancher de l'atelier en bois, pavés de bois ou xylolithe (pas de béton). Le poste de travail ne doit pas être poussiéreux (la poussière fine émousse les outils). Emplacement des machines selon enchaînement des opérations. Travailler partout face à la lumière. La surface vitrée doit être 1/8e de la surface du sol.



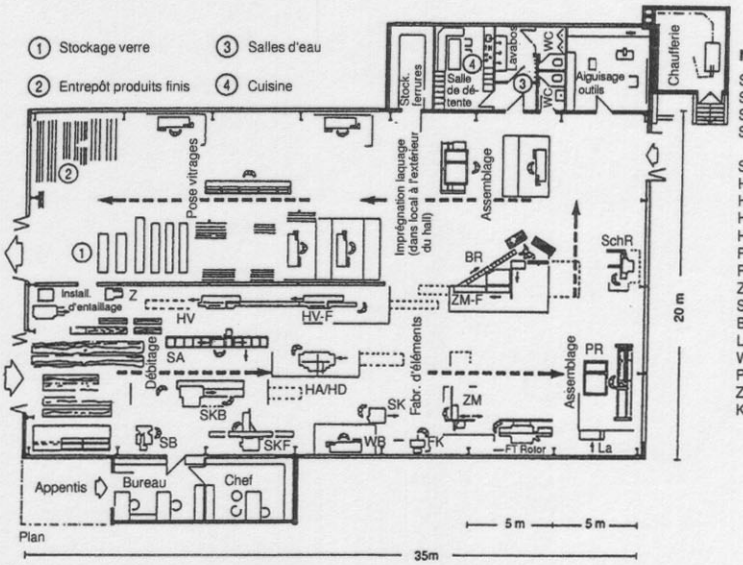


③ Schéma d'un atelier avec indication de l'enchaînement des opérations (atelier de travaux de second œuvre).

Conception de l'usine : Détermination des données et bases relatives à l'usine, moyens d'exploitation, rendement, rentabilité, distribution (électricité, etc.,) charges sur plancher, place nécessaire, frais, méthodes de fabrication, temps de fabrication, personnel nécessaire, organisation technique de l'usine.
Matériaux : types, quantités, poids, encombrement. *Stockage* : dimensions, encombrement. *Approvisionnement énergétique* : chaleur, électricité, air comprimé. *Déchets* : types, place nécessaire, traitement des déchets. Organisation de l'usine et des opérations. Plan d'utilisation de la surface disponible (maquette).



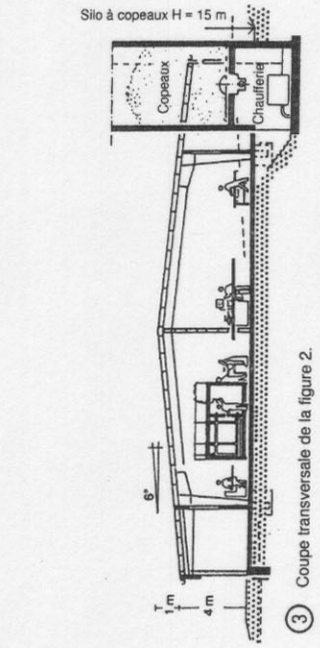
① Schéma de fonctionnement d'un atelier de charpente et d'ossature bois.



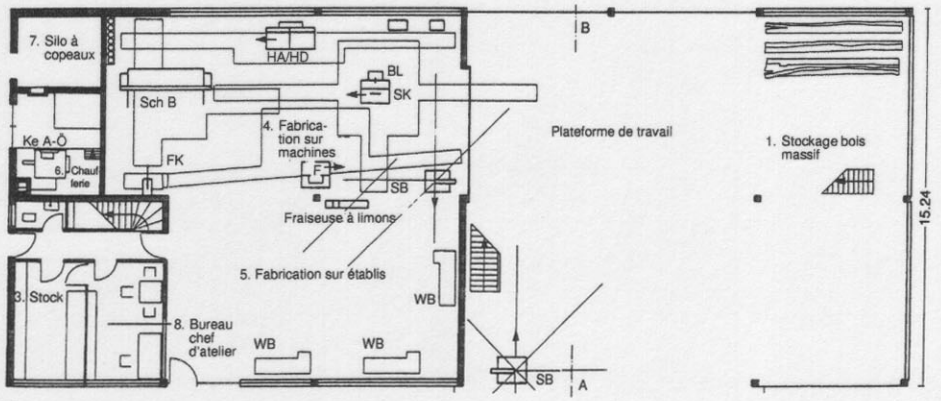
Moyens de production

SA = Tronçonneuse
SK = Scie circulaire
SKB = Scie à chanfreiner
SKF = Scie circulaire de précision
SB = Scie à ruban
HA- = Machine à dégauchir
HD = Machine à raboter
HV = Rectifieuse de précision
HV-F = Fraiseuse 1 face
FT = Fraiseuse
FK = Fraiseuse à chaîne
ZM = Découpeuse de tenons
SchR = Ponceuse pour cadre
BR = Glissière à galets
LA = Encolleuse
WB = Établi
PR = Presse à cadre
Z = Hacheur
Kett = Chaudière pour chutes de bois

② Exemple d'un atelier de charpente (vitrerie) (fig. 3).

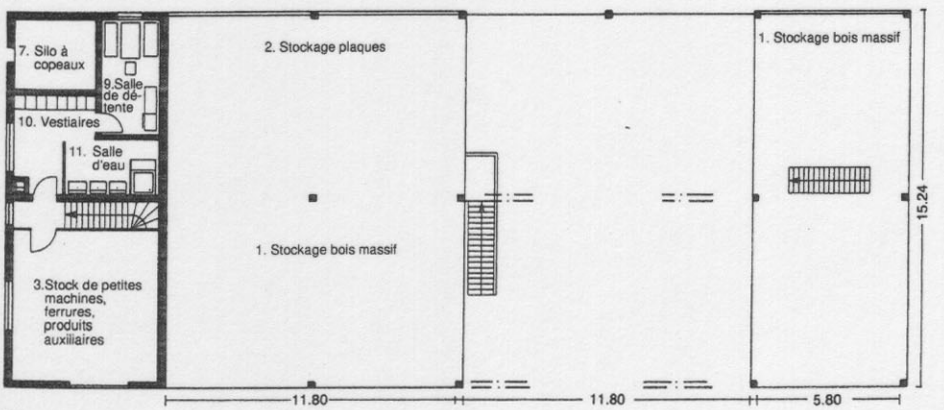


③ Coupe transversale de la figure 2.

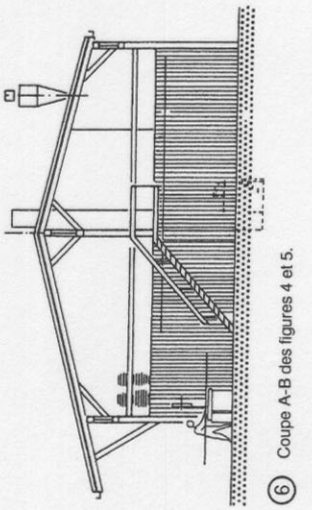


1 Stockage bois massif
2 Stockage planches
3 Stockage petites pièces
4 Fabrication sur machines
5 Fabrication sur établi
6 Chaufferie
7 Silo à copeaux
8 Bureau chef d'atelier
9 Local détente
10 Vestiaires
11 Salle d'eau
SB Scie à ruban
SK Scie circulaire
BL Perceuse pour longs trous
HA/HD Machine à raboter mixte
F Machine à mortaiser
FK Fraiseuse à chaîne
SchB Ponceuse à bande
WB Établis
Ke-A-Ö Chaudière mixte fuel/chutes de bois

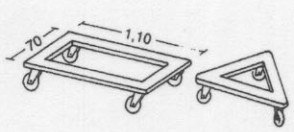
④ Exemple d'un atelier d'ossature bois - Rez-de-chaussée (fig. 5 et 6).



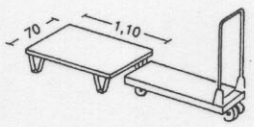
⑤ Niveau supérieur (fig. 4 et 6).



⑥ Coupe A-B des figures 4 et 5.



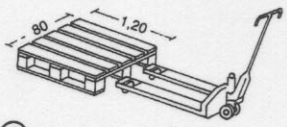
① Cadres roulants.



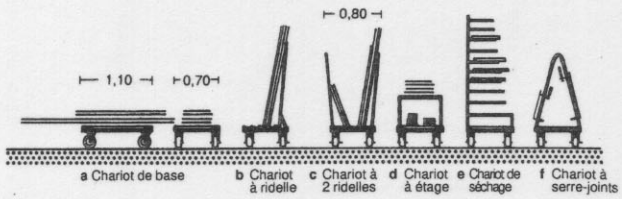
③ Chariot élévateur.



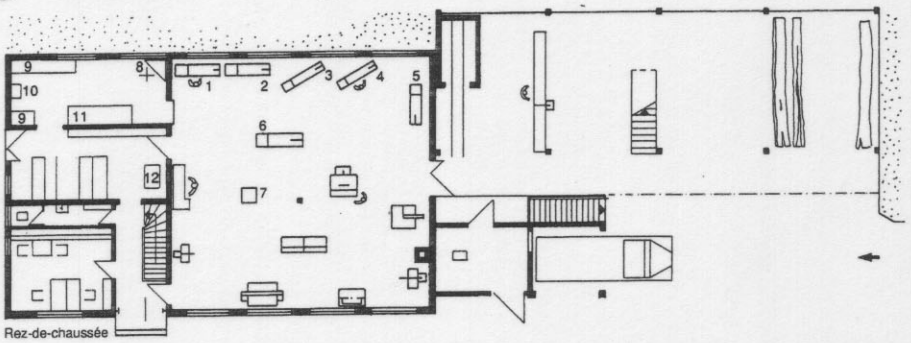
② Plateau roulant à levier.



④ Chariot élévateur à fourche.

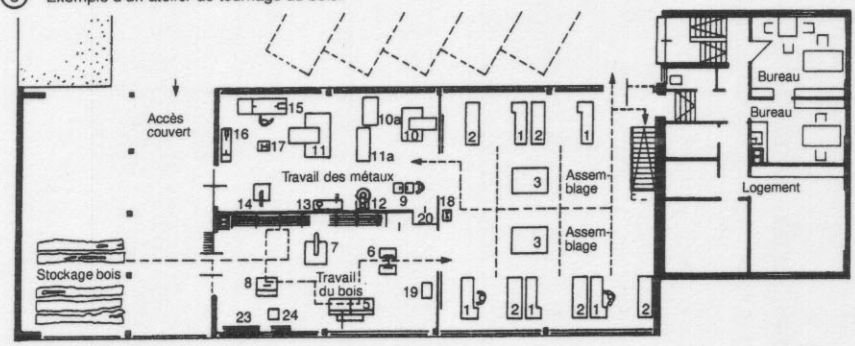


⑤ Chariot avec différentes superstructures interchangeables.



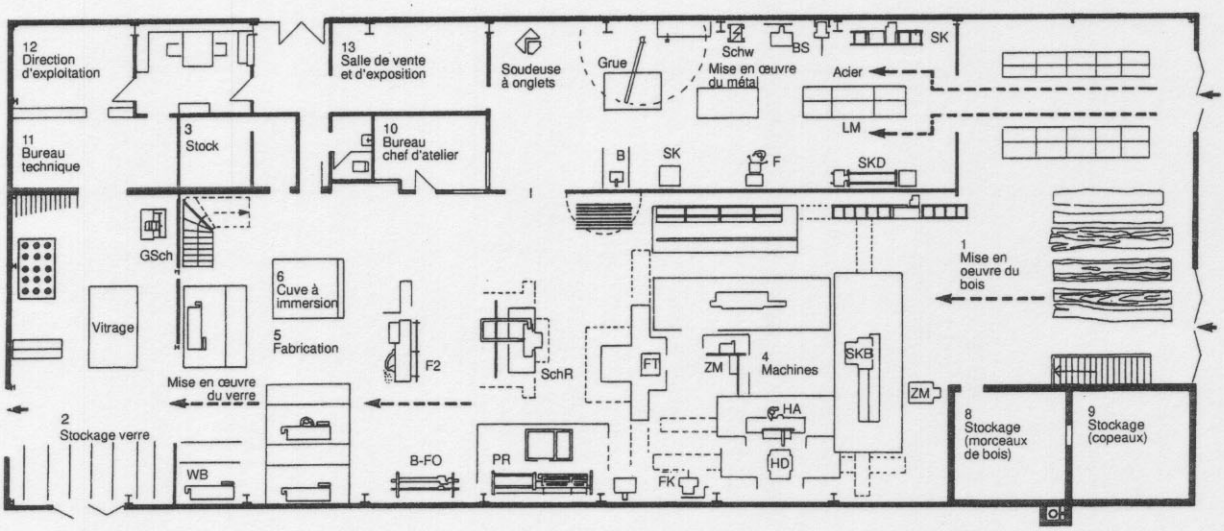
1-5 Tours
6 Tour automatique
7 Tour pour barres rondes
8 Peinture au pistolet
9 Table de pose
10 Appareil de laquage
11 Sécheuse à laque
12 Tambour de polissage

⑥ Exemple d'un atelier de tournage du bois.



Assemblage - Salle des établis
1 Établi
2 Établi à outils
3 Marbre à dresser
Travail du bois
5 Machine à raboter mixte (dégauchir, épaisseur)
6 Ponceuse à disque
7 Scie à ruban
8 Scie circulaire
Travail des métaux
9 Ponceuse à disque
10 Fraiseuse de précision 1 avec établi à outils
11 Fraiseuse de précision 2 avec établi à outils
12 Perceuse sur colonne
13 Établi avec étau et perceuse
14 Scie à ruban
15 Tour 1 (grand)
16 Tour 2 (petit)
17 Rectifieuse 1
18 Rectifieuse 2
19 Machine à aiguiser les outils
20/21 Armoires pour produits auxiliaires et outils
22 Rayonnages pour séchage
23 Stockage planches
24 Trappe pour chutes de bois

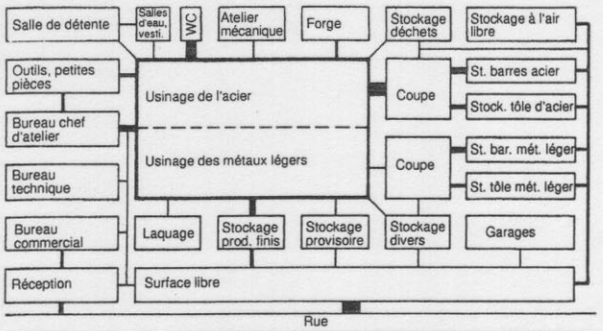
⑦ Exemple d'un atelier de fabrication de maquettes (cinq employés).



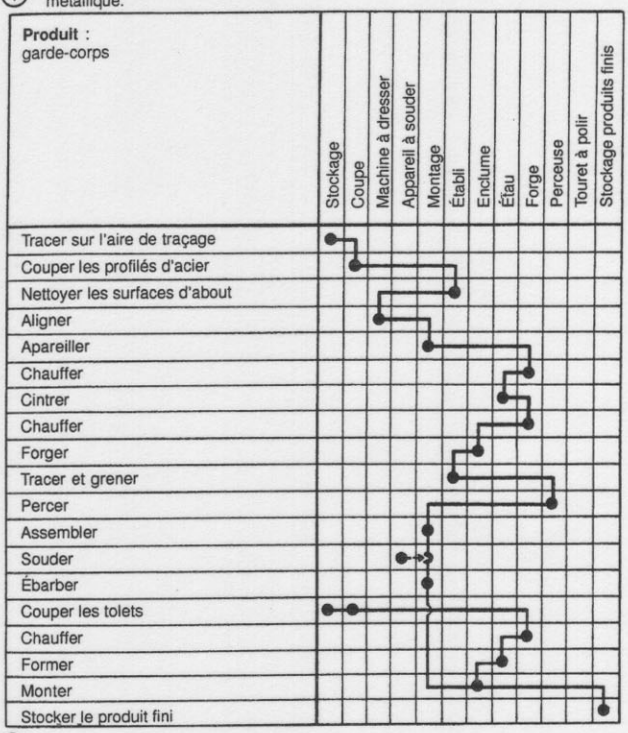
Rez-de-chaussée
1 Stokage bois massif
2 Stockage verre
3 Stockage produits aux. et ferrures
4 Machines
5 Fabrication, assemblage
6 Plonge immersion
7 Usinage des métaux
8 Stockage morceaux de bois
9 Stockage copeaux
10 Bureau chef d'atelier
11 Bureau technique
12 Direction d'exploitation
13 Salle de vente

SA Tronçonneuse
SPZ Scie à façon
SKB Scie à chanfreiner
SKD Scie double à tronçonner
SB Scie à ruban
HA Machine à dégauchir
HD Machine à raboter
GSch Machine à polir le verre
FT Fraiseuse
FK Fraiseuse à chaîne
B Perceuse
B-FO Machine à poser les ferrures
BS Perceuse sur colonne
ZM Découpeuse de tenons
HV-F Fraiseuse 1 face
GTA Table à découper le verre
F-2 Toupie
WB Établi
Ko Compresseur d'air
Fi Filtre anti-poussière
CAU Appareil à évacuer les copeaux
SchW Appareil à souder
SchR Ponceuse pour cadres
PR Presse à cadre

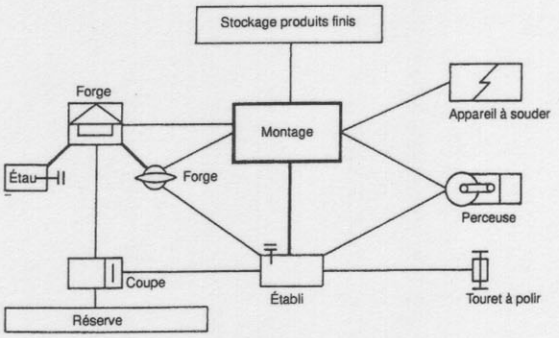
⑧ Exemple d'une miroiterie.



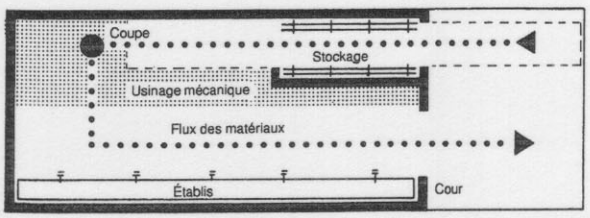
① Organigramme des locaux pour une entreprise d'usinage de métaux et construction métallique.



② Schéma graphique des liaisons.



③ Exemple d'un phasage des opérations pour des travaux de serrurerie en bâtiment (voir fig. 2).



④ Stockage de barres métalliques en rapport avec la manutention.

Exemple de capacité de rayonnages de stockage :

Rayonnage console : largeur l = 2 x 0,5 = 1,0 m
hauteur H = 2,0 m
longueur L = 6,0 m

Volume du rayonnage :
$V = l \times H \times L = 1,0 \times 2,0 \times 6,0 = 12,0\ m^3$

Stockage mixte : utilisation de la place de 20% env.

Quantité moyenne de matériaux par m^3 : r = env. 0,8 t/ m^3.

Total matériaux : R = V x r = 12,0 x 0,8 = 10 t (arrondi).

Nombre d'employés dans la fabrication : n = 8.

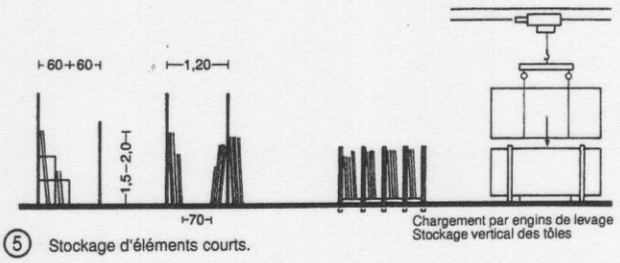
Besoin estimé en matériaux par an : B = 8 A x 7,5 t/A = 60 t.

Rotation des stocks : $\frac{B}{R} = \frac{60}{10} = 6$ fois

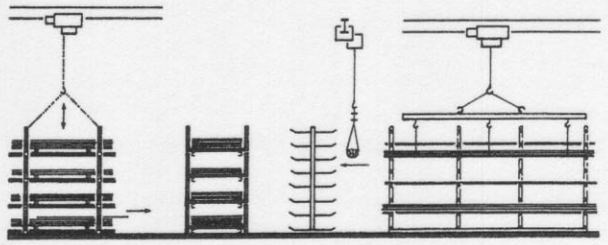
Un rayonnage à montants ne peut jamais être exploité à 100% du volume, étant donné l'inévitable place perdue (encombrement propre des rayonnages, espace de manutention, stockage imparfait).

Exploitation env. 40% : stockage homogène, avec les mêmes profilés dans les rayons.

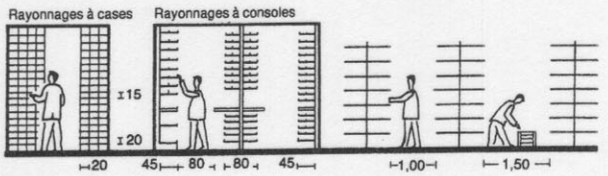
Exploitation env. 20% : stockage hétérogène.



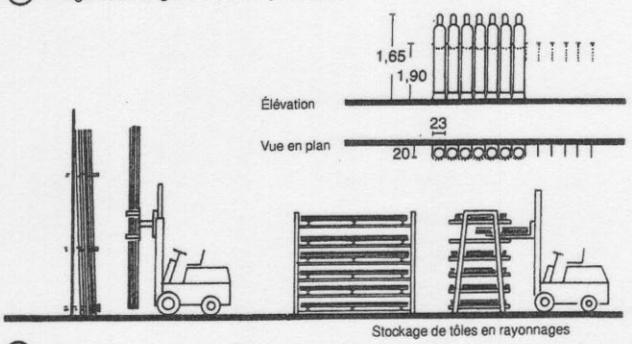
⑤ Stockage d'éléments courts.



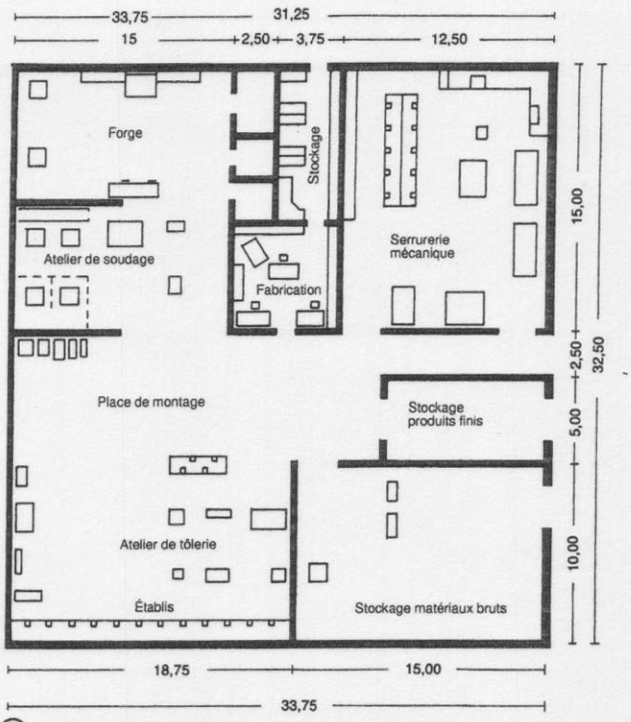
⑥ Stockage horizontal et transport de tôles ou barres métalliques.



⑦ Largeurs et longueurs entre rayonnages.

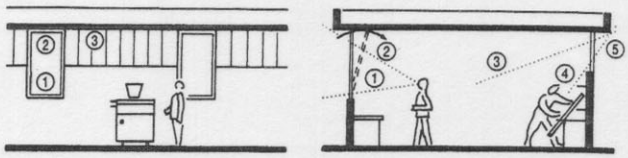


⑧ Stockage vertical de barres métalliques.

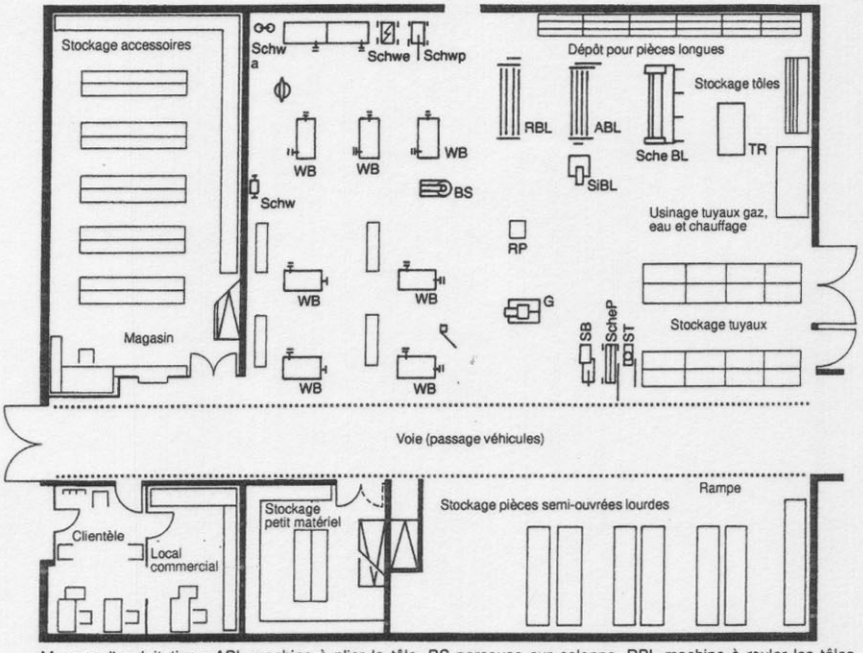


① Serrurerie avec disposition des machines et du stockage.

Les **grands ateliers** comprennent plusieurs postes de travail : (fig. 1). Soudage autogène, assemblage, construction et réparation, serrurerie d'art, de construction et mécanique, tous bien visibles des bureaux. Le plancher doit être en béton, ou mieux, en pavés de bois posés sur béton. Le meilleur éclairage pour l'atelier est l'éclairage par le haut ; prévoir un éclairage suffisant du poste de travail; commande individuelle des machines (boîtes de jonction dans le sol). Les **unités de soudage et de forgeage** doivent être fermées par des **portes en acier** même dans les moyennes entreprises. Assurer une bonne **ventilation**, habiller la table de soudage par des briques en chamotte. Pour le soudage de fonte et de métal, il faut du charbon de bois pour le préchauffage, plus une petite forge pour le soudage de bronze et pour forger et tremper. À proximité, récipients d'eau et d'huile pour le trempage.

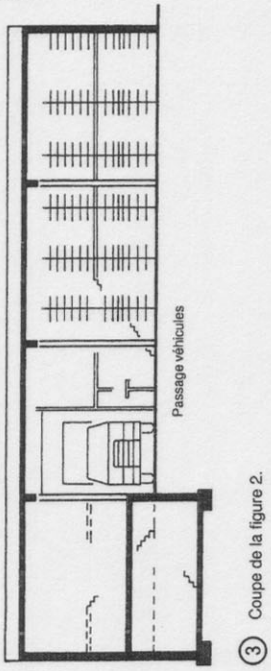


Fenêtres dans les grands ateliers :
① Poste de travail (vue libre), allège basse. ② Ventilation (ouvrants très hauts) ③ Lumière du jour suffisante vers le milieu du hall (fenêtres hautes) ④ Sécurité du travail (les manipulations devant une surface vitrée sont dangereuses). ⑤ En façade Sud, prévoir simplement un débord de toiture contre le soleil d'été gênant.

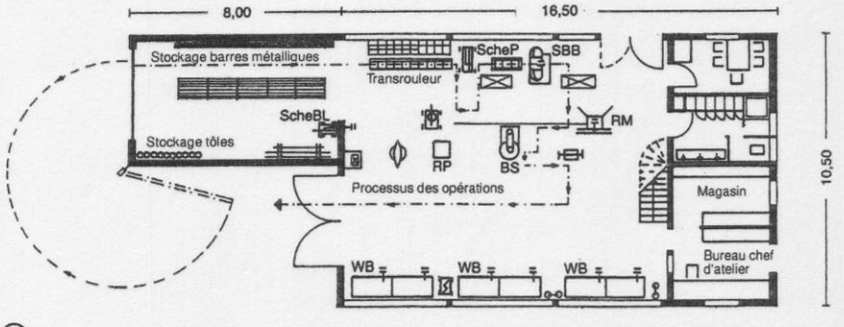


Moyens d'exploitation : ABL machine à plier la tôle, BS perceuse sur colonne, RBL machine à rouler les tôles, RM machine à dresser, RP marbre à dresser, SB scie alternative, SBB scie à archet, ScheBL cisaille à tôle, ScheP cisaille à profilés, SiBL machine à moulurer et à border , SE presse, Schw appareil à souder, Schwa appareil de soudage autogène, Schwe appareil de soudage électrique, SchwP soudeuse par points, TR table à tracer, WB établi

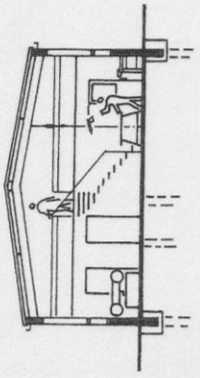
② Entreprise de chauffage-sanitaires.



③ Coupe de la figure 2.



④ Serrurerie en bâtiment et construction métallique fine.



⑤ Coupe de la figure 4.

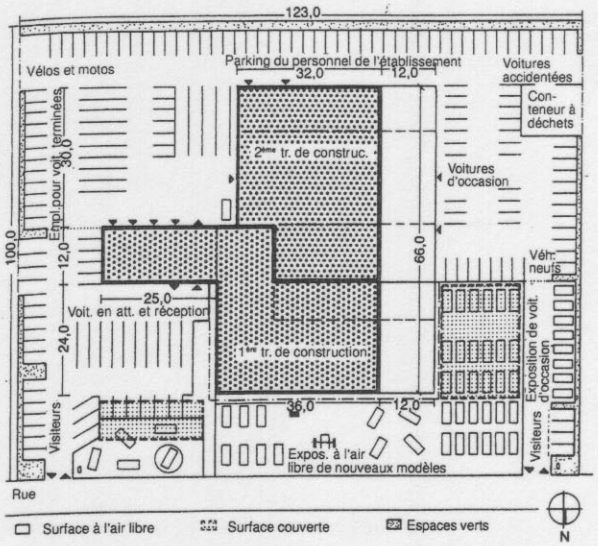
ATELIERS DE RÉPARATION AUTOMOBILE

Terrain

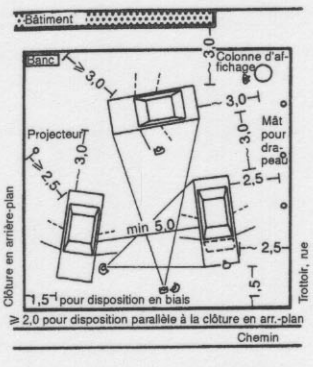
Le rapport surfaces bâties / surfaces non bâties est 1 / 3,5 environ.

Fonction / Organisation

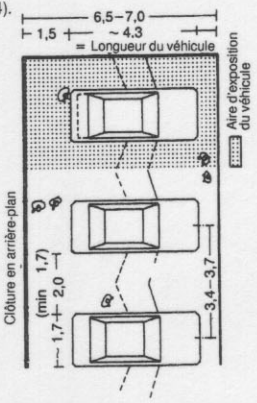
La conception est fondée sur le "système trois points" (fig. 6).
1er système trois points : bureau, atelier, stock de pièces de rechange.
2ème système trois points : salle de service, bureaux, stock de pièces de rechange.
Bureaux (selon importance de l'atelier) : bureau de direction 16-24 m², antichambre (secrét.) 10-16 m², chef des ventes 16-20 m², chef du service après vente 12-15 m², chef magasinier 10-15 m², local des vendeurs 9-12 m², salle de réunion 12-24 m², comptabilité 12-20 m², salle informatique 9-16 m², bureau d'exploitation 25-40 m². Surface de stockage 22-25 m² par poste de travail (réparations générales et tôlerie). Dimensions d'un poste de travail 4 x 7 m (réparations générales sur des voitures de tourisme, tôlerie, laquage; 5 x 10 m pour les camionnettes).



① Atelier de réparation standard V.A.G. (fig. 4).



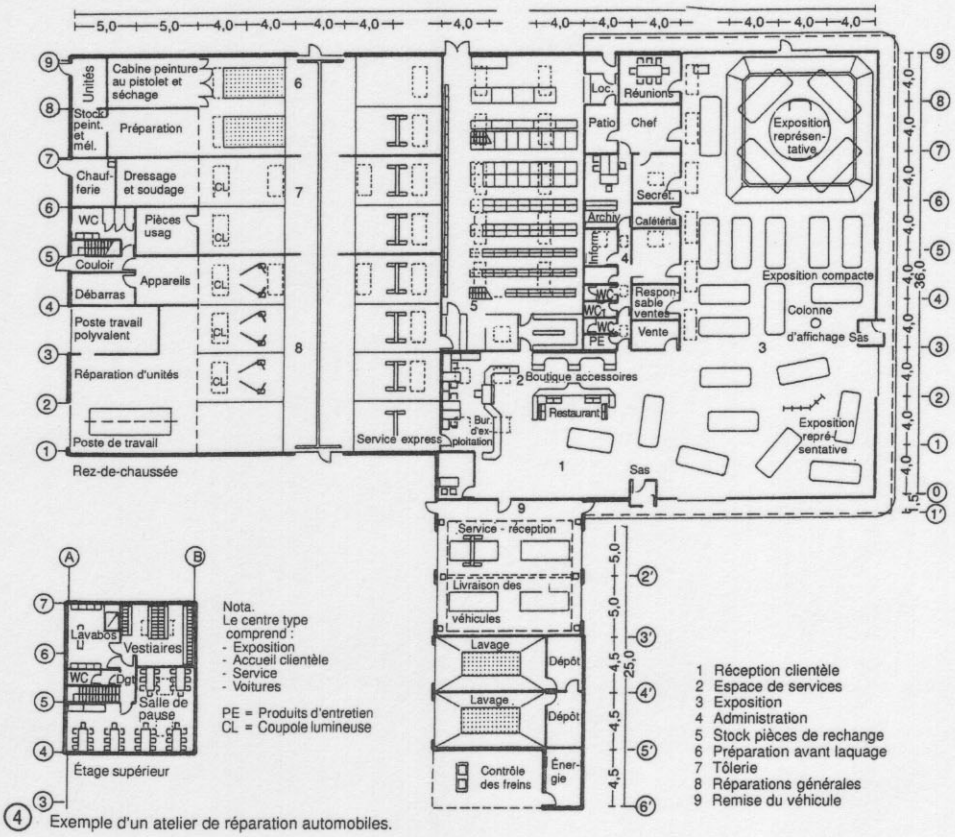
② Surface moyenne nécessaire pour exposition de voitures neuves.



③ Surface moyenne nécessaire pour une "surface d'exposition compacte"

Nombre de voitures vendues par an	Voitures à réparer	Surface du terrain en m²	Surface bâtie totale en m²	Surface nécessaire par voiture vendue	Surface de l'atelier en m²	Postes de réparation	Postes de révision	Stands de service	Stands de réception	Stands de lavage	Stands de polissage
50	150	2000	480	7,20	360	4	–	1	–	1	–
100	300	3000	835	6,25	625	7	1	1	–	1	–
200	600	4000	1420	5,70	1220	10	1	1	1	1	–
300	825	5000	2150	5,35	1610	16	3	1	1	2	–
400	1000	6000	2620	4,90	1960	19	4	2	1	2	1
500	1250	7000	2980	4,45	2230	23	5	2	2	2	2
750	1725	9000	4500	4,45	3375	32	6	3	2	X	–
1000	2000	10000	5770	4,30	4300	38	7	3	2	X	–

⑤ Place nécessaire pour un atelier de réparation automobile.



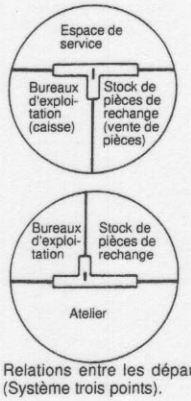
Nota.
Le centre type comprend :
- Exposition
- Accueil clientèle
- Service
- Voitures

PE = Produits d'entretien
CL = Coupole lumineuse

1 Réception clientèle
2 Espace de services
3 Exposition
4 Administration
5 Stock pièces de rechange
6 Préparation avant laquage
7 Tôlerie
8 Réparations générales
9 Remise du véhicule

④ Exemple d'un atelier de réparation automobiles.

Exposition : il faut que les clients puissent faire le tour de la voiture et ouvrir les portes sans être gênés. Ainsi ce n'est pas seulement la surface nécessaire par véhicule qui est importante mais également la distance entre les véhicules. Pour une bonne perception visuelle du véhicule le client a besoin d'un recul de 5 m (fig. 2, 3,4).
Valeur indicative : environ 40-45 m² de surface pour les voitures de tourisme neuves ; environ 24 m² pour une disposition compacte (fig. 3).
Distance entre véhicules : 1,70 m.



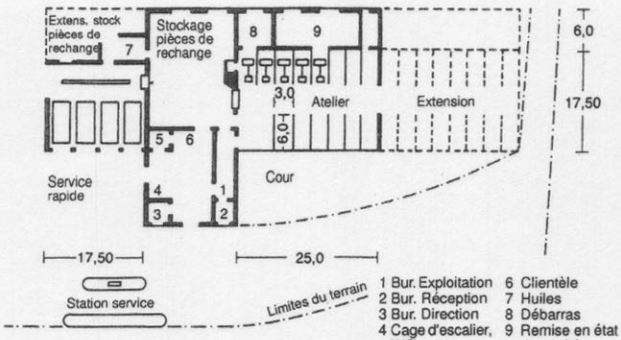
⑥ Relations entre les départements (Système trois points).

ATELIERS DE RÉPARATION AUTOMOBILE

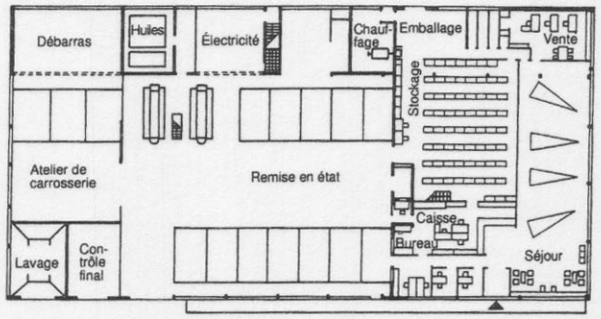
Généralement sur un seul niveau, construction légère en acier, éléments préfabriqués. Prévoir extension avec même écartement des fermes.

Vitrifier le sol de l'atelier contre l'infiltration d'huiles et de graisse. Un séparateur à hydrocarbures est nécessaire. Prévoir des conduits d'évacuation des gaz d'échappement. Prévoir également des portes à ouverture automatique avec soufflerie verticale d'air chaud (p.170-171). Prévoir des conduites ou gaines pour l'électricité, l'air comprimé, les huiles usées et l'eau. Choix du terrain pour le service clientèle : autant que possible une situation avantageuse par rapport au trafic (même si les frais de préparation du terrain et de cons-truction sont plus élevés). En cas de situation en bordure de ville, soigner la publicité et le retour de la clientèle.

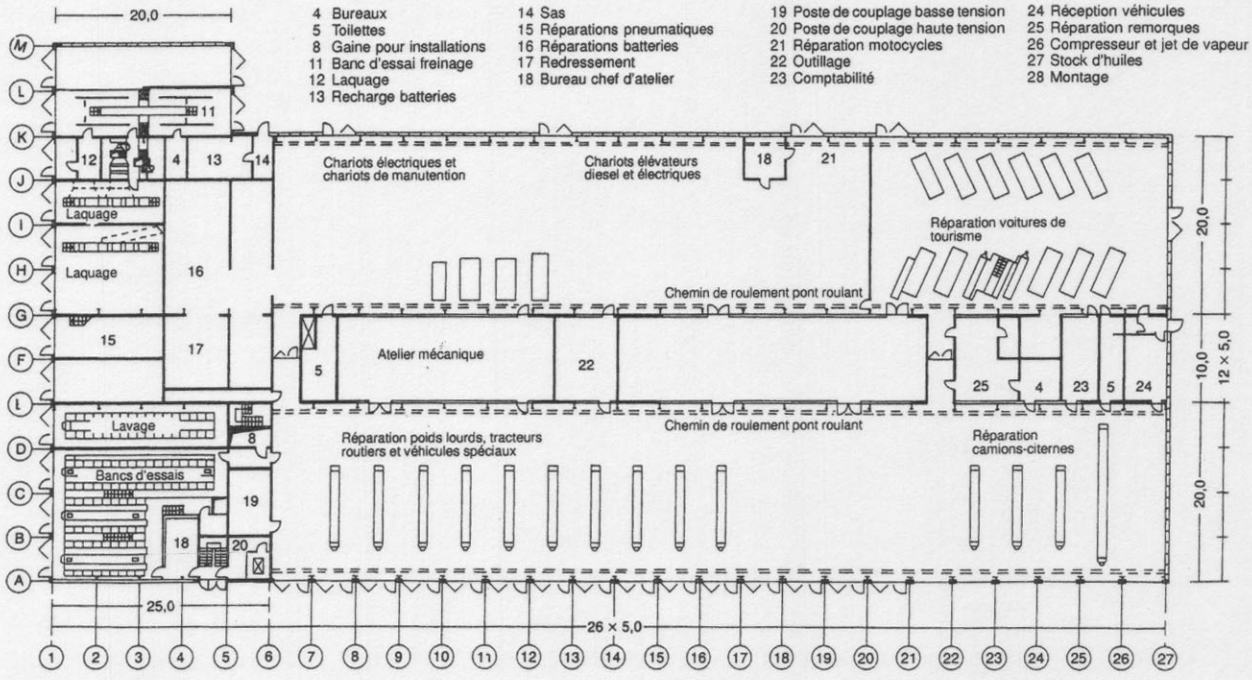
Règle de base : terrain 1/3 bâti, 2/3 non bâti. Tenir compte de l'extension ultérieure. Pour les très grands établissements, considérer une moyenne de 200 m² par poste de travail en atelier. Y ajouter les locaux de vente, bureaux d'exploitation, salle d'attente des clients, pièces réservées au personnel, etc. Branchements d'eau, gaz, électricité : grande consommation d'eau (installations de lavage). Vérifier que la capacité du réseau de distribution est suffisante. Les ateliers des grands établissements (fig. 3 à 7) sont équipés pour les poids lourds, tracteurs, véhicules spéciaux, citernes et remorques, voitures de tourisme, chariots élévateurs à fourches, chariots électriques et moyens de transport utilisés à l'intérieur des entreprises.



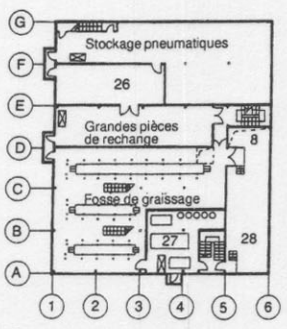
① Exemple d'un garage moyen.



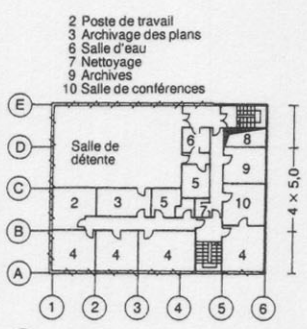
② Garage automobile avec administration et vente.



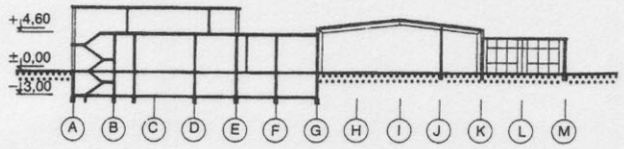
③ Atelier pour véhicules de transport, rez-de-chaussée.



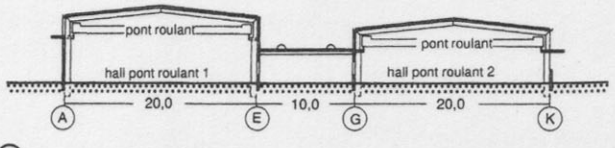
④ Sous-sol.



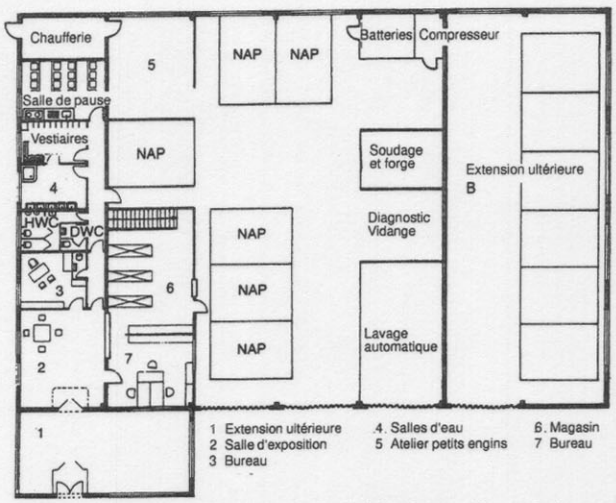
⑤ Niveau supérieur.



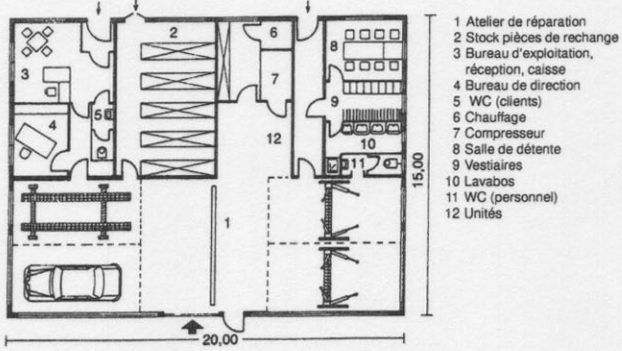
⑥ Coupe transversale sur file 5.



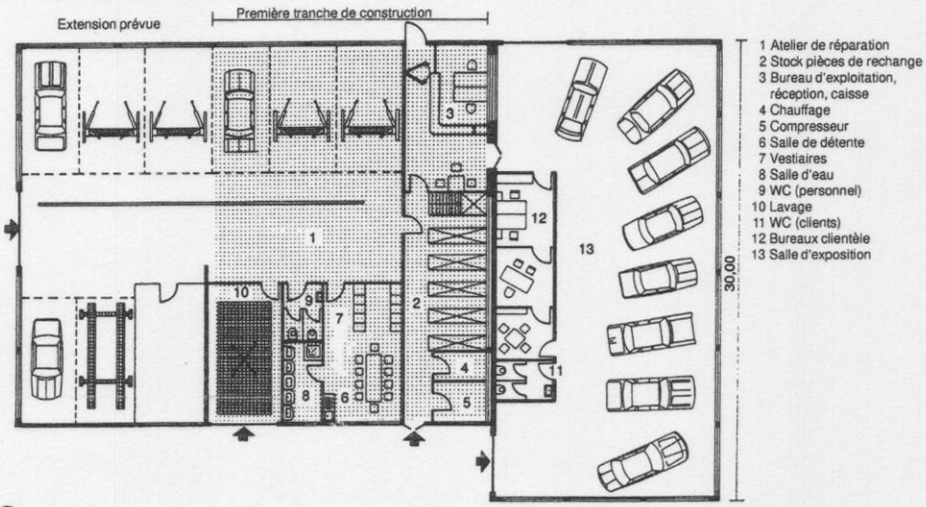
⑦ Coupe transversale sur file 16.



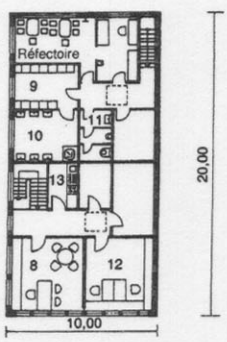
① Exemple de conception d'un atelier spécialisé dans les machines agricoles avec 4-9 employés.



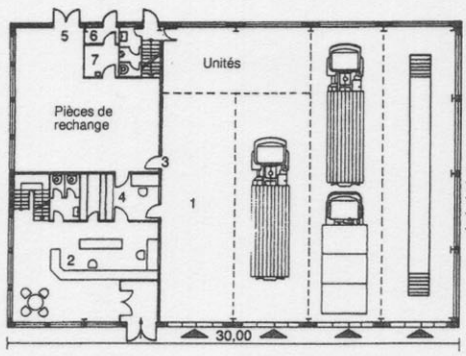
② Exemple de conception d'un atelier avec quatre postes de travail pour un terrain avec large façade en bordure de rue.



③ Exemple de conception d'un atelier avec huit postes de travail, hall de lavage et salle d'exposition.

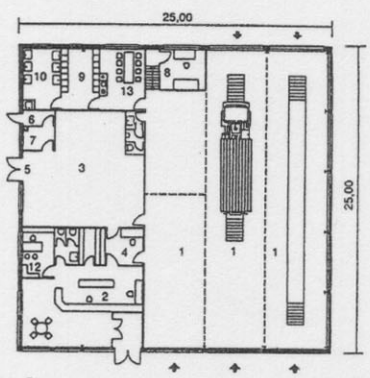


④ Niveau supérieur (fig. 5).



Légende figure 4 à 6

⑤ Exemple d'un établissement pour poids lourds sans possibilité de traverser l'atelier.



⑥ Avec possibilité de traverser l'atelier.

Conception de l'établissement

Après détermination de la surface nécessaire et choix du terrain on entame le programme de construction. Il faut tenir compte alors des particularités du terrain tels que dimensions, forme, accès, tracé des routes, etc.

L'exemple de conception (fig. 2) permet une planification fonctionnelle de toutes les zones et équipements nécessaires. L'atelier est conçu pour 4 personnes. Les dimensions d'un poste de travail sont de 6,50 m x 3,50 m. Il est équipé d'un pont élévateur à quatre colonnes. Place nécessaire : 6,50 m x 4,00 m. Le stock de pièces est à proximité immédiate.

Exemple de conception (fig. 3)

Première tranche de construction : fonctionnement avec quatre postes de travail.
Stade final : avec huit postes de travail, lavage automatique et salle d'exposition.

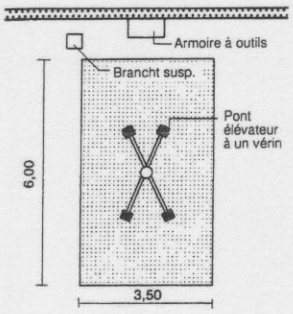
Ateliers pour véhicules utilitaires

La disposition des accès dépend essentiellement de la forme du terrain. La meilleure solution pour clients et mécaniciens est celle où l'accès au poste de travail se fait par un portail et la sortie par un autre. Système particulièrement avantageux pour les tracteurs routiers. Largeur ou profondeur du terrain dans ce cas supérieure ou égales à 80 m.

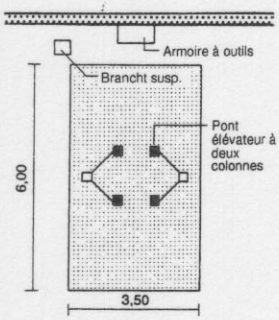
Un atelier de réparation de véhicules utilitaires sur un terrain avec une plus faible largeur (au moins 40 m) est néanmoins possible (fig. 4 et 5), atelier pour véhicules utilitaires légers tels minibus, etc.

L'exemple (fig. 4 à 6) est considéré comme le strict minimum pour un atelier indépendant de réparation de véhicules utilitaires.

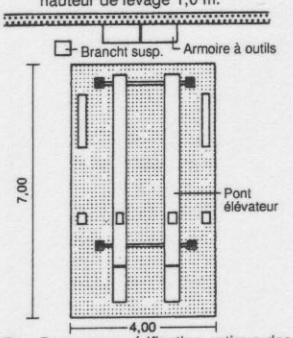
Les bureaux et salles du personnel sont situés à l'étage (fig. 4).



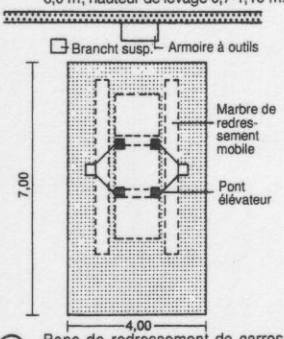
① Poste de travail standard avec pont élévateur à un vérin 3,5 m X 6,0 m; hauteur de levage 1,0 m.



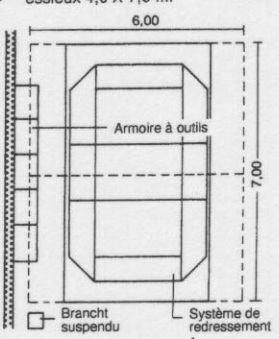
② Poste de travail standard avec pont élévateur à deux colonnes 3,5 m X 6,0 m; hauteur de levage 0,7-1,10 m.



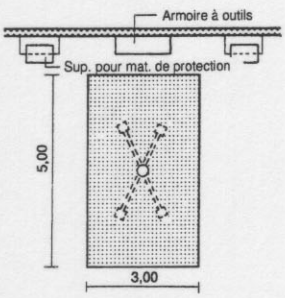
③ Poste pour vérification optique des essieux 4,0 X 7,0 m.



④ Banc de redressement de carrosserie 4,0 X 7,0 m.



⑤ Marbre de redressement de carrosserie 7,0 X 6,0 m.



⑥ Poste de préparation à la peinture avec/ss pont élévateur 3,0 m X 5,0 m.

Lors de la conception et la construction d'un atelier de carrosserie, on ne peut procéder de façon strictement schématique, car les conditions locales présentent souvent de très grandes différences. Il faut définir un processus de conception basé sur la situation particulière de l'entreprise et ses procédés de fonctionnement et de travail.

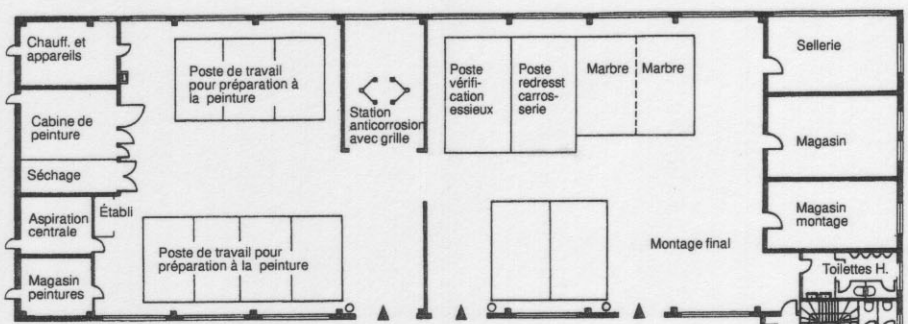
Il doit être possible à tout moment d'agrandir l'entreprise par tranches, la première tranche doit cependant permettre un déroulement fonctionnel du travail à exécuter.

Un atelier de carrosserie comporte presque exclusivement des postes de travail stationnaires équipés de moyens d'exploitation différents. Concevoir chaque poste de travail de façon à permettre l'exécution économique des tâches dans les plus courts délais et avec des déplacements les plus courts possibles.

Pour les établissements spécialisés dans la réparation de voitures, l'agencement de l'atelier selon le « principe de disposition par genre » s'avère fonctionnel. On rentre les voitures dans l'atelier et elles restent sur un poste de réparation déterminé jusqu'à la finition des travaux.

Par exemple, le plan de la figure 7 montre un atelier de carrosserie conçu pour la réparation et l'entretien de voitures et petits camions avec 14 collaborateurs dans l'atelier et 2 dans les bureaux. Toutes les zones en rapport avec la réparation se situent sur le même niveau et sont séparées de la zone clientèle.

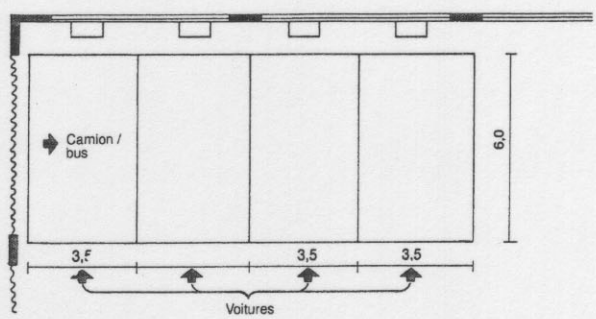
Pour ne pas être gêné par le bruit et la poussière, on sépare la zone de réparation de la zone de laquage. Étant donné la dimension variable des voitures à réparer et la multitude de travaux différents, la fixité des postes de travail et des machines n'est possible que dans certains cas. C'est pourquoi les postes de travail sont à concevoir de façon à pouvoir rapprocher les bancs de travail mobiles et les outils du véhicule à réparer, même en cas d'occupation de tous les postes de travail. Les conduites de distribution sont à disposer en ligne.



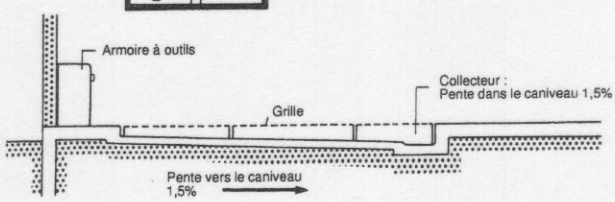
⑦ Exemple d'un atelier de réparation - rez-de-chaussée.

Dimensions standard pour cabines de peinture au pistolet (dimensions libres) : longueur 7,00 m, largeur 4,00 m, hauteur 2,85 m. Construction de la cabine en tôle d'acier isolante ou en maçonnerie ou installation complète pour emplacement à l'extérieur.

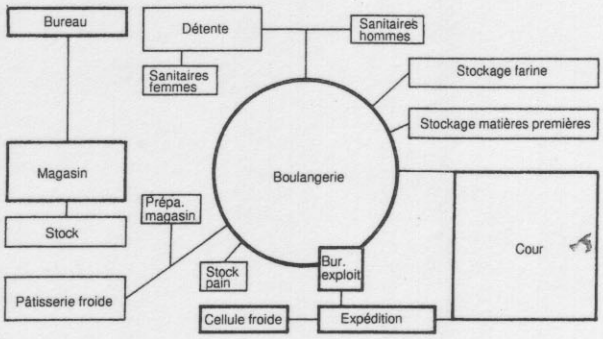
Possibilité : Réception des clients au rez-de-chaussée; comptabilité, bureau de direction et locaux du personnel à l'étage.



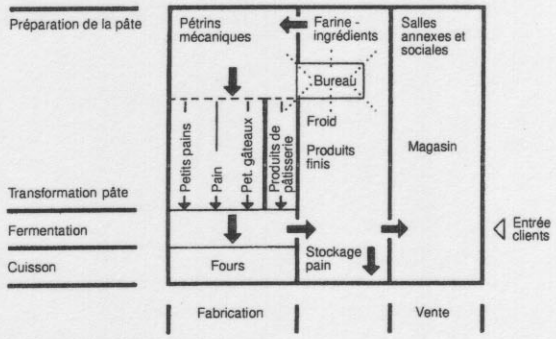
⑧ Poste de réparation de poids lourds 6,0 m X 14,0 m composé de 4 postes de travail standard de 3,5 m X 6,0 m chacun.



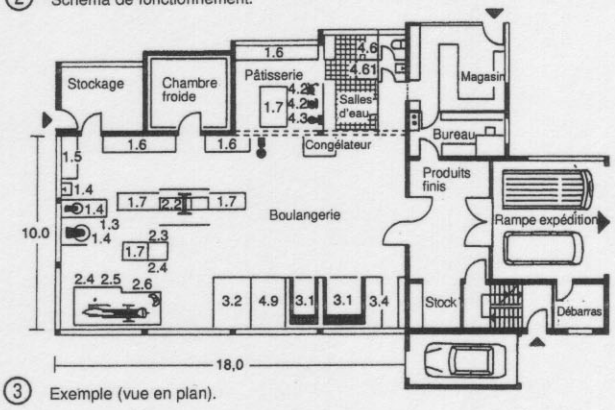
⑨ Représentation schématique d'un poste de travail avec grille pour préparation au laquage.



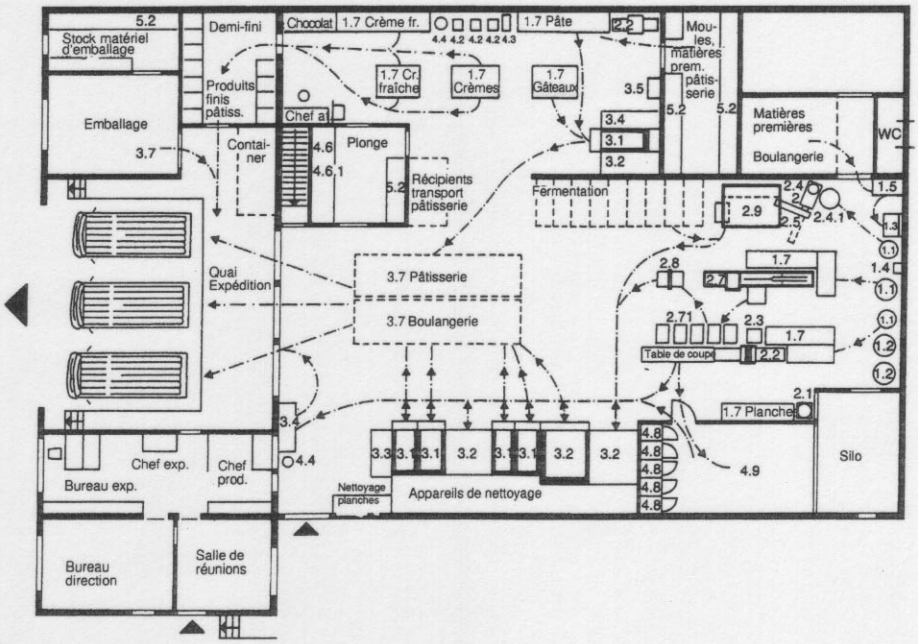
① Organigramme.



② Schéma de fonctionnement.



③ Exemple (vue en plan).



④ Exemple (vue en plan).

Légende des figures 3 et 4

1 Préparation de la pâte
1.1 Pétrin mécanique
1.2 Cuvette à pétrin
1.3 Balance au sol ou suspendue
1.4 Lavabo - mélangeur d'eau et compteur d'eau
1.5 Table des ingrédients
1.6 Table de travail avec balances pour farine
1.7 Table de travail
1.8 Mélangeur
2 Travail de la pâte
2.1 Machine à travailler et diviser la pâte
2.2 Machine à étendre la pâte
2.3 Machine à croissants
2.4 Machine à diviser la pâte
2.5 Machine à travailler la pâte
2.6 Machine à rouler la pâte
2.7 Machine à petits pains
2.8 Machine à tremper
2.9 Machine à diviser hydraulique
3 Zone de cuisson
3.1 Four
3.2 Fermentation
3.3 Immersion
3.4 Table revêtue de tôle (glaçage, etc.)
3.5 Lavabo
3.6 Machine à laver les planches
3.7 Stock de produits finis
4 Pâtisserie
4.1 Table réfrigérante pâtisserie
4.2 Pétrin
4.3 Pétrin satellite
4.4 Réchaud à gaz
4.5 Appareil de cuisson
4.6 Évier avec grille
4.6.1 Lave-vaisselle
4.7 Armoire climatisée pour crème
4.8 Congélateur
4.9 Contrôleur de fermentation
4.9.1 Cellule froide (décalss. du sol env. 200 mm)
5 Divers
5.1 Évacuation des eaux du sol
5.2 Rayonnages

Une planification systématique comprend l'anticipation sur toutes les situations et procédés techniques et commerciaux, auxquels les composantes de la construction doivent répondre. L'analyse du site fait toujours partie de ces réflexions.

Locaux programmés et locaux nécessaires :
Répartition de base : entrepôts, locaux de production, locaux de vente, locaux indispensables (WC, etc.), locaux administratifs et bureaux, locaux annexes et pour le personnel (fig. 1).

Phasage des opérations dans ou entre ces différents locaux (fig. 2). Magasins pour matières premières, ingrédients et emballage. Les provisions pour une journée sont stockées près des postes de travail.

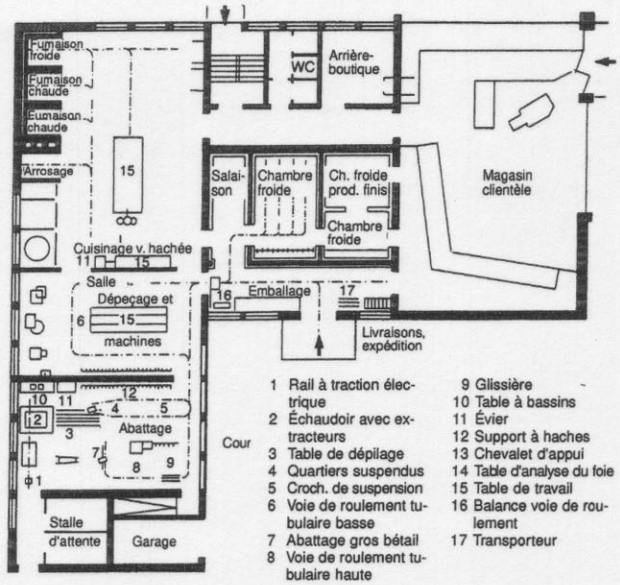
On distingue les types de stock suivants :
Stock de matières premières : gruaux, sucre, sel, pâte, produits secs dans des sacs, farine dans des silos ou sacs.
Stock d'ingrédients : fruits, garnitures, fruits séchés ou confits, graisses, oeufs. Stock d'emballages. Espace nécessaire pour récipients (rayonnages, étagères, armoires, dépôts, tables de pose). Espace pour la circulation (couloirs). Surface minimale du magasin : 15 m². Approximativement, tous magasins confondus, 8-10 m² par employé. Trajets courts entre magasin et locaux de travail.

Séparation entre locaux de travail de boulangerie de ceux de pâtisserie : la boulangerie nécessite un climat chaud et humide, la pâtisserie un climat plutôt frais.

Secteurs d'une boulangerie : préparation de la pâte, travail de la pâte, cuisson, stockage des produits finis.

Secteurs d'une pâtisserie : secteur froid : crème, chantilly, chocolat, fruits. Secteur chaud : pâtes, gâteaux, pâtisserie. La surface d'un local de travail se compose de : la surface occupée par les moyens d'exploitation, la surface pour la manipulation et le travail, pour l'entrepôt (chariots) et le stockage. La surface pour la circulation est de la place perdue.

La surface nécessaire peut se calculer à l'aide d'une planification de l'exploitation des surfaces (lay out).



① Exemple : boucherie-charcuterie.

Boucherie - charcuterie

Exemple pour 6 à 7 employés (fig. 1).

Processus fonctionnel pour la fabrication de la charcuterie : la viande arrive dans la salle de machines (hacheur et broyeur), passe dans le fumoir puis dans des marmites, de là aux chambres froides et à la boutique.

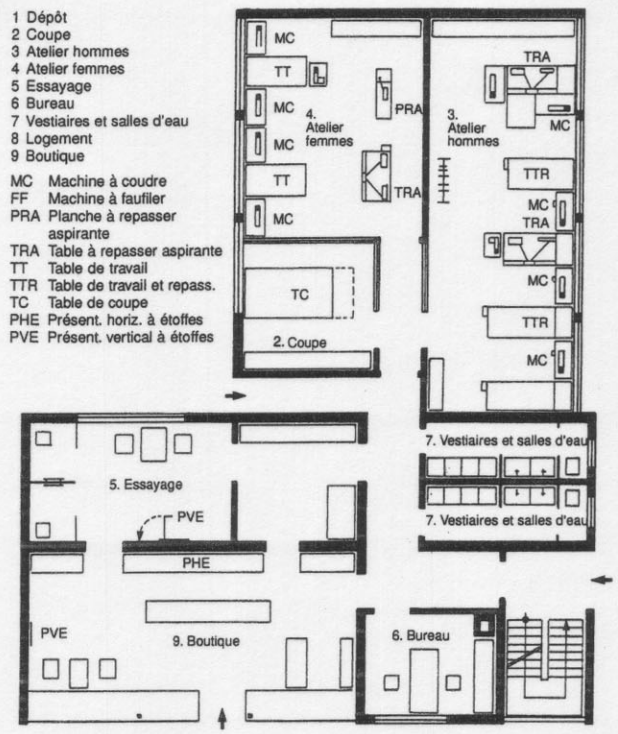
Hauteur des salles de travail (selon taille de l'établissement) ≥ 4 m, largeur des passages pour le mouvement des marchandises ≥ 2 m. Pour les postes de travail de hacheur et broyeur 1 m devant et sur les côtés = 3 m².

Distance entre machines et mur (pour réparations) 40-50 cm. Prévoir une insonorisation pour les machines frigorifiques fonctionnant jour et nuit. Robinets avec raccords pour tuyaux dans la cuisine à saucisses, dans la salle de machines et dans le saloir. Le sol doit être imperméable à l'eau et rugueux, de préférence en carrelage antidérapants et cannelé avec écoulement. Murs carrelés assez hauts. Bon éclairage général de 300 lux sur postes de travail. Prévoir une salle de détente, des placards, WC et douches pour le personnel. Respecter les directives en vigueur relatives aux professions, aux constructions et à la prévention des accidents.

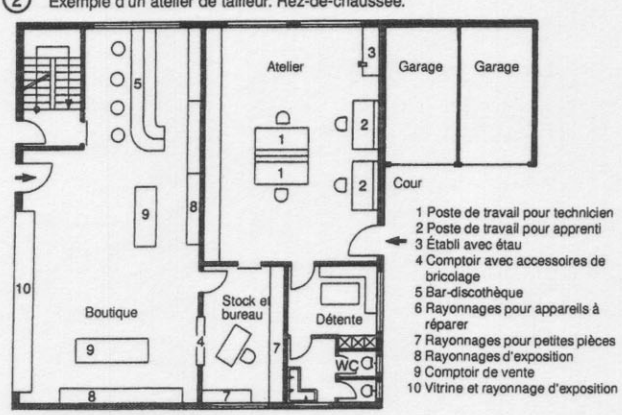
Tailleur. Taille de vêtements pour hommes et femmes (fig. 2). Exemple d'un atelier pour 10 employés.

Réparation TV-HiFi. Conception et équipement d'un atelier de technicien de radio et télévision (fig. 3). Hauteur libre de ≥ 3 m dans les lieux de travail et volume d'air minimal de 15 m³ par employé. Étant donné le danger d'électrocution dans l'atelier, un revêtement de sol isolant en parfait état est nécessaire. Mais il faut au moins prévoir une isolation de l'emplacement des tables de travail des techniciens. Selon les normes, il faut prévoir un éclairage nominal de 500 lux ; pour le montage de composants électroniques miniaturisés 1 500 lux sont nécessaires. La table doit avoir un plan de travail spacieux, 1,00 x 2,00 m si possible, au moins deux casiers pour la préservation des schémas de connexion et des descriptions des appareils, ainsi que pour les outils rangés dans des tiroirs plats à portée de main.

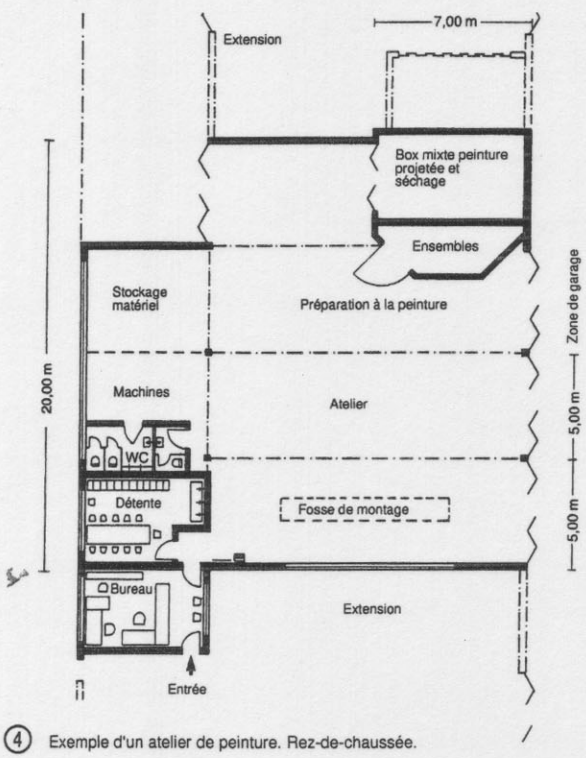
Peinture. Exemple d'un atelier (fig. 4) avec possibilité d'extension.



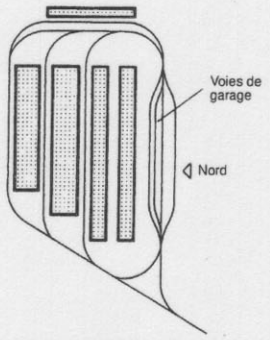
② Exemple d'un atelier de tailleur. Rez-de-chaussée.



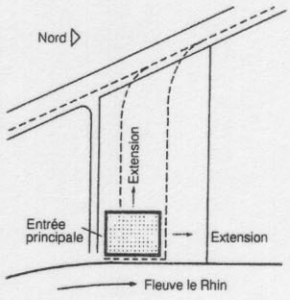
③ Exemple d'un atelier de réparation de radio et télévision. Rez-de-chaussée.



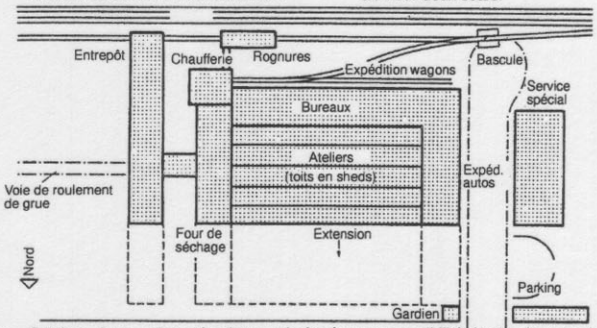
④ Exemple d'un atelier de peinture. Rez-de-chaussée.



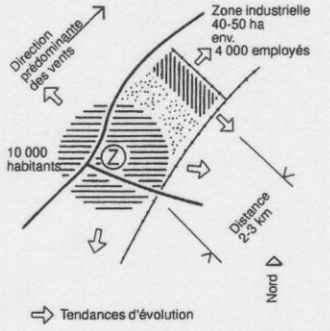
① Schéma d'un embranchement d'usine avec voie ferrée principale en biais et flux continu du trafic intérieur.



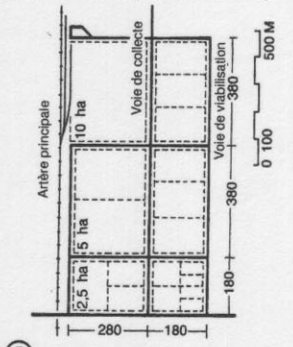
② Usine au bord d'une voie d'eau navigable avec possibilité d'extension sur deux côtés.



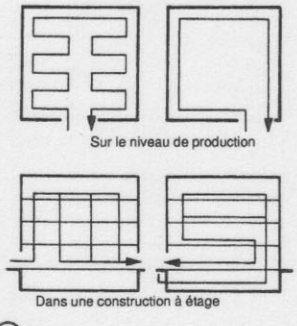
③ Schéma d'une usine près d'une voie ferrée avec possibilité d'extension vers la route nationale ; usine Fagus à Alfeld sur Leine. Arch. : W. Gropius



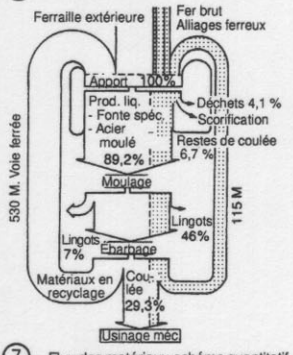
④ Situation géographique d'une zone industrielle



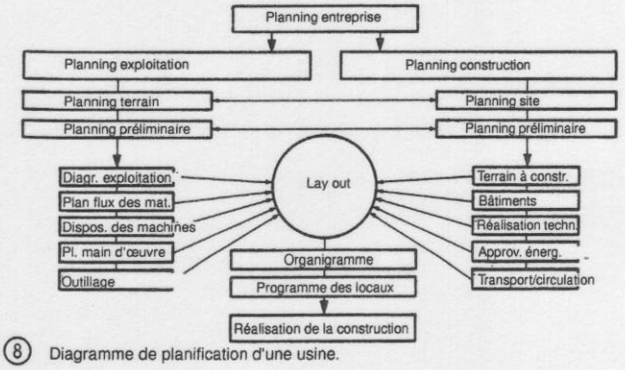
⑤ Schéma d'une zone industrielle.



⑥ Flux des matériaux.



⑦ Flux des matériaux-schéma quantitatif.



⑧ Diagramme de planification d'une usine.

Conception

1. *Situation*

Facteurs du site : 1. Matières premières, 2. Marché, 3. Emplois
L'importance de ces facteurs pour la détermination d'un site dépend de l'orientation de l'usine à construire par rapport à ces facteurs (Question du coût 1. des matières premières, 2. du transport et 3. de la main d'œuvre).

2. *Terrain*

La surface nécessaire du terrain dépend de la grandeur des bâtiments, des rues et des voies ferrées. Il faut donc établir un plan de voies, qui exigent beaucoup de place en raison de leur faible capacité giratoire (fig. 1). Les terrains avec voie principale en biais (fig. 2) sont les plus favorables ; sinon on placera les bâtiments en biais. Il suffit souvent de faire pénétrer les voies dans les halls où le chargement se fait par pont roulant. En cas de trafic important on optera pour des voies permettant une circulation continue (fig. 1).

3. *Programme*

Il comprend des informations concernant :
- nature de l'occupation ;
- dimension des locaux en mètre carré ou en longueur et largeur ;
- dimensions libres des locaux ;
- nombre d'employés, par sexe (sanitaires) ;
- plan d'occupation des machines ;
- charges roulantes, charges isolées.

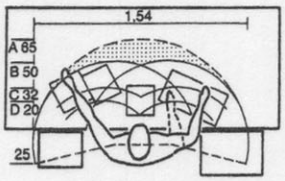
Éventuellement impératifs particuliers :
- protection contre le bruit et les vibrations, le feu, les matières dangereuses et explosives ;
- branchement d'électricité ;
- climatisation ;
- issues de secours etc. ;
- extensions prévues ou possibles.

4. *Plan d'exploitation*

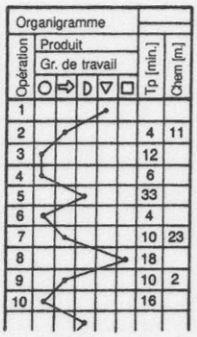
Avant de concevoir le plan des bâtiments, il faut établir un plan d'exploitation. Représentation des opérations selon la nature de la fabrication : détermination approximative de la production annuelle ou nombre d'employés.
Si on ne possède aucune valeur empirique, le responsable d'exploitation doit déterminer la surface utile nécessaire en se basant sur le plan d'occupation des machines et autres installations servant à l'exploitation.

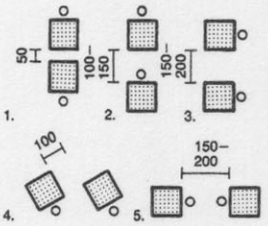
Les bases du plan d'exploitation sont les résultats issus des analyses suivantes:
1. Diagramme d'exploitation (Cf. Systèmes de production)
2. Plan du flux des matériaux (critère essentiel pour évaluer la rentabilité, base importante pour établir le plan de lay out)
3. Plan de disposition des machines
4. Plan de main d'oeuvre
5. Programme des locaux
6. Liste des constructions

Plan de lay out : point de départ de tout autre plan industriel (= coordination de la main d'œuvre, du matériel et des machines dégageant le coût de production le plus faible par unité), d'où découlent les bases pour la conception de l'usine : capacité d'adaptation, possibilité d'extension, rentabilité.
Nota : technique du plan réseau PERT et autres procédés (fig. 8).



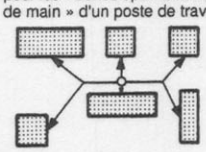
A – Zone de préhension maximale ~65 cm
B – Lim. physiolog. de la zone de préhension ~50 cm
C – Zone de préhension normale ~32 cm
D – Limites physiologiques intérieures de la zone de préhension 16–20 cm



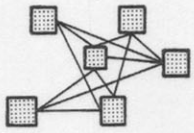


– Postes de travail: établis et petites machines 10–15 m²
– Machines normales 15–40 m²
– En sus : part des passages, surfaces de stockage 30%

① Dimensions indicatives selon Stier pour les « zones optimales à portée de main » d'un poste de travail.

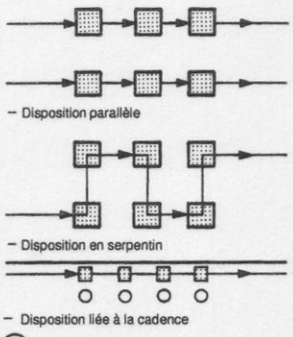


– Système par poste de travail



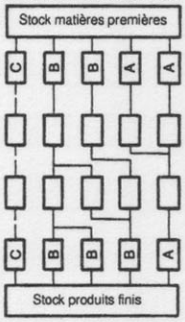
– Système par atelier

② Cycle de fabrication.

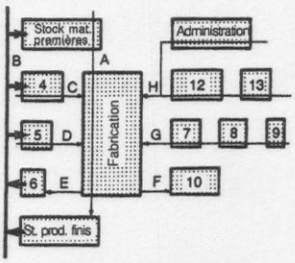


– Disposition parallèle
– Disposition en serpentin
– Disposition liée à la cadence

③ Valeurs indicatives pour la place nécessaire dans un atelier de construction de machines.

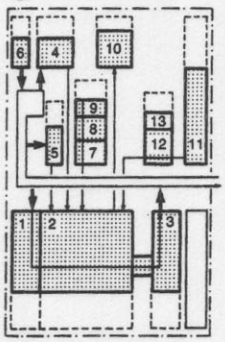


④ Systèmes de fabrication.



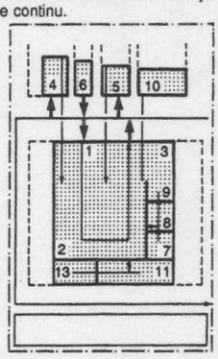
A – Fabrication
B – Transport
C – Énergie
D – Livraison
E – Déchets
F – Contrôle
G – Maintenance
H – Personnel

⑤ Systèmes de flux / de lignes.

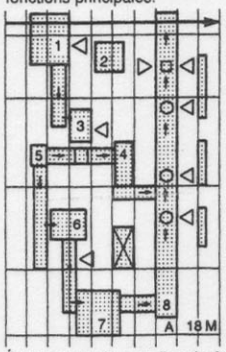


1 Stock mat. premières avec livraisons
2 Fabrication
3 Stock produits finis
4 Aliment. électrique
5 Expédition
6 Déchets
7 Atelier
8 Maintenance
9 Laboratoire
10 Banc d'essai
11 Administration
12 Salles du personnel
13 Formation

⑥ Cycle de fabrication dans un système continu.



⑦ Diagramme d'exploitation pour les fonctions principales.



⑧ Disposition ouverte.

⑨ Disposition fermée.

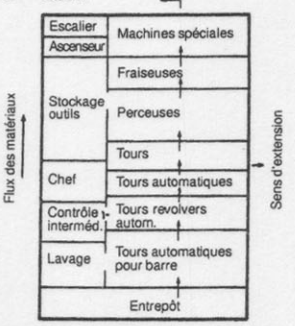
Symboles		AMSE	VDI
N°	Processus		
1	Usinage	○	+
2	Stockage	▽	△
3	Temporisation	D	D
4	Vérification	□	□
5	Transport	⇨	>
6	Manipulation		○
7	Fabriquer + essayer	◎	□

Les symboles proposés par VDI valent pour l'Allemagne, ceux proposés par ASME sont conseillés pour utilisation dans le monde entier.

N°	Branchements	
1	Poste de commande (Operator)	▼
2	Électricité (Electric)	E
3	Eau (Hyraulic)	H
4	Air comprimé (Pneumatic)	P
5	Agents réfrigérants (Coolant)	C
6	Déchets (Waste)	W

Symboles courants pour branchements techniques.

⑩ Équipement d'un atelier de fabrication.



⑪ Symboles.

Surface nécessaire en fonction du nombre d'employés pour ateliers et bureaux d'une société spécialisée dans la mécanique de précision, construction à plusieurs niveaux (selon Hertlein) :

Surfaces utiles :	
Locaux à occupation dense	4,5-5,0 m²/employé
Supplément pour ocaux annexes	2,0-2,5 m²/employé
	6,0-7,5 m²/employé
Surfaces annexes :	
Escaliers	0,3-0,6 m²
WC	0,2-0,4 m²
Vestiaires	0,5-1,0 m².

⑫ Branchements.

Couloirs	0,5 - 1,5
Ascenseurs	0,0 - 0,2
Murs extérieurs et cloisons	0,5 - 0,8
	2,0 - 4,5 m²/employé
Surfaces totales	8,0 -12,0 m²/employé
Moyenne	10,00 m²/employé

On ne peut pas établir de valeurs indicatives générales pour les surfaces nécessaires dans les établissements industriels, parce que les bases pour des valeurs statiques changent au fur et à mesure de l'évolution permanente des hypothèses et des installations techniques.

⑬ Sens d'extension perpendiculaire au flux des matériaux.

⑭ Exemple de valeurs indicatives pour déterminer la surface nécessaire.

⑮ Ex. de valeurs indicatives pour déterminer la surface nécessaire (suite).

5. Production

Planification de la fabrication.

Diagrammes de flux du travail : ils représentent les opérations à l'intérieur d'un processus de fabrication et servent de base pour établir le plan de disposition des machines et celui de flux des matériaux.

Systèmes de fabrication selon disposition de moyens d'exploitation et plan de fabrication :

1. Système des postes de travail,
2. Système de l'atelier,
3. Système en lignes,
4. Système en rangées,
5. Système suivant le flux.

Le processus de fabrication peut parcourir plusieurs étapes ou stades de fabrication (point de départ – point d'arrivée, sa forme de base étant : livraison, stock de matières premières, fabrication (préparation, usinage, stockage intermédiaire, montage, contrôle, stock de produits finis, expédition (fig. 4 à 6)).

6. Conception de la construction

Exemples de méthodes de conception : méthode du lay out, conception selon axes de fonctions ou selon axes de grilles.

Module de base M = 10 cm.

Dimensions préférentielles dans la construction d'usines: 6 M = 60 cm, distances entre lignes théoriques horizontales, par exemple : 1,80 - 3,60 - 5,40 - 10,80 - etc.

Valeurs indicatives pour place nécessaire dans ateliers de constructions mécaniques : poste de travail avec établi et pet. machines 10-15 m²/poste de travail, machines norm. 15-40 m²/poste de travail, suppl. pour allées 30% (fig. 3).

7. Passages pour circulation dans les deux sens

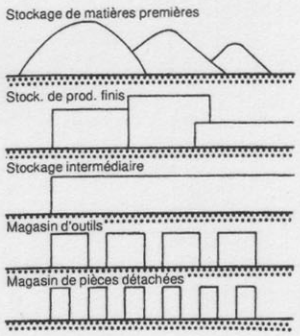
La détermination du nombre des personnes de la zone d'attraction découle du type de l'usine. Il faut tenir compte des pointes de circulation, par exemple aux heures de relève. La largeur des passages de raccordement peut exceptionnellement être de 0,60 m.

Nb de personnes	Largeur *
jusqu'à 5	0,875 m
jusqu'à 20	1,000 m
jusqu'à 100	1,250 m
jusqu'à 250	1,750 m
jusqu'à 400	2,250 m

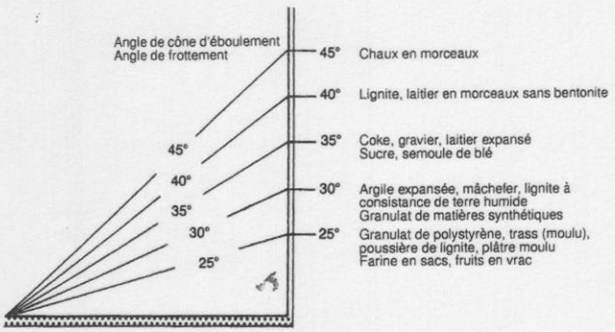
* dimensions indicatives

La hauteur libre au-dessus des passages doit être de 2,00 m.

Au-dessous des dispositifs de transport par suspension, il faut prévoir un dispositif de protection s'il y a risque d'accident causé par la chute des objets transportés. La hauteur libre sous ces dispositifs de protection ne doit pas être inférieure à 2,00 m.

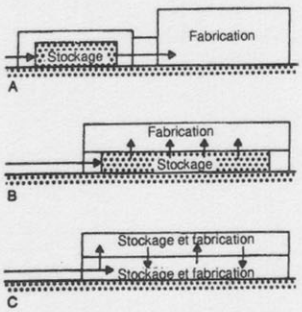


① Types de stockage.

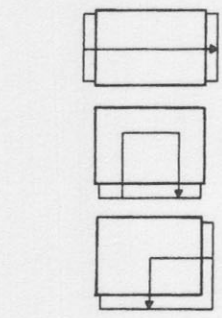


② Angle de cône d'éboulement, angle de frottement.

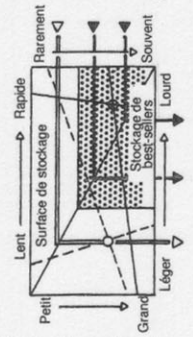
③ Matières stockées →②.



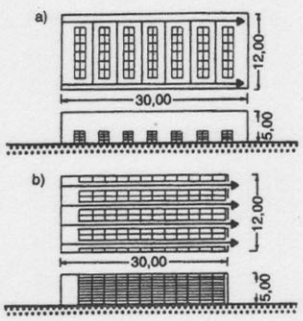
④ Disposition des entrepôts.



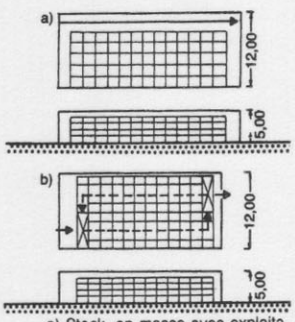
⑤ Manutention à emplacements fixes.



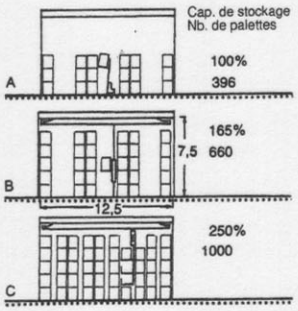
⑥ Manutention en fonction du stockage.



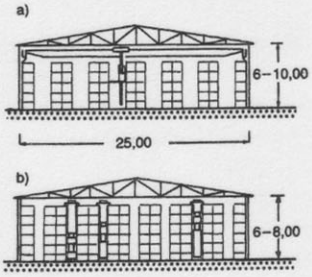
⑦ Exploitation insuffisante (a) et optimale (b) de surface et hauteur de stockage.



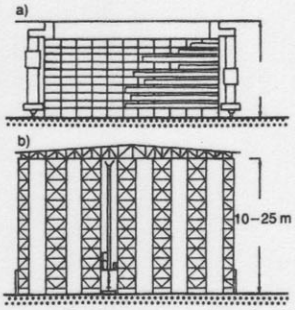
⑧ a) Stock. en masse avec exploitation optimale surface et hauteur.
b) Stock. en masse avec rotation.



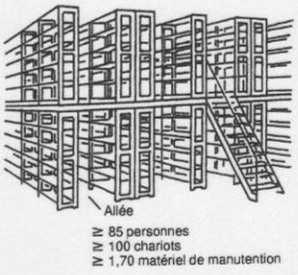
⑨ Possibilités d'exploitation d'un hall de stockage.



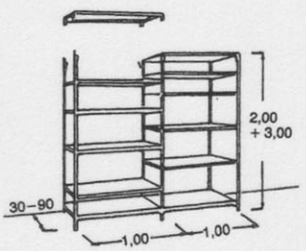
⑩ a) Stock. univ. avec pont gerbeur en pont suspendu ou en portique.
b) Hall de stockage avec rayonnages fixes pour palettes.



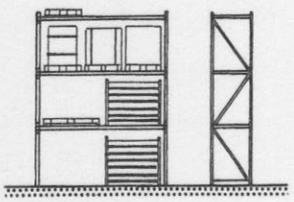
⑪ a) Stock. sur rayon. dynamiques utilisé comme stock. en masse, avec appareils d'entreposage.
b) Stockage sur rayonnages de grande hauteur.



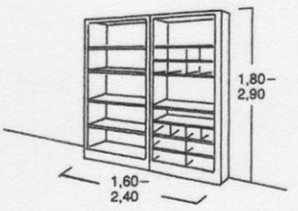
⑫ Rayonnages à un ou deux étages, en éléments individuels en bois ou acier.



⑬ Rayonnages d'acier en kit.



⑭ Rayonnages à palettes en éléments préfabriqués (système Rack, parc à tiges).



⑮ Système armoire-rayonnages, dimensions selon fabriquant.

Conception du stockage :
Le stockage fait partie de la fabrication et de la manutention. Unité de stockage = unité de transport = unité de fabrication = unité d'expédition. Réduire autant que possible la « non fabrication », l'intégrer (stockage dynamique) ou l'éviter.

Éléments à stocker :
Stockage des matériaux en vrac selon les quantités (fig. 2).
Grandes quantités : silos, halls, trémies, tas.
Petites quantités : caisses, bidons, seaux.

Disposition du dépôt :
fabrication et stockage au même niveau (fig. 4 A).
Stockage sous le niveau de fabrication (fig. 4 B).
Fabrication et stockage selon utilisation sur deux ou plusieurs niveaux (fig. 4 C).
Détermination par coordonnées de l'emplacement « idéal » d'un stockage de best-sellers, avec une « durée de jeu » idéale pour un transélévateur (environ 1/3 de la surface totale de l'entrepôt) (fig. 6).
Engins de transport dans un hall existant : Un chariot élévateur à fourches de 2 t. nécessite une allée d'une largeur de 3,45 m, un chariot élévateur peut superposer 3 caisses d'empilement (fig. 9). Un pont gerbeur permet une hauteur utile jusqu'en dessous du pont. On peut ainsi empiler 5 caisses (fig. 9 B). Un pont gerbeur avec prise des charges mécanisée embrassant la caisse d'empilement nécessite une largeur d'allée assez faible, le volume de stockage est de 250 % (fig. 9 C).

Construction d'entrepôts à très hauts rayonnages :
1. Construction en acier :
Le toit et les murs de l'entrepôt, ainsi que les rails de guidage des moyens de transport.
2. Construction en béton armé :
Les rayons sont fixés aux murs de béton de façon flexible (traverses longitudinales ou transversales).

Avantage : plus grande stabilité, possibilité de compartimenter l'entrepôt (parties coupe-feu). Commande par système à cartes perforées, système connecté (*on-line*) ou non connecté (*off-line*) à l'ordinateur (fig. 10 et 11).

USINES

TECHNIQUE DE TRANSPORT ET DE STOCKAGE

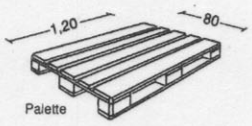
Dimensions de base des palettes selon normalisation européenne (depuis 1960) : 0,80 X 1,20 m. Palettes plates en bois, poids env. 28-32 kg (fig. 1). Caisses d'empilement à parois rigides en treillis d'acier, empilement 5 palettes maxi.

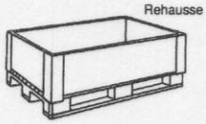
Le transport fait partie du flux des matériaux. Réduction du coût par une simplification continue de la technique de manutention. Choisir des moyens de manutention homogènes (par exemple des palettes d'échange européennes), adaptation de la technique de manutention aux tâches requises et aux exigences techniques structurelles.

Transporteurs au sol, utilisation variable (fig. 4 et 5). Hauteur d'empilement jusqu'à 6 m, dans des cas particuliers jusqu'à 10 m en utilisant un chariot gerbeur. Économiques parce que faibles frais d'investissement, pas de transbordement en utilisant des unités de chargement (palettes) ; l'allée doit être plane, avec une surface résistant à l'usure.

Transporteurs continus : par pression ou aspiration (produits en vrac et liquides) ; chargeurs par projection ; transporteur continu pour chargements en vrac : élévateur à godets, convoyeur à vis (fig. 9). Transporteur continu pour marchandise de détail ou unités de chargement (caisses) pour marchandises en vrac : convoyeurs circulaires, bande transporteuse, glissière à galets (fig. 6 et 7).

Grues : transporteurs de levage sur rails. Engin le plus simple pour levage vertical. Palan (également avec moteur électrique) pour charges utiles de 0,5 - 5,0 t. Mobilité latérale moyennant chariot transporteur. Des grues pivotantes (fig. 10 et 11) permettent l'élévation de charge en tous points d'une surface donnée.





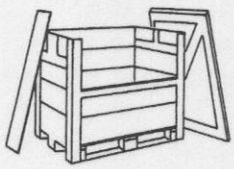
① Palettes et accessoires.





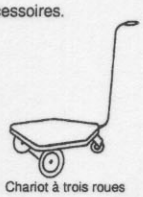
② Éléments interchangeables (fig. 1).

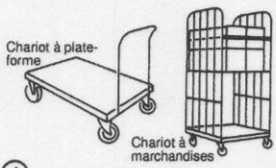




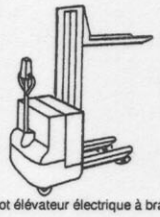
③ Box-palette

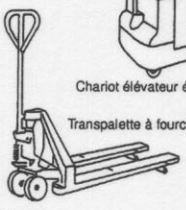




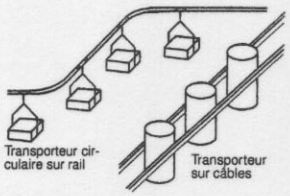


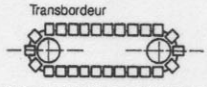
④ Chariots de manutention.



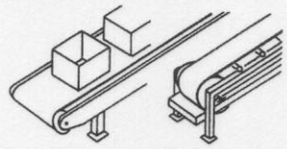


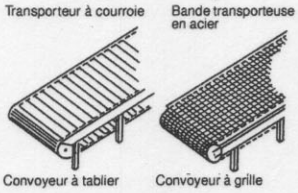
⑤ Chariots de manutention.



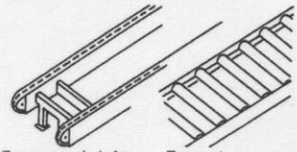


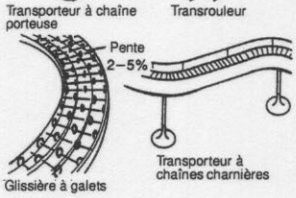
⑥ Transporteurs continus pour marchandises de détail.





⑦ Transporteurs continus (fig. 6).

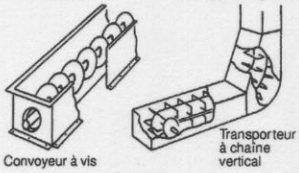




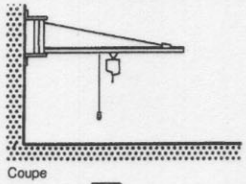
⑧ Transporteurs continus (fig. 6).



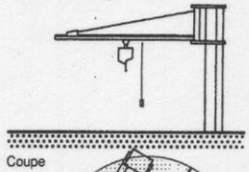




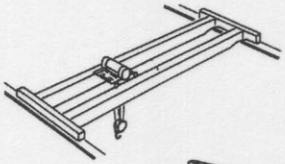
⑨ Transporteur continu pour produits en vrac.



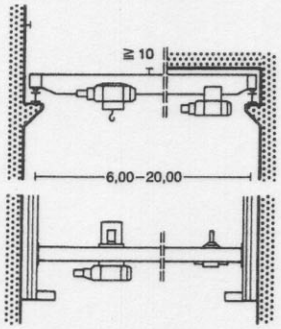
⑩ Grue murale pivotante.



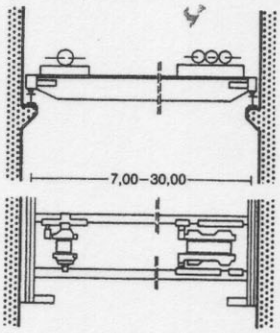
⑪ Grue pivotante à colonne.



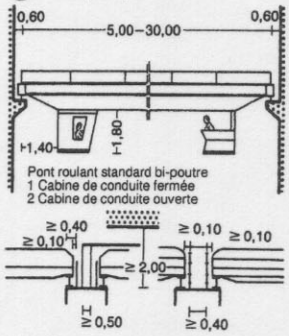
⑫ Pont-portiques.



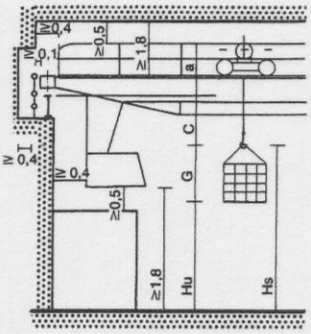
⑬ Pont roulant standard monopoutre. charge utile 0,5-6,0 t.



⑭ Pont roulant standard bi-poutre Charge utile 2-20 t.



⑮ Passerelles de chemin de roulement et distances de sécurité.



⑯ Distances de sécurité pour ponts roulants avec cabine de conduite.

CONSTRUCTION DE HALLS

Avantages du bâtiment sans étages :
- moindre coût de construction en mètres carrés par rapport aux mètres cubes,
- lumière du jour uniforme,
- grandes surcharges sur plancher,
- convient aux terrains difficiles,
- moindre danger d'accidents.

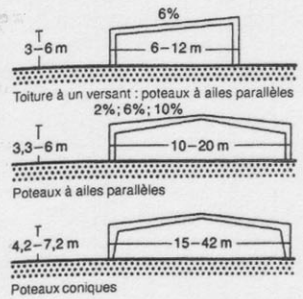
Inconvénients du bâtiment sans étages :
- grande déperdition de chaleur (éclairage zénithal),
- grands frais de maintenance,
- nécessité d'un terrain étendu.

Charpente en bois généralement pour constructions légères, surtout pour couvrir de grands espaces par des poutres en treillis à jonctions nodales ou des fermes à âme pleine en lamellé-collé (fig. 5). Charpente métallique appropriée aux bâtiments industriels car elle se prête aux extensions et modifications.

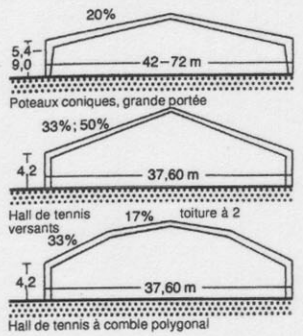
Béton armé : Béton coulé sur place ou préfabriqué. Plus résistant que l'acier aux attaques chimiques, donc nécessaire pour certaines industries. Avec armature normale pour faibles portées et béton souvent précontraint pour grandes portées (souvent en éléments préfabriqués) (fig. 13 à 15).

Dimensions : Pour constructions légères avec 5 à 7,5 m de portée de travée, des distances de 10 à 30 m entre appuis sont économiques. Si les appuis gênent, on peut porter ces distances jusqu'à 50 m. Pour économiser de la hauteur, on peut incorporer les éclairages zénithaux (sheds, etc.) dans le plan des poutres (à treillis ou âme pleine) (fig. 9 à 12). Si possible pas de contrefiches et tirants encombrants, mais des portiques (fig. 1 à 5) avec tirants dans le sol. Pour déterminer l'écartement des appuis, tenir compte de l'emplacement des machines, des voies d'acheminement et des rayons de giration des véhicules.

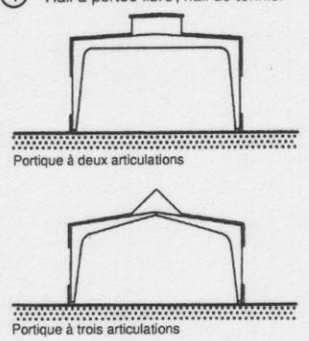
Hauteur des halls déterminée selon dimensions des grues. Hauteur au-dessus des rails d'un pont roulant 1,6 à 3,4 m selon capacité de chargement. Des halls plus hauts ne présentent souvent pas d'avantages en matière de ventilation, il est plus important d'assurer un renouvellement d'air par des dispositifs bien calculés et non générateurs de courants d'air (fenêtres, lanterneaux de ventilation, aéroréchauffeurs).



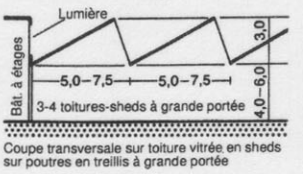
① Type de halls à portée libre.



④ Hall à portée libre ; hall de tennis.



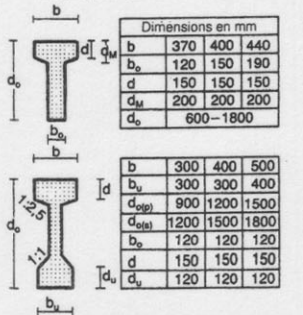
⑦ Halls en bois lamellé-collé avec lanterneau sur faîtage.



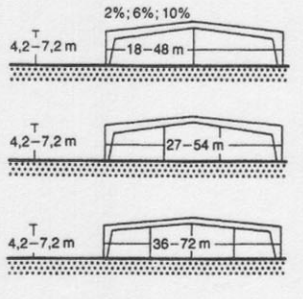
Coupe transversale sur toiture vitrée en sheds sur poutres en treillis à grande portée



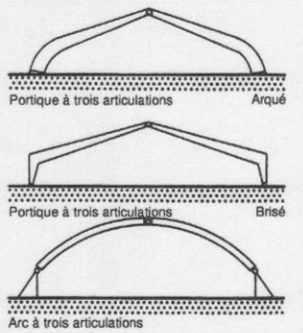
⑩ Coupe longitudinale sur toiture en sheds avec poutre transversale dans le plan de la surface vitrée.



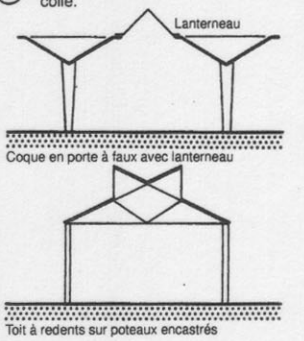
⑬ Éléments en béton préfabriqués :
- poutre : profil en T
  profil en I.



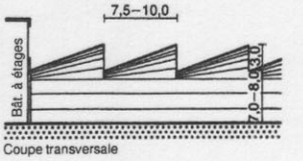
② Halls modulaires avec poteaux principaux et intermédiaires.

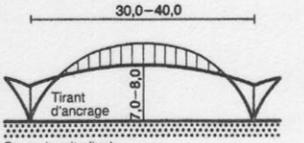


⑤ Hall de construction en bois lamellé-collé.

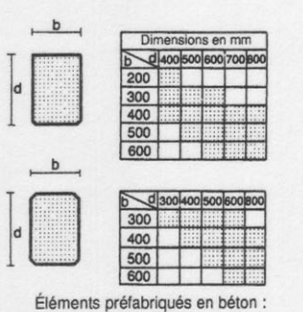


⑧ Toit à redents.



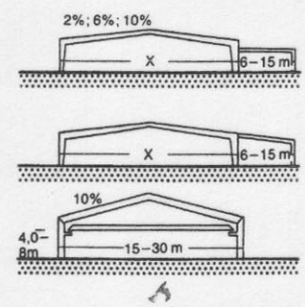


⑪ Toiture en sheds voûtée.

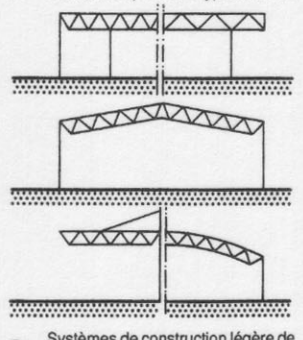


Éléments préfabriqués en béton :
- Sous-poutres/traverses : angles inférieurs arrondis
- Poteaux : tous les angles arrondis.

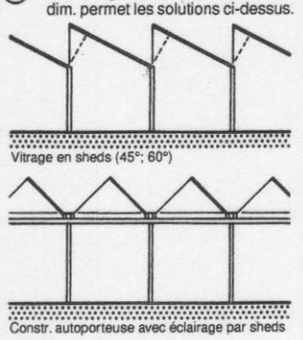
⑭



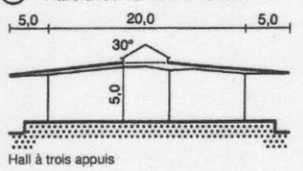
③ Poutre-portique rampante comme él. d'extension pour tous types de halls.

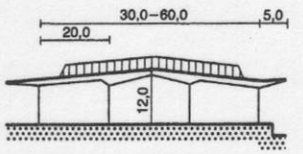


⑥ Systèmes de construction légère de halls. La géométrie des treillis à trois dim. permet les solutions ci-dessus.

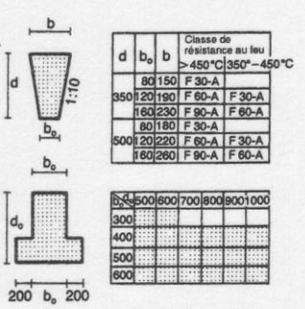


⑨ Halls avec verrière en sheds.





⑫ Hall avec bandes d'éclairage transversales et poutres cantilever.



Éléments préfabriqués en béton :
- pannes
- sous-poutres, profil en ⊥

⑮

USINES

BÂTIMENTS À ÉTAGES

Avantages par rapport au bâtiment sans étages :
Surface bâtie moindre, trajets plus courts entre les services par suite des possibilités de communication verticale, canalisations plus courtes, chauffage et entretien moins onéreux, ventilation plus simple. Particulièrement indiqué pour brasseries, papeteries, entrepôts et autres bâtiments où l'on peut monter les matériaux dans les étages supérieurs d'où ils peuvent descendre par leur propre poids vers les étages inférieurs. Bon éclairage latéral, favorable à la mécanique de précision, l'industrie optique, électronique, agro-alimentaire et textile.

Situation : Déterminée par les réglementations d'urbanisme et par l'exploitation. Pour le cas de fenêtres sur un seul côté, ouvrir au Nord-Est, si normalement il y en a sur deux côtés, construire en longueur Est-Ouest avec fenêtres au Nord et au Sud. Ainsi le soleil d'été ne pénètre que peu dans les locaux et peut être facilement évité par des brise-soleil. En revanche, pendant l'hiver, l'usine profite du soleil jusqu'au côté nord (fig. 4). Au Nord : cage d'escalier, WC (fraîcheur). Aucune ombre gênante dans les locaux de travail. En façade Sud libre, possibilité de marquises continues à commande électrique. Les hauts bâtiments dégagés sont ceux qui reçoivent le mieux la lumière lorsque la distance qui les sépare est le double de leur hauteur (incidence de la lumière pour le rez-de-chaussée = 27°) (fig. 2) ; on peut édifier entre eux des bâtiments sans étage avec éclairage zénithal.

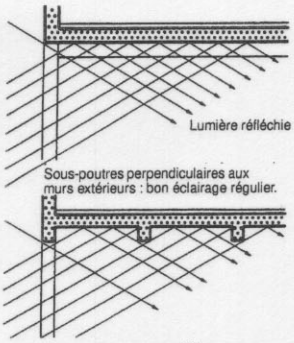
Dimensions : Hauteur des locaux suivant les règlements sur les locaux professionnels ≥ 3,0 m, au sous-sol et au grenier ≥ 2,5 m. La profondeur des bâtiments dépend de la hauteur des locaux. Profondeur sur chaque façade des locaux dans des usines isolées à étages : généralement deux fois la hauteur, pour fenêtres sans linteau visible (non compris les passages médians) (fig. 1). Pour une hauteur de 3 m, on aura donc : 12 m + 1,75 à 3,00 m de passage = 13,75 à 15,00 m de profondeur (fig. 3). qui est la profondeur la plus favorable pour des plafonds sans appuis médians (fig. 4). Pour une hauteur de 4 m on aura une profondeur de 15 m à 17,5 m, le plus souvent avec un ou deux appuis (fig. 6). pour une hauteur de 5 m, ce sera une profondeur de 20,00 à 22,5 m (fig. 5) (même ces parties peuvent être réalisées sans appuis médians pour les greniers comme dans la figure 4).

Pour les cas particuliers, les cours par exemple, on pourra facilement calculer la profondeur possible selon l'éclairement désiré qui dépend de l'activité.

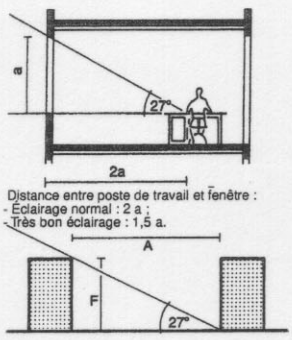
Valeurs approximatives des surfaces de fenêtres :

Pièces annexes et réserves	10 % de la surface du sol.
Ateliers pour gros travail	12 % de la surface du sol.
Ateliers pour travail de précision	20 % de le surface du sol

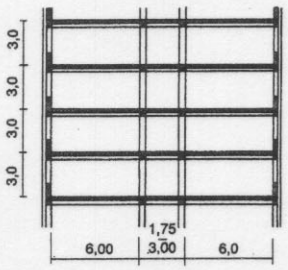
Pour les plus grandes profondeurs de pièces, il est avantageux de disperser la lumière (marquises, jalousies, prismes, etc.). L'orientation des sous-poutres est importante (fig. 1 et 2). Distance des postes de travail par rapport à la fenêtre = deux fois la distance du linteau à la hauteur de la table (fig. 2).



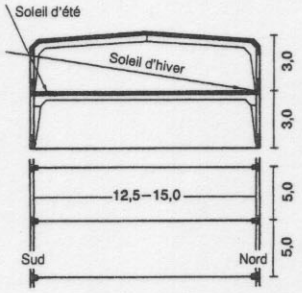
① Sous-poutres parallèles aux murs extérieurs : éclairage plus faible et irrégulier.



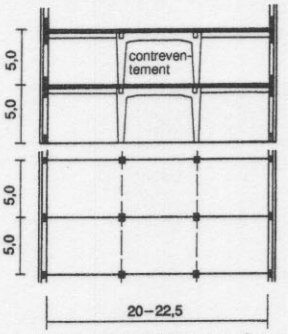
② Distance favorable entre bâtiments pour obtenir un bon éclairage.



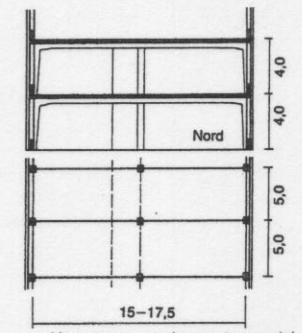
③ Profondeur du bâtiment pour une hauteur sous plafond donnée.



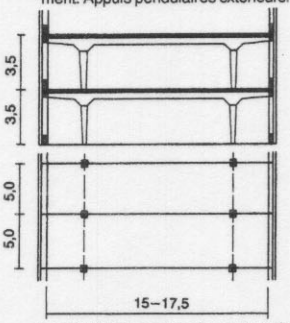
④ Poutre à portée libre, utilisation sans obstacle du local.



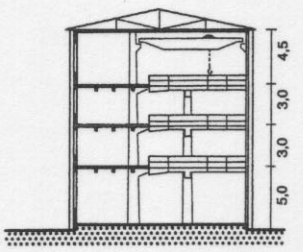
⑤ Locaux très profonds avec 2 supports médians comme contreventement. Appuis pendulaires extérieurs.



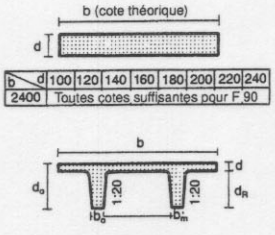
⑥ Un poteau central permet un couloir médian à droite ou à gauche ; plus grand espace vers le Nord.



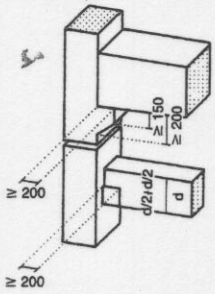
⑦ Les poutres en console sont statiquement avantageuses, mais les appuis encombrent la surf. de travail.



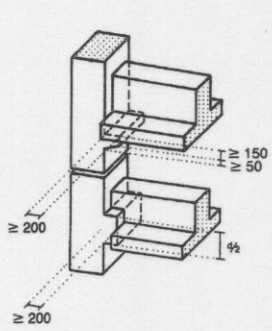
⑧ Construction à étages avec hall pour pont roulant servant en même temps de cage de transport pour pièces à usiner vers les balcons en saillie des niveaux supérieurs.



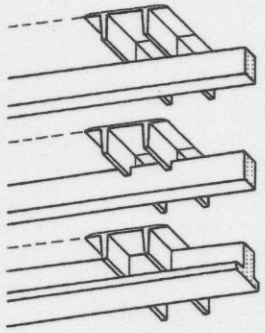
⑨ Profil en TT. Éléments préfabriqués en béton, dalles de plancher.



⑩ Appui de sous-poutre/traverse, section rectangulaire.



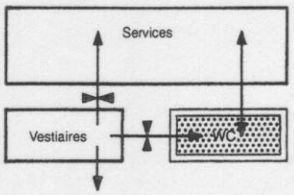
⑪ Appui de sous-poutre ; profil en ⊥.



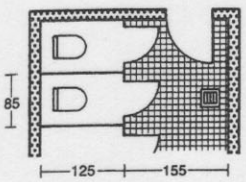
⑫ Appui de dalles de plancher ; profil en TT.

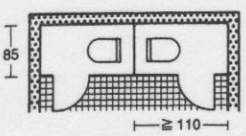


① Zone de perception.

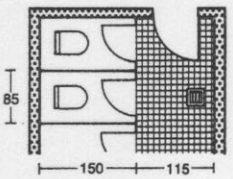


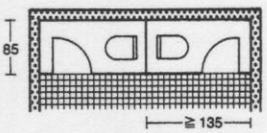
② Affectation des installations sanitaires.



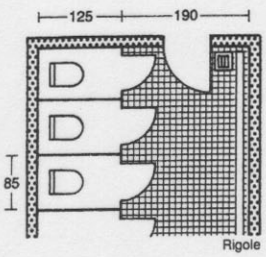


③ WC d'un seul côté, portes ouvrant vers l'extérieur.

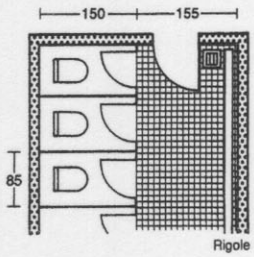




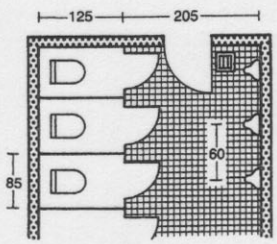
④ Comme figure 3, portes ouvrant vers l'intérieur.



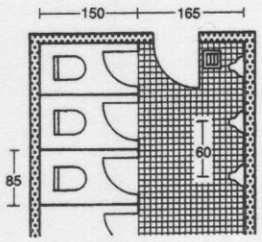
⑤ Portes ouvrant vers l'extérieur, avec stalle-urinoir.



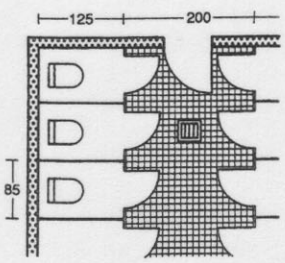
⑥ Comme figure 5, portes ouvrant vers l'intérieur.



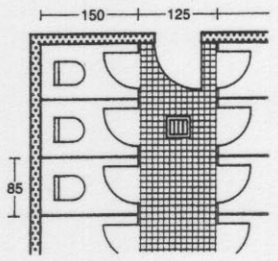
⑦ Avec urinoirs, portes ouvrant vers l'extérieur.



⑧ Comme figure 7, portes ouvrant vers l'intérieur.



⑨ WC des deux côtés, portes vers l'extérieur.



⑩ Portes vers l'intérieur.

La conception fonctionnelle des sanitaires et locaux sociaux a pour but de créer une bonne ambiance dans l'entreprise. Entre autre : toilettes, vestiaires (p.348), douches et bains (p.346), infirmerie, éventuellement sauna et bains médicaux.

Toilettes : Distance env. 100 m de tout poste de travail, env. 75 m pour le travail à la chaîne. Dans les grands établissements, il vaut mieux les répartir par petites unités, une à chaque étage près de l'escalier ou sur un palier. Au-delà de cinq employés, séparer toilettes hommes et femmes et prévoir des sanitaires réservés exlusivement au personnel du service concerné. Un dégagement n'est nécessaire que si les sanitaires ne comptent qu'un WC donnant directement sur un poste de travail, une salle de détente, une infirmerie ou un vestiaire.

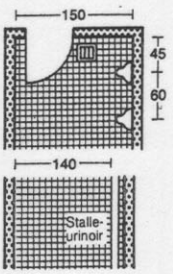
Blocs sanitaires ≤ 250 hommes ou ≤ 160 femmes, prévoir dans chaque bloc sanitaire un écoulement d'eau au sol avec siphon anti-odeurs ainsi qu'un robinet de puisage avec tête amovible et raccord pour tuyau souple. Timbre d'évier pour nettoyage. Revêtement de sol antidérapant, résistant à l'eau, facile à nettoyer. Murs lavables jusqu'à une hauteur de 2 m minimum. Température ≥ 21°C. Devant les toilettes, prévoir des dégagements bien ventilés, avec au moins un lavabo pour cinq WC ainsi que des installations pour se sécher les mains. En cas de distributeurs de savon, un seul suffit pour 2 lavabos. Installer dans cette pièce au moins un miroir pour 2-3 lavabos. La hauteur des locaux sanitaires peut être de 2,20 m si le nombre de WC ne dépasse pas quatre.

Prévoir des sanitaires adaptés pour handicapés selon la réglementation en vigueur par type d'activités.

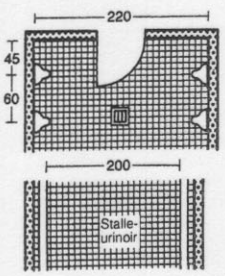
Hommes							Femmes					
Nombre employés	WC	Urinoirs[1]	Stalles-urinoirs en m[2]	Lavabos[3]	WC supplément.	Urinoirs supplément.	Nombre employés	WC	Lavabos	WC supplément.	Poubelles	Éviers
10[4]	1	1	0,6	1	1	1	10[4]	1	1	1	1	1
25	2	2	1,2	1	1	1	20	2	1	1	1	1
50	3	3	1,8	1	1	1	35	3	1	1	1	1
75	4	4	2,4	1	1	2	50	4	2	2	1	1
100	5	5	3,0	2	1	2	65	5	2	2	1	1
130	6	6	3,6	2	2	2	80	6	2	2	1	1
160	7	7	4,2	2	2	2	100	7	2	3	1	1
190	8	8	4,8	2	2	3	120	8	3	3	1	1
220	9	9	5,4	3	3	3	140	9	3	4	1	1
250[5]	10	10	6,0	3	3	4	160[5]	10	3	4	1	1

[1] Augmentation possible jusqu'à 1,5 fois plus.
[2] Dans un local isolé pour produits d'entretien. Si les sanitaires hommes se situent loin des sanitaires femmes, prévoir également des éviers dans ces locaux.
[3] Prévoir des robinets à eau chaude au-dessus des lavabos dans les pièces de dégagement des sanitaires des lieux de travail régis par les directives relatives aux secteurs agro-alimentaire et pharmaceutique.
[4] Jusqu'à 5 employés une installation commune est suffisante.
[5] Installations sanitaires pas plus grandes que pour l'usage de 250 hommes ou 160 femmes.

⑪ Grande installation sanitaire.



⑫ Sanitaires sur un seul côté, stalle-urinoir, urinoirs.



⑬ Sanitaires sur deux côtés.

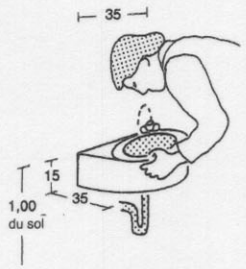
Les cellules sanitaires comprennent tous locaux et installations destinés au lavage corporel des employés. On distingue : installation de lavage, de douche et de bain.

Les cellules sanitaires sont à équiper en eau froide et chaude ou avec mélangeur.

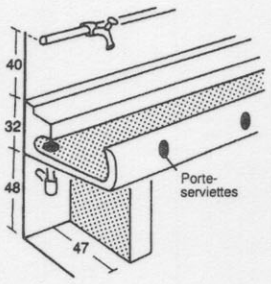
Prévoir dans chaque cellule sanitaire, au moins un robinet d'arrêt avec vidange, tête amovible et raccord pour tuyau souple.

Pendant les heures d'utilisation, il faut assurer une ventilation suffisante des installations. Le nombre de postes d'eau se calcule selon le type d'établissement, par tranche de 100 personnes : 15 places dans des établissements avec travaux peu salissants, 20 pour travaux moyennement salissants, 25 pour travaux très salissants, et 25 dans les industries chaudes, humides, poussiéreuses, à risques toxiques ou exposées au germes, à fort dégagement d'odeurs, pharmaceutiques et agro-alimentaires. Répartir les postes d'eau en lavabos et douches selon le type d'établissement. Prévoir également, en fonction du type d'entreprise, une fontaine pour se rincer la bouche (fig. 1).

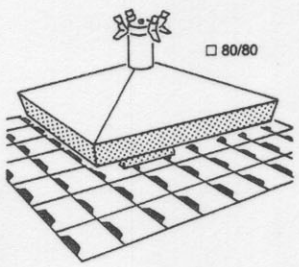
La température dans les cellules sanitaires et les vestiaires doit être de 20-22 °C. Consommation d'eau par personne et par jour : 50 litres.



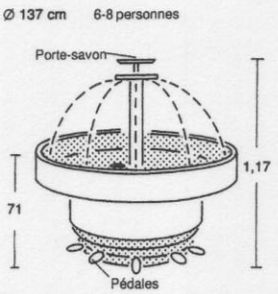
① Fontaine d'eau potable, on boit au jet en actionnant un levier. Distance du poste de travail < 100 m.



② Lavabos-auges en goulotte.



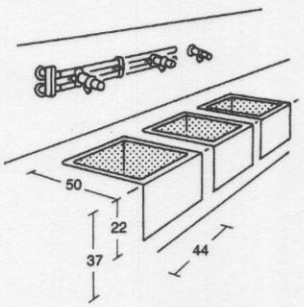
③ Installation pour lavage des pieds.



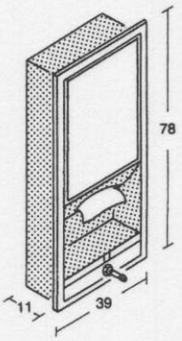
④ Lavabo collectif circulaire (fontaine), économie de place 25 % par rapport aux lavabos en batterie (fig. 2 et 11).

Points d'eau nécessaires

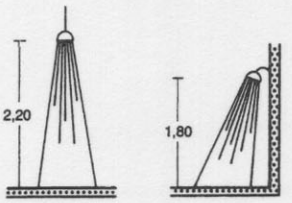
Type d'établissement	Utilisation / pers	Nb d'utilis. par poste d'eau pr un temps total de	
	min	15 min a	20 min b
peu salissant	2	7	10
moyennement salissant	3	5	6
très salissant	4	4	5



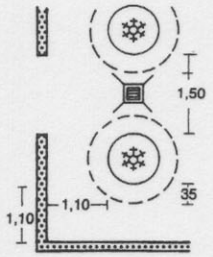
⑤ Timbres lave-pieds.



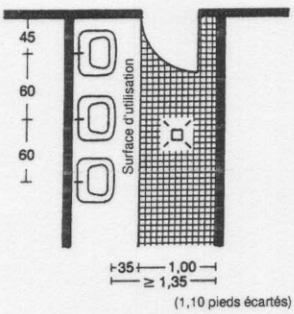
⑥ Distributeur de serviettes en papier avec plateau et distrib. de savon.



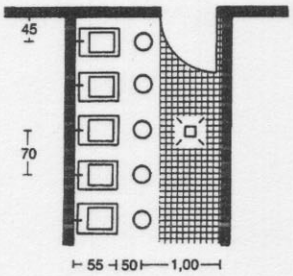
⑦ Hauteur libre des pommes de douche.



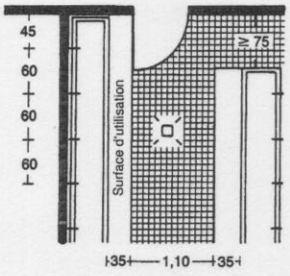
⑧ Place nécessaire pour lavabos collectifs circulaires.



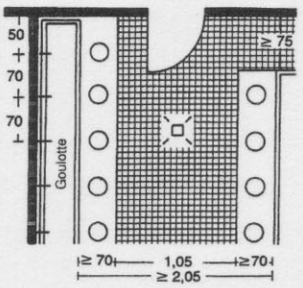
⑨ Cellule sanitaire avec lavabos.



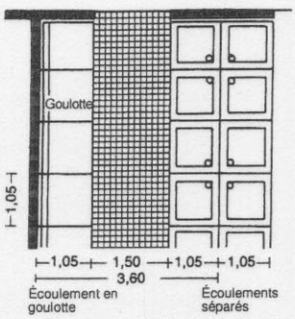
⑩ Cellule sanitaire avec lave-pieds.



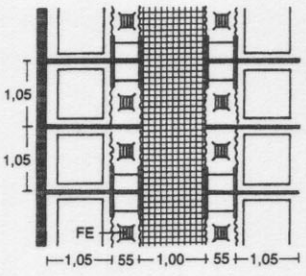
⑪ Cellule sanitaire avec lavabos en goulotte.



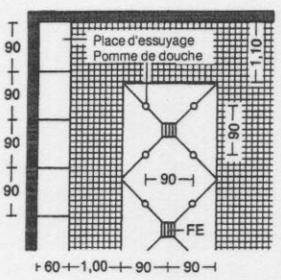
⑫ Cellule sanitaire avec lave-pieds en goulotte.



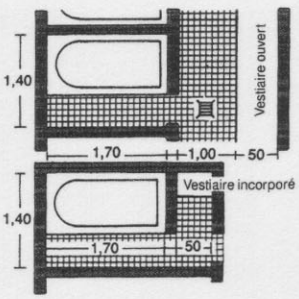
⑬ Cellule sanitaire avec douches ouvertes et fermées.



⑭ Cellule de douches individuelles avec vestiaires incorporés.



⑮ Cellule de douches ouvertes avec places d'essuyage.



⑯ Cellules de bains.

Désignation des locaux	Équipements sanitaires
Toilettes femmes [1]	1 timbre d'évier 1 cuvette de WC pour 3 à 10 femmes ou pour 50 à 100 m² 1 à 3 lavabos-auges par cellule sanitaire 1 lavabo-auge pour 5 WC maxi.
Toilettes hommes [1]	1 timbre d'évier 1 cuvette de WC pour 10 à 15 hommes ou pour 50 à 150 m² de surface utile 1 à 3 lavabos-auge par sanitaire 1 à 3 urinoirs pour 10 à 15 hommes ou pour 50 à 150 m² de surface utile 1 lavabo-auge pour 5 WC maxi.
Bureaux	1 lavabo-auge pour 8 à 10 personnes ou 100 m² de surface utile ou au moins 1 lavabo par bureau ou pour 3 à 7 personnes.
Local de nettoyage	1 évier
Cuisinette	2 plaques électriques 1 évier simple avec égouttoir

[1] 10 cuvettes de WC maxi par cellule sanitaire.
Les toilettes pour handicapés seront aménagées conformément aux spécifications de l'Inspection du travail, adaptées aux conditions particulières des différents types d'établissements

① Équipements pour bâtiments de bureaux et administratifs.

Femmes	Cuvette de WC	Bidet	Lavabo - auge	Timbre d'évier
8 à 10 [1]	1	1	1	1
17 à 20	2	1	2	1
25 à 30	3	1 à 2	2 à 3	1
35 à 40	4	2	3	1
45 à 50	5	2	4	1
Hommes		Urinoirs		
10 à 13	1	1	1	1
20 à 25	2	1 à 2	1	1
30 à 39	2 à 3	2 à 3	2	1
40 à 49	3	3	3	1
50 à 59	3 à 4	4	3	1

[1] En cas de petits bureaux, il est conseillé de doubler le nombre de lavabos, WC et urinoirs.

② Nombre d'éléments par personne

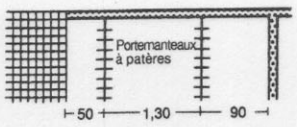
Local	Type d'exploitation	Équipement	
Sanitaires femmes	Travaux peu salissants	3 lavabos-auges 3 cuvettes de WC 1 bidet 1 timbre d'évier	Par tranche de 10 à 15 femmes
	Travaux moyennement salissants	3 lavabos-auges 1 douche 1 lave-pieds 3 cuvettes de WC 1 bidet 1 timbre d'évier	Par tranche de 10 à 15 femmes
Sanitaires hommes	Travaux peu salissants	3 lavabos-auges 2 cuvettes de WC 2 urinoirs 1 timbre d'évier	Par tranche de 10 à 15 hommes
	Travaux moyennement salissants	3 lavabos-auges 1 douche 1 lave-pieds 2 cuvettes de WC 1 timbre d'évier	Par tranche de 10 à 15 hommes
	Travaux très salissants	comme ci-avant, en plus 1 douche par tranche de 10 à 15 personnes 1 baignoire par tranche de 2 à 3 personnes	
	Avec sol salissant ou chaud	comme ci-avant, en plus 1 lave-pieds pour 10 à 15 personnes	
		1 douche de désinfection pour pieds par 6 à 8 d. 1 à 2 fontaines à boire par cellule sanitaire	
Locaux de ménage		1 timbre d'évier	
Cuisinette		1 timbre d'évier 2 plaques électriques 1 évier double avec égouttoir	
Locaux de travail [2]		1 fontaine d'eau potable pour 100 pers.	

[1] 10 WC maxi. par cellule sanitaire ; dans les pièces de dégagement, au moins 1 lavabo ou un lavabo-auge pour 5 cuvettes de WC.
[2] Distance maximale entre poste de travail et fontaine : 100 m.

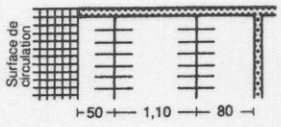
③ Équipement d'exploitations commerciales.

			Nombre de postes d'eau nécessaires pour 100 employés	Lavabos	Lave-pieds	Douches	Douches spéciales pour handicapés moteurs	Baignoires	Baignoires pour handicapés moteurs	Fontaines d'eau potable
Établissements avec conditions normales de travail	Travaux peu salissants	Bureaux et administration	15	10	(10)	4	1	-	-	1
		Industrie textile, bois, mécanique de précision	20	10	(10)	8	2	-	-	1
	Travaux moyennement salissants	Ateliers de construction et de mécanique								
Conditions de travail inhabituelles	Travaux très salissants	Exploitations de charbon, de ciment et de chaux, fabriques de gravillon goudronné	25	12	-	10	3	-	-	1
	Grande chaleur	Aciéries, verreries, postes de travail avec traitement thermique	25	12	-	10	3	-	-	2
	Poussière	Sablières, usines de concassage, parties de l'industrie céramique	25	12	-	10	3	-	-	2
	Milieu humide	Laveries, teintureries	25	16	-	7	3	-	-	1
	Milieu humide, très salissants	Mines de charbon et de minerai, laveries de houille, usines de transformation de minerai	25	12	-	10	3	-	-	1
	Odeurs gênantes	Usines d'incinération d'animaux	25	16	-	7	2	-	-	2
Conditions de travail dangereuses	Manipulation de matières toxiques, porteuses de germes ou radioactives	Établissements traitant : plomb, arsenic, mercure, phosphore, ou maniant : matières premières animales comme boyaux et os, laboratoires utilisant des isotopes	25	12	-	5	2	5	-	1

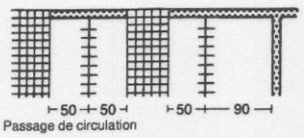
④ Exemples d'établissements et d'équipement des salles d'eau.



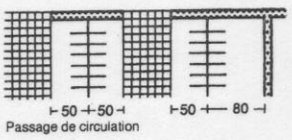
① Vestiaires avec simples portemanteaux.



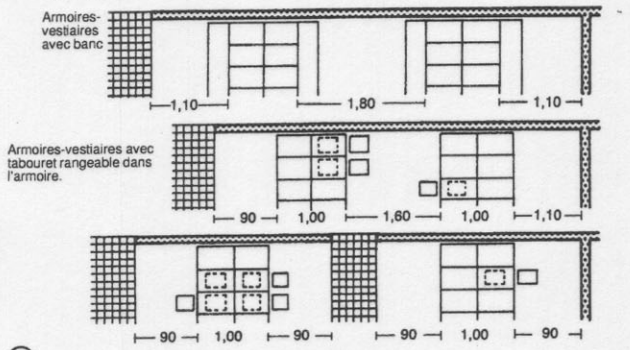
③ Vestiaires avec cintres.



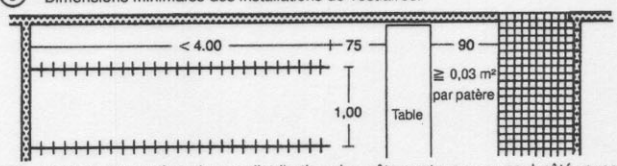
② Vestiaires en self-service, avec simples portemanteaux.



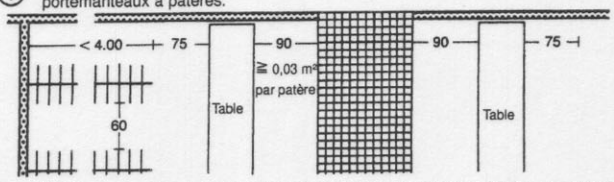
④ Vestiaires en self-service, avec cintres.



⑤ Dimensions minimales des installations de vestiaires.



⑥ Vestiaire avec réception et distribution des vêtements sur un seul côté, avec portemanteaux à patères.



⑦ Vestiaire avec réception et distribution des vêtements sur deux côtés avec cintres (vestiaires de théâtre).

Les vestiaires sont des installations utilisées par le personnel d'un établissement pour se changer et déposer des vêtements de maison, d'extérieur ou de travail. Les locaux doivent être situés fonctionnellement entre les postes de travail et l'entrée, et accessibles par le plus court chemin. Les vestiaires jusqu'à 30 m² de surface doivent avoir une hauteur libre de ≥ 2,30 m, et de ≥ 2,50 au-delà de 30 m². La surface de base d'un vestiaire doit être ≥ 6 m². Si des vestiaires ne sont pas nécessaires, chaque employé doit avoir à sa disposition un endroit pour déposer ses vêtements et un casier fermable à clef (fig. 13 et 14).

Les vestiaires hommes et femmes doivent être séparés, à l'abri des courants d'air et des regards indiscrets.

Il est avantageux de disposer des rangées d'armoires et de portemanteaux perpendiculairement à la fenêtre. Appui de fenêtre si possible à la même hauteur que les armoires. Vestiaires et cellules sanitaires doivent être séparés mais communiquer directement.

Largeur des passages de circulation : jusqu'à 100 personnes ≥ 1,10 m, usuel. 1,20 m; jusqu'à 250 personnes ≥ 1,65 m, usuel. 1,80 m; jusqu'à 400 personnes ≥ 2,20 m, usuel. 2,40 m (fig. 1 à 7).

Distances minimales entre patères ou cintres dans des vestiaires ouverts :

Vêtement d'extérieur, patères 20 cm, cintres 10 cm;

Vêtements de travail, patères 10 cm, cintres 6 cm;

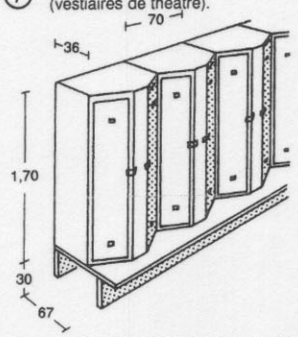
Vêtements de travail humides, patères 30 cm, cintres 20 cm (fig. 1 à 4).

Équipement des vestiaires :

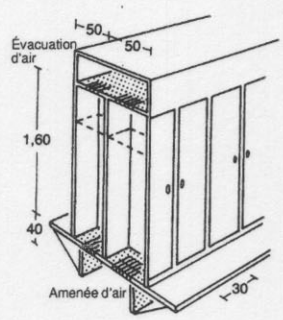
1 armoire-vestiaire	par employé
1 armoire double dans des établissements à travaux salissants (séparer vêtements de travail et de ville)	par employé

Place nécessaire par employé :

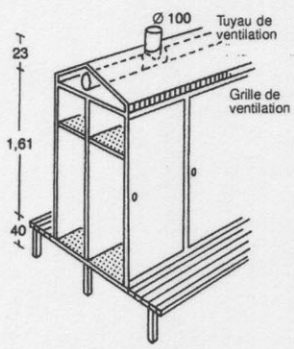
Surface pour se changer	0,50 m²
Surface pour se changer avec armoire et lavabo-auge	0,50-0,60 m²
Surface pour se changer avec armoire sans lavabo-auge	0,30-0,40 m²



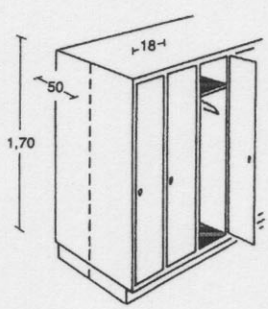
⑧ Armoires-vestiaires de forme trapézoïdale.



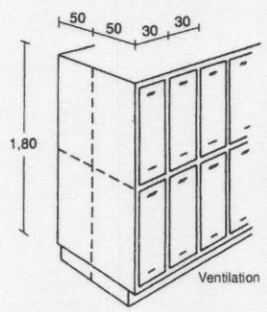
⑨ Armoires-vestiaires en double rangée avec banc.



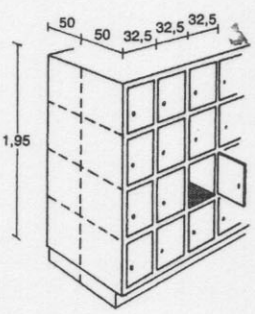
⑩ Armoire-vestiaire avec toit en pente et tuyau de ventilation.



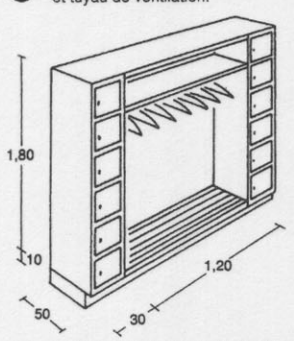
⑪ Armoire-vestiaire étroite.



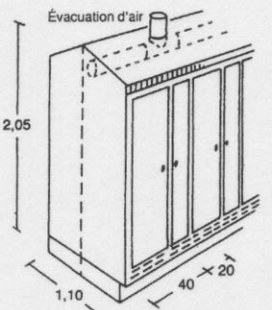
⑫ Rangée d'armoires à deux niveaux.



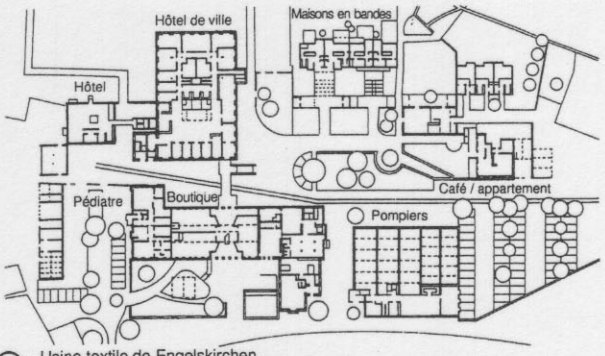
⑬ Armoire à casiers.



⑭ Armoire à casiers avec penderie ouverte.

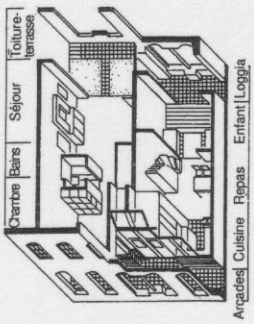


⑮ Armoire-vestiaire à compartiment double, largeurs 20 et 40 cm pour vêtements de rue et de travail.

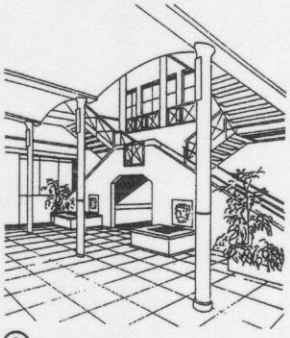


① Usine textile de Engelskirchen.
Après : Hôtel de ville, boutiques, hôtel, logements; vue d'ensemble.

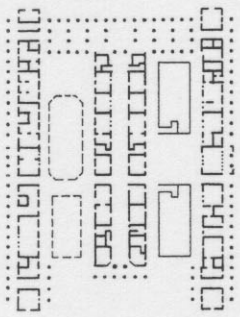
Avant : ensemble de fabriques (fig. 1 à 3).
Transformation : La filature est devenue l'hôtel de ville, la retorderie est devenue un immeuble de commerce et d'habitation, l'entrepôt de laine est devenu un hôtel.
Avant : halles de marché (fig. 4 à 7).
Après transformation : boutiques, restaurants, un pub, bureaux à l'étage.
Avant : ensemble de silos (fig. 8 et 9).
Après transformation : bureau d'architecture. Il a fallu casser des murs et construire des plates-formes reliant les silos à des hauteurs différentes.
Avant : usine de traitement de l'eau (fig. 10 et 11).
Après transformation : centre culturel. L'ancienne usine assurait jusqu'en 1975, l'approvisionnement en eau de Rotterdam.



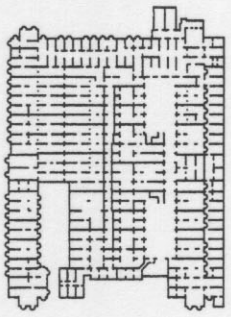
② Logement duplex



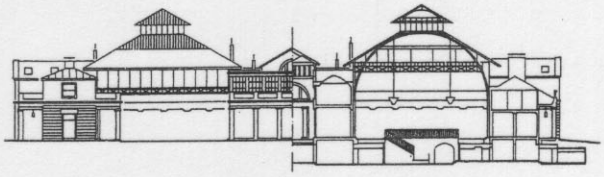
③ Hôtel de ville



④ Central Market CoventGarden
Londres (fig. 5 à 7).



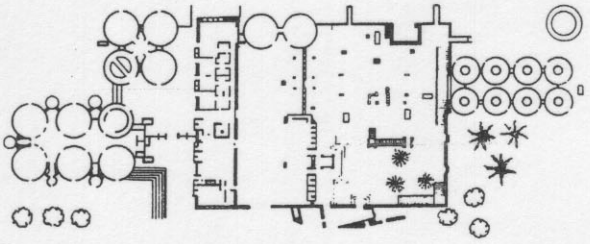
⑤ Vue en plan (fig. 6 et 7).



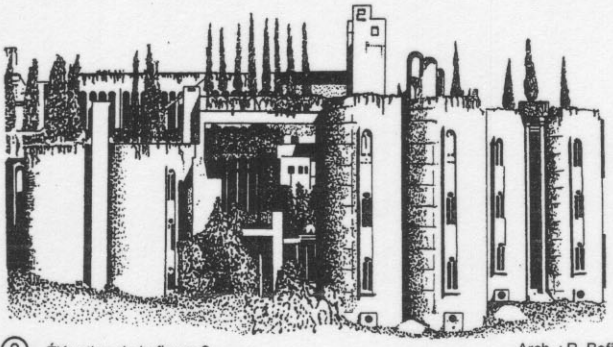
⑥ Coupe transversale de la figure 7.



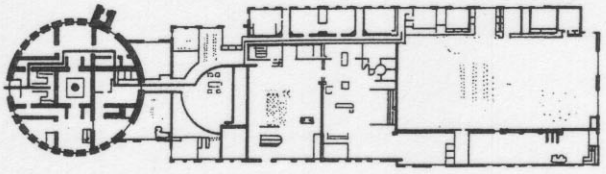
⑦ Avant, anciennes halles de marché; après, magasins, restaurants, bureaux.



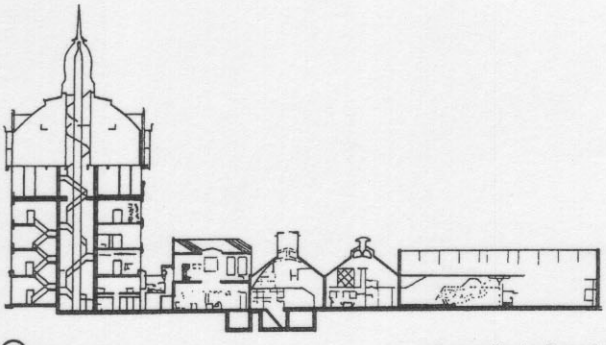
⑧ Avant, ensemble de silos; après, bureau d'architecture (fig. 9).



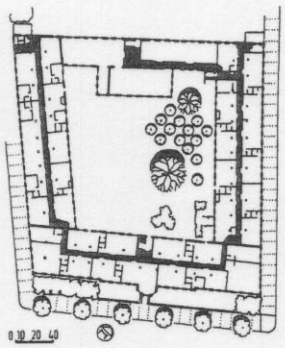
⑨ Élévation de la figure 8. Arch. : R. Bofill



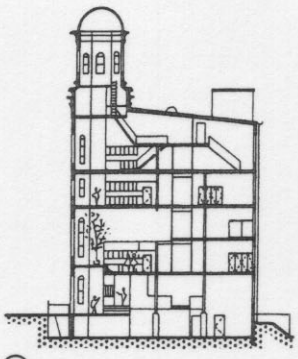
⑩ Avant, usine de traitement de l'eau de Honingerdijk; après, centre culturel.



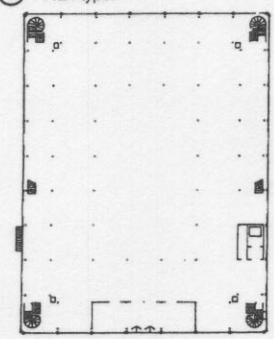
⑪ Coupe de la figure 10. Groupe Utopia, Rotterdam



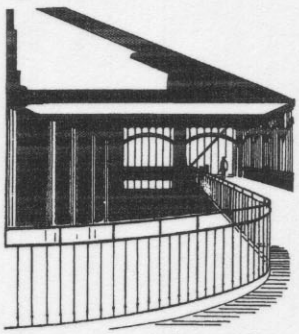
① Plan-type.



② Coupe transversale.



③ Avant : halle de marché,
Après : salle polyvalente.



④ Halle de marché, vue intérieure (fig. 3).

Ensemble de logements à Boston (États-Unis).
Avant : fabrique de pianos, après : logements d'artistes (fig. 1 et 2). Les corps du bâtiment forment une cour intérieure, ont de nombreuses fenêtres et une faible profondeur, la situation est très favorable pour des logements.

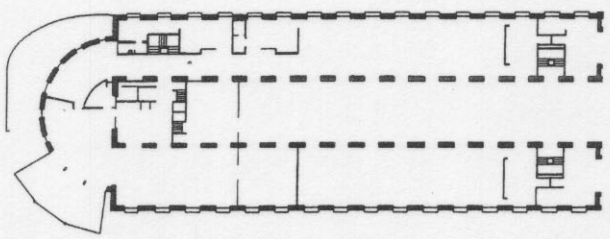
Salle polyvalente Pavillon Baltard de Nogent-sur-Marne (France).
Avant : halle de marché, après : salle polyvalente (fig. 3 et 4). La salle est conçue pour accueillir jusqu'à 300 personnes, au sous-sol se trouvent des parkings, des salles de fonction et des annexes.

Centre culturel de Genève (Suisse).
Avant : abattoir, après : centre culturel (fig. 5 à 7). La structure du bâtiment de 1848 a été transformée en centre culturel avec salles d'exposition, théâtre d'artistes, salle de répétitions musicales, restaurant.

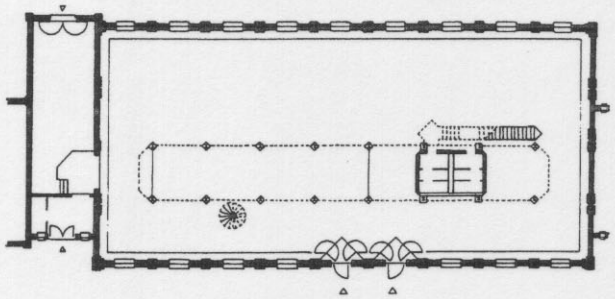
Logements d'artistes Nesbeth Housing à New York (États-Unis).
Avant : fabrique de téléphones, après : appartements (fig. 8). Avec une surface utile existante de 60 000 m², 384 appartements, des boutiques, ateliers, salles d'exposition, cinémas et salles de répétition ont été créés.

Galerie d'art Schloss Gottorf, Schleswig (Allemagne).
Avant : manège couvert, après : musée (fig. 9 à 11). Ce bâtiment est la construction profane la plus importante de la région. Le manège couvert a été transformé en musée d'art contemporain. On a renoncé à toute prétention représentative.

École expérimentale à San Francisco (États-Unis).
Avant : entrepôt, après : école (fig. 12). L'immeuble est séparé selon les fonctions de chaque niveau : les étages 4 et 5 reviennent à l'école expérimentale, les étages 2 et 3 à l'école et au voisinage, le premier étage est destiné à l'utilisation commune par l'école expérimentale et le voisinage.



⑤ Avant, abattoir ; après, centre culturel (fig. 6 et 7).



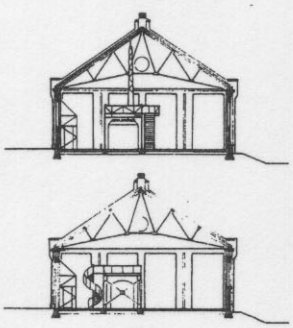
⑨ Avant, manège couvert ; après, musée (fig. 10 et 11).



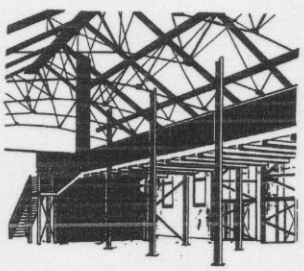
⑥ Abattoir, vue intérieure (fig. 5).



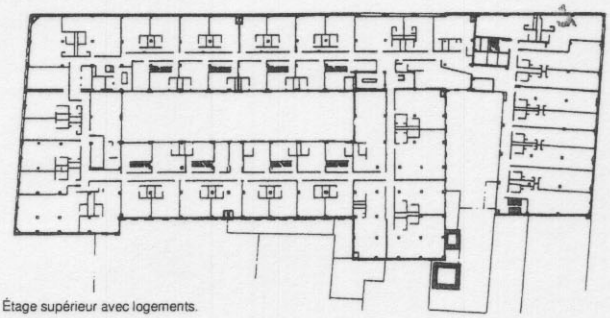
⑦ Abattoir, élévation.



⑩ Coupes transversales.

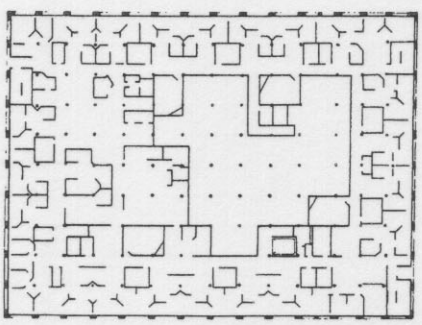


⑪ Vue intérieure du hall.



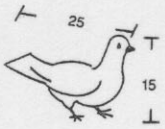
Étage supérieur avec logements.

⑧ Avant, fabrique de téléphones ; après, logements.



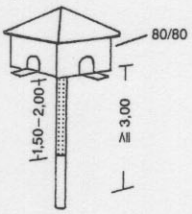
⑫ Avant, entrepôt ; après, école.

École expérimentale à San Francisco.



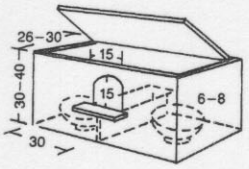
Surface par paire ..... 0,15-0,20 m²
pigeons de race un peu plus.
Volume d'air :
1 paire de pigeons voyageurs ..... 0,5 m³
1 paire de pigeons de race ..... 1,0 m³
Par pigeonnier : 15-20 paires de pigeons de race, 20-50 paires de pigeons communs.

① Pigeons.



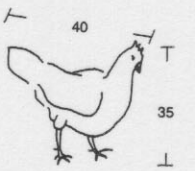
Sur piliers de 3-4 m de haut, garnis de tôle jusqu'à 1,5-2,0 m du sol, comme protection contre les rapaces, ou sous forme de pigeonnier au Sud et à l'Est de la maison.

② Abri à pigeons.



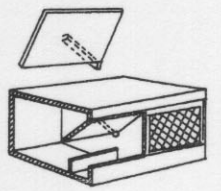
Par couple de pigeons, une double case avec 2 nids, sur le sol du pigeonnier ou sur une installation spéciale. Petites ouvertures dans les cases en bois pour approvisionnement de la nourriture et des récipients à eau.

③ Cases-nichoirs.



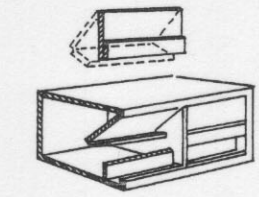
Place nécessaire pour 20 poules ≥ 10 m²
Place nécessaire pour 10 poules ≥ 5 m²
Place nécessaire pour 5 poules ≥ 3 m²
Place nécessaire pour la nuit : 1 mètre courant de perchoir pour 5-6 poulettes ou 4-5 grosses poules = 10-12 poules sur 1 m².

④ Poules (Orpington).



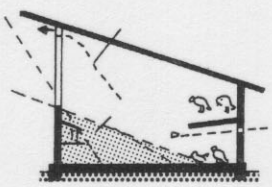
Dans les poulaillers d'élevage, les pondoirs sont conçus comme nids à trappe, avec une porte à trappe soit retenue par un crochet (fig. 5) soit composée de 2 abattants reliés entre eux (fig. 6). Lorsque la poule entre, l'abattant se soulève et provoque la fermeture.

⑤ Pondoir ouvert.



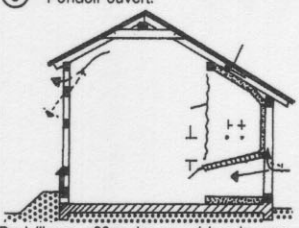
Les nids sont sur le sol ou superposés (3 niveaux) avec partie supérieure en pente. Dimensions des nids :
surface 35 x 35 à 40 x 40, hauteur 35 cm ; compter 1 nid ouvert pour 5 poules, 1 nid à trappe pour 3-4 poules.

⑥ Pondoir avec abattants.



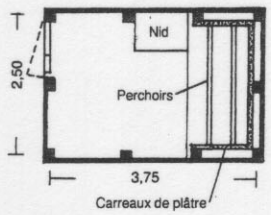
Aération sans courant d'air. Pondoirs loin de la fenêtre. Clapets d'aération pouvant se fermer. Bien ensoleillé. Température extérieure pour l'espace libre, plus de chaleur pour la partie de repos. C'est pourquoi la partie de repos est souvent séparée par un rideau et est réalisée en matériaux isolants.

⑦ Poulailler.



Poulailler pour 20 poules avec niches de repos séparées et isolées thermiquement, tôle en pente pour excréments et arrivée d'air par le mur. Dimensions de l'ouverture : 18 x 20 à 20 x 30 cm, protégée contre les courants d'air par des planches latérales, fermable par porte coulissante.

⑧ Coupe (fig. 9).



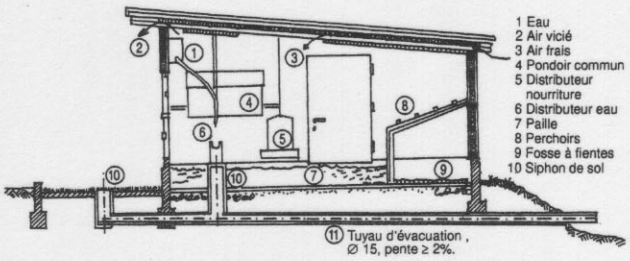
Dimensions des perchoirs selon tailles des poules : largeur de 4-7 cm, hauteur de 5-6 cm, 3,5 m de portée, faciles à enlever ; 5-6 poules sur 1 m de perchoir.

⑨ Plan (fig. 8).

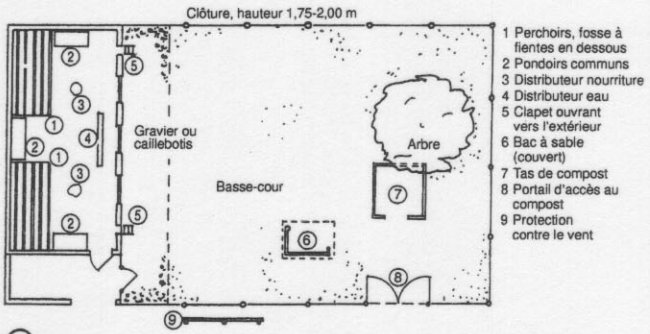
Les installations pour petits animaux exigent de grands soins lors de leur conception et de leur réalisation, si l'on vise un élevage rentable. Elles doivent être propres, aérées, sans courant d'air, sèches, isolées et étanches à l'eau ; prévoir un écoulement pour le purin. Les surfaces vitrées ne doivent pas dépasser 1/10e de la surface du sol. Pour maintenir la chaleur, on utilise des constructions en bois avec couches isolantes. Prévoir des annexes pour la préparation et le stockage des aliments.

La forme du poulailler doit s'adapter à la position du soleil. Fenêtres vers le sud, porte vers l'est. Nids de ponte du côté le plus sombre. Le poulailler est divisé en espaces libres avec fond de paille et fosse à excréments surmontée de perchoirs (fig. 5). La basse-cour idéale est libre, sans clôture. Sol gazonné avec un arbre pour l'ombre (fig. 11), un tas de compost et un bain de sable.

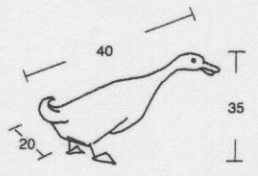
Le nombre de poules dépend de la grandeur de la basse-cour et de la surface libre du poulailler. On compte 5 poules par mètre carré de surface de poulailler dans le cas d'une basse-cour libre. Si la basse-cour est quatre fois plus petite que la surface de base du poulailler (y compris la place pour perchoirs, fosse à fientes, distributeurs de nourriture et d'eau), on peut avoir 2 poules par mètre carré de surface de poulailler.



⑩ Poulailler. Coupe transversale de la figure 11.

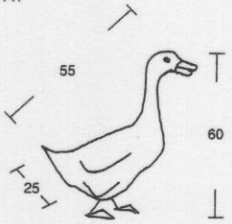


⑪ Poulailler et basse-cour de la figure 10.



Surface cabane (4-5 canards) ..... 1 m²
Hauteur ..... 1,7 - 2,00 m
Max. : 1 canard et 20 canes. Sol cabane massif, protégé contre les rats, sec et aéré. Sortie vers l'eau, terrain si possible marécageux.

⑫ Canard (Pékin).

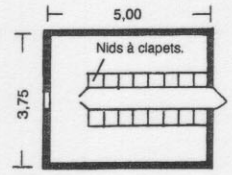


Mêmes indications que pour les canards. Pour les gaver, on les enferme dans de petites cellules individuelles d'une longueur de 40 x 30 cm, avec auge à excréments et écuelle à nourriture devant la cellule.

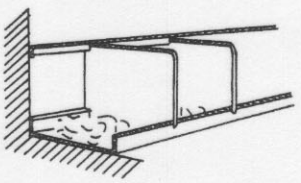
⑬ Oie (Poméranie).



⑭ Cabane.



⑮ Plan cabane.



Grandeur du nid : 40 x 40 cm. En cas d'élevage nids à clapets comme pour les poules, 1 nid par canard. Disposition (fig. 14 et 15).

⑯ Pondoir pour 4-5 canes.

INSTALLATIONS POUR PETITS ANIMAUX

ACTIVITÉS DE LOISIRS

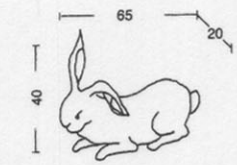
Clapiers à lapins (fig. 2 à 4), souvent dehors à l'abri du vent à l'arrière des maisons ou des étables. On peut en superposer jusqu'à 3 (fig. 3). Protection contre rats et souris, prévoir nettoyage facile avec écoulement d'urine (fig. 2).

L'élevage des lapins dans des locaux fermés (fig. 5 et 6) entraîne de fortes exigences relatives à la construction et au climat. Les lapins sont encore plus sensibles à un mauvais climat dans un bâtiment fermé que les porcelets ou les poussins. Élevage et engraissement nécessitent des locaux munis d'une isolation thermique avec ventilation mécanique. Le volume du bâtiment abritant les clapiers devrait se situer à 4,5-5,5 m³ par lapine (petits y compris). Température dans un bâtiment d'élevage 10-28 °C, (18 °C idéal), dans un bâtiment d'engraissement 20 °C.

Les chèvreries, orientées si poss. à l'Est ou au Sud, doivent être sèches, bien aérées et bien éclairées. Surf. des fenêtres = 1/5-1/20 de la surface au sol. Pour l'élevage en grand, il faut une largeur de 75-80 cm par chèvre (entravée) avec une profondeur de 1,50-2,00 m, sans compter les passages nécessaires devant et derrière les stalles (préférer des locaux de stabulation libre). Le terrain attenant à la chèvrerie doit donner autant que possible au Sud.

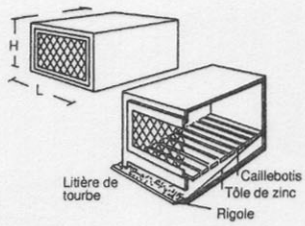
Été : 5 kg d'herbe/jour et 0,5 kg de foin, 6 kg de luzerne.

Hiver : 1 kg de foin/jour, 2-3 litres d'eau/animal /jour



Surface clapier par animal : 0,65-1,0 m², air frais, sec, protection contre rayons solaires et rats.
Clapier souvent en bois, sol avec écoulement (fig. 2), pente 5%.

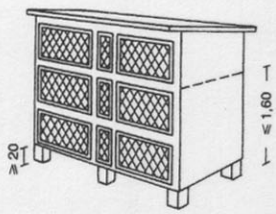
① Lapins (Géants des Flandres)



	L	P	H
petites espèces	80	80	55
espèces moyennes	100	80	65
grandes espèces	120	80	75

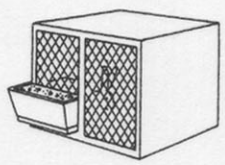
La profondeur est identique, un cloisonnement léger est recommandé.

② Dimensions d'un clapier (en cm).



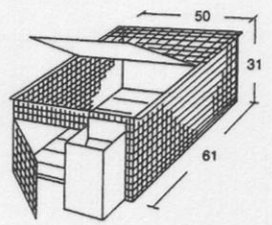
Pour petites espèces 3 niveaux, pour grandes espèces 2 niveaux, dimensions : voir ci-dessus (longueurs non limitées), sol en caillebotis (fig. 2) avec écoulement et éventuellement dispositif pour collecter l'urine.

③ Clapiers superposés en batteries.



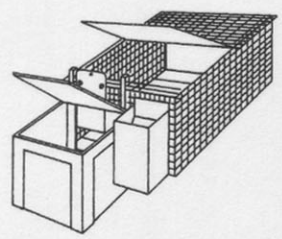
Devant le clapier ou entre 2 clapiers s'ouvrant des 2 côtés (fig. 3). Sur le devant clôture en treillis galvanisé. Clapiers pour lapines avec nid dans l'obscurité et couche pour la mère à une hauteur de 10 cm.

④ Mangeoire dans le clapier.



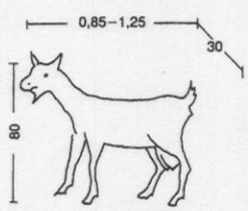
Cage entièrement en treillis métallique galvanisé, largeur de mailles : 25/25 ou 12/70 mm.

⑤ Cage en treillis métallique avec distributeur de nourriture.



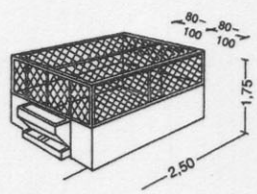
Nichoirs pour jeunes lapins en bois ou polyuréthane, sol du nichoir au moins 70 mm au-dessous du sol de la cage.

⑥ Cage d'élevage avec nichoir et distributeur de nourriture.



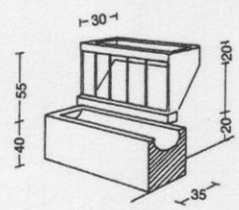
Surface chèvrerie par animal	
Largeur par animal	1,5 - 2,0 m²
Profondeur (chèvre attachée)	0,75 - 0,8 m
Profondeur (chèvre libre)	1,8 m
Hauteur de l'étable	2,5 - 2,8 m
Température	10° - 20°

⑦ Chèvres (chèvre laitière)



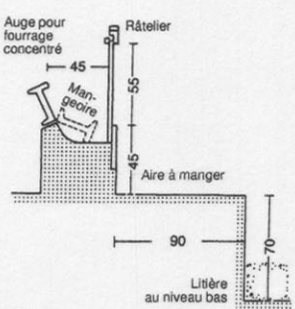
Au-dessous du râtelier, treillis métallique. Pente, rigole pour l'urine, surface de la fenêtre = 1/10 de la surface de base. La fenêtre se trouve à l'opposé du râtelier.

⑧ Chèvrerie moderne, avec râtelier et abreuvoir entre 2 boxes.

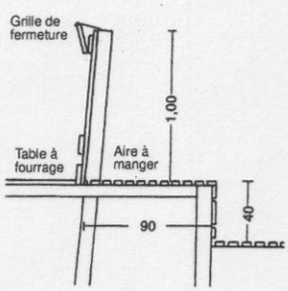


Râtelier et abreuvoir, en dimensions courantes, près de la grange à fourrage. Ration quotidienne par chèvre : 1,2 kg de foin ; 2,3 kg de raves et choux.

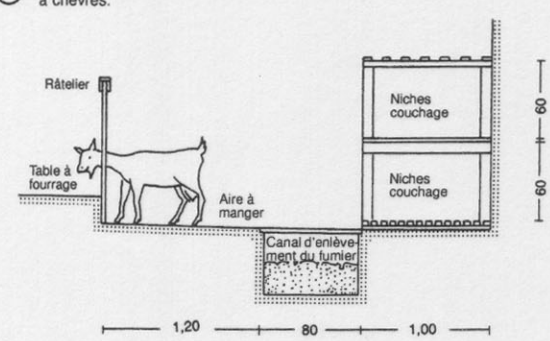
⑨ Râtelier et abreuvoir pour une étable à chèvres.



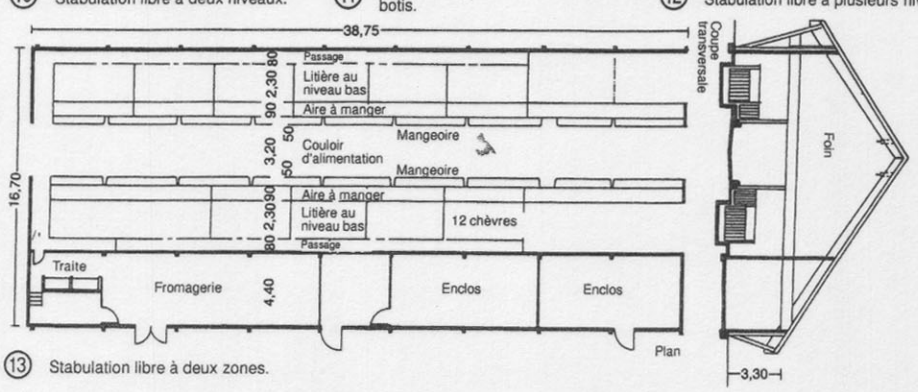
⑩ Stabulation libre à deux niveaux.



⑪ Stabulation libre avec sol en caillebotis.



⑫ Stabulation libre à plusieurs niveaux et niches de repos contre le mur.

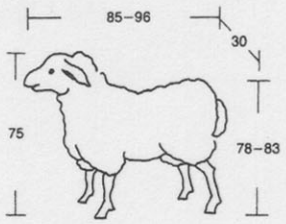


⑬ Stabulation libre à deux zones.

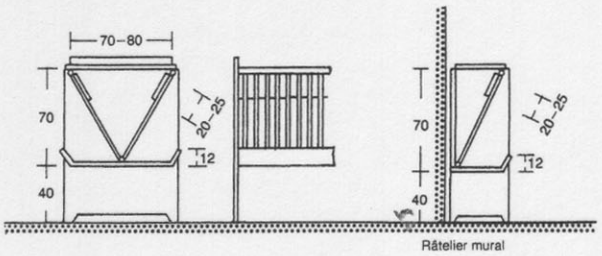
Place néces-saire	Stabula-tion libre m²	Long. râtelier cm	Stabulation entravée L. stand.	Larg.	Long.
Chevreau	0,7	20	-		
Jeune ch.	1,2	30 - 40	50	50	40
Chèvre	1,5	40 - 50	80	50 - 70	40
Bouc	2,2 - 4,0	80	80	60	50

Fenêtres : 1/15-1/20 de la surface de l'étable.
Hauteur de l'étable : > 2,50 m.
Abreuvoir : 1 pour 30 animaux ; 0,4 kg de paille par jour = 1,5 q/an/chèvre ; fumier : 7-15 q/an/chèvre.

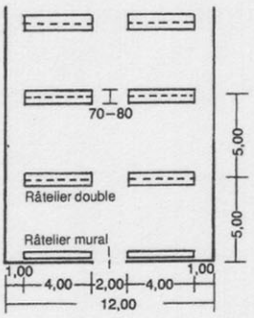
⑭ Chèvreries.



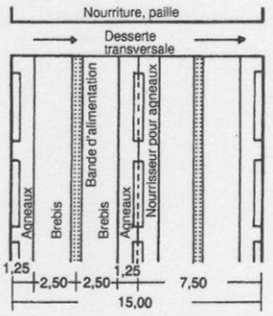
① Mouton.



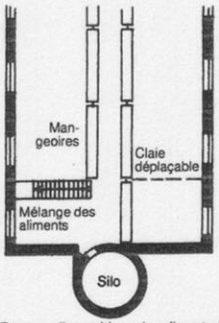
② Râtelier en échelle avec auge.



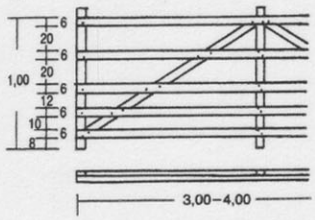
③ Bergerie sans couloir d'alimentation.



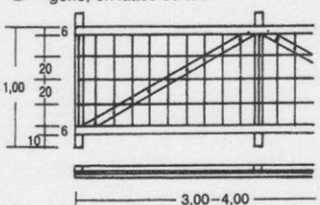
④ Bergerie à desserte transversale, 15 m de largeur de bergerie pour 4 groupes de brebis avec agneaux.



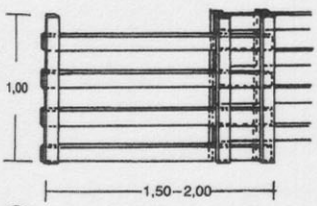
⑤ Bonne disposition du silo et de la zone de mélange des aliments dans une bergerie.



⑥ Claie pour compartimenter la bergerie, en lattes de toit.



⑦ Claie pour compartimenter la bergerie, en lattes de toit et treillis métallique.



⑧ Claie coulissante en lattes.

Surfaces nécessaires aux moutons en aire de couchage et aire à manger

Animal	Aire de couchage en m² / animal	Largeur de l'aire à manger en m² / animal
Brebis à 70 kg	0,85	0,4
Brebis de plus de 70 kg	1,0	0,45
Brebis avec agneaux	1,2 à 1,6	0,6
Agneau à 8 semaines	0,3 à 0,4	0,15
Agneau dest. à vente, agneau d'engrais.	0,4 à 0,5	0,2
Agneau d'un an	0,7 à 0,8	0,3
Bélier géniteur en stalle individuelle	3,0 à 4,0	0,5
Bélier géniteur en stalle collective	1,5 à 2,0	0,5

Mesures et poids des deux principales espèces de moutons

Mérinos et mouton à viande à tête noire	Poids	Hauteur de garrot	Longueur de carcasse
Bélier	120 à 130 kg	0,83 m	0,96 m
Brebis	70 à 80 kg 65 à 75 kg	0,78 m	0,85 m

Surface nette nécessaire pour moutons en stabulation groupée sur sol entièrement ajouré

animal	m² / animal
Brebis	0,8
Brebis avec agneaux	1,2
Agneau à l'engraissement	0,5
Agneau d'un an	0,6
Bélier	1,5

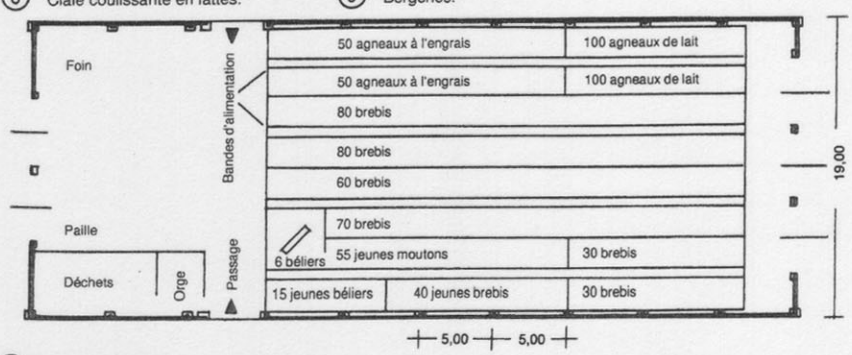
Valeurs optimales du climat de la bergerie

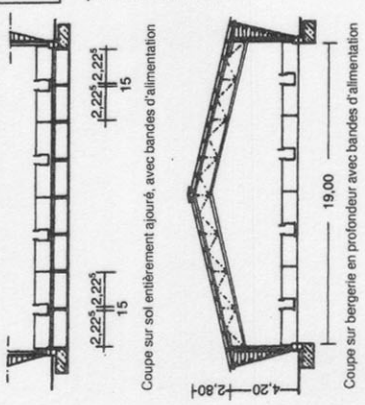
Zone de bergerie pour	Température en °C	Humidité atmosph. relative en %
Gestation	8 à 10	60 à 75
Agnelage et engraissement	10 à 14	60 à 75
Élevage	14 à 16	60 à 70

Volume de stockage nécessaire pour brebis mère (y compris ses agneaux) et période de stabulation d'hiver

Matière stockée	Volume nécessaire
Foin seul	3,3 m³
Foin et fourrage ensilé	1,0 m³
Fourrage ensilé	1,0 m³
Litière (compris supplément 30% espace vide)	1,5 m³
Fourrage concentré (compris supplément 120% espace vide)	0,2 m³

⑨ Bergeries.





⑩ Bergerie pour 350 brebis, 110 jeunes moutons, 200 agneaux de lait, 100 agneaux à l'engrais.

Bergeries, orientées à l'est ou à l'ouest. Élevage individuel comme pour les chèvres. Élevage industriel : grande bergerie isolée avec possibilité de stabulation en fonction des saisons (hiver, printemps, pendant et après la période de mise bas), compartimentée par des claies en fonction de l'âge et du sexe.

Plancher 50-60 cm au-dessous du sol, bas de la porte à 20 cm au-dessus du sol.
Cette différence de niveau est comblée par la litière qu'on laisse 3-4 mois.

Il faut donc des râteliers mobiles, si possible avec mangeoire, soit circulaires ∅ 2,20 m soit oblongs, de 3,40 m de long et suffisants pour 25-30 moutons. Distance de 2,30 m entre les mangeoires, 1,80 m entre mangeoires et mur.

Les portes doivent donner au sud, s'ouvrant par moitié dans la hauteur.

Largeur des portes ≥ 2,50 m, hauteur ≥ 2,80 m pour permettre l'enlèvement du fumier.

La bergerie doit donc avoir une hauteur de 3,30-3,50 m, surface des fenêtres 1/20-1/25 de la surface du sol ; fenêtres à soufflet haut placées.

Toutes les parties de la construction et éléments en bois doivent être protégés contre les sels produits par le fumier, par un socle dépassant de 15-20 cm le niveau le plus élevé du fumier.

Zone de mélange des aliments : 1/10-1/15 de la surface totale.
Pour les petits troupeaux, prévoir au moins 6 m² de réserves de betteraves et un emplacement pour foin et paille de 3 m³ par mouton.

Le poulailler individuel est devenu aujourd'hui la forme normalisée de l'élevage des volailles. Pour l'élevage au sol intensif, la largeur minimale est de 7 m, et de 6-15 m pour un élevage en batteries de cages. Prévoir une isolation suffisante, la température idéale se situe, selon l'utilisation du poulailler, entre +15 et +22 °C.

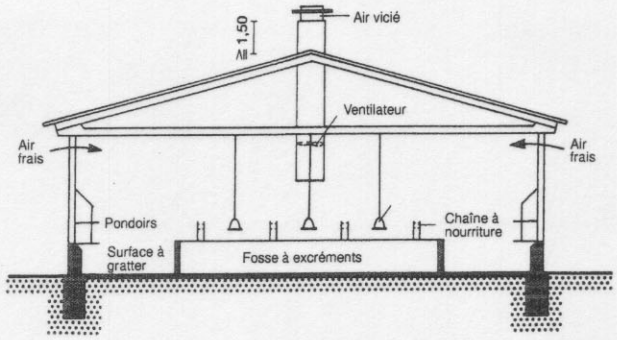
Le choix du futur système d'enlèvement des excréments se fait au stade de l'avant-projet, choix décisif pour les dimensions des cages ou fosses à excréments. Soigner la conception de l'évacuation de l'air : doter systématiquement les poulaillers de ventilation mécanique (fig. 1 à4). Fosses à excréments sous les batteries : évacuation d'air longitudinale sous les passages de service.

Vitesse d'entrée de l'air : 0,30 m/s, maximum 0,50 m/s l'été ; renouvellement maxi. de l'air pour poules de ponte : 10 m³/h/kg de poule = pour un poulailler à cages en étages 60 fois le volume d'air. Pour jeunes poules, 4,00 m³/h/kg de poule.

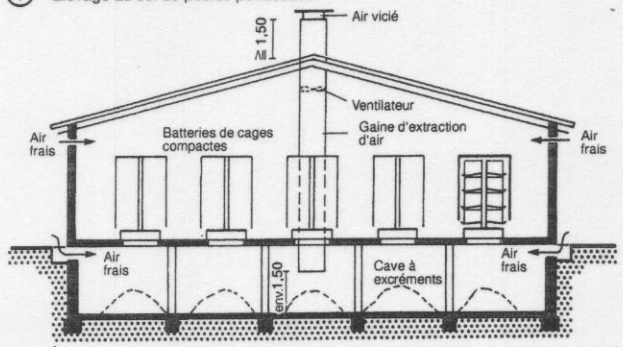
Possibilités de régulation : double renouvellement de l'air l'hiver. Une panne du système d'évacuation d'air peut entraîner des conséquences catastrophiques en très peu de temps. Doter ces installations d'un dispositif d'avertissement et prévoir des ventilations de secours.

Poulailler pour pondeuses en élevage au sol : densité 5-7 poules par mètre carré de surface de poulailler, pour un dispositif en caillebotis de 8-10 poules/m² et pour un dispositif en pente 16 poules/m². Abreuvoir circulaire : 75-100 poules par distributeur d'eau ; auge à eau : 1,00 m pour 80-100 poules. Abreuvoir à nipple : 2-3 poules par abreuvoir. Distributeur de nourriture à tuyau : 25 poules par auge ronde (∅ 30 cm).

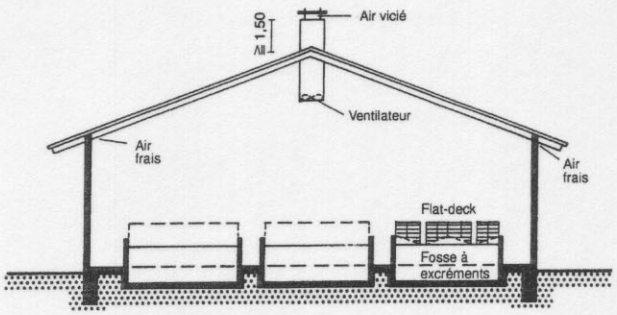
Nids de ponte : 1 nid pour 3-4 poules (élevage de race seulement) ; nid individuel ouvert pour 4-5 poules ; 1 nid collectif pour 50 poules.



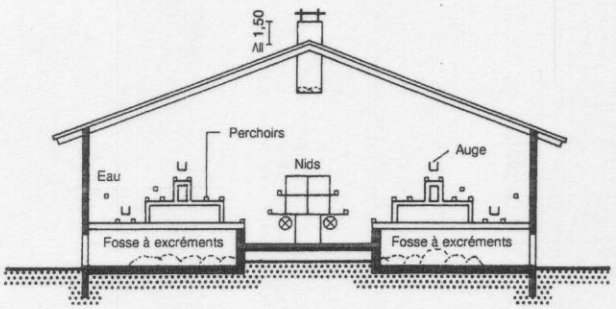
① Élevage au sol de poules pondeuses.



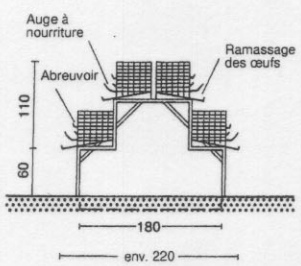
② Élevage de poules pondeuses avec batteries à excréments secs et cave à excréments.



③ Installation de cages « Flat-deck » à un seul niveau.

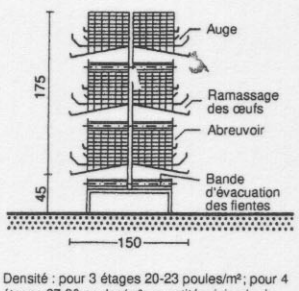


④ Élevage en volière.



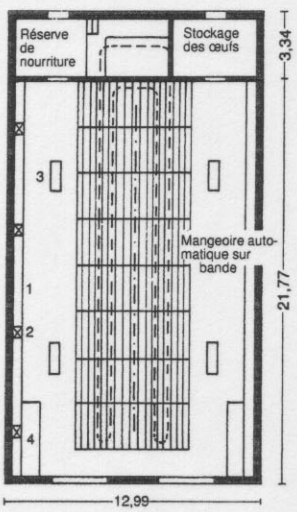
Densité : 8-13 poules/m² de surface de poulailler

⑤ Cages en gradins.



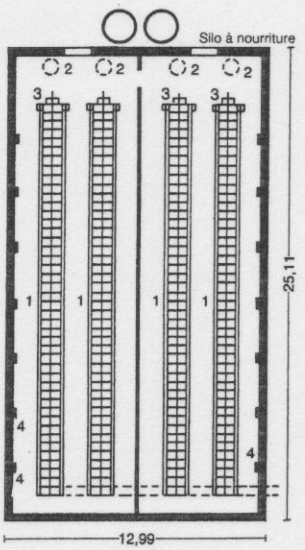
Densité : pour 3 étages 20-23 poules/m² ; pour 4 étages 27-30 poules/m² ; quantité minimale de 3000 poules par poulailler.

⑥ Cages à étages.



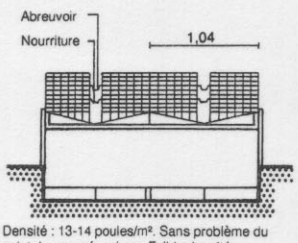
1. Nids de ponte, 2. Gaine d'extraction d'air, 3. Auge à nourriture, 4. Bac à poussière

⑦ Élevage au sol pour 1 600 pondeuses.



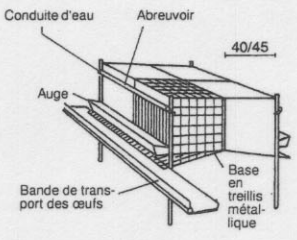
1. Batteries, 2. Réservoirs d'eau, 3. Chariot à nourriture, 4. Apport et évacuation d'air

⑧ Élevage en batteries avec trois étages pour env. 4 800 poules.



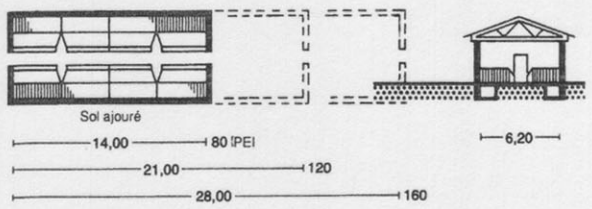
Densité : 13-14 poules/m². Sans problème du point de vue mécanique. Faible densité.

⑨ Cages Flat-Deck à un seul niveau.

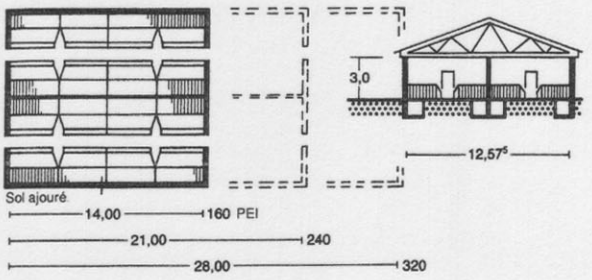


Surface de cage : 430-450 cm²/poule
Profondeur : 40-45 cm, parfois plus
Hauteur : devant 50 cm, derrière 40 cm
Longueur d'auge : 10-12 cm/poule

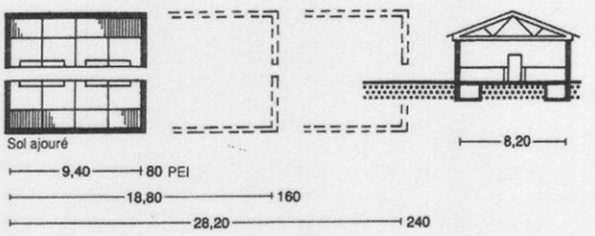
⑩ Cages individuelles.



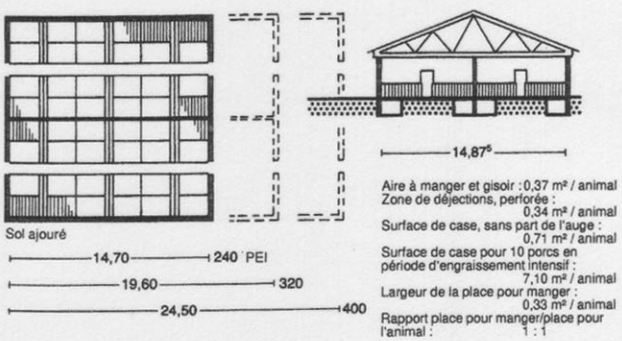
① Porcherie à deux rangées, cases courtes, auges longitudinales, 80-160 places pour engraissement intensif (PEI).



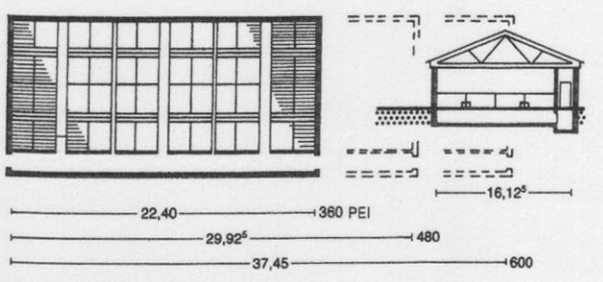
② Porcherie à quatre rangées, avec mur médian, 160-320 places pour engraissement intensif.



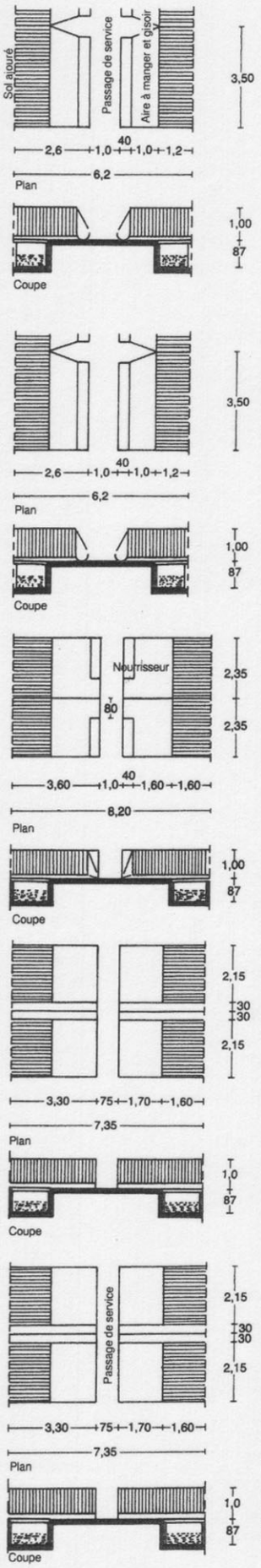
③ Porcherie à deux rangées, cases longues, nourrisseurs automatiques.



④ Porcherie à quatre rangées, cases longues, auges transversales, avec mur médian.



⑤ Porcherie en peigne avec 120 places par compartiment pour engraissement intensif.



78% du chiffre d'affaire de l'industrie agro-alimentaire allemande sont réalisés dans le seul domaine de la production animale, et 52% sont réalisés dans le seul secteur de l'élevage du bétail pour le lait et de l'élevage des porcs à l'engrais. L'existence de l'exploitation dépend de la qualité de la planification. Ceci est particulièrement important pour l'élevage des porcs. La spécialisation et la mécanisation du procédé d'élevage sont des facteurs déterminants, au même titre qu'une conception distincte pour les installations de porcs à l'engrais et de porcs d'élevage.

Mode de stabulation : dépend du nombre de changements de case des porcs pendant la période d'engraissement (environ 150-160 jours).

Technique d'alimentation : à la main ou automatique dans une auge, par distributeur au niveau du sol.

Évacuation du fumier : fumier solide et lisier.

En principe, l'engraissement intensif se déroule en deux étapes (phase de préparation à l'engraissement, phase principale d'engraissement) pendant lesquelles les porcs ne changent plus de case ; stabulation sur plancher entièrement ou partiellement ajouré, sans couche de paille.

Critères des deux phases :

Phase de préparation

Durée	env. 50 jours
Tranche de poids	20-40 kg
Densité	20 anim./ case
Largeur de la place pour manger	16,5 cm/animal

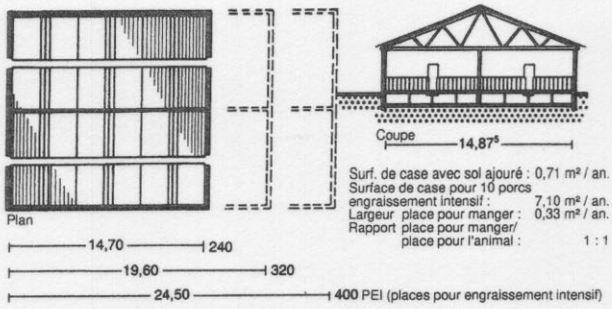
Phase principale d'engraissement

Durée	env. 100 jours
Tranche de poids	40-100 kg
Densité	10 anim./ case
Largeur de la place pour manger	33 cm/animal

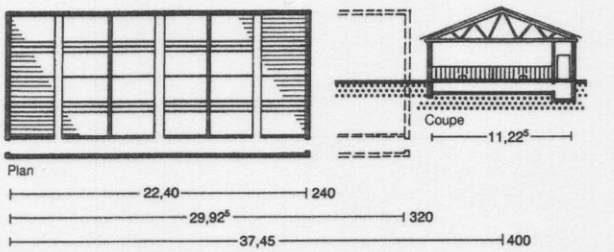
Cases courtes (fig. 1).

Aire de repos (gisoir) et d'alimentation	0,34 m²/animal
Zone de déjections, ajourée	0,42 m²/animal
Surface de case, sans part de l'auge	0,76 m²/animal
Surface totale de case pour 10 porcs en engraissement intensif	7,60 m²/case.
Largeur de la place pour manger	0,32 m²/animal
Rapport place pour manger/place pour l'animal	1 : 1.

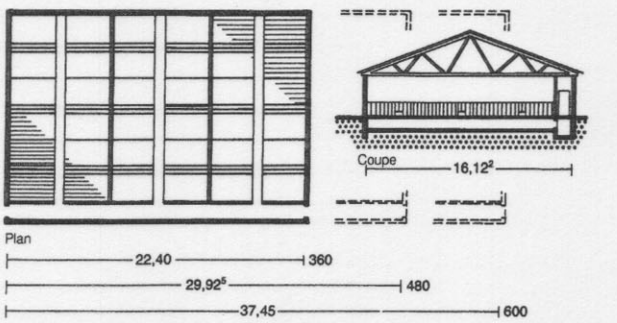
Engraissement intensif dans une porcherie construite en dur avec isolation thermique (fig. 1 à 5).



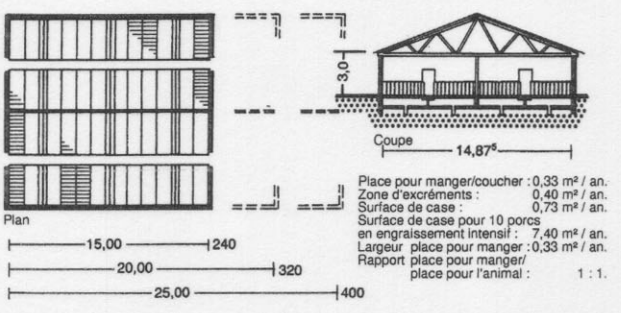
① Porcherie, séparation longitudinale par mur médian, 2x2 rangées, cases longitudinales, auges transversales, sol entièrement ajouré.



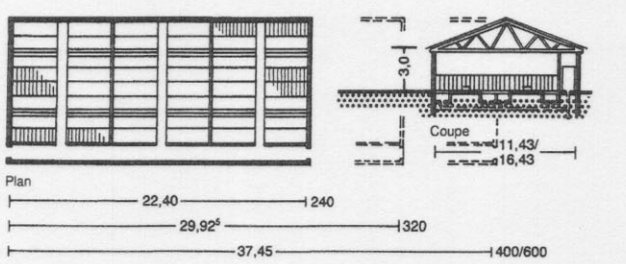
② Porcherie en peigne avec 80 places par compartiment d'engraissement intensif, cases longitudinales, auges transversales, sol entièrement ajouré.



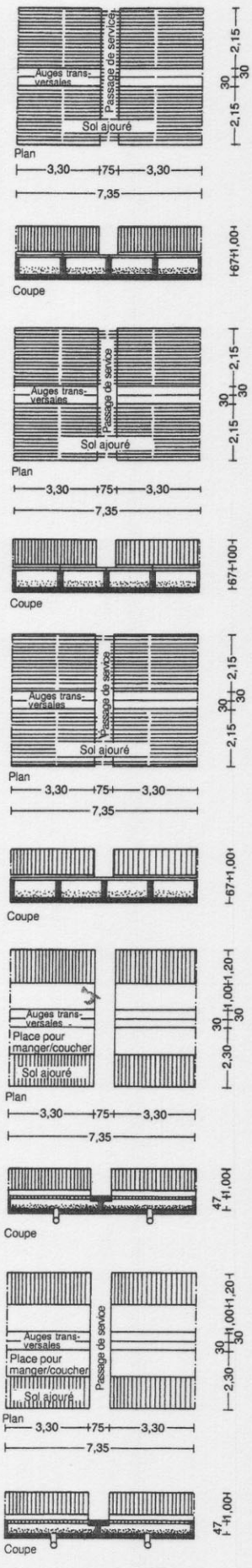
③ Porcherie en peigne avec 120 places par compartiment d'engraissement intensif, cases longitudinales, auges transversales, sol entièrement ajouré.



④ Porcherie, séparation longitudinale par mur médian, 2 x 2 rangées, cases longitudinales, auges transversales, sol partiellement ajouré.



⑤ Porcherie en peigne avec 80 pl. par comp. d'engraiss. intensif, cases longitudinales, auges transversales, sol partiellement ajouré; surfaces fixes parallèles à l'auge.



PORCHERIES

Mode d'élevage :
engraissement intensif dans une porcherie construite en dur avec isolation thermique (deuxième phase d'engraissement); nourriture sèche ou liquide rationnée dans l'auge, apport de nourriture partiellement ou entièrement mécanisé.

Phase principale d'engraissement : env. 100 jours; tranche de poids : 40-100 kg; densité : 10 porcs/case. Stabulation selon le principe « rentrer-sortir » ou en continu. Pendant cette phase, les porcs ne changent plus de case. Sol dans les cases partiellement ajouré, pas de litière de paille, évacuation du fumier : lisier; canaux de retenue ou collecteurs; stockage pendant 4, 6 ou 8 mois dans des réserves aériennes ou enterrées ou dans des cuves enterrées revêtues à l'intérieur de matière synthétique. Les cases représentées peuvent accueillir 20 animaux pendant la phase de préparation à l'engraissage. En principe, ces places se trouvent dans des parties distinctes de la porcherie, souvent dans les vieilles constructions.

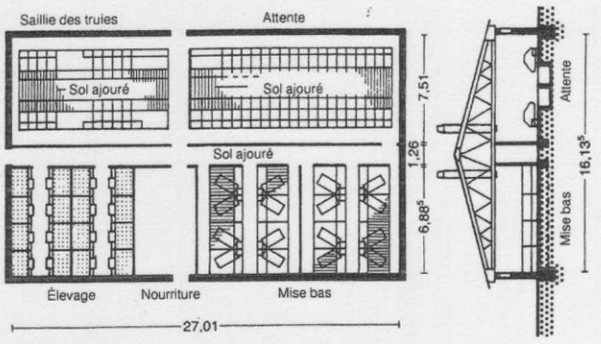
Pendant les deux phases d'engraissement, différents modes d'élevage sont possibles. Les représentations et chiffres donnés sont ceux de la deuxième phase. Surface de case pour 10 porcs en engraissement intensif : 7,10 m² / animal; largeur de la place pour manger : 0,33 m²/ animal; rapport place pour manger / place pour l'animal : 1:1.

Les tendances dans le domaine de la protection des porcs laissent présager une interdiction du plancher ajouré pour la couche. Séparation entre les cases : tubes horizontaux en acier zingué : madriers, 2 au-dessus de l'auge, ailleurs 3, superposés avec un écartement de 20 cm. Séparations pivotantes ou portes.

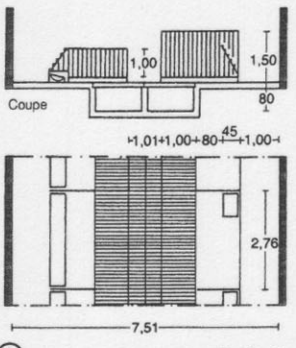
Nourriture : auges doubles, auges en U, abreuvoirs. Sol des passages de service : 2,5 cm de chape de liaison en ciment sur 10 cm de béton de répartition, lit de sable de 25 cm.

Surface de plancher entièrement ajourée : éléments en béton armé préfabriqués.

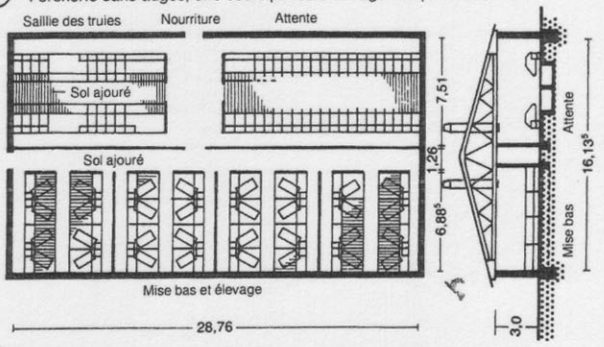
Murs extérieurs de 24 cm en maçonnerie de briques silico-calcaires à joints lisses sur les 2 faces. Fenêtres : châssis PVC, 75 x 100 cm, vitrage isolant.



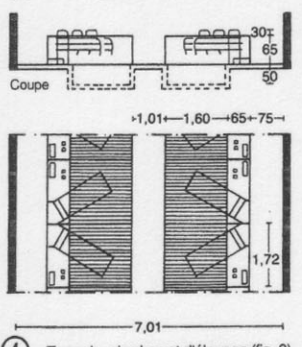
① Porcherie sans auges, une seule phase d'élevage des porcelets, lisier.



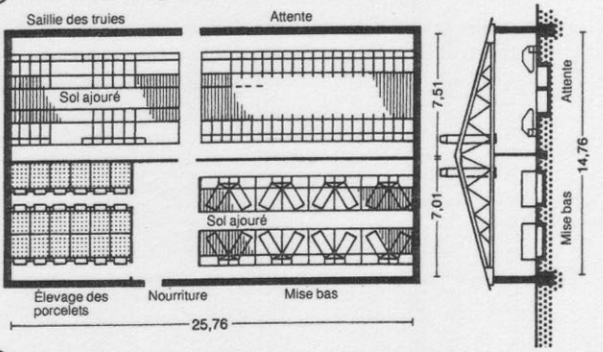
② Aménag. de la zone de saillie (fig. 3).



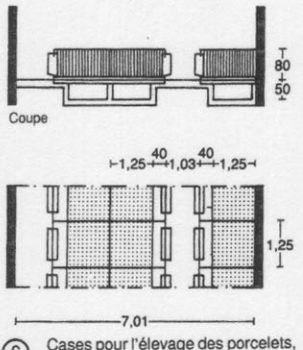
③ Porcherie avec auges, une seule phase d'élevage des porcelets, lisier.



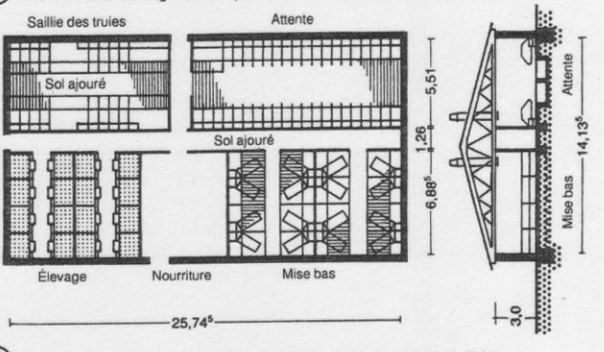
④ Zone de mise bas et d'élevage (fig. 3).



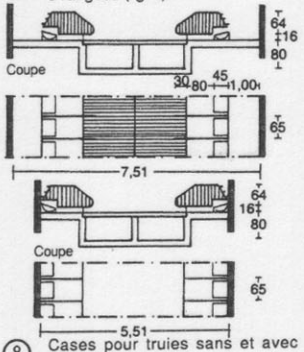
⑤ Porcherie avec auges, deux phases d'élevage des porcelets, lisier.



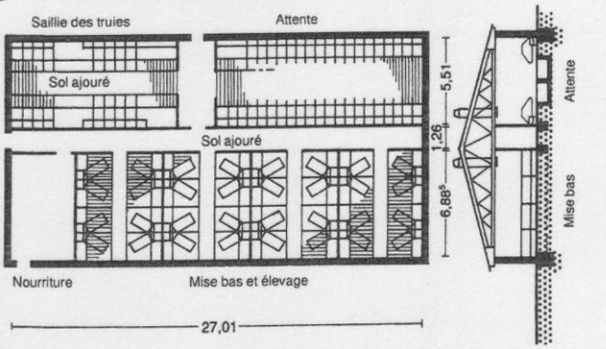
⑥ Cases pour l'élevage des porcelets, 3 rangées (fig. 5).



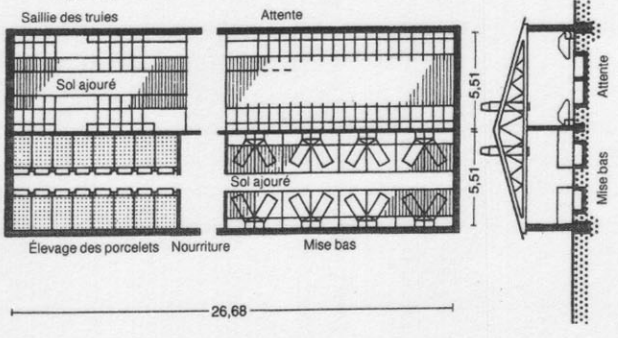
⑦ Porcherie avec auges, deux phases d'élevage des porcelets, lisier.



⑧ Cases pour truies sans et avec auges (fig. 1 et 2).



⑨ Porcherie avec auges, deux phases d'élevage des porcelets, lisier.



⑩ Porcherie sans auges pour 40, 55, 64 truies productives.

Porcherie d'élevage pour 64 truies productives (par analogie également pour 96 ou 128 truies productives).

Principe du « rentrer-sortir », deux phases d'élevage des porcelets; sevrage des porcelets après 4-6 semaines, poids pour la vente env. 20 kg. Emplacement pour jeunes truies, env. 5% des truies productives; une case à verrat par tranche de 25 truies productives; séparation des différentes parties (saillie, attente, mise bas, élevage des porcelets, avec passages et auges, fig. 1 à 4).

Stabulation sans paille sur sol partiellement ou entièrement ajouré. Renouvellements d'air minimaux en mètre cube par heure.

	Zones de température	Truies avec porcelets		Porcelets d'élevage	
Valeurs pour le calcul		16 °C/80%		26 °C/60%	
Poids d'un animal (kg)		100	300	10	20
Taux d'air en hiver	- 10 °C	10,4	25,1	3,0	3,6
	- 16 °C	9,4	22,8	2,8	3,4
Taux d'air en été					
$t_i - t_a$ = 1,5 K	≥ 26 °C	146	361	34	50
= 2,0 K	≥ 26 °C	109	271	26	38
$t_i - t_a$ = 2,0 K	< 26 °C	88	216	20	30
= 3,0 K	< 26 °C	73	180	17	25

Dans des cas isolés, baser le calcul sur les données locales.

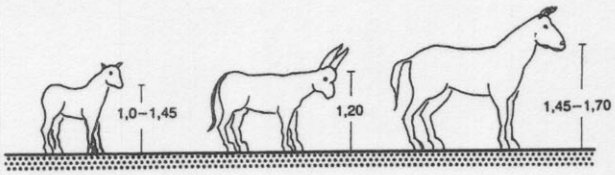
⑪ Stat. de réf. du climat en porcherie.

	Zones de température	Truie, pleine ou non, jeune porc, verrat	
Valeurs pour le calcul		12 °C/80%	
Poids d'un animal (kg)		100	300
Taux d'air en hiver	− 10 °C	12,3	29,9
	− 16 °C	10,9	26,3
Taux d'air en été			
$t_i - t_a$ = 1,5 K	≥ 26 °C	146	361
= 2,0 K	≥ 26 °C	109	271
$t_i - t_a$ = 2,0 K	< 26 °C	88	216
= 3,0 K	< 26 °C	73	180

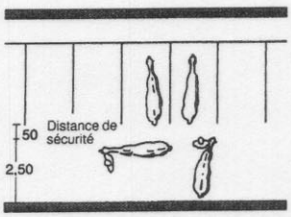
⑫ Nourriture sèche.

Capacité de la réserve de provisions pour 28 jours

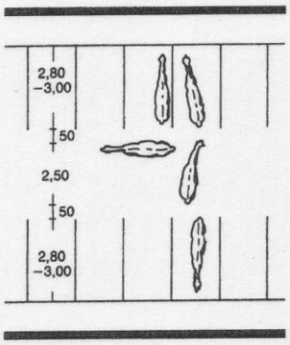
Truies product.	64	96	128
N. pr truies	10,2 m³	15,3 m³	20,4 m³
N. pr porcelets	5,8 m³	8,7 m³	11,6 m³



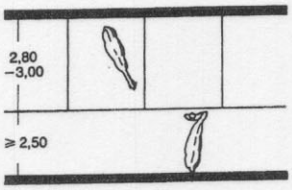
① Poney Âne Cheval



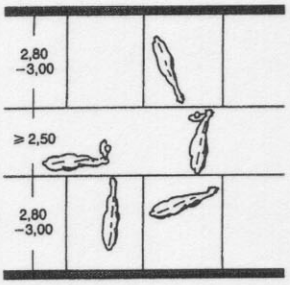
② Écurie pour chevaux à l'attache, une rangée de stalles.



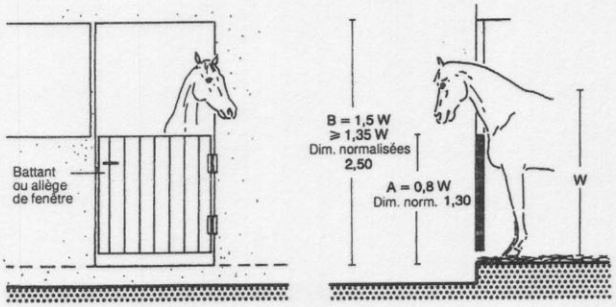
③ Écurie pour chevaux à l'attache, deux rangées de stalles.



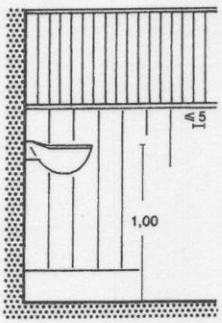
④ Écurie avec une rangée de boxes.



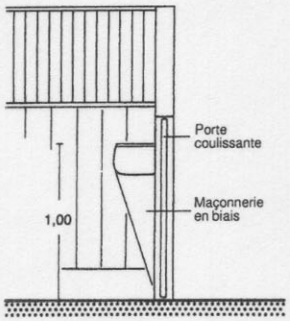
⑤ Écurie avec deux rangées de boxes.



⑥ Dimensions des portes extérieures des boxes.



⑦ Abreuvoir



⑧ Hauteur de l'auge

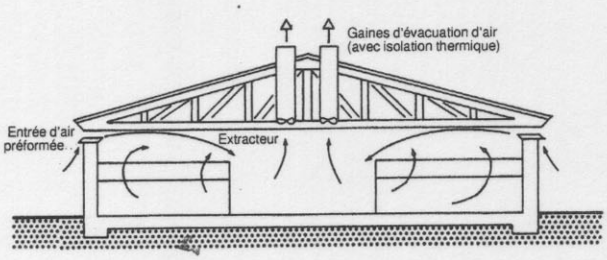
Les écuries à l'attache ne conviennent pas aux chevaux de selle (fig. 2 et 3). Même en cas de dimensions généreuses des stalles, le cheval a toujours besoin d'espace libre pour bouger. La surface adéquate des boxes est fonction de la longueur spécifique de chaque type et race de cheval. Puisqu'on ne mesure pas la longueur d'un cheval, c'est la hauteur de garrot (G) qui sert de point de repère. Règle de base pour la surface de plancher de boxes : surface de plancher = $(2 \times G)^2$.
L'expérience montre que la largeur minimale du côté étroit du box = 1,5 x G (fig. 4 et 5).

Pour une valeur de G = 1,60-1,65 (chevaux de selles habituels) on obtient une surface de box d'environ 10,5 m² (3,00 x 3,50 m). Boxes extrêmement longs 2,50 x 4,20. Une largeur de passage de 2,50 m est nécessaire pour permettre au cheval de tourner sans risques dans l'écurie (fig. 2 à 5). Dans une écurie à chevaux à l'attache, prévoir une distance de sécurité de 50 cm (fig. 2 et 3).

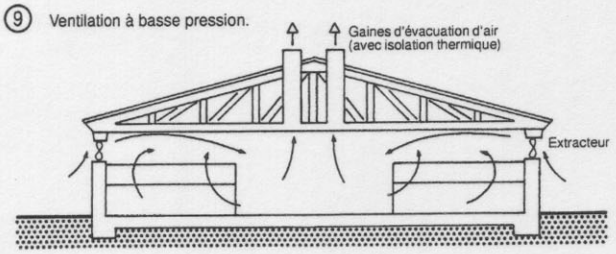
Outre les boxes, il faut une sellerie, une forge, un box d'solement en cas de maladie et une réserve de nourriture. Sellerie ≥ 15 m², en fonction du nombre de chevaux. Forge à partir de 20 chevaux = 5,0 x 3,60 m. Box d'isolement à partir de 20 chevaux.

Bien que le cheval ne craigne pas le vent (il en a même un besoin psychologique), il faut éviter toute exposition aux courants d'air. Aussi faut-il prévoir un dispositif de ventilation mécanique avec apport d'air (fig. 9 et 11).

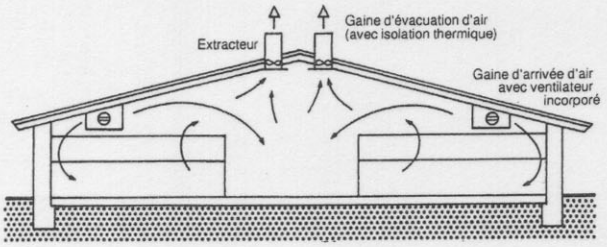
Il n'est pas souhaitable de rechercher une température intérieure « idéale ». Après une préparation et des conditions d'élevage appropriées, un cheval supporte dans l'écurie des températures hivernales et même quelques degrés au-dessous de zéro.



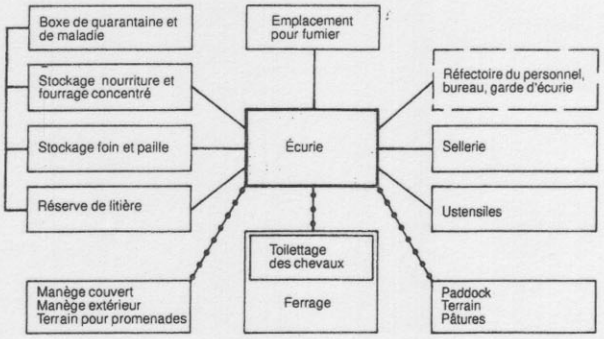
⑨ Ventilation à basse pression.



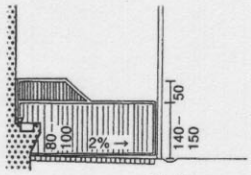
⑩ Ventilation à haute pression.



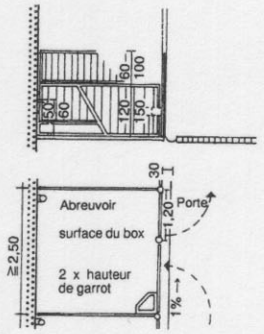
⑪ Ventilation à pression équilibrée.



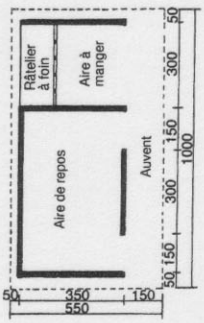
① Schéma de disposition des locaux annexes par rapport à l'écurie.



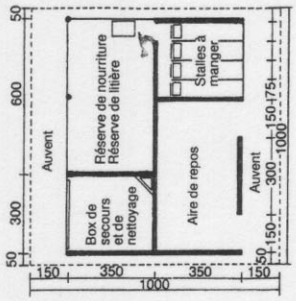
② Stalle pour cheval à l'attache; coupe et plan.



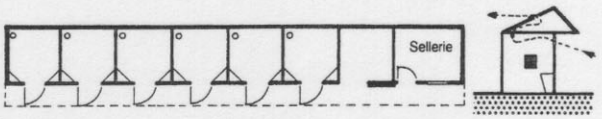
③ Coupe et plan d'un box.



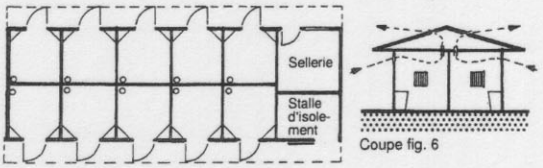
④ Petit abri.



⑤ Grand abri.



⑥ Boxes ouvrant sur l'extérieur, une rangée. Coupe fig. 6



⑦ Boxes ouvrant sur l'extérieur, deux rangées.

Une bonne écurie est celle qui satisfait aux besoins des chevaux. C'est la condition préalable pour la santé, la bonne forme et la longévité des chevaux, mais également pour leur docilité et leur équilibre psychique. Même de nos jours, après 5 000 ans de vie domestiquée, les besoins des chevaux ne diffèrent pas essentiellement de ceux des chevaux des steppes.

Volume nécessaire au stockage de foin, pour 5-6 kg / cheval / jour

Type, mode de stockage, poids spécifique (dt/m³)	Volume de stockage nécessaire en m³ pour 20-30% d'espace vide	
	200 jours d'écurie [1]	365 jours de d'écurie [2]
Foin en vrac (0,75)	17 -20	30 - 36
Foin en ballots non empilés (1,5)	9 -11	15 - 18
Foin en ballots empilés (1,8)	7 - 9	12 - 14

[1] correspond à 10-12 quintaux [2] correspond à 18-22 quintaux

⑨ Volume nécessaire au stockage de foin, pour 5-6 kg / cheval / jour.

Volume nécessaire au stockage de paille, pour 10 kg / cheval / jour

Type, mode de stockage, poids spécifique (dt/m³)	Volume de stockage nécessaire pour 3 mois[1] en m³ pour 20-30% d'espace vide
Paille en vrac (0,5)	22
Paille en ballots non empilés (0,7)	15
Paille en ballots empilés (1,0)	11

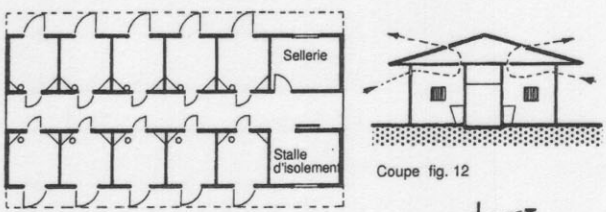
[1] Correspond à 9 quintaux

⑩ Volume nécessaire au stockage de paille, pour 10 kg / cheval / jour.

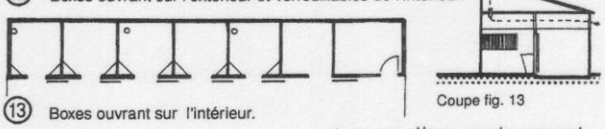
Dimensions d'un box

	Surface box m²	Dimensions box m	Hauteur box m
Cheval de selle	10,00 12,00	3,30 x 3,30 3,50 x 3,50	2,60 - 2,80
Juments et étalons	12,00 16,00	3,50 x 3,50 4,00 x 4,00	2,60 - 2,80
Petits chevaux ≥ 1,30 m de hauteur de garrot	4,00 5,00	2,00 x 2,00 2,25 x 2,25	1,50
Petits chevaux > 1,30 m de hauteur de garrot	6,00 9,00	2,45 x 2,45 3,00 x 3,00	1,50 - 2,00

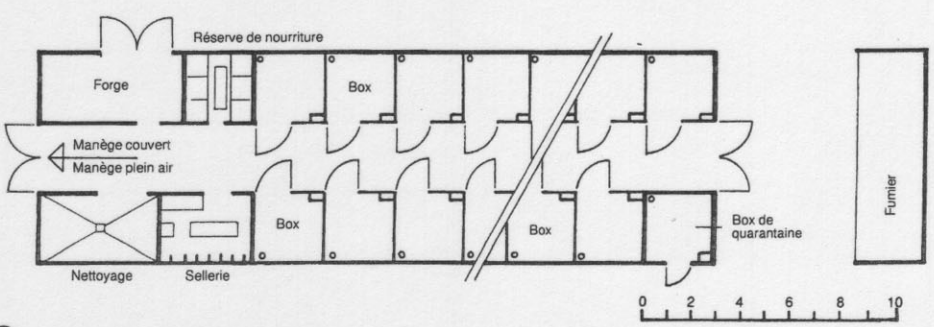
⑪ Dimensions d'un box.



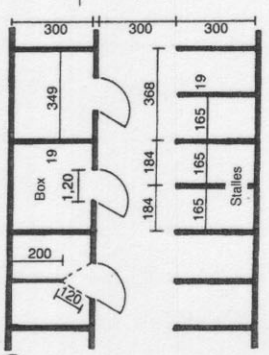
⑫ Boxes ouvrant sur l'extérieur et verrouillables de l'intérieur.



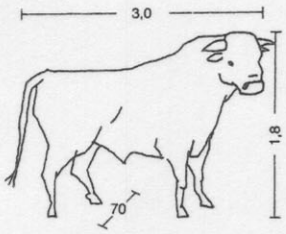
⑬ Boxes ouvrant sur l'intérieur.



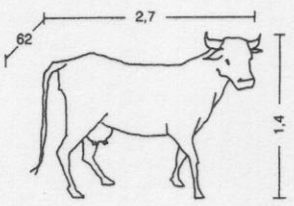
⑧ Exemple de disposition des locaux annexes pour une écurie de 20-30 box.



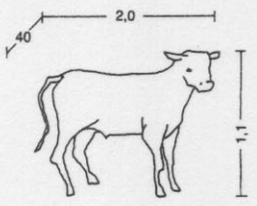
⑭ 1 box a la même largeur que 2 stalles.



Largeur nécessaire :
1,25 m et 1,375 m par taureau

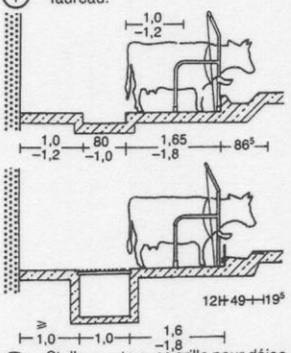


Surface de l'étable : 5,0 à 9,0 m² par vache
Largeur nécessaire : 1,05 à 1,25 m
Largeur d'une loge de mise bas : 1,50 m



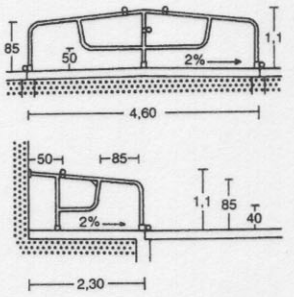
Surface de l'étable :
moins d'un an : 3,1-3,5 m²
1-2 ans : 3,5-4,5 m²

① Taureau.



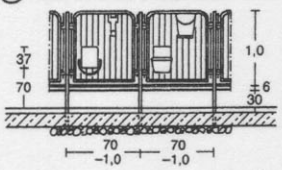
④ Stalle courte avec grille pour déjections.

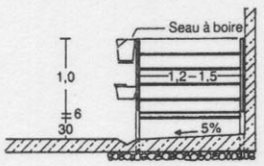
② Vache.



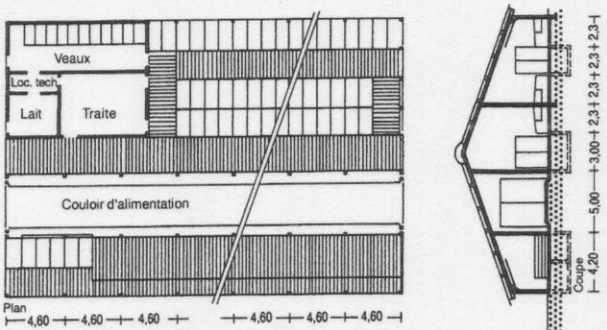
⑤ Stalle de repos pour vaches.

③ Jeunes bêtes en stabulation libre.

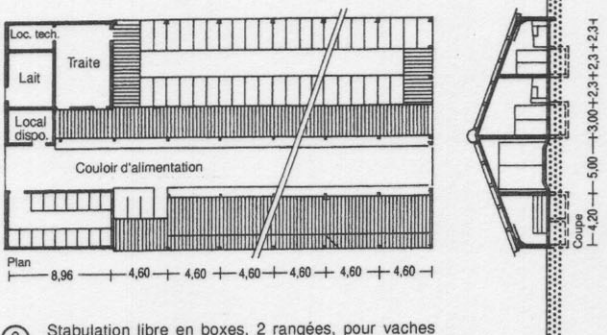




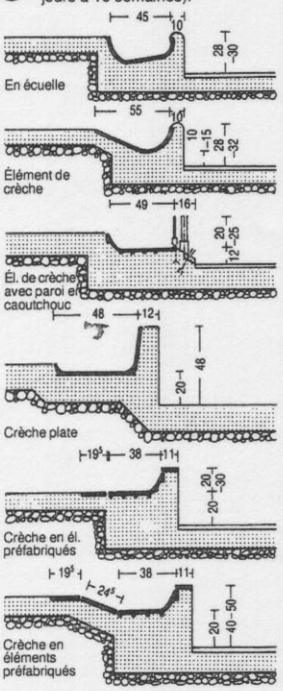
⑥ Stalle individuelle pour veaux (de 14 jours à 10 semaines).



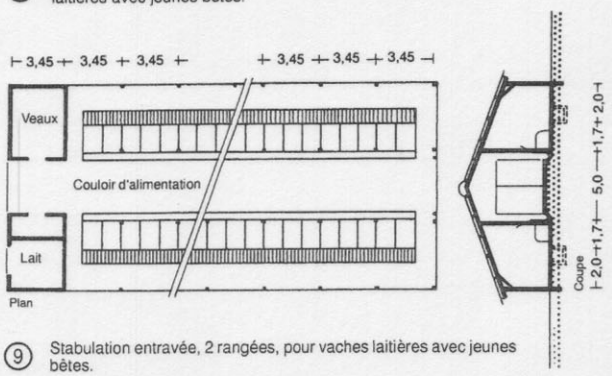
⑦ Stabulation libre en boxes, 3 rangées, pour vaches laitières avec jeunes bêtes.



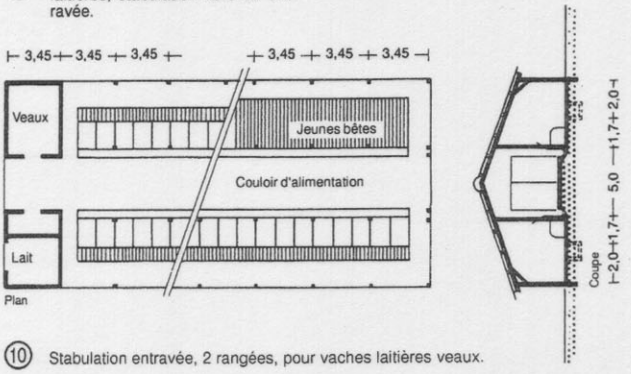
⑧ Stabulation libre en boxes, 2 rangées, pour vaches laitières avec jeunes bêtes.



⑪ Formes de crèches pour vaches laitières, stabulation libre ou entravée.



⑨ Stabulation entravée, 2 rangées, pour vaches laitières avec jeunes bêtes.



⑩ Stabulation entravée, 2 rangées, pour vaches laitières veaux.

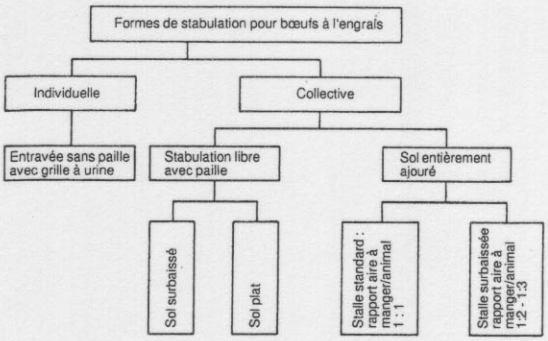
On distingue stabulation entravée en stalle courte et stabulation libre.

En stabulation entravée, la vache est fixée à une seule place - elle y reste debout, se couche, mange, boit, fiente, urine et y est traite. En fonction des dimensions de la bête (espèce, âge) et du mode de stabulation (fig. 4, 9 et 10) la stalle a une largeur de 1,10 à 1,20 m et une longueur de 1,40 à 1,80 m. Stabulation libre en boxes (fig. 5, 7 et 8). Stalle courte avec fosse à excréments, longueur 1,65 à 1,80 m (fig. 4). Souvent avec une litière de paille. Compter 2 à 4 kg de paille/bête/jour pour obtenir un fumier solide. Possibilité de stabulation sans ou avec très peu de paille (5,5 kg/bête/jour).

Même pour de petits cheptels, penser à la mécanisation de l'évacuation du fumier. Ce sont ces dispositifs qui déterminent la hauteur et la largeur de la fosse à excréments (fig. 4).

La stalle courte avec sol ajouré permet une stabulation sans paille avec lisier, longueur 1,40 à 1,50 m. La disposition en une seule rangée est peu économique, la disposition en deux rangées avec râtelier médian assure la meilleure exploitation de la surface de l'étable, la surface de stabulation augmente cependant de 10 à 15%. En fonction du degré de mécanisation de la distribution de nourriture, la largeur de l'étable varie entre 10 et 12 m. Généralement des engins mobiles circulent sur un couloir médian pour approvisionner la nourriture (largeur entre râteliers ≥ 2,5 m). En vue d'une future extension de l'étable, il faut laisser un côté libre et concentrer de l'autre côté tous les locaux annexes, réserves et laiterie.

ÉTABLES POUR ENGRAISSAGE DE BŒUFS

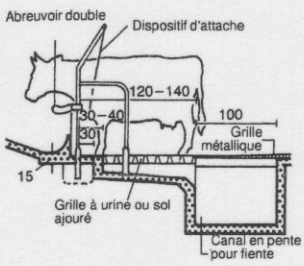


① Formes de stabulation pour bœufs à l'engrais.

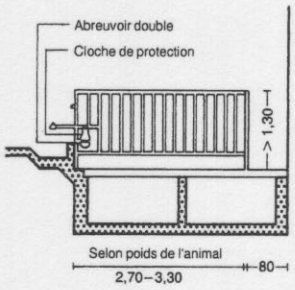
On distingue la stabulation collective de la stabulation individuelle (fig. 1). La stabulation individuelle demande une adaptation continue de la stalle à la croissance rapide du bœuf. Ceci nécessite une stabulation entravée en fonction des tranches d'âge. Veiller à une bonne évacuation de l'urine des aires de repos. La stabulation individuelle a l'avantage d'éliminer le comportement grégaire.

La stabulation en groupe (en général 6 à 15 animaux du même âge et du même poids) présuppose que les animaux commencent à s'habituer les uns aux autre dès leur tout jeune âge.

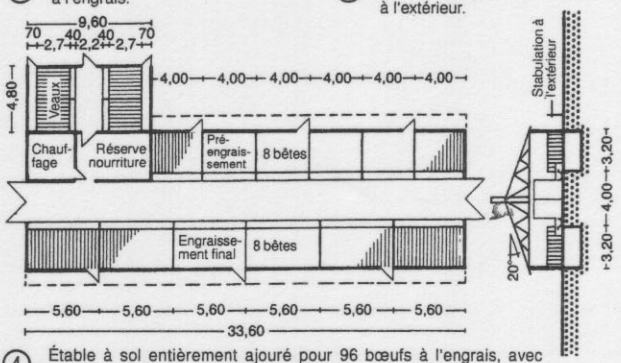
En fonction de la quantité de paille et du système d'évacuation du fumier, on optera pour un sol surbaissé ou plan. En stabulation surbaissée, toute la stalle est recouverte de paille et constitue une aire unique pour bouger et manger. En stabulation non surbaissée, on sépare l'aire à manger de l'aire de repos. Stabulation entravée pour stabulation individuelle. On conseille des stalles courtes (fig. 2). La conception d'une étable pour bœufs à l'engrais doit comprendre des solutions pour sortir ou rentrer les animaux individuellement ou collectivement. Pour l'aération, on conseille la ventilation par gravité ou par dépression. Son fonctionnement est assuré pour des pentes de toiture de 20°C environ. La nourriture habituellement utilisée pour l'engraissement des bœufs est le maïs ensilé.



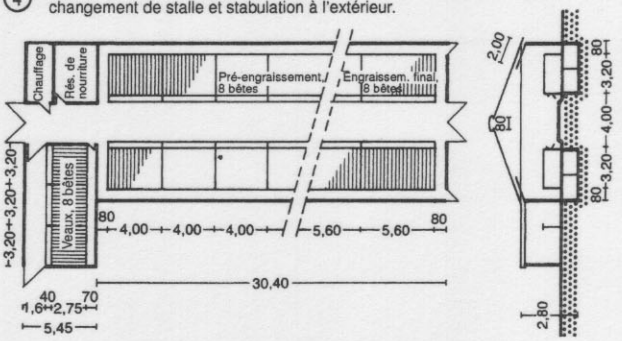
② Stalle courte sans paille pour bœufs à l'engrais.



③ Loge à sol entièrement ajouré pour bœufs à l'engrais avec stabulation à l'extérieur.



④ Étable à sol entièrement ajouré pour 96 bœufs à l'engrais, avec changement de stalle et stabulation à l'extérieur.



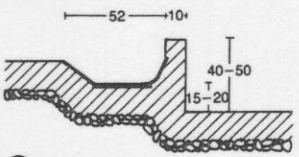
⑤ Étable à sol entièrement ajouré pour 96 bœufs à l'engrais, avec changement de stalle, stabulation à l'extérieur derrière les stalles.

	Maïs d'ensilage kg/jr	quint/an	Volume de stockage/an (m³)	kg/jr	Foin quint/an	Volume de stockage/an (m³)
1ère phase d'engraissement 125-350 kg	12	43,8	6,15	0,5	1,8 Ballots	1,2
Phase finale d'engraissement 350-550 kg	22	80,3	11,15			–

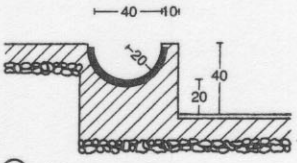
⑦ Nourriture nécessaire pour bœufs à l'engrais.

Tranche de poids kg	Surf. nécessaire par animal m²	Largeur aire à manger / animal cm	Dimensions du sol ajouré Larg. des jours mm	Écart. des fentes mm
125–150	1,20	40		
150–220	1,40	45		
220–300	1,50	50	1,20	
300–400	1,80	57	à	35
400–500	2,00	63	1,60	
>500	2,20	70		

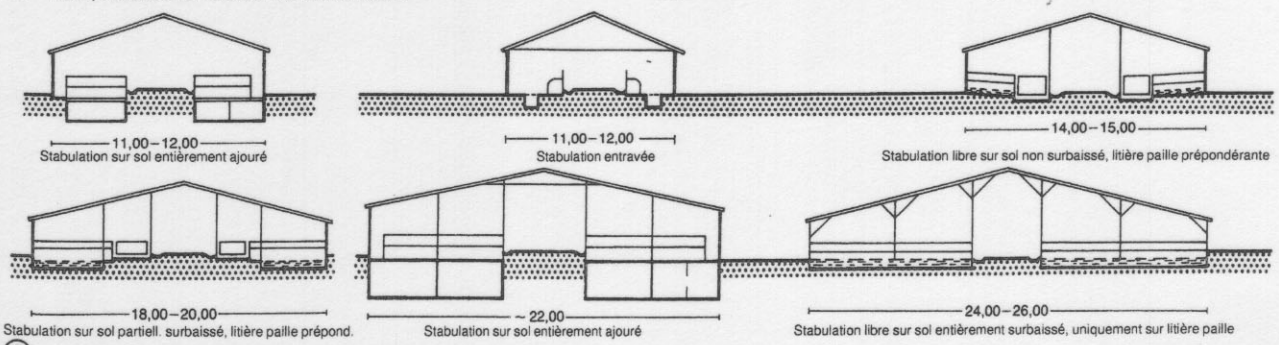
⑧ Surface nécessaire et dimensions des sols ajourés dans une étable pour bœufs.



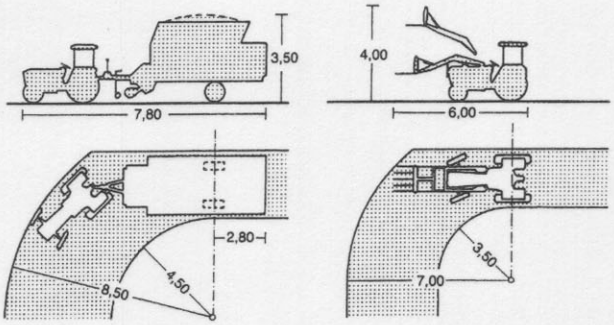
⑨ Élément de crèche.



⑩ Élément de crèche.

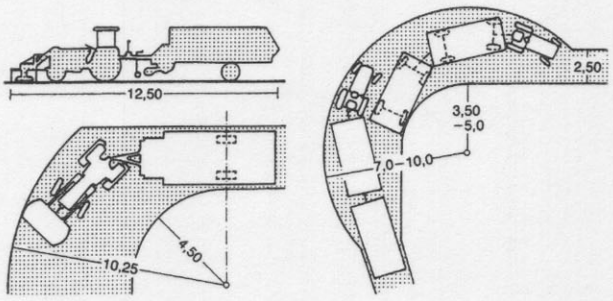


⑥ Coupes transversales sur des étables avec différents types de stabulations.



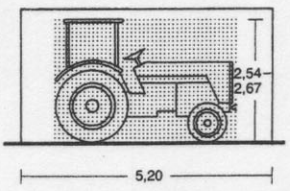
① Tracteur avec remorque.

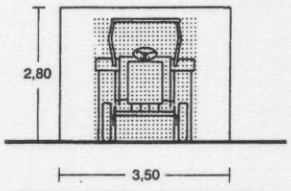
② Tracteur chargeur frontal.

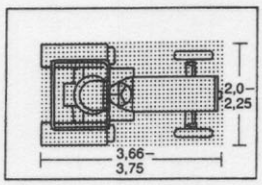


③ Tracteur avec faucheuse frontale et remorque.

④ Surface nécessaire pour circulation des véhicules.

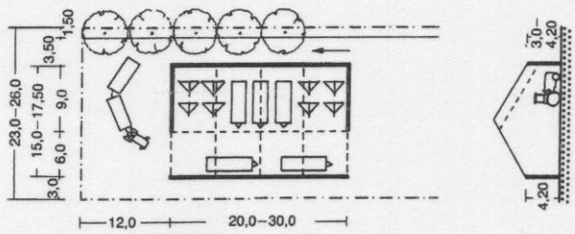




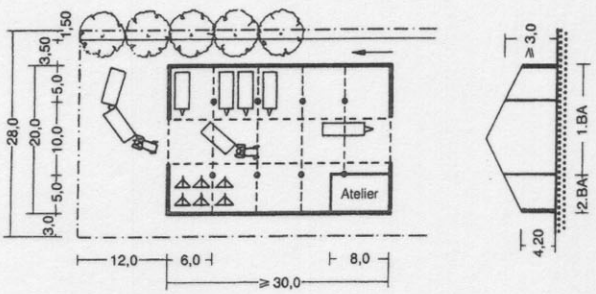


Charge-foin	m³	Long.	Larg.	Haut.
Fourrage vert	12	6,95	2,35	2,26
Fourrage sec	19			2,94
Fourrage vert	11	7,80	2,46	2,45
Fourrage sec	17			3,10
Fourrage vert	12	7,25	2,25	2,30
Fourrage sec	18			3,25
Fourrage vert	14	8,00	2,35	2,25
Fourrage sec	20			2,90
Cotes théor. pr remorque	13–20	7,70	2,40	3,10
Cotes théor. pr remises		8,70	3,40	3,40

⑤ Volume nécessaire pour une machine seule (tracteur). (Dimensions brutes pour garage)



⑥ Petit hall à machines avec passage latéral.



⑦ Grand hall à machines avec passage médian. Construction étançonnée.

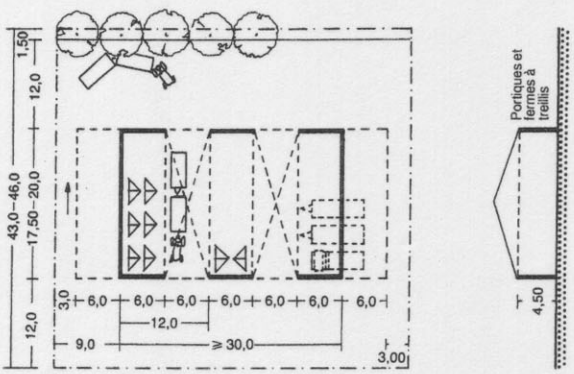
Secteurs et types d'exploitations	Quantités de référence	Importance de l'exploitation			
		10 ha	15 ha	20 ha	30 ha
Garages pour tracteurs et motofaucheuses	Surface	26 m²	43 m	44 m	62 m²
	Profondeur	5,0 m	25,2 m	25,2 m	5,4 m
	Hauteur	2,7 m	2,8 m	2,8 m	2,9 m
Garage pour exploit. de montagne de 20 UGB	Surface	46 m²			
	Profondeur	7,3 m			
Camionnette à chargeur, motofaucheuse et râteau-faneur porté	Hauteur				
	Camionnette	2,9 m			
	Motofaucheuse	2,2 m			
Atelier	Surface	12 m²	12 m²	14 m²	16 m²
Remises pr exploitations de culture fourragère ss production à la vente	Surface	160 m²	230 m²	260 m²	350 m²
	Profondeur	7,6 m	8,7 m	8,7 m	9,5 m
	Hauteur	3,3 m	3,4 m	3,4 m	3,5 m
Remises pr exploit. mixtes : cult. fourragère et production à la vente	Surface	180 m²	310 m²	370 m²	520 m²
	Profondeur	7,6 m	8,7 m	8,7 m	9,5 m
	Hauteur	3,3 m	3,5 m	3,5 m	3,6 m
Remises pour exploitations agricoles sans bétail	Surface		240 m²	340 m²	450 m²
	Profondeur		8,0 m	8,0 m	9,7 m
	Hauteur		3,5 m	3,5 m	5,8 m
Remises pour exploitations de montagne 20 UGB (Un. Gros Bétail)	Surface		120 m²		
	Profondeur		8,3 m		
	Hauteur		3,2 m		
	Sans remorque				

⑧ Surfaces nécessaires pour garages et remises.

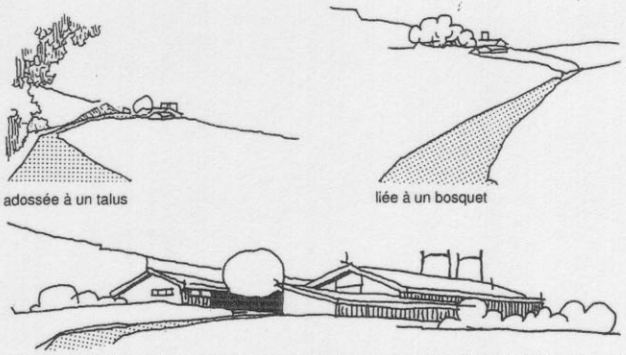
Machine	Caractérist.	Longueur (m)	Largeur (m)	Hauteur (m)
Tracteurs (avec arceau de sécurité)				
Tracteur standard	jusqu'à 60 CV	3,30-3,70	1,50-2,00	2,20-2,60
Tracteur 4 x 4	60-120 CV	4,00-5,00	1,80-2,40	2,50-2,80
Tracteur pour binage	120-200 CV	5,50-6,00	2,40-2,50	2,50-2,90
Tracteur porteur avec plate-forme	jusqu'à 45 CV	4,50	1,70	2,50
Engins de transport avec remorque à deux essieux				
Chariot électrique	jusqu'à 3 t	env. 6,00	1,80-1,90	env. 1,50
Chariot électrique	3-5 t	env. 6,50	1,90-2,10	env. 1,60
et verseur	3-8 t	env. 7,00	2,10-2,20	env. 1,80
Remorque à 1 essieu	jusqu'à 3 t	env. 5,00 [1]	1,90-2,10	env. 1,60
(plateau à racloirs)	3-5 t	5,00-5,50 [1]	2,10	env. 1,60
ou verseur	5-8 t	5,50-6,00	2,20-2,25	env. 2,00
Transporteur à lisier	3-6 m³	5,50-6,50	1,80-2,00	1,80- 2,20
Matériel aratoire (en position de transport)				
Charrue pour labour	à 2 socs	env. 2,00	env. 1,20	env. 1,20
en planches	à 3 socs	2,70-3,30	1,30-1,50	env. 1,20
(portée)	à 5 socs	4,50-5,50	2,00-2,50	env. 1,20
Charrue réversible	à 2 socs	env. 2,30	env. 1,10	1,30-1,70
(portée)	à 3 socs	2,90-3,30	1,40-1,60	1,30-1,70
	à 5 socs	4,50-5,50	2,00-2,50	1,30-1,70
Extirpateur		1,50-3,00	2,30-3,00	0,60-1,10
Pulvériseur à disques		3,20-3,50	1,70-3,50	0,70-1,10
Outillage combiné		2,70-3,00	1,10-1,30	
Fraiseuse de labour		1,10-1,40	2,00-3,00	1,10-1,20
Herse vibrante		0,80	jusqu'à 3 m	1,00
Herse à bêches rotatives		2,00-3,00	jusqu'à 3 m	1,00
Rouleaux	en 3 parties	2,50	jusqu'à 3 m	0,80
Épandeur d'engrais minéral				
Épandeur à caisse		0,70-1,20	2,70-3,00	0,70-1,20
Épandeur à projection	porté	1,00-1,50	1,40-1,50	0,90-1,40
Épandeur à gde capacité	attelé	4,30-5,50	1,80-2,80	1,70-2,00

[1] Épandeur de fumier d'étable d'env. 0,5 m

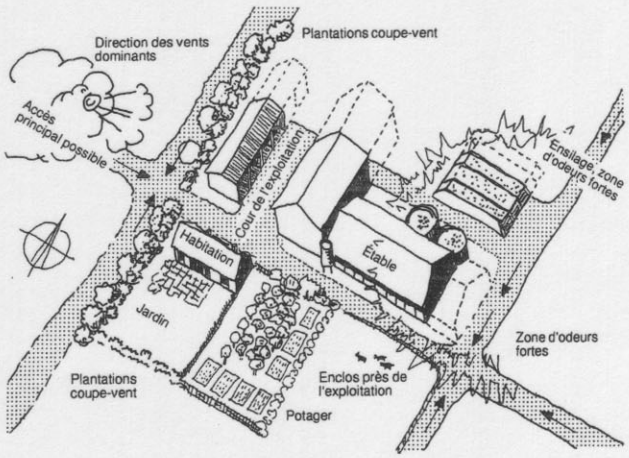
⑨ Dimensions de machines agricoles.



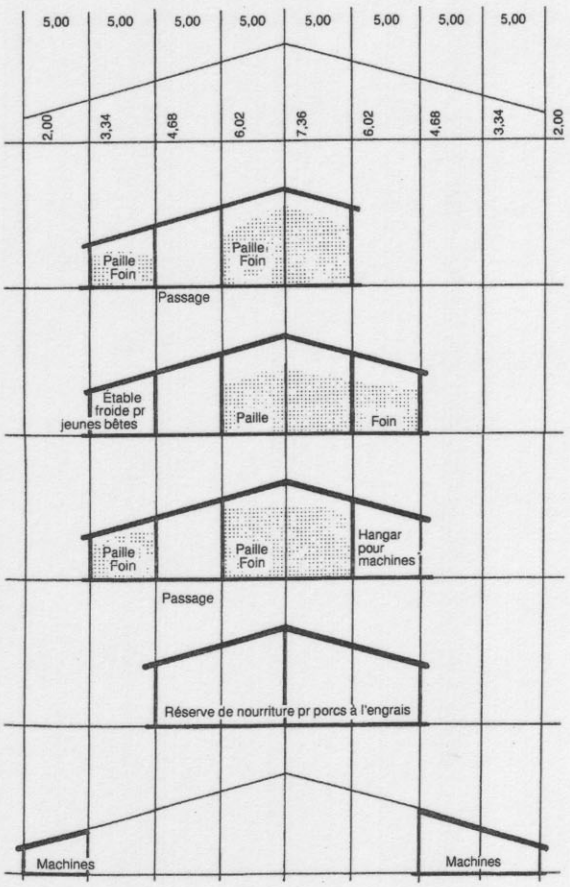
⑩ Grand hall à machines et appareils avec passage transversal.



① Exploitation agricole intégrée dans le paysage grâce à une ligne de faîtage dans le plan de la pente.



② Représentation schématique de la disposition des éléments d'une exploitation agricole (bâtiments, aires d'exploitation, aires de circulation).

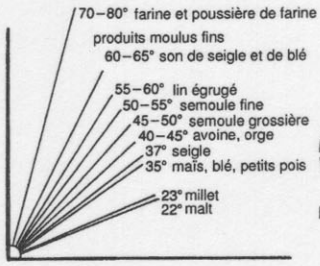


③ Système de planification d'une zone de grange modulable.

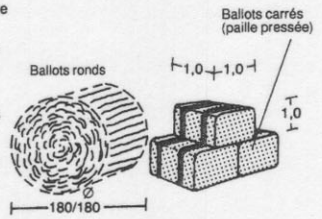
EXPLOITATIONS AGRICOLES

Lors du choix de l'emplacement, les facteurs topographiques et climatiques et les nécessités économiques sont à considérer avant les questions de propriété. Les exigences climatiques pour les étables sont à peu près les mêmes que pour une maison d'habitation. Il faut éviter des endroits très exposés au gel ou au vent, ainsi que des zones de brouillards fréquents. Il faut tenir compte de la disposition interieure des bâtiments, de la disposition des locaux d'exploitation par rapport aux zones d'habitation environnantes et de la direction des vents dominants, plus importante en été qu'en hiver. On distingue les circulations extérieure et intérieure. La circulation extérieure est déterminée par les voies de communication publiques entre l'exploitation et les sites de vente ou d'achat (coopérative agricole, laiterie etc.). Quant à la qualité de la circulation intérieure, une liaison judicieuse au réseau des chemins d'exploitation rurale est plus importante que la proximité immédiate de la ferme par rapport aux surfaces d'exploitation. La disposition des bâtiments devrait respecter les distances suivantes : au moins 10 m entre tous les bâtiments; au moins 15 m entre la maison d'habitation et l'étable; au moins 10 m de la maison d'habitation à l'extrémité sud du terrain et au moins 6 m vers l'ouest et l'est (fig. 2).

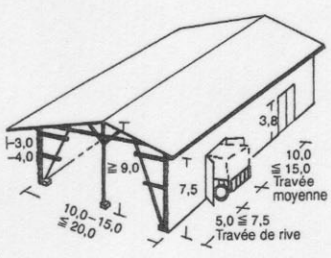
Les exploitations d'amélioration des races où l'utilisation d'unités de production s'avère intéressante, ont en règle générale une surface entre 4000 et 5000 m², avec une largeur du terrain de 35 à 45 m. Surface de la zone d'habitation (jardin compris) environ 1000 m². Les circuits de travail et de transport à l'intérieur et à l'extérieur des bâtiments ne devraient pas excéder les pentes suivantes : voiture à bras, 5%, véhicules motorisés, 10% et 20% pour une courte distance. Le jardin, extension de la surface habitable, est situé de préférence au sud ou à l'ouest de la maison d'habitation; au moins 100 m² de pelouse, terrasse stabilisée et abritée, plates-bandes pour fleurs, buissons, arbustes; aire de jeux pour les enfants; étendage pour le linge : l'ensemble sur environ 400 à 500 m². Pour suffire à la consommation d'un ménage, la surface du potager doit être de 50 à 60 m² par personne, celle du verger (fruits à pépin et à noyau) environ 100 m² par personne.



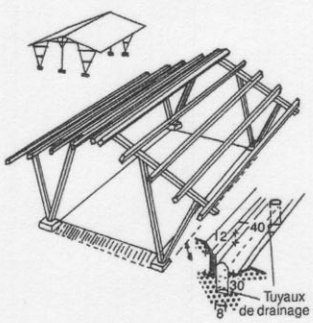
④ Angles de déversement des produits de culture.



⑤ Paille.



⑥ Grange avec aires transversales.



⑦ Grange en plein champs.

Les tableaux suivants relatifs aux surfaces de terrain nécessaires pour différentes capacités et directions de production, se basent sur une étude de Herms/Hillendahl. Les différences dans les dimensions de terrain données sont dues à des suppositions différentes.

Ainsi les surfaces peuvent se voir réduites si on suppose des silos-tours à la place de silos-fosses, des surfaces de stockage au-dessus de l'étable et non sur le sol, des réservoirs à purin sous les étables au lieu de fosses à l'extérieur, la construction de bâtiments avec des distances minimales entre eux et par rapport aux limites du terrain. Les tableaux 1-7 relatifs à la grandeur du terrain ne tiennent pas compte des surfaces nécessaires aux machines, ateliers et zones d'habitation, car ces secteurs ne sont pas forcément intégrés aux bâtiments d'exploitation.

Surfaces nécessaires en m²	Stabulation entravée en boxes pour ... vaches			Stabulation libre en boxes pour ... vaches			
	40	60	80	50	80	120	200
Étable	250	380	500	400	640	960	1600
Laiterie	10	20	30	50	80	120	200
Silo-fosse	200	300	400	250	400	600	1000
Fourrage grossier	80	120	160	100	160	240	400
Fosse à purin	160	240	320	200	320	480	800
Aires de circulation	400	600	720	500	720	960	1400
Cour	800	1050	1200	1250	1760	2400	3000
Surface totale nécessaire en m²	1900	2710	3330	2750	4080	5760	8400
Largeur de terrain nécessaire en m	33	33	33	45	45	45	45

① Vaches laitières sans reproduction.

Surfaces nécessaires en m²	Stabulation entravée en boxes pour ... vaches			Stabulation libre en boxes pour ... vaches			
	40	60	80	50	80	120	200
Étable	320	470	630	440	700	1050	1750
Laiterie	20	20	30	60	80	80	80
Silo-fosse	250	380	500	310	500	750	1250
Fourrage grossier	100	150	200	130	200	300	500
Fosse à purin	200	300	400	260	400	600	1000
Aires de circulation	500	750	900	620	900	1200	1750
Cour	1000	1270	1500	1560	2200	3000	3750
Surface totale nécessaire en m²	2390	3340	4160	3380	4980	6980	10080
Largeur de terrain nécessaire en m	33	33	43	45	45	45	45

② Vaches laitières avec reproduction.

Surfaces nécessaires en m²	Boxes individ. pour veaux à l'engrais pour ... veaux				Stabul. libre pour bœufs Sol entièrement ajouré pour ... bêtes			
	100	200	300	400	100	200	300	400
Étable	340	640	930	1200	400	940	1410	1880
Fourrage grossier	-	-	-	-	50	100	150	200
Silo-fosse	-	-	-	-	500	1000	1250	1500
Fosse à purin	50	100	150	200	120	200	300	400
Aires de circulation	200	200	200	200	560	650	750	850
Cour	1110	1600	2200	2640	1210	2100	3140	2170
Surface totale nécessaire en m²	1700	2540	3480	4240	2990	4900	7000	7000
Largeur de terrain nécessaire en m	45	45	45	45	35	35	50	50

③ Engraissement de bovins.

Surfaces nécessaires en m²	Stabulation de truies pour ...truies				Stabulation pour ... truies avec ... places pour l'engraissement des porcelets		
	80	100	120	150	46 T. 400 p.	88 T. 800 p.	142 T. 1200 p.
Porcherie	720	850	1020	1200	880	1760	2640
Fosse à purin	90	100	110	120	240	400	600
Aires de circulation	230	250	270	300	240	400	480
Cour (y compris animaux)	1600	1850	2100	2400	1480	2640	3120
Surface totale nécessaire en m²	2640	3050	3500	4020	2840	5200	6830
Largeur de terrain nécessaire en m	45	45	45	50	45	45	50

④ Production de porcelets (avec engraissement).

Surfaces nécessaires en m²	Stabulation pour ... places d'engraissement			
	500	1000	1500	2000
Porcherie	850	1700	2500	3400
Fosse à purin	250	400	600	800
Aires de circulation	240	400	440	400
Cour	1300	2300	2700	3000
Surface totale nécessaire en m²	2640	4800	6290	7600
Largeur de terrain nécessaire en m	35	35	55	55

⑤ Porcs à l'engrais.

Surfaces nécessaires en m²	Poules de ponte en 3 niveaux de cages pour ... animaux			Poulets à l'engrais, en cage pour ... animaux		
	10000	50000	100000	10000	50000	100000
Poulailler	630	3000	6000	400	2000	4000
Local de tri des œufs	-	400	800	-	-	-
Fosse à déjections	110	550	1100	50	250	500
Aires de circulation	200	1200	1800	100	500	1000
Cour	1260	5050	8000	1000	4000	7000
Surface totale nécessaire en m²	2200	10200	17700	1550	6750	12500
Largeur de terrain nécessaire en m	35	100	100	35	80	80

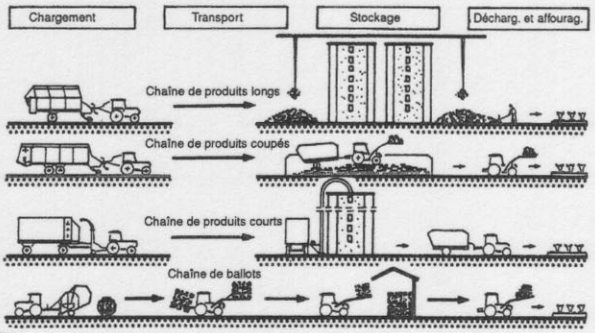
⑥ Poules.

Surfaces nécessaires en m²	Plantes binées et céréales pour ... ha			Céréales fourragères sur ... ha		
	60	80	100	80	100	120
Hangar à machines	250	290	320	230	270	300
Surface de décharge et de stockage	250	250	250	250	250	250
Aires de circulation et de remisage	180	200	220	180	200	220
Cour suppl.	200	230	250	200	230	250
Surface totale nécessaire en m²	880	970	1040	860	950	1020
Largeur de terrain nécessaire en m	33	33	40	33	33	40

⑦ Culture maraîchère.

Forme des produits	Dimensions cm	Produit frais	Produit préfané	Foin	Paille	Maniement
Produit long	env. 25	1,7	1,2–1,5	0,5	0,3	Par portion (griffe preneuse)
Produit coupé	4–8	2,0	1,5–1,8	0,8	0,4	Relativement en vrac (rouleaux doseurs)
Produit court	4	3,5	2,5–3,0	0,6–1,0	0,5–0,8	En vrac (soufflage, désilage)
Petit ballot	35×50×80	–	2,5–3,0	1,0–1,5	0,8–1,3	Produit de détail (à la main)
Grand ballot	Ø 180–150	–	3,0	0,8–1,8	0,6–1,3	Produit de détail (chargeur frontal)
	150×150 ×240 (160×120 ×70)	–		0,6–0,9	0,7–1,3	

① Comparaison des différentes formes des produits des récoltes.

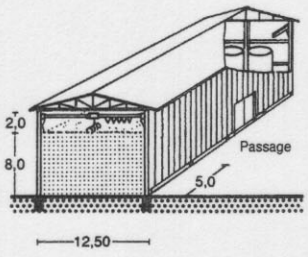


② Stockage et affouragement.

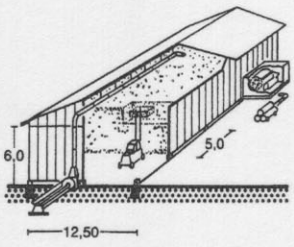
Produits fourragers		Poids spécifique quintal/m³	Volume nécessaire (stockage avant tassement) m³/quintal
Foin :	Produit long : (qualité bonne à très bonne, hauteur de stockage 2-6 m)	0,7–1,2	1,7 –1,0
	Produit haché : 5 cm, (qualité bonne à très bonne, hauteur de stockage 2-6 m)	0,9–1,2	1,3 –1,0
	Ballots non empilés	1,3–1,7	0,9 –0,7
	Ballots empilés	1,6–2,0	0,8 –0,6
	Foin aéré	1,2–1,7	1,0 –0,7
	Tour à foin	1,5–1,8	0,8 –0,7
	Vert sec, Cobs . . .	5,0–6,0	0,20–0,17
Ensilage :	Demi-sec (35-25 %)	5,5–7,0	0,20–0,16
	Maïs (28-20 %)	6,0–7,5	0,18–0,15
	Feuilles de betterave	8,5–9,5	0,13–0,12
Betteraves fourragères		6,3–7,0	0,16–0,14
Fourrage concentré broyé		5,5–6,5	0,22–0,19
Fourrage sec		3,2–3,5	0,38–0,34

Les volumes de stockage donnés ne comprennent pas les éléments de chargement / déchargement (entrée, aire, espace vide pour grue, etc.) mais un supplément de remplissage de 20 % pour foin et fourrage concentré et de 10 % pour ensilage.

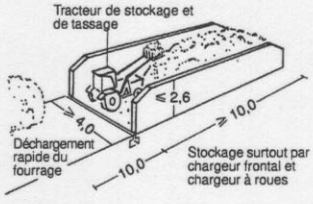
⑨ Stockage total de produits fourragers.



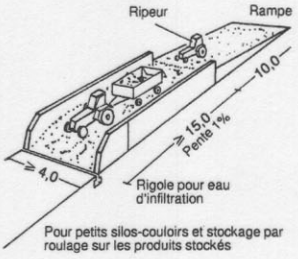
③ Hangar à griffe preneuse.



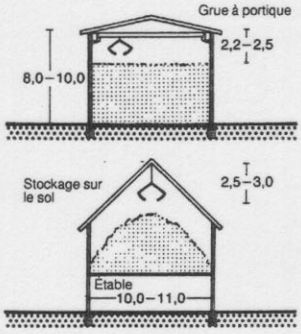
④ Hangar à foin.



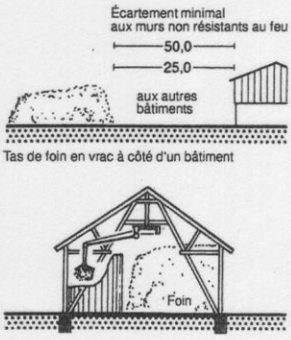
⑩ Silo-couloir.



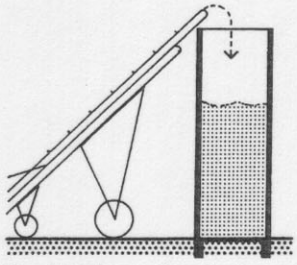
⑪ Silo-couloir avec rampe.



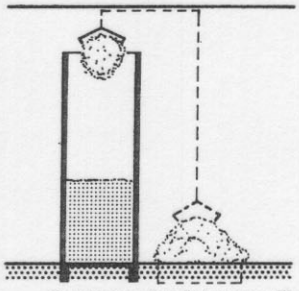
⑤ Hangar à foin au-dessus de l'étable.



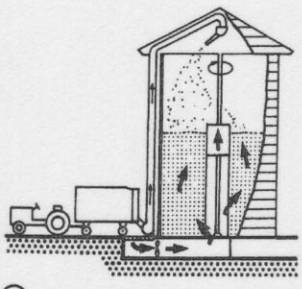
⑥ Stockage du foin.



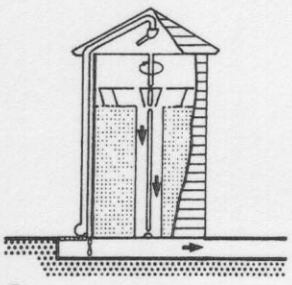
⑫ Remplissage d'un silo-tour par convoyeur à bande.



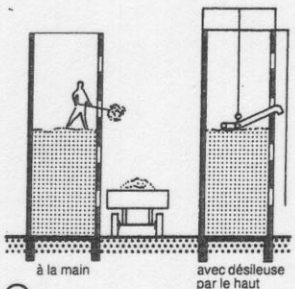
⑬ Remplissage d'un silo-tour par griffe preneuse.



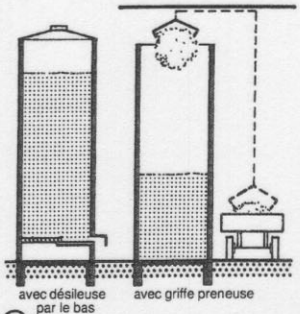
⑦ Silo-tour, remplissage et ventilation.



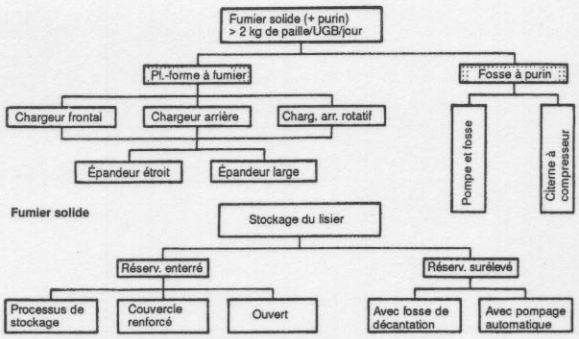
⑧ Silo-tour, vidage.



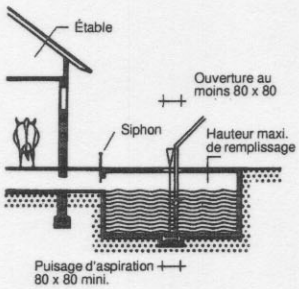
⑭ Vidage d'un silo-tour.



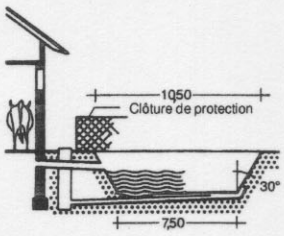
⑮ Vidage d'un silo-tour.



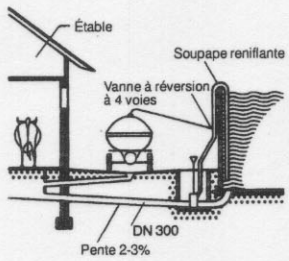
① Vue d'ensemble sur le stockage et l'épandage du fumier solide, du lisier et du purin.



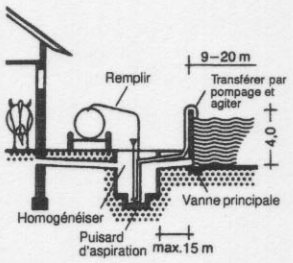
② Réservoir enterré (massif).



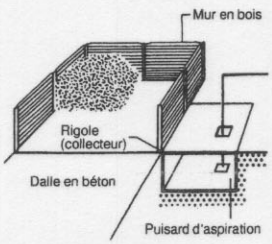
③ Bassin dans le sol avec bandes d'étanchement en matière plastique.



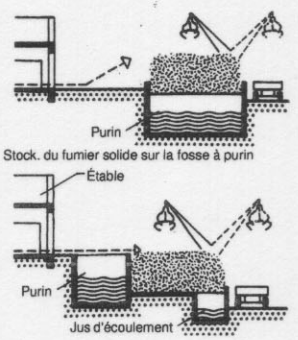
④ Réservoir surélevé avec station de pompage.



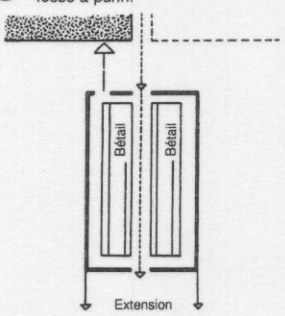
⑤ Réservoir surélevé avec décantation.



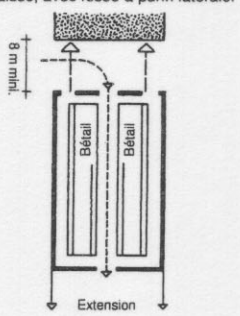
⑥ Plate-forme pour fumier solide avec fosse à purin.



⑦ Stockage de fumier solide, surbaissé, avec fosse à purin latérale.



⑧ Stockage du fumier solide, disposition face à l'étable, stockage en deux parties.



⑨ Stockage du fumier solide, disposition face à l'étable, accès à l'étable latéral.

La quantité d'excrément et d'urine dépend de l'espèce, du poids des animaux (donné en Unité de Gros Bétail, 1 UGB = 500 kg) ainsi que du type et de la composition du fourrage et du liquide donné aux bovins. Il est impossible de donner la composition exacte des excréments et du purin car la composition du fourrage change pendant une année d'exploitation. On ne peut indiquer que des valeurs moyennes (fig. 10 et 11).

Fumier solide. Pour une litière courante de 1,5 à 2 kg par UGB par jour, il faut une surface de stockage de 0,5 m²/UGB/mois, pour une hauteur de stockage de 2,0 à 2,5 m. La fosse à purin récupère le purin, les eaux de lavage et des eaux de pluie polluées. Sur la base d'un taux d'évaporation des eaux de pluie d'un tiers et d'une surface de stockage de 3 m² par UGB (correspondant à un stockage de 6 mois), on obtient une production de purin de 0,64 m³ / UGB/mois.

Exemple de calcul :

Urine	15 L/UGB/jour x 365 jours : 12 mois	= 456 L/UGB/mois.
Eau de lavage	2 L/UGB/jour x 365 jours : 12 mois	= 61 L/UGB/mois.
Eau de pluie	750 mm - 250 mm (évaporation) = 500 mm	
	500 L/m² x 3 m²/UGB : 12 mois	= 125 L/UGB/mois.
		Σ ≈ 640 L/UGB/mois.

Lisier. Les excréments, urines et eaux de pluie sont collectés. Le stockage du lisier dans des fosses fermées se fait sans adjonction d'eau de pluie ; pour des récipients à lisier ouverts, un espace de 20 à 30 cm au-dessus du niveau supérieur du lisier est suffisante pour la collecte des eaux de pluie. Cet espace augmente au fur et à mesure que l'eau et une partie du purin s'évaporent.

Pour des vaches laitières, on compte une quantité de lisier de 1,4 m³/UGB • mois ; pour l'engraissement intensif de bœufs par fourrage de maïs de silo, la production de lisier se réduit à 1,0 m³/UGB • mois.

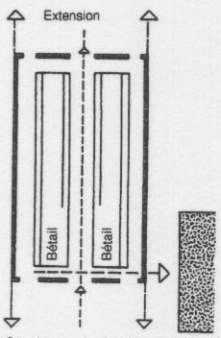
Espèce	Fumier solide q/UGB mois	Fumier solide m³/UGB mois	Purin m³/UGB mois	Subst. fertilisantes dans le fumier solide N kg/UGB • mois	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO
Cheval	7,5	1,0	0,1	4,5	2,1	4,0	1,8	1,05
Vache - stabulation entravée	9,0	1,2	0,6	4,5	2,3	5,9	1,8	1,8
Bœuf à l'engrais - stabulation entravée	9,0	1,2	0,6					
Bœuf à l'engrais - litière profonde	15,0	2,0	1)					
Mouton	6,5	0,9	1)	5,2	1,5	4,4	2,1	1,2
Porc	5,0	0,6	0,6	2,8	3,8	2,5	2,0	1,0
Porc - litière profonde	10,0	1,2	1)					
Poules de ponte (fumier sec 80%)	4,6	0,4		16,3	21,4	11,2	55,8	
Poules de ponte (fumier d'élevage sur le sol 78%)	5,5	0,7		14,3	18,7	10,5		
Poulets à l'engrais (fumier d'élevage sur le sol)	5,9	0,8						
Lapins (fumier sec)	3,3	0,4		1,7	1,5	4,0	2,1	

1) lié à la litière

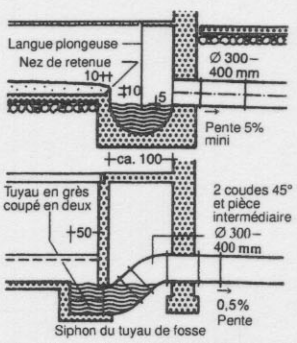
⑩ Production de fumier solide et composition.

Espèce	Production de lisier m³/UGB/mois	Teneur en litière %	Substances fertilisantes N kg/m³	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO	N kg/UGB/mois	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO
Bovin	1,4	10	4	2	6	2	1	5,6	2.8	8,4	2,8	1,5
Porc	1,4	7	6	4	3	3	1	8,4	5,6	4,2	4,2	1,4
Poules de ponte	1,9	15	8	8	5	15	2	15,2	15,2	9,5	28,5	3,8

⑪ Production de lisier et composition.



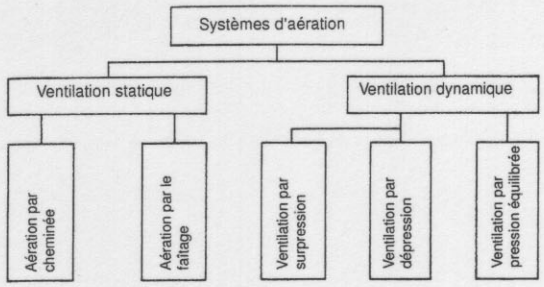
⑫ Stockage de fumier solide, disposition latérale.



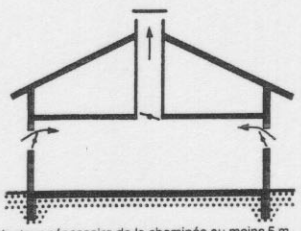
⑬ Dispositifs d'obturation des gaz pour fosses à purin ou canaux d'écoulement pour lisier.

CONDITIONS CLIMATIQUES DES ÉTABLES

Parmi les facteurs influant sur le rendement et la santé des animaux, tels leurs capacités spécifiques, le fourrage et la stabulation, une importance primordiale revient aux conditions climatiques dans l'étable. On entend par « conditions climatiques » les effets des facteurs tels que la température, la teneur en humidité, le mouvement et la composition de l'air, l'éclairage, l'aération, la surface vitrée, le volume de l'étable, son orientation et l'isolation thermique assurée par la construction. La vitesse d'entrée de l'air varie en fonction de la largeur de l'étable, entre 2,0 et 5,0 m/s. On distingue la ventilation statique et la ventilation mécanique (fig. 2 à 7).

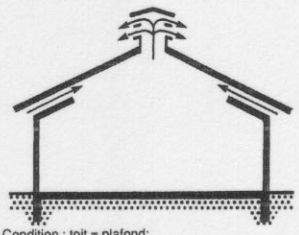


① Classification des systèmes d'aération.



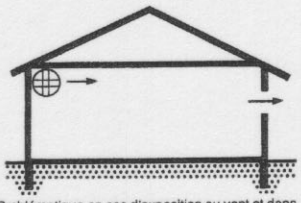
Hauteur nécessaire de la cheminée au moins 5 m, ne fonctionne que par températures extérieures basses, pas de dépenses énergétiques.

② Cheminée d'aération.



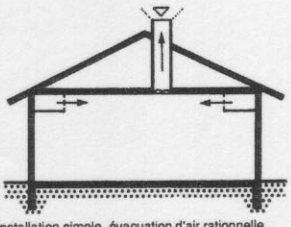
Condition : toit = plafond; problématique par conditions atmosphériques inversées; l'apport d'air doit être réglable.

③ Ventilation par le faîtage.



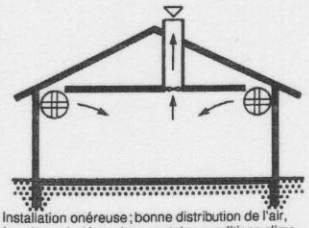
Problématique en cas d'exposition au vent et dans des bâtiments endommagés; l'évacuation n'est pas rationnelle; se combine bien avec le chauffage; besoin énergétique : 105 à 125 kW/h/UGB et par an.

④ Ventilation par surpression.



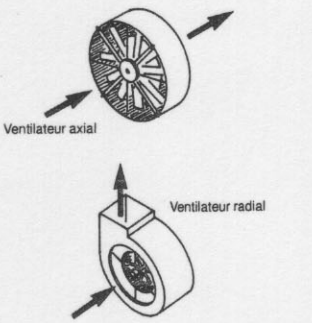
Installation simple, évacuation d'air rationnelle (antipolution); se combine difficilement avec le chauffage; besoin énergétique : 98 à 105 kW/h/UGB et par an.

⑤ Ventilation par dépression.

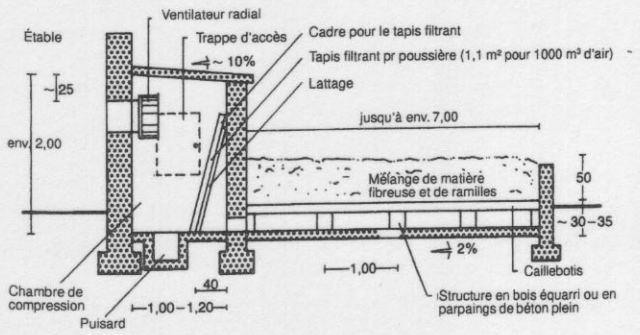


Installation onéreuse; bonne distribution de l'air, fonctionne indépendamment des conditions climatiques, se combine facilement avec le chauffage; nécessite un important investissement financier (1,5 à 2 fois plus que pour une ventilation par dépression); besoin énergétique : 205 kW/h/UGB et par an.

⑥ Ventilation par pression équilibrée.



⑦ Ventilateurs.



⑧ Dispositif de filtrage par le sol (d'après Zeisig).

Température de l'air en °C	Vitesse d'air recommandée (en m/s)
< 18	0,15
20	0,20
> 22	0,24
24	0,35
26	0,50

⑨ Vitesse d'air recommandée en fonction de la température.

	pour bêtes l/m³	*) Valeur CMPT
Gaz carbonique	3,50	5,00
Gaz ammoniac	0,05	0,05
Hydrogène sulfuré	0,01	0,01

*) Concentration maxi. sur un poste de travail

⑩ Taux admissible de concentration de gaz dans l'air de l'étable.

Au niveau de la conception, on devrait, comme pour la ventilation mécanique, calculer les sections d'arrivée et d'évacuation d'air, en se basant sur les taux de l'air d'été, en l'absence de courant d'air et en appliquant la formule suivante :

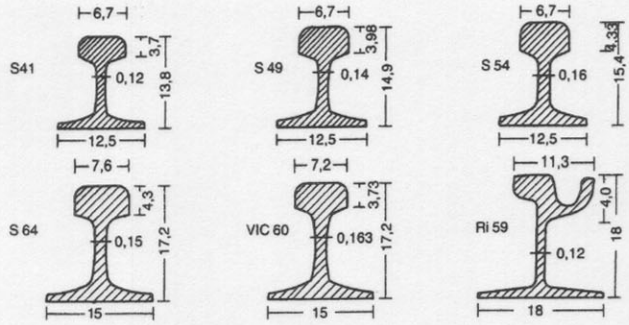
$$w = \frac{g \cdot H \cdot \Delta t/T_1}{1 + F_1/F_2} \text{ (m/s)} \qquad F_2 = \frac{Vi}{3600 \cdot w} \text{ (m}^2\text{)}$$

w = vitesse d'évacuation d'air par l'ouverture dans le toit en m/s
g = gravité (9,81 m/s^{-2})
H = hauteur du plancher de l'étable jusqu'à l'ouverture dans le toit en m
T_1 = température extérieure en K (± 273°C)
Δt = différence de température entre l'air intérieur et extérieur en K
Vi = taux de l'air d'été en m³/h
F_1 = surface d'apport d'air en m²
F_2 = surface d'évacuation d'air en m²
(pour simplifier les calculs, on admet $F_1 / F_2 = 1$.

Étable ou abri pour :	Marge optimale pour les animaux		Valeurs recommandées en hiver	
	Temp. air °C	Humidité rel. de l'air %	Temp. air °C	Humidité rel. de l'air %
Vaches laitières, veaux d'élevage, élevage de jeunes bêtes et mise bas	0–20	60–80	10	80
Engraissement des bœufs	12–20*	60–80	16	80
Veaux à l'engrais	16–20*	60–80	18	70
Jeunes porcs, truies vides et nouv. pleines, verrats	5–15	60–80	12	80
Porcs à l'engrais	15–20*	60–80	17	80
Truies et porcelets : Truies	12–16	60–80		
Porcelets nouveaux-nés (chauffage en zones)	30–32	40–60		
Porcelets (< 6 semaines)	20–22	60–70		
Porcelets de vente et 1ère phase d'engr. (≤ 30 kg)	18–22*	60–80	20	60
Stabulation en cage depuis 5 à 20 kg env. (2ème à 8ème semaine)	22–26*	40–60	26	60
Poussins avec chauffage en zones, température dans la zone des poussins baissant de 3°C par semaine	32–18*	60–70	26	60
Poulets et poules de ponte	15–22	60–80	18	70
Dindonneaux avec chauffage en zones, température dans la zone des poussins baissant de 3°C par semaine	18–36*	60–80	22	60
Dindes à l'engrais > 7ème sem.	10–18*	60–80	16	80
Canards	10–30*	60–80	20	60
Chevaux de trait	10–15	60–80	12	80
Chevaux de selle, de course	15–17	60–80	16	80
Moutons d'élevage	6–14	60–80	10	80
Moutons à l'engrais	14–16*	60–80	16	80

*) au cours de la croissance des animaux la température doit se rapprocher de la valeur inférieure indiquée.

⑪ Température de l'air et teneur en humidité relative dans différents lieux d'élevage.

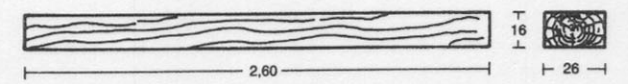


① Les rails courants.

	G kg/m cour.	A (cm²)	$W_{x\ tête}$ (cm³)	$W_{x\ pied}$ (cm³)	W_y (cm³)	I_x (cm⁴)	I_y (cm⁴)
S 41	40,95	52,2	196,0	200,5	41,7	1368	260
S 49	49,43	63,0	240,2	248,2	51,0	1819	320
S 54	54,54	69,4	262,4	276,4	57,0	2073	359
S 64	64,92	82,4	355,9	403,5	80,5	3253	604
UIC 60	60,34	76,9	335,5	377,4	68,4	3055	513
Ri 59	58,96	75,1	372,6	351,8	81,0*)	3257	781

*) W_{y1} = 118 cm³·⁶ pour cause d'asymétrie.

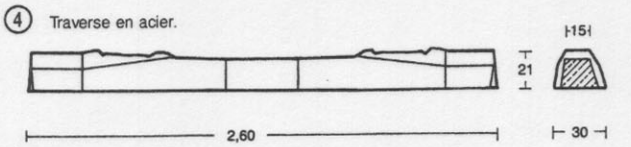
② Dimensions des rails (fig. 1).



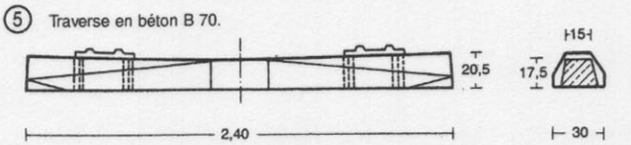
③ Traverse en bois.



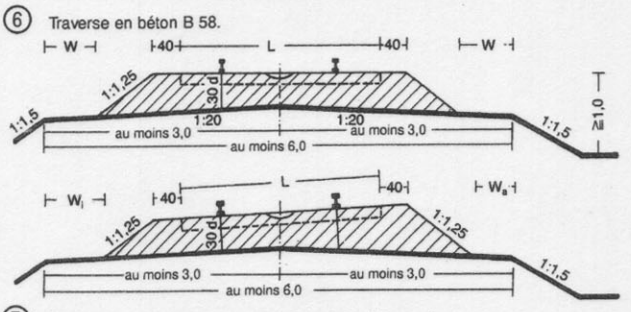
④ Traverse en acier.



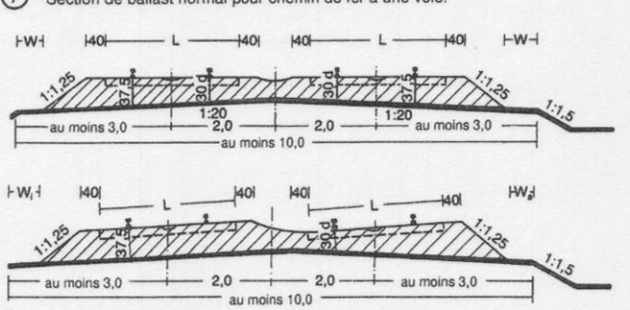
⑤ Traverse en béton B 70.



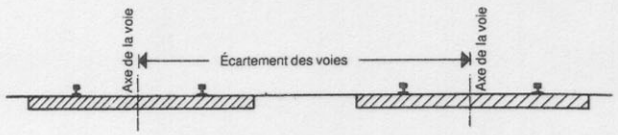
⑥ Traverse en béton B 58.



⑦ Section de ballast normal pour chemin de fer à une voie.



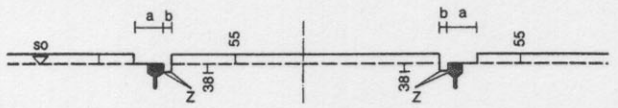
⑧ Section de ballast normal pour chemin de fer à deux voies.



⑨ Écartement des voies.

Les écartements des voies(e) les plus importants sont :

- écartement normal, en plein campagne	4,00 m (3,50 m pour des voies existantes)
en cas d'installation de panneaux	4,50 m
comme esp. de protection après chaque 2e voie,	5,40 m
pour nouveaux tracés avec v > 200 km/h	4,70 m
- écartement normal dans les gares	4,50 m (4,75 m)
voies principales continues	4,00 m,
après un groupe de 5-6 voies	6,00 m,
voies d'essayage des freins	5,00 m,
voies pour nettoyage des voitures	5,00 m.



⑩ Limitation inférieure du gabarit normal.
a ≥ 150 mm pour les objets fixes qui ne sont pas attachés de façon rigide aux rails de roulement; a ≥ 135 mm pour objets fixes qui sont attachés de façon rigide aux rails de roulement; b = 41 mm pour dispositifs qui guident la face intérieure du boudin; b ≥ 45 mm pour les passages à niveau; b ≥ 70 mm dans tous les autres cas; Z = angles qui peuvent être arrondis (fig. 10).

Profil normal des chemins de fer allemands

Écartement des voies (adopté par 71% des chemins de fer du monde entier) : 1,435 m, avec une tolérance allant de : –3 à +30 mm pour les voies principales; –3 à +35 mm pour les voies secondaires.
(Autres écartements de rails : U.R.S.S. 1,520 m, Espagne et Portugal 1,673 m, Afrique du Sud 1,067 m, Chili, Argentine, Inde 1,673 m).

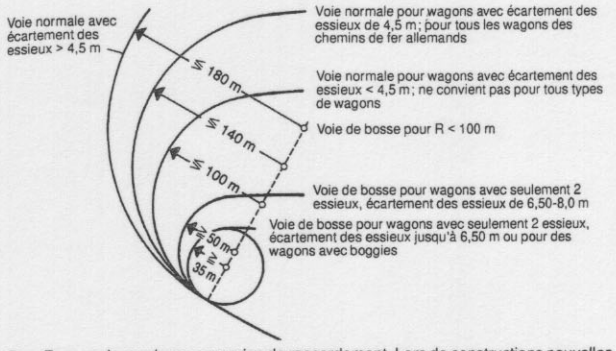
Durée de vie de traverses:

- en bois, imprégné au goudron	25 à 40 ans,
- en bois, non imprégné	3 à 15 ans,
- en acier environ	45 ans,
- en béton au moins	60 ans.

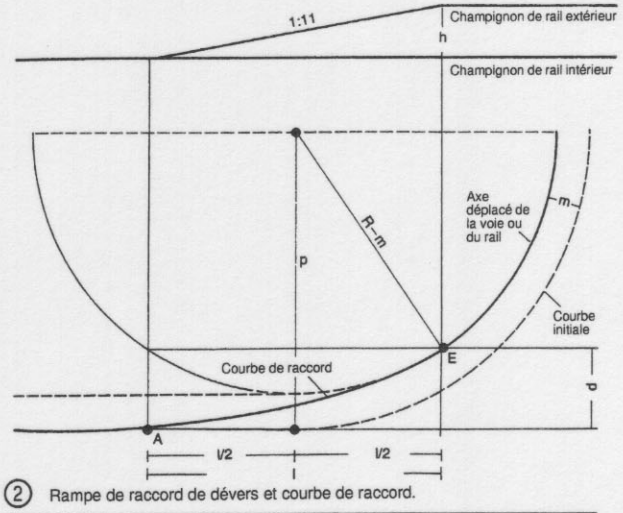
Profondeur des fossés latéraux ≥ 0,4 à 0,6 m au-dessous de la plate-forme. Pente de talus 3 à 10% suivant la nature du renforcement du sol.
En cas de talus maçonnés, prévoir tuyaux et barbacanes pour l'écoulement des eaux.

Pente longitudinale pour les voies principales en plein campagne inférieure à 12,5 °/°°, inférieure à 40 °/°° pour les voies secondaires et à 2,5 °/°° pour les voies en gare; une pente allant jusqu'à 25 °/°° pour des voies principales doit faire l'objet d'une autorisation spéciale.

Pression des roues au repos, 9 t et jusqu'à 11,25 t si la superstructure est suffisante.



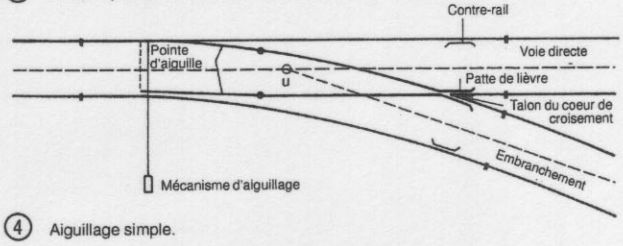
① Rayons de courbure pour voies de raccordement. Lors de constructions nouvelles, des rayons inférieurs à 100 m sont à éviter dans la mesure du possible (p.364).



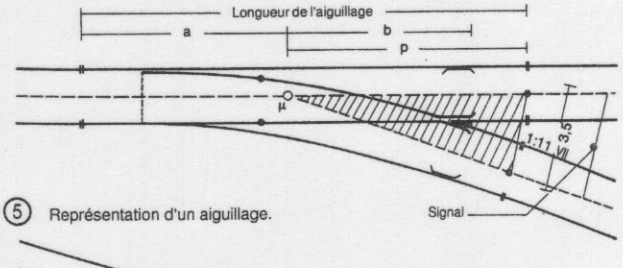
② Rampe de raccord de dévers et courbe de raccord.

R	l	m	Pente de la rampe
180–200	40	0,370 0,333	1: 320 1: 320
250–350	30	0,150 0,107	1: 300 1: 400
400–2000	20	0,012 0,008	1: 310 1:1300

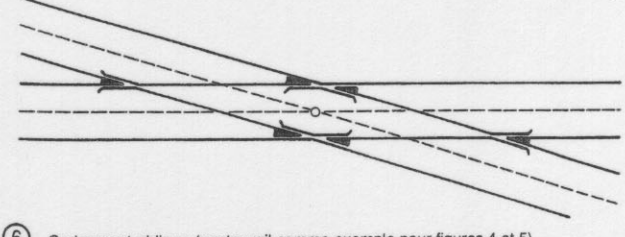
③ Tableau pour voies secondaires et voies de raccordement usuelles en m.



④ Aiguillage simple.



⑤ Représentation d'un aiguillage.



⑥ Croisement oblique (contre-rail comme exemple pour figures 4 et 5).

Rayons de courbure (jusqu'au milieu des rails) = R

pour lignes principales, voies principales	≥ 300 m
dans les gares	≥180 m
pour lignes second., utilisées par wagons gdes lignes	≥180 m
non utilisées par des wagons pour lignes principales	≥100 m
pour voies de raccordement recevant les locomotives	≥140 m
pour voies de racc. ne recevant pas de locomotives	≥100 m
avec un minimum de	≥ 35 m.

Pour 100 m > R ≥ 35 m, il est conseillé de tracter les wagons. Des rayons supérieurs à 130 ne conviennent plus à tous les types de wagons.

Rayons de courbure pour chemins de fer à voie étroite

Pour voie de 1,00 m	R ≥ 50 m
pour voie de 0,75 m	R ≥ 40 m
pour voie de 0,60 m	R ≥ 25 m.

Pour les voies devant supporter des vitesses supérieures à la vitesse de manœuvre, il faut intercaler entre la partie droite et l'arc de cercle de rayon R une courbe de transition, dont la courbure va progressivement de 1 : ∝ à 1:R → ②. Surhausser éventuellement les parties courbes pour maintenir dans des limites acceptables (≤ 0,65 m/sec.) l'accélération centrifuge produite lors du passage par l'arc du cercle. Rampe de surhaussement et courbe de transition doivent être combinées.

Aiguillages

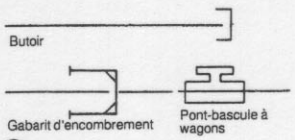
Ils sont désignés d'après la forme des rails, le rayon de l'embranchement et la pente du cœur de croisement, par ex. 49 - 190 - 1 : 9. Les wagons ne peuvent occuper les voies que jusqu'au signal (fig. 5); distance entre le milieu des voies à hauteur du signal ≥ 3,50 m. Longueur aiguillage/pointe d'aiguille pour les aiguillages (fig. 9).
49-190-1:7,5 = 25,222 m/12,611 m
49-190-1:9 = 27,138 m/10,523 m
49-300-1:9 = 33,230 m/16,615 m.
Plaques tournantes normales Ø = D
Plaques tournantes axiales : 2 à 3 m; pour wagons : 3,5 à 10,0 m; pour locomotives : 12,5 à 23,0 m.

Transbordeur à niveau

Grandeur = écartement axial minimal des wagons à déplacer + 0,5 m.

Passages à niveau

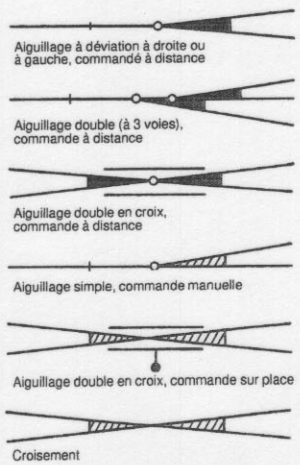
Pour détails voir les directives 815 des chemins de fer allemands.



⑦ Symboles de représentation.

Aiguillage	r (m)	1:n	Limites de traçage (distance hors tout en m)
ABW 49	215	1:4,8	22,100
EW 49	190	1:7,5	30,039
EW 49	190	1:9	27,138
DKW 49	190	1:9	33,230
DW 49	190	1:9r/ 1:9l	37,661

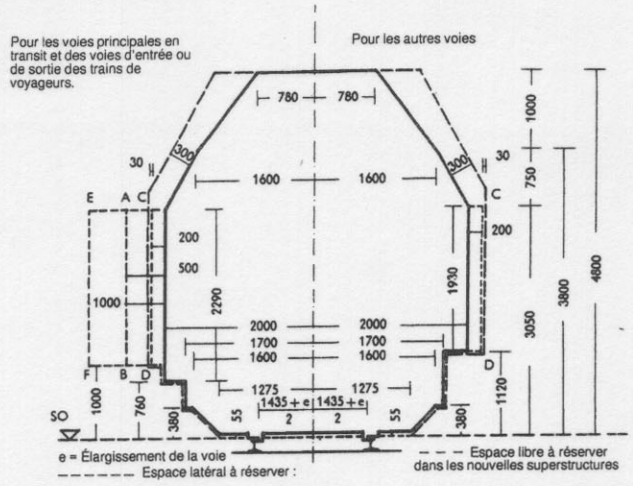
⑧ Dimensions des aiguillages.



⑨ Symboles de représentation.

Délimitation supérieure de l'espace libre

Gabarit pour les chemins de fer à voie normale

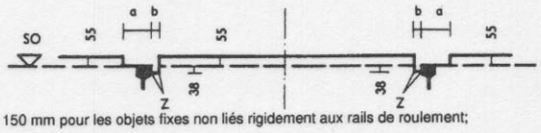


A-B sur les voies principales en pleine voie, pour tous les objets à l'exception des ouvrages d'art

C-D sur les voies à l'intérieur des gares, sur les voies principales en pleine voie, pour les ouvrages d'art ainsi que les signaux entre voies principales en pleine voie

E-F sur les quais à voyageurs pour les objets fixes

① Gabarit normal valable pour les lignes droites et les courbes de rayon ≥ 250 m. Éch. 1/100



a ≥ 150 mm pour les objets fixes non liés rigidement aux rails de roulement;

a ≥ 135 mm pour objets fixes liés rigidement aux rails de roulement;

b = 41 mm pour dispositifs qui guident la face intérieure du boudin;

b ≥ 45 mm pour les passages à niveau;

b ≥ 70 mm dans tous les autres cas;

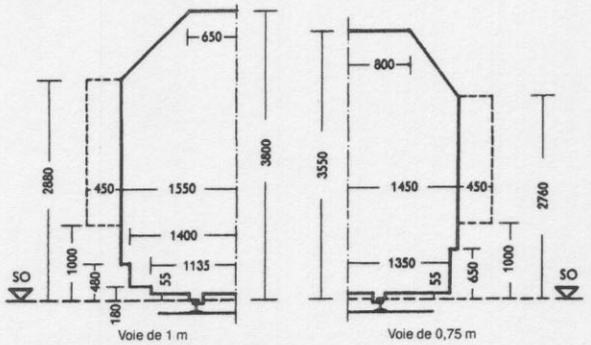
Z = angles, qui peuvent être arrondis

② Limitation inférieure du gabarit normal. Éch. 1 : 40

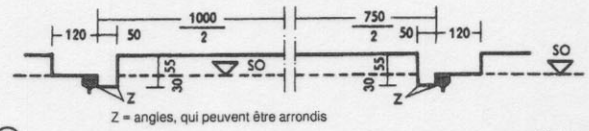
Rayon de la courbe m	Augmentation nécessaire de la dimension de la demi-largeur du gabarit sur le côté intérieur de la courbe (mm)	côté extérieur de la courbe (mm)
250	0	0
225	25	30
200	50	65
190	65	80
180	80	100
150	135	170
120	335	365
100	530	570

③ Augmentation nécessaire du gabarit dans des courbes de rayon < 250 m.

Chemins de fer à voie étroite

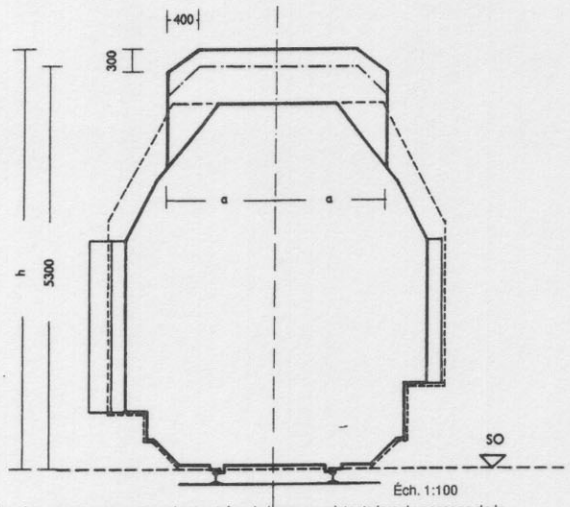


⑦ Gabarit en ligne droite. Éch. 1:100



Z = angles, qui peuvent être arrondis

⑧ Limitation inférieure du gabarit. Éch. 1:100



Pour les superstructures, tunnels et entrées de hangars existants lors du passage de la traction à vapeur à la traction électrique.

④ Délimitation supérieure de l'espace libre sur les tronçons à caténaires exploités à 15 kV.

Rayon de courbure m	Demi-largeur a mm
jusqu'à 250	1445
225	1455
200	1465
180	1475
150	1495
120	1525
100	1555

⑤ Demi-largeur de la partie supérieure du gabarit.

	h
Superstructures lourdes jusqu'à 15 m de large et tunnels	5500 mm
Superstructures lourdes au-delà de 15 m de large	6000 mm
Superstructures légères comme passerelles, halls, y compris portails	6000 mm
Portiques et bras de signalisation	6300 mm

⑥ Hauteur libre minimale sous les constructions.

Largeur libre

Des **portails d'entrée** ≥ 3,35 m ; constructions nouvelles ≥ 4,00 m.

Des **tunnels** :
espace libre supplémentaire entre les murs et le gabarit
sur les lignes à 1 voie de 40 cm,
sur celles à 2 voies de 30 cm.

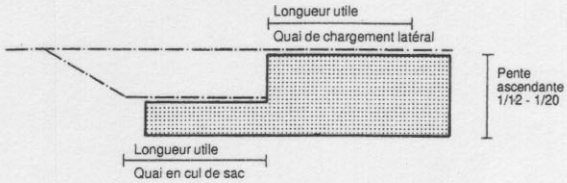
Accès aux quais par souterrain ou passerelle : largeur de 2,5 à 4,0 m, en cas de double courant de 4 à 8 m.

Largeur des escaliers de 2,5 à 4,0 m (p.427).

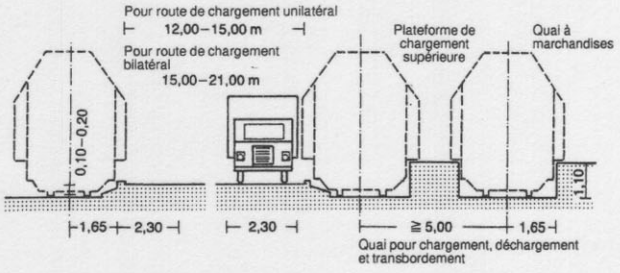
Hauteur des quais

au-dessus du champignon du rail 38 cm ou 76 cm, et 96 cm pour les lignes à service rapide.

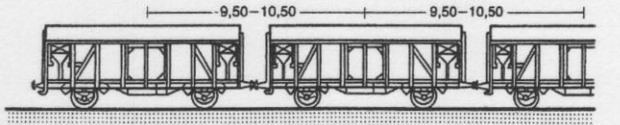
Recul nécessaire pour toute construction nouvelle variable selon les régions. Par exemple, distance des constructions ignifuges avec couverture correspondante ≥ 7,50 m de l'emprise des chemins de fer. Distance des constructions non ignifuges ≥ 15 m, ainsi que les locaux de stockage de produits inflammables.



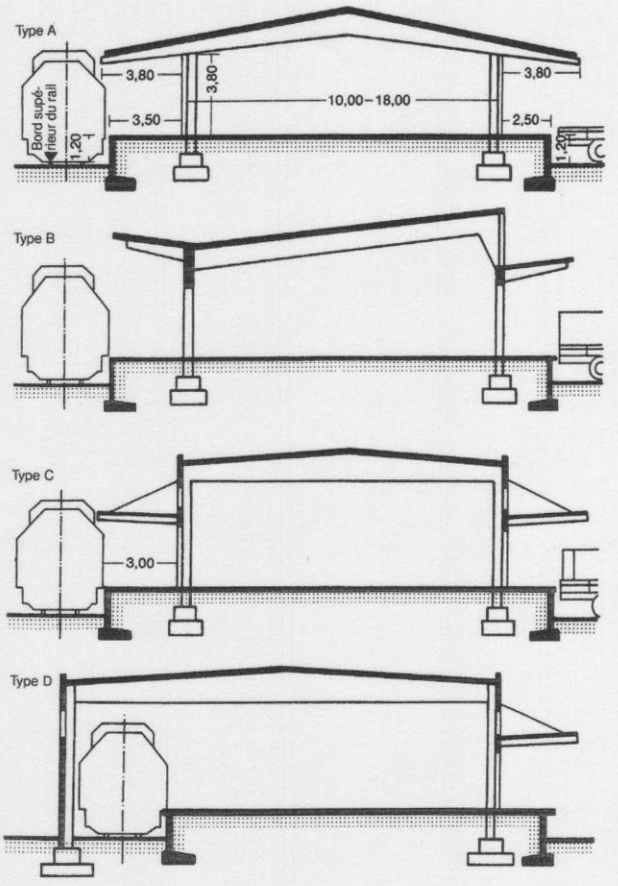
① Quai de chargement latéral et quai en cul-de-sac avec pente ascendante 1/12-1/20.



② Profil d'une route de débord et chargement (niveau rail souvent ≈ niveau bord de route).



③ Wagon à marchandises couvert usuel. Distance entre axes des portails d'entrepôts 9,50-10,50 m.



④ Types de halls (A, B, C) avec voie à l'extérieur, type D avec voie à l'intérieur.

L'expédition des marchandises se situe à la jonction entre les trafics routier et ferroviaire.

Éléments fonctionnels :

Halls à marchandise, bâtiments d'expédition, poste de douane, routes de chargement avec quai latéral ou en cul-de-sac. On trouve aussi des installations accessoires telles que grues à portique, gabarits de chargement et postes de transvasement pour carburant.

Halls à marchandises :

Profondeur utile des halls : 10-18 m ou 16-24 m.

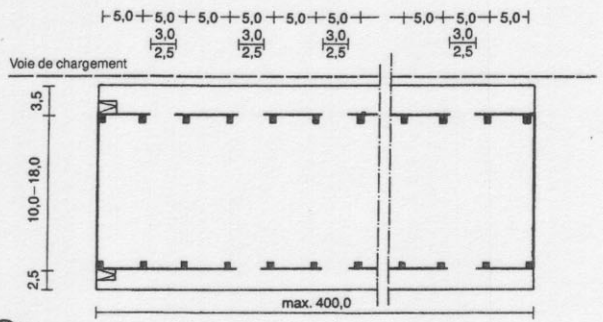
La longueur du hall est un multiple de l'écartement courant des fermes, jusqu'à 400 m; écartement des fermes : 5,00 m. Hauteur : 3,50-5,00 m. Une hauteur libre de 5,00 m permet un stockage sur trois niveaux.

Largeur et hauteur de la plateforme de chargement pour exploitation mécanisée : largeur côté voie 3,50 m, largeur côté rue 2,50 m, hauteur dans les deux cas 1,20 m au-dessus du bord supérieur du rail ou de la rue de chargement. Les deux plateformes sont couvertes.

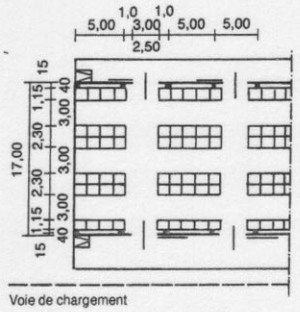
Portails :

Distance entre axes entre 9,50 et 10,50 m (fig. 3). Ouverture côté rue: 3,00 x 2,50 m; côté voie : 3,00 m x 2,50 m ou éventuellement 4,00 m x 2,50 m.

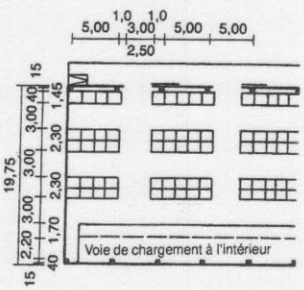
Surface nécessaire des halls à marchandises (fig. 1 à 7) selon type, encombrement et quantité des marchandises à stocker. La base de calcul pour la détermination de la surface nécessaire est la connaissance de la surface nécessaire spécifique des différents types de marchandises (contenants, palettes, marchandises non palettisées). Valeur à titre indicatif pour la surface nécessaire : petit contenant 2 m²/unité = env. 6,9 m² / t; palettes 1,2-1,4 m² / unité = 5,6-6,5 m² / t; marchandises non palettisées 0,13-0,20 m²/unité = 6,5-10,0 m² / t. Une détermination exacte de la surface de stockage nécessaire ne peut se faire que par le biais du décompte de la marchandise en question; elle doit également tenir compte des pointes hebdomadaires de circulation (le samedi et le lundi en général), dépassant de 25 à 30 % env. la moyenne journalière. Ne pas négliger les surfaces de circulation et l'espace entre marchandises stockées : pour petits contenants 80-100 % de la surface de stockage, pour palettes 180-210 % et pour marchandises non palettisées100-160 % de la surface de stockage.



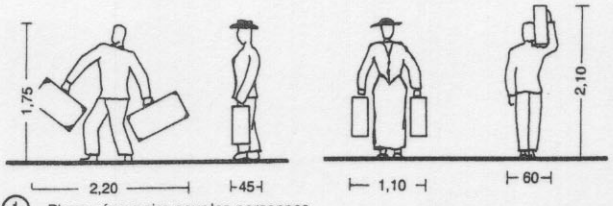
⑤ Plan d'un hall à marchandises (fig. 4 type A).



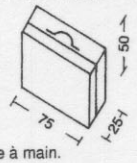
⑥ Plan, coupe transversale (fig. 4 C).



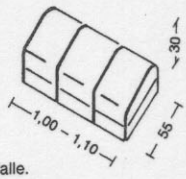
⑦ Plan, coupe transversale (fig. 4 D).



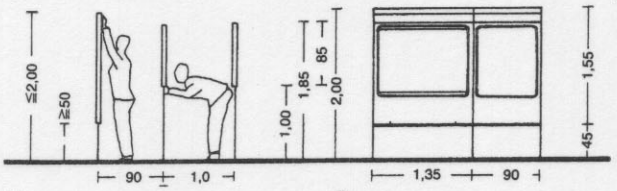
① Place nécessaire pour les personnes.



② Valise à main.

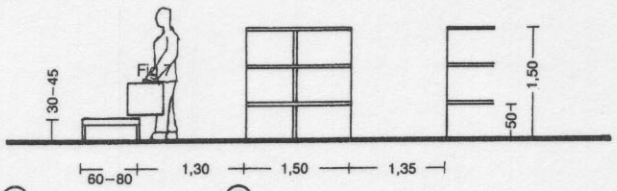


③ Malle.



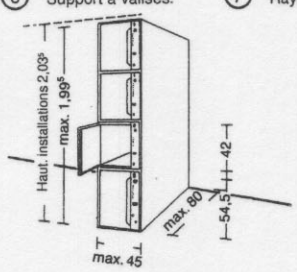
④ Devant des indicateurs.

⑤ Vitrine et distributeur de billets.

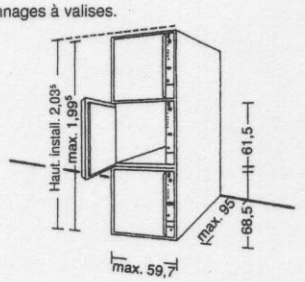


⑥ Support à valises.

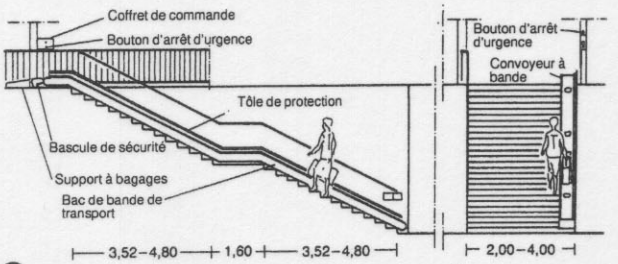
⑦ Rayonnages à valises.



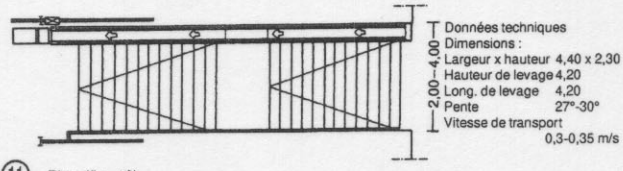
⑧ Consignes mécaniques avec 4 casiers normalisés.



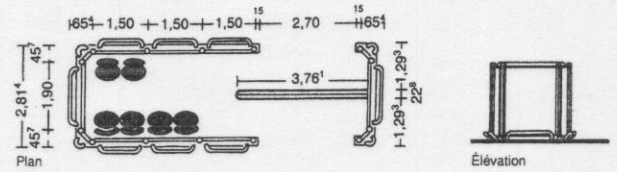
⑨ Consignes mécaniques avec 3 casiers à grande capacité.



⑩ Convoyeur à bande pour bagages à main le long des escaliers d'accès aux quais.



⑪ Plan (fig. 10).



⑫ Abri d'attente sur quais de grandes lignes.

Poste d'aiguillage

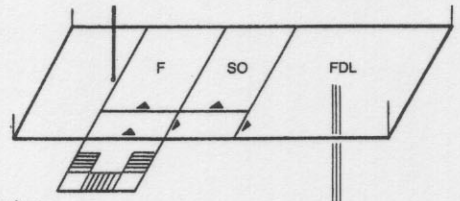
La disposition des locaux doit correspondre à la représentation schématique d'un poste d'aiguillage à boutons-poussoirs (fig. 13 à 17). Les locaux de services techniques ne nécessitent pas de fenêtres. Largeur libre des portes ≈ 1,00 m. Hauteur libre de tous locaux ≥ 2,80 m, sauf local des batteries et distribution électrique. Le bureau du chef de service doit être situé à proximité de la salle de relais et de transmissions ; une vue totale sur toutes les voies doit être assurée.

Les fenêtres doivent être de forme verticale, le bord inférieur du linteau ou du tablier doit être à 1,60 - 1,80 m au-dessus du sol, le bord supérieur de l'allège à 0,40-0,50 m.

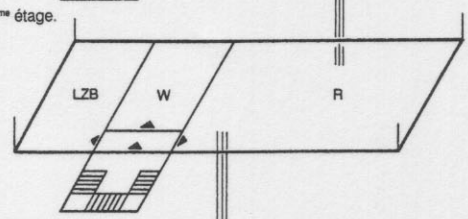
Le local de relais doit se trouver à proximité du bureau du chef de service. Largeur minimale : 0,23 m, écartement du mur + 0,66 m par châssis + 1,25 m de largeur de passage.

FDL Bureau du chef de sécurité
F Local transmissions
SO Locaux du personnel, sanitaires
LZB Comm. autom. continue de la marche des trains
R Local relais
W Bureau du chef de brigade d'ouvriers
N Local réseau de distrib. élec. de secours
S Local de distribution
B Local des batteries
L Stock de pièces de rechange
WE Atelier

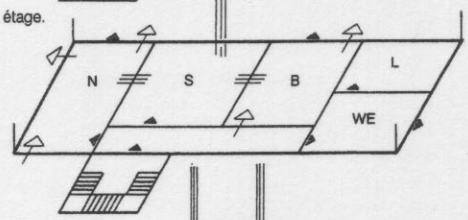
LB Stock combustibles
H Chauffage
E Local énergie électrique
K Local fermeture des câbles
P Local de protection des personnes
DVA Local de traitement des données
Coordination des locaux pour dispositifs de signalisation
Protection des objets et personnes
Entrées et sorties
Ventilation et amenée d'air frais



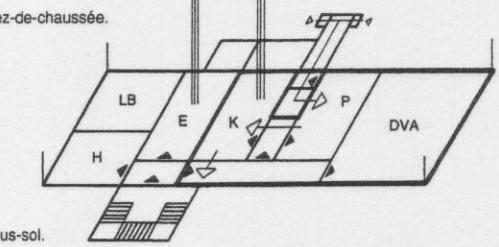
⑬ 2ème étage.



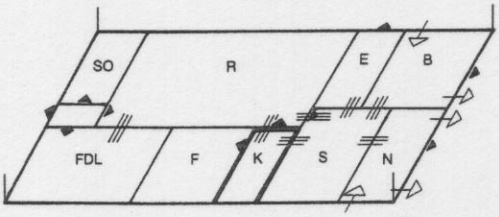
⑭ 1er étage.



⑮ Rez-de-chaussée.



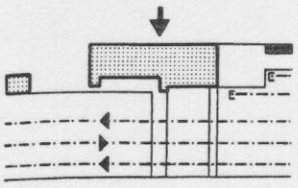
⑯ Sous-sol.



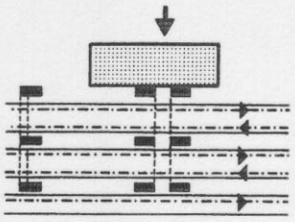
⑰ Rez-de-chaussée sans sous-sol.

Voies à hauteur des rues, très courantes dans les petites et moyennes communes : bâtiment au niveau des quais, accès aux quais (voyageurs et bagages) par traversées des voies (fig. 1), dans les villes : par passages souterrains pour voyageurs (fig. 1), et pour de très grandes installations : par des tunnels pour voyageurs et bagages.

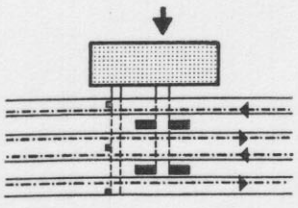
Pour éviter de descendre pour remonter, la solution consiste à surhausser les voies (Cologne, Hanovre) ou à les surbaisser (Darmstadt, Copenhague, Londres) (fig. 3 à 7). Exception : les gares en tête de lignes.



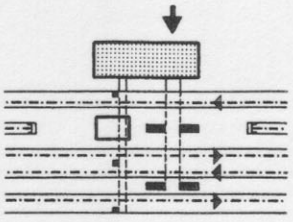
① Bâtiment des voyageurs au niveau des voies, position latérale. Voyageurs et bagages passent sur les voies (seulement petites installations sans grandes lignes).



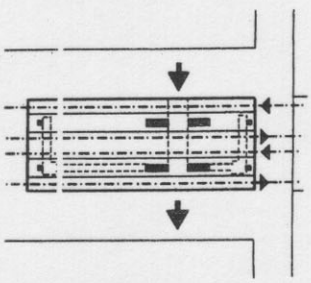
② Bâtiment des voyageurs au niveau des voies, position latérale, passage souterrain pour voyageurs et bagages (on descend pour remonter), bagages acheminés sur les voies (seulement installations moyennes).



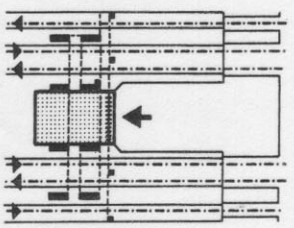
③ Bâtiment des voyageurs plus bas que les voies, position latérale. Voyageurs et bagages passent par des tunnels souterrains. Disposition avantageuse, pas de montées inutiles.



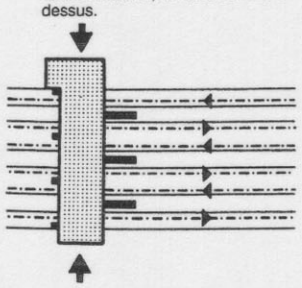
④ Bâtiment des voyageurs plus bas que les voies, position latérale. Salle d'attente entre les voies, approprié aux gares de correspondance, le reste comme ci-contre.



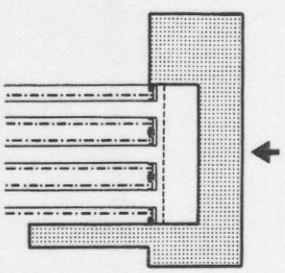
⑤ Bâtiment des voyageurs situé plus bas que les voies, position centrale. Trajets courts, bon éclairage des salles d'attente, le reste comme ci-dessus.



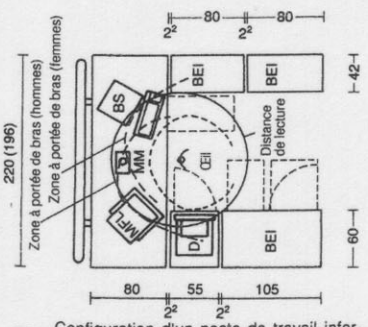
⑥ Bâtiment des voyageurs situé plus bas que les voies, entre les voies. Amples passages, trajets courts, le reste comme ci-dessus.



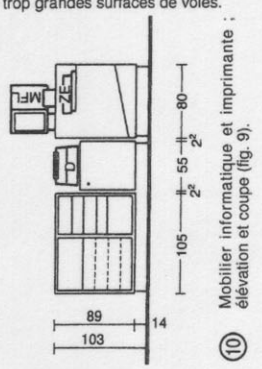
⑦ Bâtiment des voyageurs situé au-dessus ses voies. Passerelle pour voyageurs et bagages.



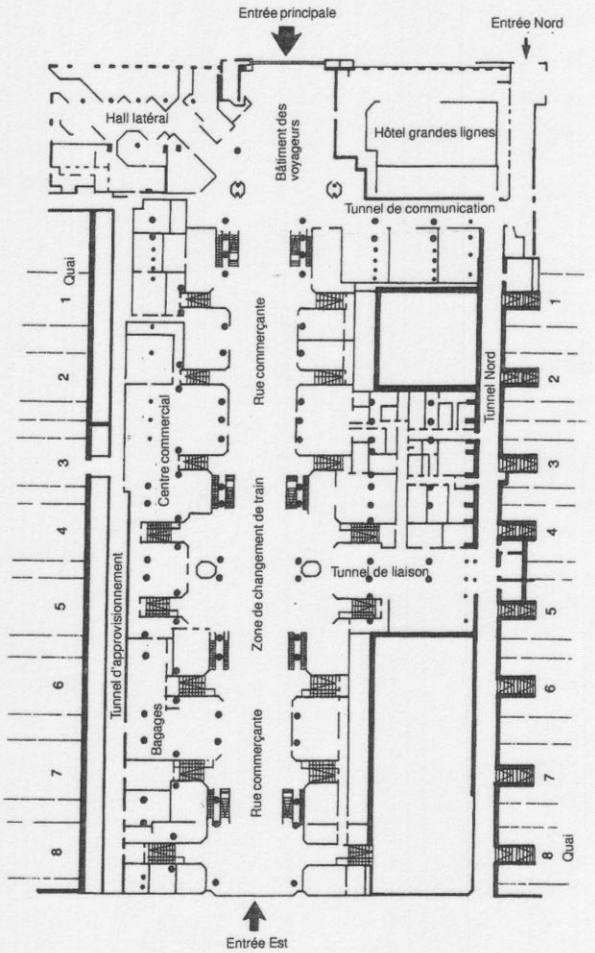
⑧ Bâtiment en tête de ligne, si possible au niveau des voies, uniquement pour gares en têtes de ligne ; sinon trop grandes surfaces de voies.



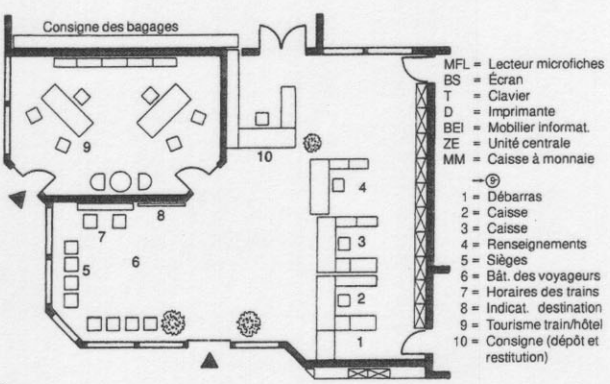
⑨ Configuration d'un poste de travail informatisé, plan de guichet ouvert (fig. 11).



⑩ Mobilier informatique et imprimante : élévation et coupe (fig. 9).



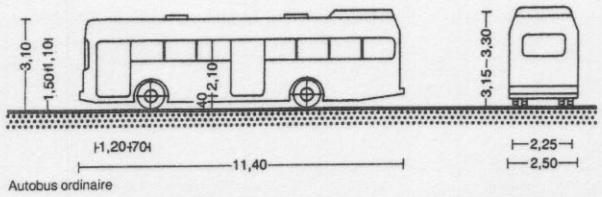
⑫ Passage pour piétons, gare de Düsseldorf. Prof. : K. Endmann



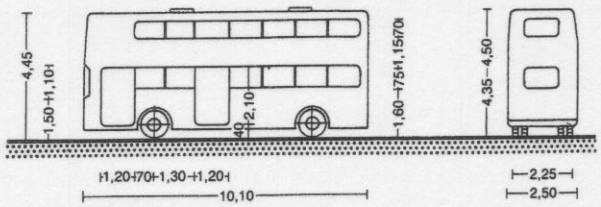
⑪ Plan d'un hall d'accueil (fig. 9 et 10).

GARES ROUTIÈRES

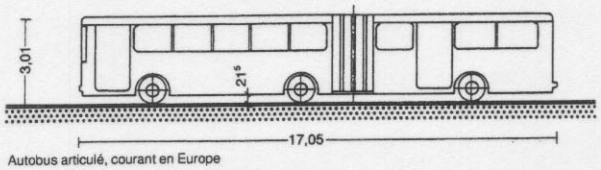
Tenir compte des élargissements des virages et tournants (fig. 2 à 15). Les arrêts requièrent des dimensions spéciales. Zones d'arrêt en retrait par rapport à la voie seulement pour des voies à forte circulation (fig. 8). Des abris couverts sont souhaitables aux arrêts. Exemples de réalisations de gares routières (p. 375, fig. 1 à 8). Prévoir des quais en tête et des accès aux autobus à une hauteur commode de 30-40 cm (fig. 11 et 12), ainsi que des emplacements pour stationnements de courte durée (*park and ride*).



Autobus ordinaire

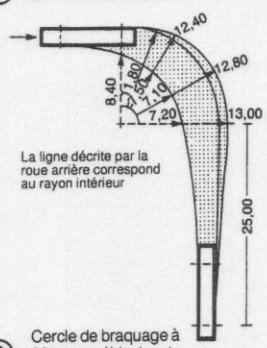


Autobus à impériale

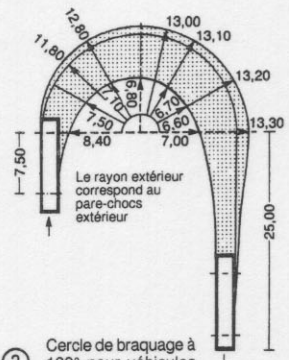


Autobus articulé, courant en Europe

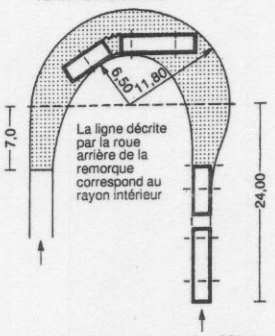
① Dimensions d'autobus.



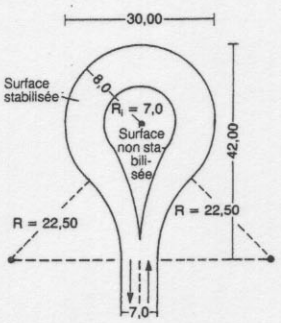
② Cercle de braquage à 90° pour véhicules de 12 m non articulés.



③ Cercle de braquage à 180° pour véhicules de 12 m non articulés.



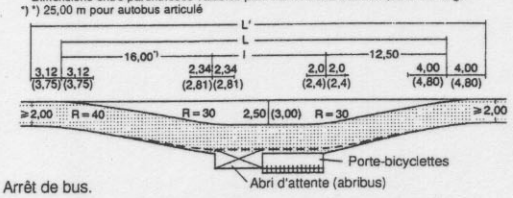
④ Cercle de braquage à 180° pour véhicules de 17 m articulés.



⑤ Aire de giration.

	l	L	L'
1 autobus ordinaire	12,00	40,50	47,62 (49,05)
2 autobus ordinaires	25,00	53,50	60,62 (62,05)
1 autobus articulé	18,00	46,50	53,62 (55,05)

Dimensions entre parenthèses valables pour l'arrêt d'autobus de 3,00 m de large
*) *) 25,00 m pour autobus articulé



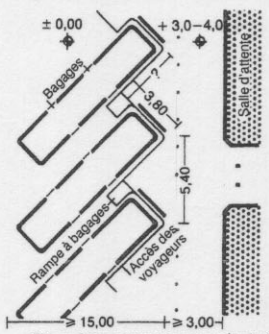
⑧ Arrêt de bus.

Forme du quai	Sans piste de dépassement			Avec piste de dépassement		
	Aa	Ab	Ac	Ba	Bb	Bc
Disposition par rapport à la voie d'accès	parallèle	oblique 45°	perpend.	parallèle	oblique 45°	perpend.
Longueur du quai en m	24	24	24	36–60	36–60	36–69
Largeur du quai en m	3	3	3	3,5–4,0	3,5–4,0	3,5 4,0
Nombre de pl. de stat. pour a) bus courant	2	2	2	2–3	2–3	2–3
b) bus articulé	1	1	1	1–2	1–2	1–2
Surface du quai, de la chaussée et de la voie d'accès en m² a) bus courant	138	176	189	293	296	313
b) bus articulé	276	340	378	439	444	470

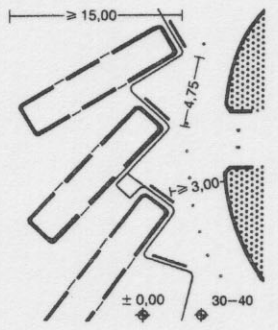
⑨ Surface nécessaire pour l'aménagement de quais de voyageurs.

Disposition par rapport à la voie d'accès	parallèle	oblique 45°		perpendiculaire	
Long. de place de stationnement en m	32	12	24	12	24
Possibilités de stationnement	1 bus articulé ou 2 bus ord.	1 bus ord.	1 bus articulé ou 2 bus ord.	1 bus ord.	1 bus articulé ou 2 bus ord.
Larg. de place de stationnement en m	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Largeur voie d'accès en m	4,0	8,0	8,0	14	14
Surf. station. y compris surf. chaussée en m² a) bus courant	88	135	89	140	91
b) bus articulé	176		178		182

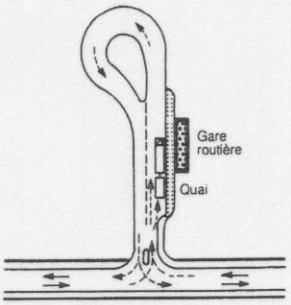
⑩ Surface nécessaire pour places de stationnement.



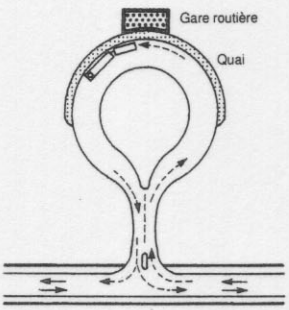
⑪ Disposition courante en redents à angles droits
→ Time-Saver-Standards.



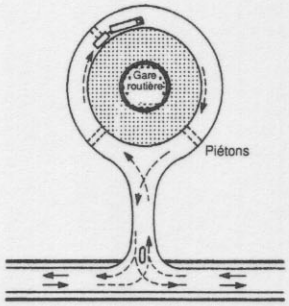
⑫ Une disposition radiale agrandit la place disponible.



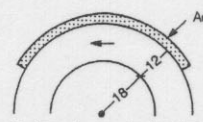
⑥ Petite gare routière avec demi-tour.



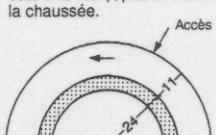
⑦ Quai sur l'extérieur d'une boucle pour demi-tour.



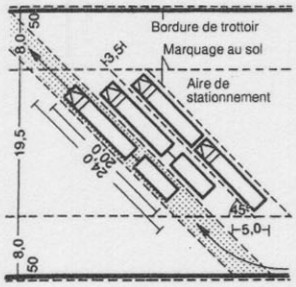
⑬ Quai sur l'intérieur d'une boucle pour demi-tour.



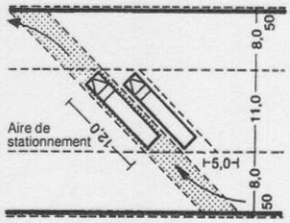
⑭ Quai en forme de demi-cercle (du côté extérieur) ; pas de traversée de la chaussée.



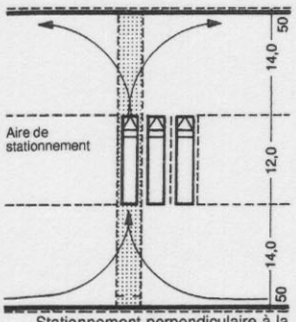
⑮ Quai en forme de demi-cercle (du côté intérieur) ; traversée de chaussée obligatoire.



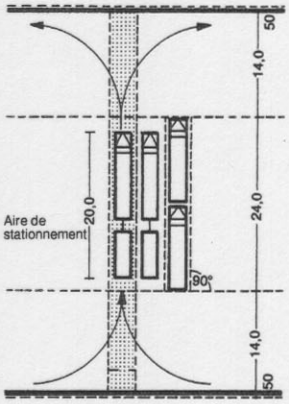
① Aire de stationnement pour autobus ordinaires ou articulés.



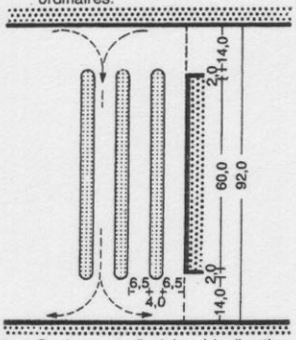
② Stationnement oblique (45°) par rapport à la direction d'accès, pour autobus ordinaires.



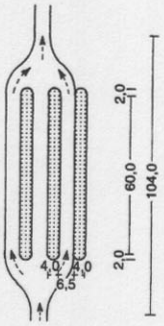
③ Stationnement perpendiculaire à la direction d'accès, pour autobus ordinaires.



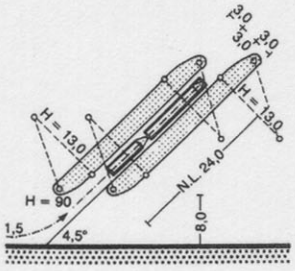
④ pour autobus ordinaires ou articulés.



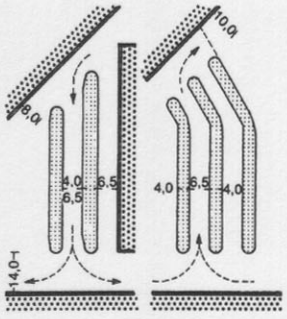
⑤ Quais perpendiculaires à la direction de départ.



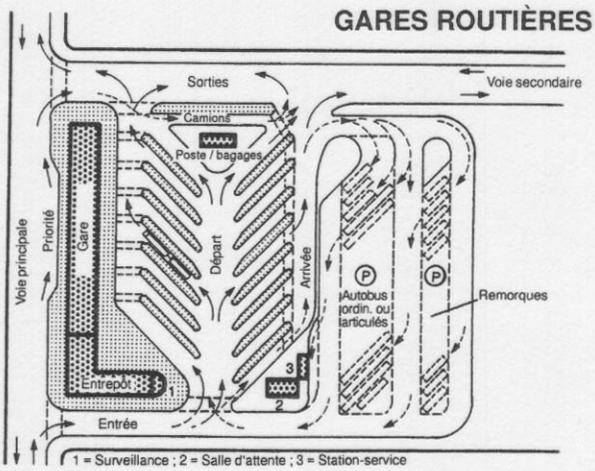
⑥ Quais avec pistes de dépassement.



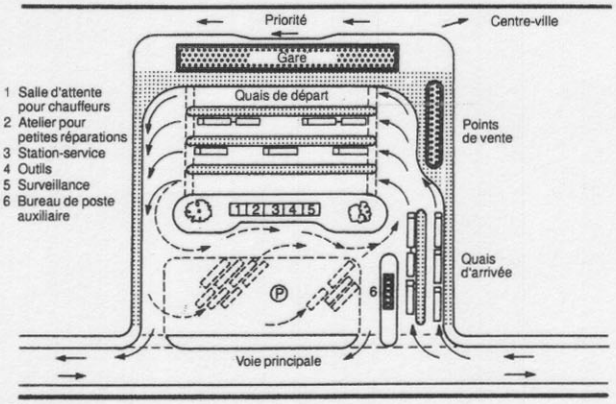
⑦ Quai en position oblique.



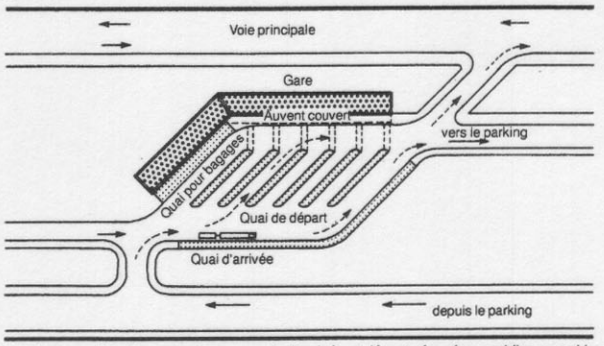
⑧ Départ perpendiculaire, arrivée oblique et perpendiculaire.



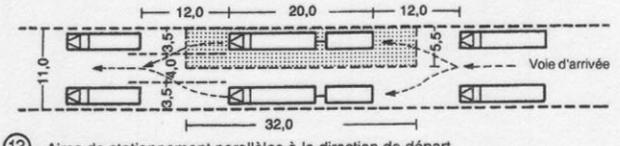
⑩ Grande gare routière de passage avec parking accolé.



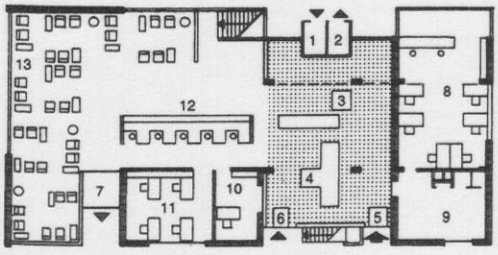
⑪ Grande gare routière de passage avec quais d'arrivée et de départ séparés.



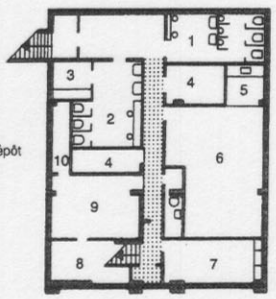
⑫ Gare routière de passage avec quais d'arrivée et départ séparés, en oblique, parking séparé.



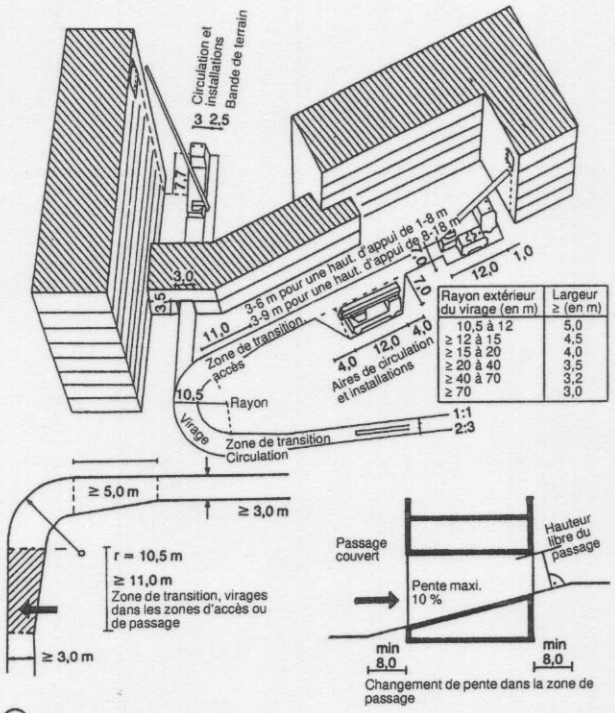
⑬ Aires de stationnement parallèles à la direction de départ.



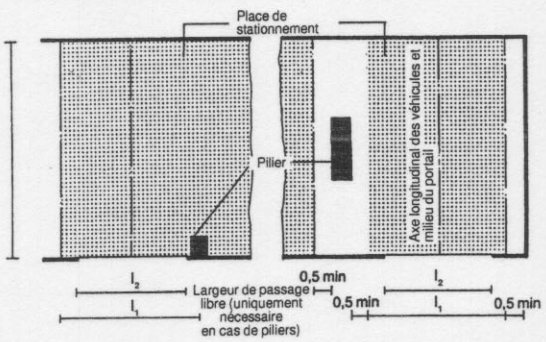
⑨ Rez-de-chaussée de la gare routière KLM.



⑭ Sous-sol (fig. 9).



① Aire de circulation et installations.



② Places de stationnement et portails.

Une caserne de pompiers conçue pour les interventions locales peut se composer de :
emplacements pour véhicules 4U, de locaux pour outils et équipements, de local de stockage d'équipements spéciaux 1U, de salle de cours (salle polyvalente pour administration et centrale) 5U, de locaux sociaux 3U, de salle technique 1U.

Une caserne de pompiers pour interventions locales et interurbaines, par exemple : lutte contre l'incendie, assistance technique, atelier centralisé, équipements de soins, de formation et d'entraînement, peut se composer de :
places de stationnement 16 U, pour transport de malades 4U supplémentaires, local outillage, équipement, équipement spécial 4U, salle de cours 7U, locaux sociaux tels que salle d'eau, douche, WC, vestiaires, salle de séchage 4U, locaux sociaux tels que permanence, séjour, tisanerie 3U, administration, pièce pour le chef 1U, atelier de réparation pour véhicules et appareils, salle technique 2U, local de service 4U, atelier centralisé (selon demande). Dans la mesure où il n'y a pas d'atelier pour l'entretien des tuyaux prévoir un tel atelier 9U, de même pour l'atelier d'entretien du dispositif de protection des voies respiratoires 4U. Pour les ateliers centralisés, l'emplacement de ces locaux supplémentaires est à prévoir.

③ Exemples de casernes de pompiers (voir fig. 4).

Surface de base des locaux (fig. 4)
Elle s'exprime en unités (U). Pour des casernes avec places de stationnement de tailles différentes, l'unité (U) fait référence aux places les plus grandes. Les surfaces ainsi déterminées donnent les dimensions minimales des locaux (cf. aussi les explications).

Local outils	1U
Local de stockage pour équipements spéciaux	1U
Salle de cours	4U
Local annexe	1U
Locaux sociaux :	
Salle d'eau, douche, WC, vestiaires, local séchage	3U
Permanence, séjour, tisanerie	3U
Administration	1U
Bureau du capitaine	1U
Centrale d'intervention	1U
Ateliers : entretien, nettoyage, vérification des tuyaux (au moins 26 m de long et 3 m de large)	8U
Stockage des tuyaux	1U
Tour de séchage pour tuyaux avec mur d'entraînement hauteur libre de la tour 23 m	1U

A la place de la tour de séchage, il peut y avoir un dispositif de séchage installé dans l'atelier d'entretien et de lavage des tuyaux, dont la surface passera à 9U, avec une hauteur libre d'au moins 3 m.

Atelier de protection des voies respiratoires	4U
Entretien, remise en état, stockage y compris protection contre l'irradiation, plongée.	
Local de service	4U
Atelier de réparation des véhicules et appareils, y compris station de chargement de batteries, avec un emplacement de stationnement existant communiquant	2U
Hall de lavage	4U

U = unité.

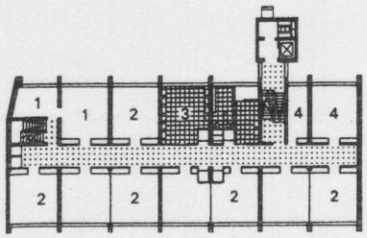
Place de stationnement Dimensions[1]	Largeur l_1 mini.	Longueur L mini.	Portails (largeur de passage l_2 x hauteur de passage)	Unité (U) pour le calcul de surface[2] m²
1 (à éviter si possible)	4,5	8	3,5 x 3,5	9
2	4,5	10	3,5 x 3,5	11,25
3	4,5	12,5	3,5 x 3,5	14
4	4,5	12,5	3,5 x 4	14

[1] Voir aussi explications de la figure 2; [2] correspond à 1/4 de la place de stationnement

④ Dimensions des places de stationnement (fig. 2).

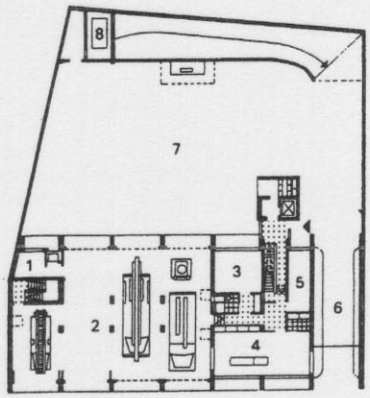
Véhicule de pompiers	Poids total en kg réel (adm.)	Empattement en mm	Rayon braquage en mm	Long. en mm	Largeur en mm	Haut. maxi. en mm véh. tt roues mot. charge / toit
Fourgon-pompe LF8	5450 (5800)	2600	11700 (route)	5650	2170	2800
Fourgon-pompe LF8	7490 (7490)	3200	15050 (ttrm)	6400	2410	2950
Fourgon-pompe LF16	11300 (11500)	3750	16100 (ttrm)	8000 avec treuil mobile	2470	3090
Fourgon-pompe LF16TS	10200 (11000)	3750	16100 (ttrm)	7600	2470	3100
F.-rés. avec lance TLF 8/18	7490 (7490)	3200	14800 (ttrm)	6250	2410	2850
F.-rés. avec lance TLF 16/25	10700 (11500)	3200	14400 (ttrm)	6450	2470	2990
F.-rés. avec lance TLF 24/50	15900 (16000)	3500	15400 (ttrm)	6700	2500	3270
F. à poudre avec lances Tro TLF 16	11500 (12000)	3750	16100 (ttrm)	7000	2470	2990
F. à poudre / lances 1000	7300 (7490)	3200	14800 (ttrm)	6100	2410	3250
F. à poudre / lances 2000	10100 (11600)	3200	14400 (ttrm)	6450	2410	3300
Échelle pivotante DL 30	12550 (13000)	4400	18600 (route)	9800 avec treuil mobile	2430	3250
Échelle pivotante LB 30/5 avec nacelle	20200 (21000)	3800 x 1320	19900 (ttrm)	9800	2490	3300
Véh. de 1er secours RW 1	7200 (7490)	3200	14800 (ttrm)	6400	2420	2850
Véh. de 1er secours RW 2	10850 (11000)	3750	16100 (ttrm)	7600	2480	3070
Dévid. mécan. SW 2000	10200 (11000)	3200	14400 (ttrm)	6500	2500	2980

⑤ Dimensions courantes des véhicules d'incendie.



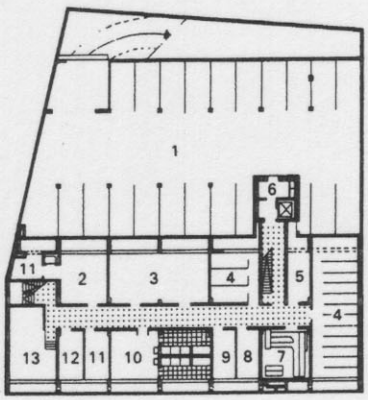
1 Poste de garde
2 Dortoir
3 Salle d'eau
4 Chef de poste

① Premier étage.



1 Recharge batteries
2 Garage véhicules
3 Dortoir
4 Centrale
5 Accessoires
6 Passage couvert
7 Cour
8 Dépôt fioul

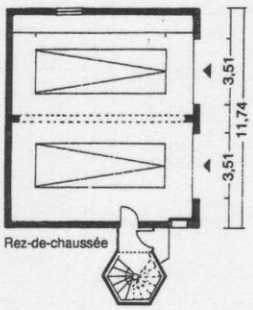
② Rez-de-chaussée.



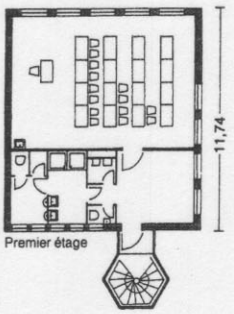
1 Garage souterrain
2 Stock journalier
3 Local à tuyaux
4 Cave
5 Ventilation
6 Cage
7 Filets de sauvetage
8 Groupe électrogène
9 Local pompes
10 Vestiaires
11 Dépôt
12 Gaz, eau
13 Transformateur chauffage urbain

③ Sous-sol de la caserne de pompiers N°4 de Munich.
Arch. : Ackerman + P.

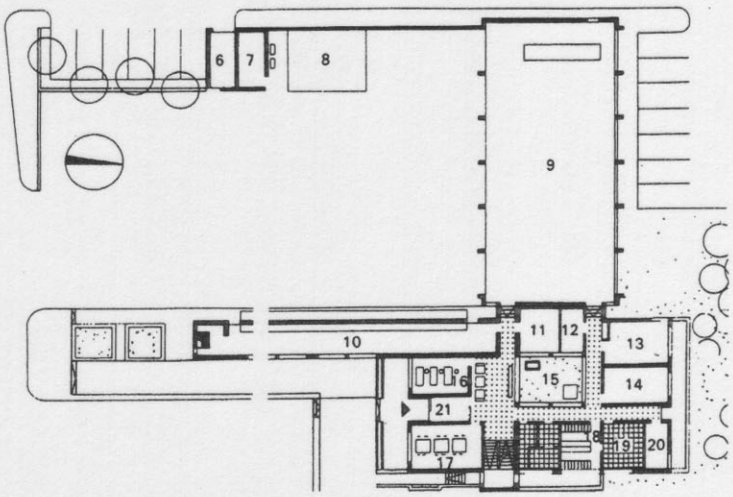
Une caserne de pompiers conçue pour interventions locales peut se composer d'emplacements pour 4 véhicules, de local à outils, d'équipement, de stockage pour équipement spécial, de salle de cours (salle polyvalente pour administration et centrale), de locaux sociaux et techniques.
Une caserne de pompiers pour interventions locale et interurbaine comprend :
16 emplacements véhicules, local outillage, équipement, équipement spécial, locaux sociaux (salle d'eau, douche, WC, vestiaires, séchage, permanence, séjour, tisanerie), administration.
Local pour le capitaine, centrale d'intervention, atelier de réparations pour véhicules et appareils, technique, local pour service ABC, atelier centralisé y compris atelier pour entretien des tuyaux (26 x 3 m) ou tour de séchage pour tuyaux et entraînement (haut. min. 23 m), éventuellement atelier d'entretien du dispositif de protection des voies respiratoires avec les installations d'entraînement correspondantes. Les places de stationnement ont une largeur minimale de 4,5 m et une longueur min. de 10 ou 12,5 m, plus une largeur libre de passage de 0,5 m, portails au moins 3,5 x 3,5 m, except. 3,5 x 4 m, largeur des portes au moins 0,875 m, local outillage 1,2 m; salle de cours 2 m, locaux sociaux (une unité pour 2 places de stationnement) : 1 WC, 2 urinoirs, 1 douche, dans le bâtiment au moins 1 WC pour dames.
De plus, installations à l'extérieur : autant d'espace libre devant les portails que la longueur de la place de stationnement, cour d'entraînement au moins 25 x 10 m, autant de places de stationnement pour voitures particulières que nombre de places assises dans les véhicules d'intervention.

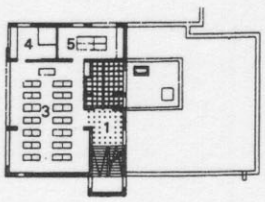


④ Caserne de pompiers.

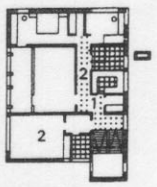


⑤ D'après fig. 4.
Concept. Hochbauamt, Cologne.

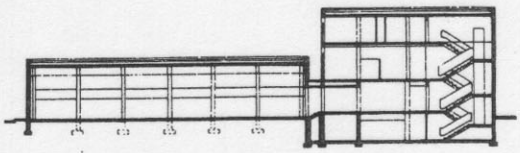




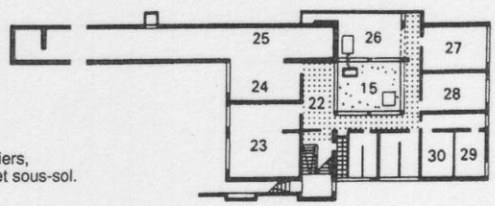
⑦ Premier étage (fig. 6).



⑧ Deuxième étage (fig. 6).



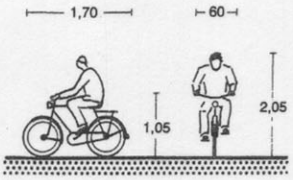
⑨ Coupe transversale (fig. 6).



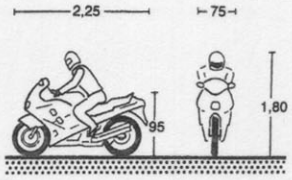
⑥ Caserne de pompiers, rez-de-chaussée et sous-sol.

1 Couloir
2 Logement
3 Salle de cours
4 Matériel pédagogique
5 Salle de groupe
6 Garage
7 Réservoir fioul
8 Lavage véhicules
9 Garage
10 Nettoyage des tuyaux
11 Entrepôt à tuyaux
12 Pièces détachées
13 Atelier
14 Masques à gaz
15 Cour intérieure
16 Commandant
17 Équipe d'alerte
18 Vestiaires
19 Salle d'eau
20 Local vêtements
21 Sas
22 Hall
23 Salle de détente
24 Salle d'exercices
25 Piste de reptation
26 Chauffage
27 Ventilation
28 Réserve
29 Batteries
30 Téléphone, radio

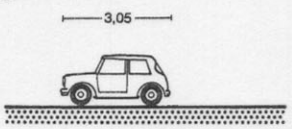
Dimensions, rayons de braquage et poids de véhicules caractéristiques en rapport au volume d'encombrement et aux instructions pour garages, places de stationnement, entrées et passages.



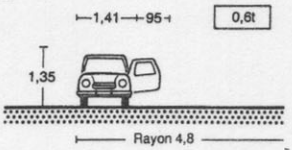
① Bicyclette.

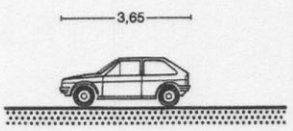


② Motocyclette.

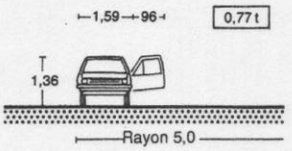


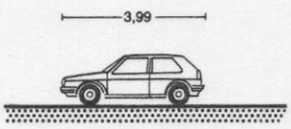
③ Mini.



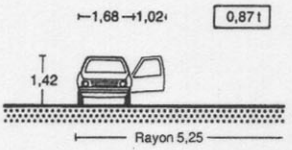


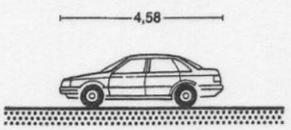
④ VW Polo Coupé.



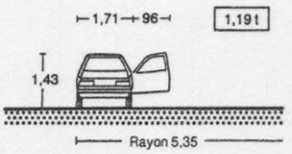


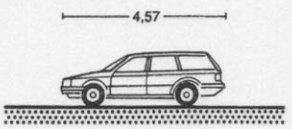
⑤ VW Golf.



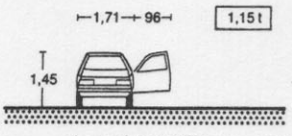


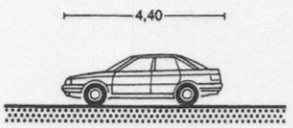
⑥ VW Passat.



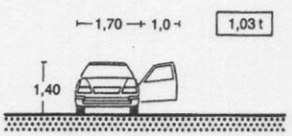


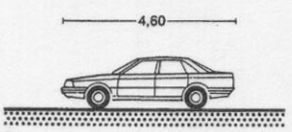
⑦ VW Passat Break.



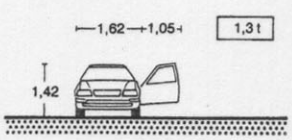


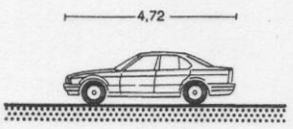
⑧ Audi 80.



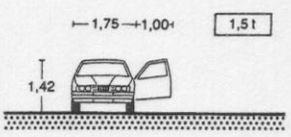


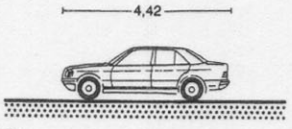
⑨ Audi 100.



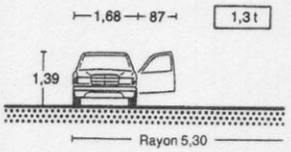


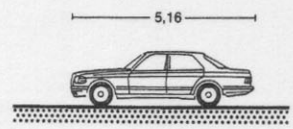
⑩ BMW Série 5.



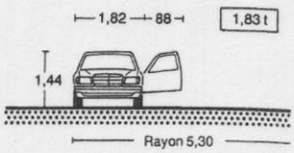


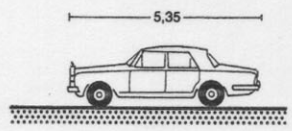
⑪ Mercedes 190.



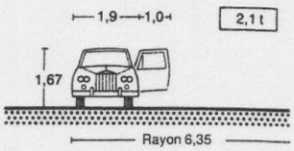


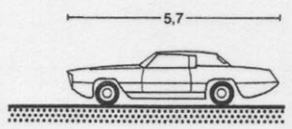
⑫ Mercedes 560 SEL.



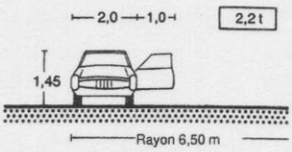


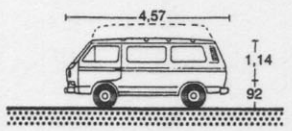
⑬ Rolls Royce.



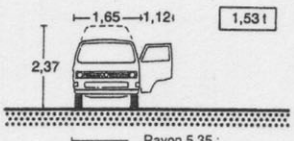


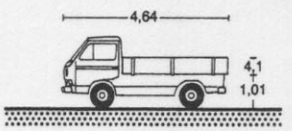
⑭ Voiture américaine.



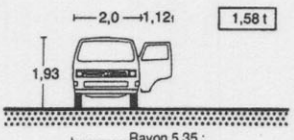


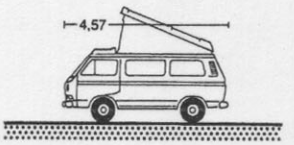
⑮ Minibus VW (surélevé).



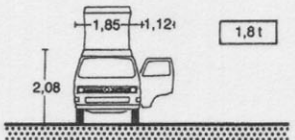


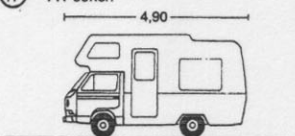
⑯ VW Camionnette à plate-forme.



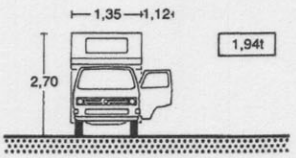


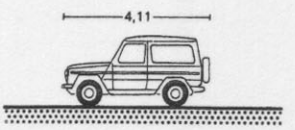
⑰ VW Joker.



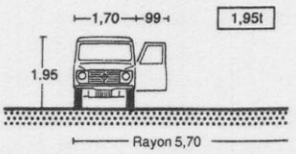


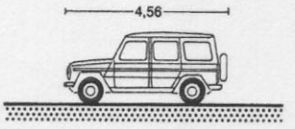
⑱ VW Karman-Cheetan, Gipsy.



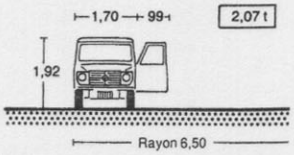


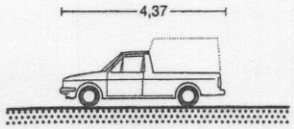
⑲ Mercedes 4 x 4, châssis court, 3 portes.



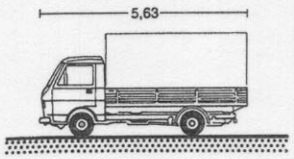


⑳ Mercedes 4 x 4, châssis long, 5 portes.

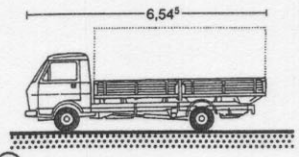




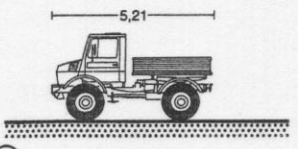
① Fourgonnette Caddy.



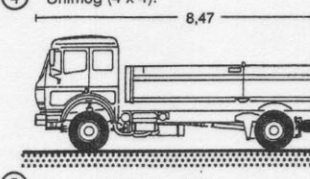
② Fourgonnette à plateau.



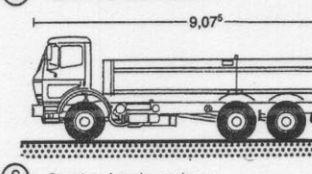
③ Fourgonnette à plateau.



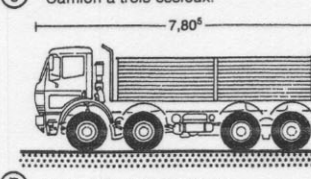
④ Unimog (4 x 4).



⑤ Camion à deux essieux.



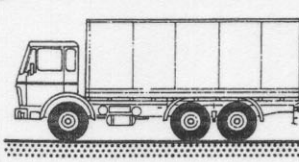
⑥ Camion à trois essieux.



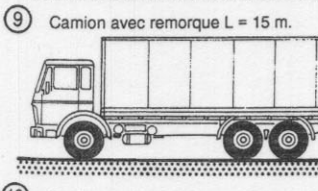
⑦ Camion à quatre essieux.



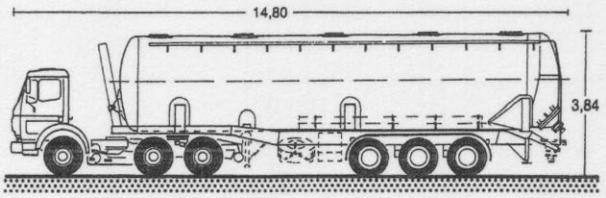
⑧ Tracteur routier avec semi-remorque L = 15 m.



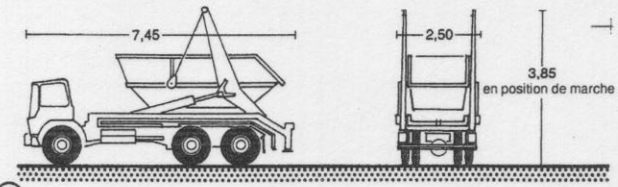
⑨ Camion avec remorque L = 15 m.



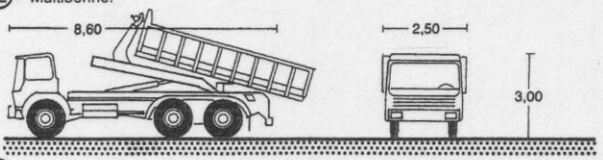
⑩ Camion avec remorque tandem.



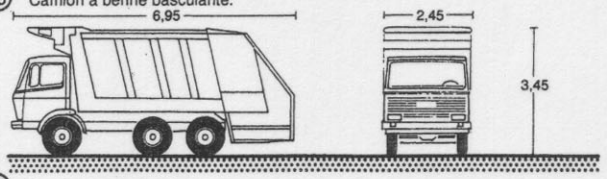
⑪ Semi-remorque à trémie basculante.



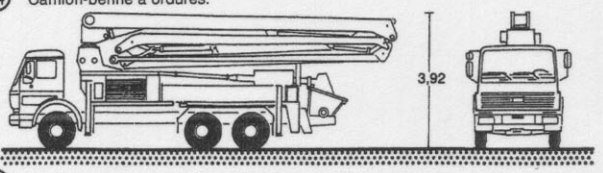
⑫ Multibenne.



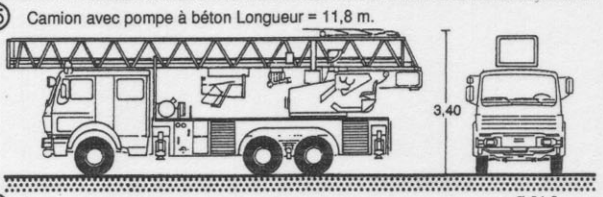
⑬ Camion à benne basculante.



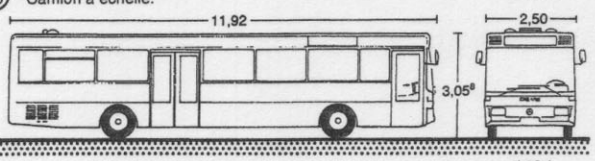
⑭ Camion-benne à ordures.



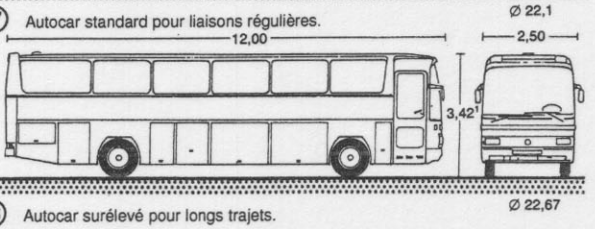
⑮ Camion avec pompe à béton Longueur = 11,8 m.



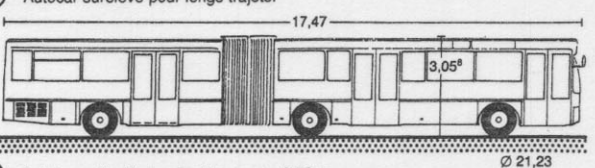
⑯ Camion à échelle.



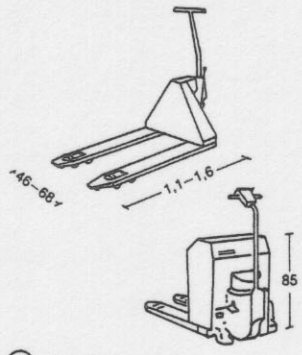
⑰ Autocar standard pour liaisons régulières.



⑱ Autocar surélevé pour longs trajets.

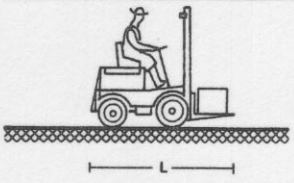


⑲ Autobus articulé standard Largeur = 2,50 m.

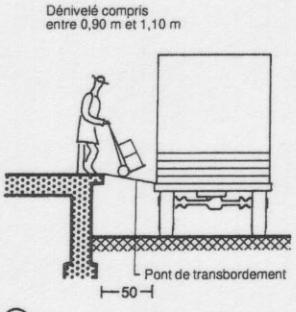


① Chariots élévateurs.

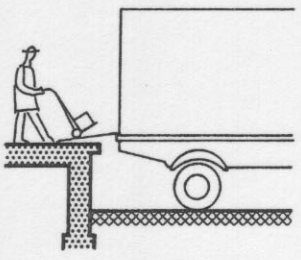
Poids tot. autor. en t	2,5	3,5	7	13
Larg. en m	1,0	1,0	1,2	1,5
Long. en m	2,4	2,8	3,4	3,6



② Chariot gerbeur.



③ Pont de transbordement amovible.

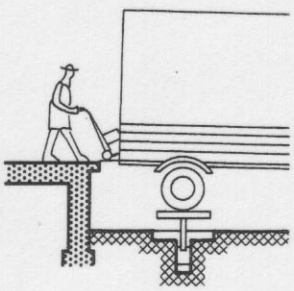


④ Plaque de chargement adaptable.

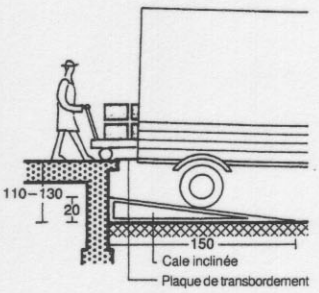
Quais et camions doivent pouvoir être raccordés en toute sécurité et de façon à assurer un chargement «comme sur des roulettes». Les ponts de liaison répondent parfaitement à ces exigences pour les camions et les wagons. Le plateau de chargement du véhicule peut être plus ou moins haut que le quai (fig. 3 et 4) et les cales inclinées en aluminium se prêtent parfaitement à compenser le niveau bas de certains véhicules (fig. 6), elles sont amovibles et faciles à déplacer en un endroit voulu. Ponts de transbordement articulés en métal léger avec possibilité de déplacement latéral (fig. 5).

Ponts de transbordement amovibles, sur roues, portables et pour chargement de wagons (fig. 4). Ponts de liaison hydrauliques automatiques avec lèvre de jonction (fig. 10).
Plate-formes de levage hydrauliques pour compenser la différence de niveau entre cour et véhicule (fig. 8); véhicule et quai (fig. 7); entre deux quais (fig. 13). Quais mobiles (fig. 14).

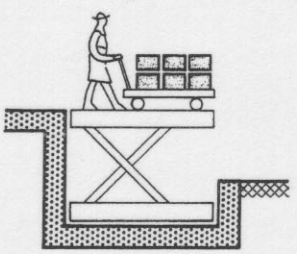
Compensation permanente au niveau du camion lors du chargement ou déchargement. Chariots élévateurs livrables en version électrique, diesel, essence et gaz carburant (fig. 2). Rampes d'accès mobiles pour le chargement de containers, camions et wagons, s'adaptent automatiquement au niveau de suspension du véhicule lors du chargement ou déchargement (fig. 14).



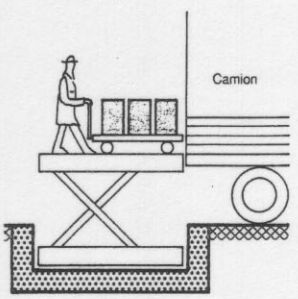
⑤ Levage des roues arrières.



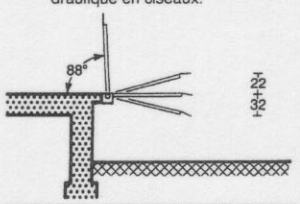
⑥ Rampe de compensation fixe ou amovible.



⑦ Passage du niveau quai au niveau cour par plate-forme de levage hydraulique en ciseaux.

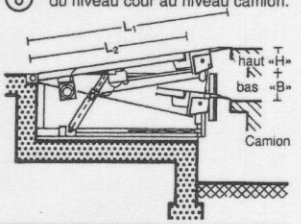


⑧ du niveau cour au niveau camion.



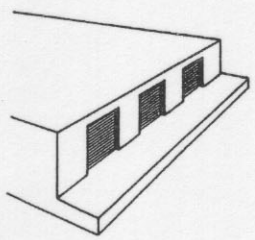
Longueur en mm	Largeur en mm	Charge en kg
1500	1500	3000
1750	1500	3000
1750	1750	5000

⑨ Pont de transbordement articulé à déplacement latéral.

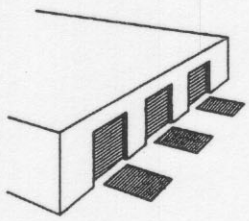


H	B	L_1	L_2	Larg.	Charge en kg
290	300	2300	2000	1500	3000
360	300	2800	2500	1750	4000
430	300	3300	3000	2000	5000

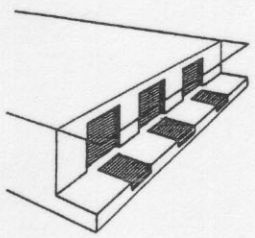
⑩ Pont de transbordement.



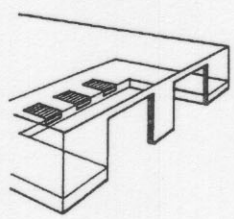
⑪ Quai simple (fig. 3 à 6).



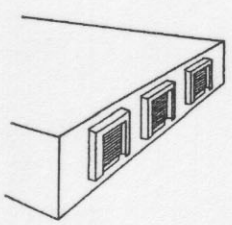
⑫ Niveau cour, chargement par releveurs ou plans inclinés (fig. 7).



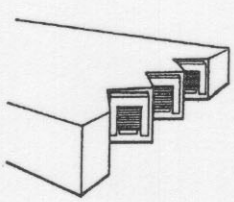
⑬ Quai couvert avec quais mobiles électro-hydrauliques (fig. 10).



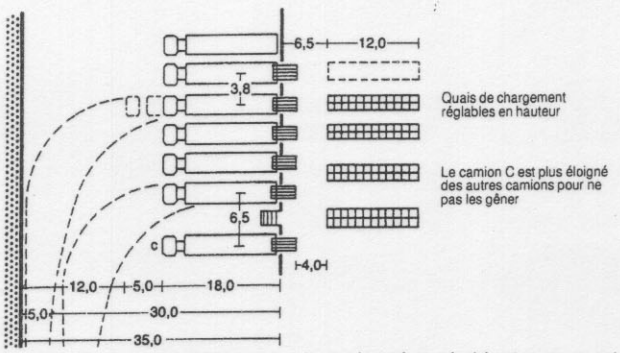
⑭ Chargement à l'intérieur par quais mobiles électro-hydrauliques(fig. 7).



⑮ Quais de chargement intégrés avec système de protection contre les intempéries.

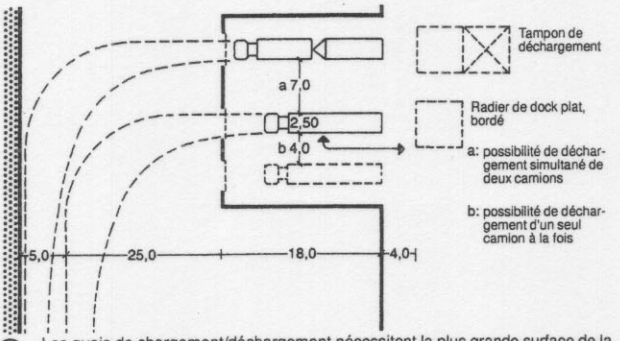


⑯ Quais en redents pour aire de manœuvre limitée.

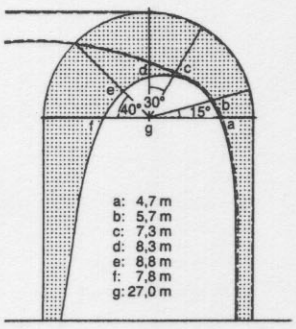


① Quai de chargement/déchargement : les camions très serrés doivent avancer avant de pouvoir braquer.

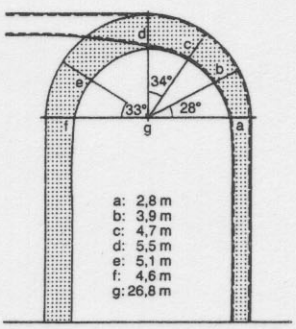
Exemple d'une cour optimale pour camions de 18 m (fig. 1). Dans ces conditions, il faut une profondeur de 35 m pour accéder aux quais : même le camion le plus long peut entrer et sortir sans perdre de temps. Important pour la circulation des camions assurant des livraisons à terme. Si cette solution n'est pas réalisable, une disposition de quai en redents de 10 + 15 degrés sera satisfaisante (fig. 3, 5 et 6).
Plus grand rayon de braquage pour camion avec remorque d'environ 12 m. Distance de sécurité entre deux camions rangés l'un à côté de l'autre : au moins 1,50 m en version quais, et au moins 3,00 m en version trappes de chargement.



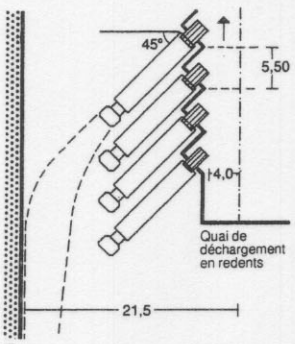
② Les quais de chargement/déchargement nécessitent la plus grande surface de la cour.



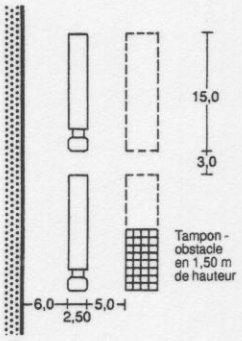
⑧ Dimensions courantes d'un rayon de braquage pour camion articulé de 15 m de longueur.



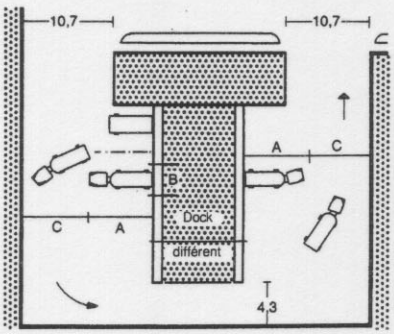
⑨ Dimensions courantes d'un rayon de braquage pour camion non articulé avec long empattement.



③ Quai de chargement/déchargement.

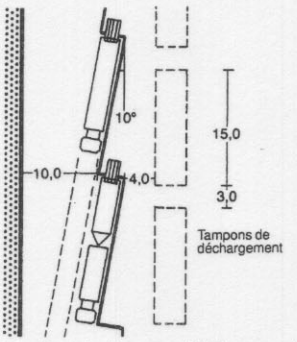


④ Quai de chargement/déchargement.

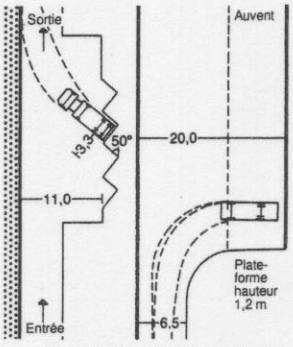


A Tracteur routier avec remorque	B Position de chargement	C Espace devant le hall
10,7	3,0 3,7 4,3	14,0 13,1 11,9
12,2	3,0 3,7 4,3	14,6 13,4 12,8
13,7	3,0 3,7 4,3	17,4 14,9 14,6

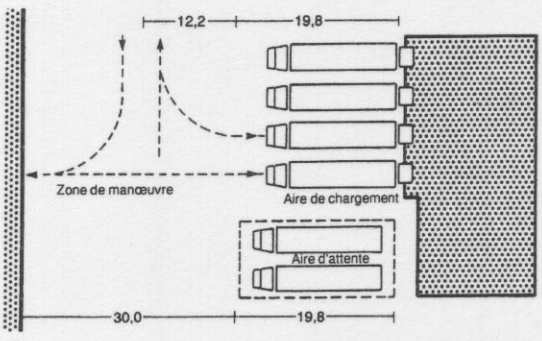
⑩ Chargement et déchargement dans une cour intérieure.



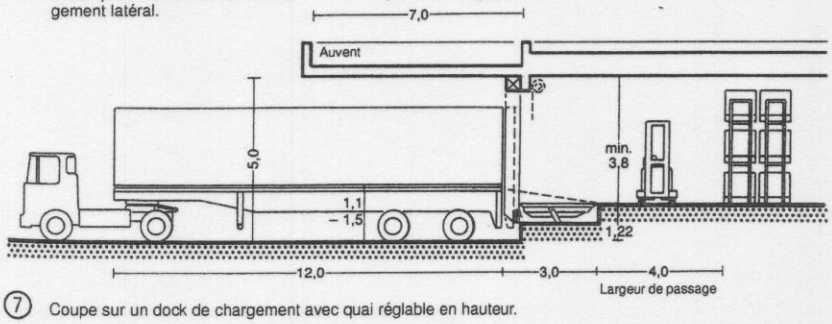
⑤ Dock de chargement/déchargement avec quais surélevés et déchargement latéral.



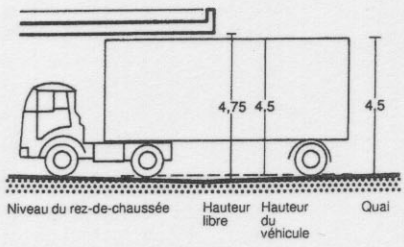
⑥ Espace minimal nécessaire pour quais de chargement.



⑪ Circulation à droite, dans le sens des aiguilles d'une montre.



⑦ Coupe sur un dock de chargement avec quai réglable en hauteur.

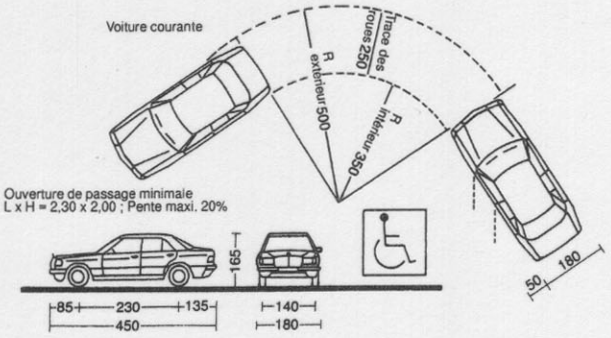


⑫ Dimensions d'un dock de chargement couvert.

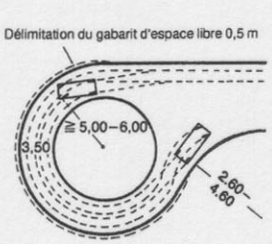
RAYONS DE BRAQUAGE

Le type, les dimensions et la forme d'une aire de giration dépendent de l'utilisation par les véhicules de la zone concernée et de sa fonction urbaine. Il est difficile de donner des recommandations universellement reconnues pour le choix d'une aire de giration appropriée. Il faut tenir compte des besoins spécifiques des pompiers et de l'enlèvement des ordures ménagères. Certains services de voirie interdisent l'accès des voies ou chemins de raccordement dans lesquels le camion est obligé de rentrer en reculant ou qui nécessitent un déplacement prolongé en marche arrière.

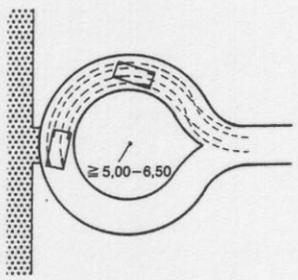
Les formes courantes des aires de giration sont le marteau (fig. 4 et 5), le cercle ou le lacet (fig. 6 à 9). L'aire en forme de marteau nécessite des manœuvres; les boucles et lacets sont préférables car ils permettent aux véhicules de passer d'un seul coup. Pour des raisons de braquage, ces aires doivent présenter une forme asymétrique du côté gauche (fig. 6 à 9). Sur les côtés extérieurs, il faut prévoir une zone libre de toute construction, suffisamment large pour les parties à l'avant des véhicules qui dépassent la chaussée. La forme en lacet permet la plantation de l'espace intérieur (fig. 8); la forme en marteau (fig. 1) ne convient qu'aux voitures particulières, elle n'est pas nécessaire en cas d'une largeur de la chaussée supérieure à 6 m, si on peut se servir aussi des trottoirs et espaces libres devant des garages.



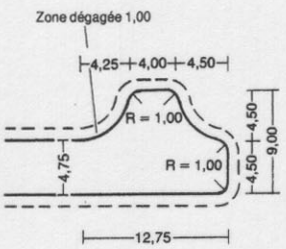
① Voiture courante.



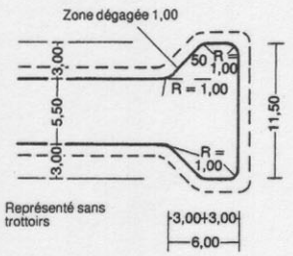
② Rayon de braquage pour voiture.



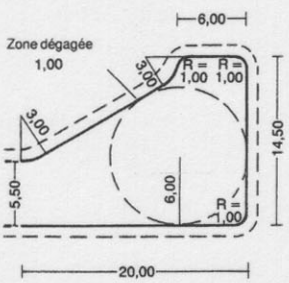
③ Rayon de braquage pour approche d'une voiture ≥ 5 à 6,50 m.



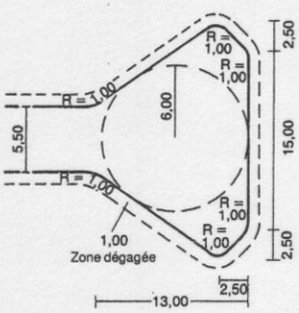
④ Aire de manœuvre en cul de sac pour voiture.



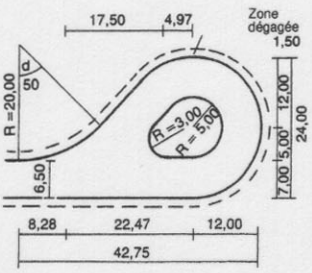
⑤ Aire de manœuvre en cul de sac pour voiture et camion jusqu'à 8 m de long (ordures, pompiers, jusqu'à 6 t).



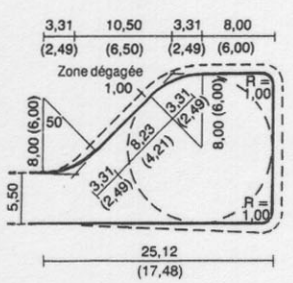
⑥ Aire de giration pour camions ≥ 10 m de long., 22 t 3 essieux, ordures.



⑦ Comme figure 6.



⑧ Boucle de retour pour camions avec remorques et autobus articulés.



⑨ Cercle de braquage pour camions à ordures 2 essieux ou fourgonnette de 6 m.

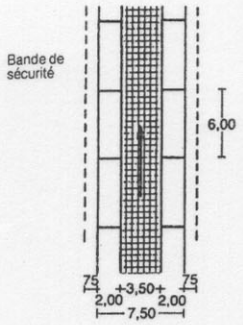
Type de véhicule	Longueur (m)	Largeur (m)	Hauteur (m)	Rayon de braquage (m)
Motocyclette	2,20	0,70	1,00[2]	1,00
Voiture particulière				
- dimensions voiture courante	4,70	1,75	1,50	5,75
- petite voiture	3,60	1,60	1,35	5,00
- grande voiture	5,00	1,90	1,50	6,00
Camion				
- fourgonnette	4,50	1,80	2,00[1]	6,00
- dimensions camion	6,00	2,10	2,20[1]	6,10
- camion 7,5 t	7,00	2,50	2,40[1]	7,00
- camion 16 t	8,00	2,50	3,00[1]	8,00
- camion 22 t (+ 16 t)	10,00	2,50	3,00[1]	9,30
Camion à ordures ménagères				
- dimensions véhicule 2 essieux	7,64	2,50	3,30[1]	7,80
- dimensions véhicule 3 essieux	1,45	2,50	3,30[1]	9,25
Camion pompiers	6,80	2,50	2,80[1]	9,25
Camion de déménagement	9,50	2,50	4,00[1]	9,75
(avec remorque)	(18,00)			
Autobus standard 1	11,00	2,50[3]	2,95	10,25
Autobus standard 2	11,40	2,50[3]	3,05	11,00
Dimensions véhicule-Autobus	11,00	2,50[3]	2,95	11,20
Dimensions véhicule-Autobus articulé	17,26	2,50[3]	2,95	10,50+11,25
Dimensions véhicule-Train routier	18,00	2,50[4]	4,00	12,00[5]
Motrice		2,50[4]	4,00	
Remorque		2,50	4,00	
Dim. maxi. / spécific. du Serv. des Mines				
Véhicule simple à 2 essieux	12,00			
Véhicule simple à plus de 2 essieux	12,00			
Semi-remorque	15,00	2,50[4]	4,00	12,00
Autocar articulé	18,00			
Camion avec remorque	18,00			

Remarques : [1] hauteur de la cabine du conducteur ; [2] hauteur totale avec conducteur env. 2,00 m ; [3] avec rétroviseur extérieur ; [4] sans rétroviseur extérieur ; [5] rayon de braquage selon le maximum autorisé par le Service des Mines.

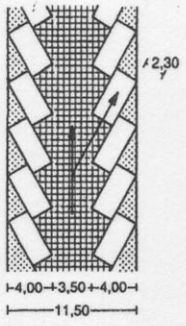
⑩ Données de base pour véhicules.

Type de route	Utilisation de la zone	Type de véhicule	R [m]	Remarques
Chemin de desserte carrossable, voie de desserte peu fréquentée	Habitation	Voiture particulière	6	• Rayon de braquage pour voitures particulières • Règlement spécial pour camions à ordures (p. ex. : accès à un chemin carrossable étroit)
Voie de desserte latérale	Habitation prépondérante	Voiture particulière, camion à ordures 2 essieux	8	• Rayon de braquage pour petits autobus et la plupart des camions à ordures • Possibilité de demi-tour pour véhicules régis par le Service des Mines
Voie de desserte latérale	Habitation, grande activité commerciale	Voitures particulières, camions à ordures, camions 3 essieux, autobus standard, autobus articulés	10 11 12	• Rayon de braquage suffisant pour la plupart des véhicules régis par le Service des Mines et pour vieux modèles d'autobus • Rayon de braquage pour autobus récents • Rayon de braquage pour autobus articulés
	Activité commerciale prépondérante	Camion avec remorque, autobus articulé	12	• Rayon de braquage pour les plus grands des véhicules régis par le Service des Mines
Sur les côtés extérieurs des aires de giration, prévoir une zone dégagée d'1,00 m de large pour les surlongueurs de véhicules.				

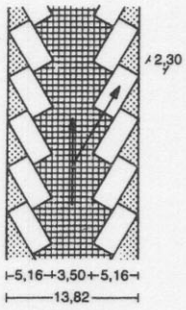
⑪ Recommandations pour la détermination du rayon de braquage (R).



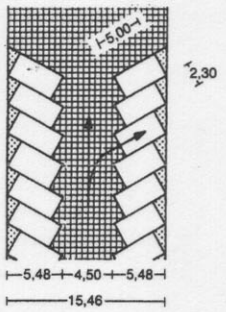
① Stationnement parallèle à la chaussée.



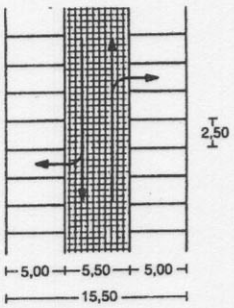
② Accès et sortie de stationnement à 30° faciles, mais circulation dans un seul sens.



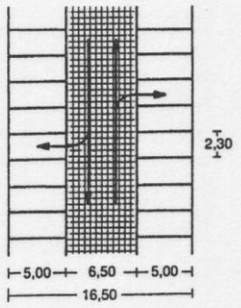
③ Stationnement oblique à 45°, circulation dans un seul sens.



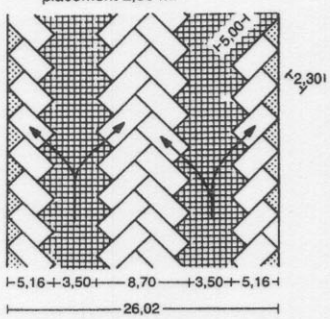
④ Stationnement oblique à 60°, circulation dans un seul sens.



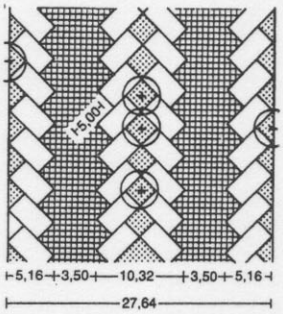
⑤ Stationnement à 90°, accès et sortie dans les deux sens. Largeur d'emplacement 2,50 m.



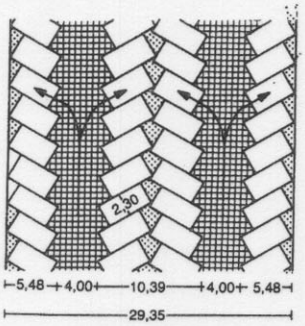
⑥ Stationnement à 90°, accès et sortie dans les deux sens. Largeur d'emplacement 2,30 m.



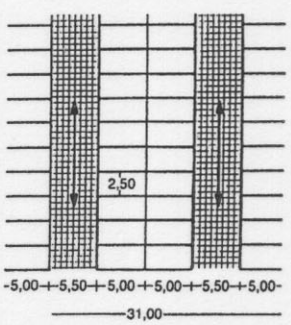
⑦ 45° dans un seul sens.



⑧ Stationnement dans un seul sens (espace pour plantation).



⑨ Stationnement à 60°, dans un seul sens.



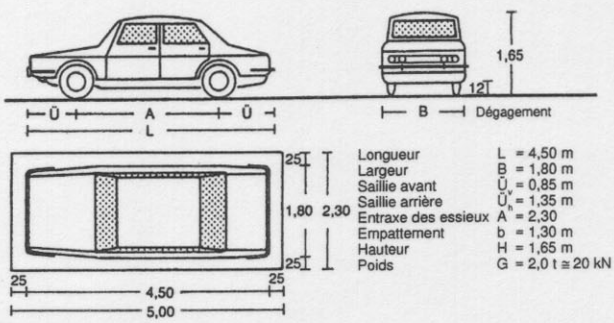
⑩ 90° voies de 5,50 m, emplacement de 2,50 m.

Les places de parking sont souvent délimitées devant et sur les côtés par des bandes de couleur (blanche ou jaune) d'une largeur de 12 à 20 cm. Pour améliorer la visibilité, celles-ci peuvent être prolongées sur un mur jusqu'à une hauteur de 1,0 m environ. La délimitation peut également être assurée par des butées de guidage d'environ 50 à 60 cm de long, 20 cm de large et 10 cm de haut. En cas de disposition contre des murs ou en bordure de parking à étage, pour éviter que les murs soient enfoncés, prévoir des dispositifs à hauteur d'essieu tels que bordures chasse-roues, câbles d'arrêt ou parapets. En disposition vis-à-vis, des butées transversales d'une hauteur de 10 cm environ placées à l'avant servent à assurer l'écartement des véhicules.

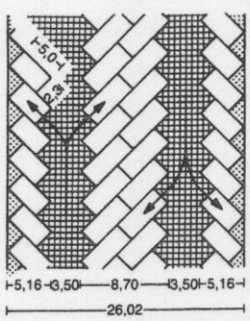
Tenir compte de la saillie (fig. 13). Pour la disposition contre le mur, des butoirs ou du caoutchouc sont suffisants (fig. 13).

Dimensions d'un emplacement en parapet pour une voiture particulière au moins 5,00 m de long et 2,30 m de large, et au moins 3,50 m de large pour un emplacement pour handicapés.

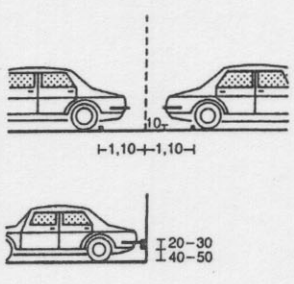
Disposition des emplacements	Surface nécessaire par emplacement, y compris accès	Nombre d'emplacements poss. sur 100 m² de surface	Nombre d'emplacements possible sur 100 m de longueur (d'un seul côté)
0° parallèle à la voie accès et sortie difficiles, pour voies étroites (fig. 1)	22,5	4,4	17
30° par rapport à la voie, accès et sortie faciles, surface intensive (fig. 2)	26,3	3,8	21
45° par rapport à la voie, accès et sortie faciles, surface par emplacement relativement faible, disposition courante (fig. 3)	20,3	4,9	31
60° par rapport à la voie, accès et sortie faciles, faible surface par emplacement, disposition fréquente (fig. 4)	19,2	5,2	37
90° par rapport à la voie (emplacements 2,50 m), braquage important nécessaire (fig. 5)	19,4	5,1	40
90° par rapport à la voie (emplacements 2,30 m), faible surface par emplacement. Pour parkings compacts, disposition très fréquente (fig. 6)	19,2	5,2	37



⑪ Voiture courante.



⑫ Disposition oblique.



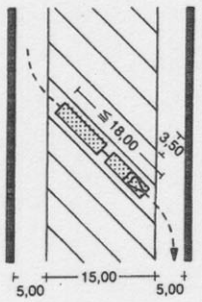
⑬ Butées transversales et butoirs.

PARKING ET BRAQUAGE

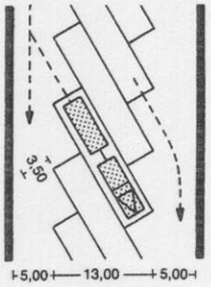
Compte tenu des dimensions variées de camions, il n'est pas utile de prévoir des marquages permanents sur le sol.

Les dimensions de base nécessaires aux camions découlent des dimensions du véhicule en ligne droite, dans les virages et à l'accès ou à la sortie d'un parking. On doit notamment tenir compte de la courbe des roues intérieures de la remorque dans un virage.

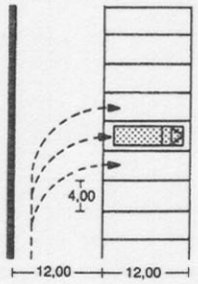
Rayon extérieur de braquage des véhicules régis par le Service des Mines : 10 m sont suffisants pour la plupart des véhicules, et 12 m pour les plus grands (p.382).



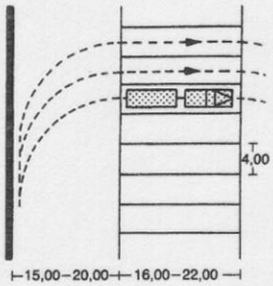
① Disposition à 45° pour camions avec remorques.



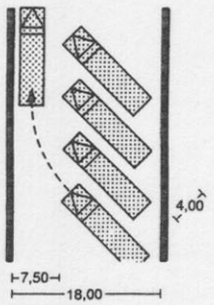
② Disposition à 30° pour camions avec remorques.



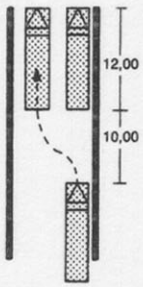
③ Disposition à 90° pour camions.



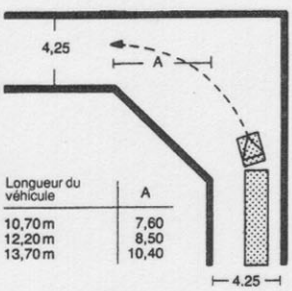
④ Disposition à 90° pour camions avec remorques.



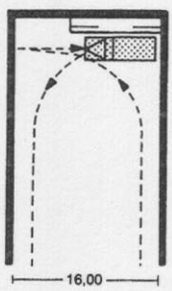
⑤ Stationnement à 45°.



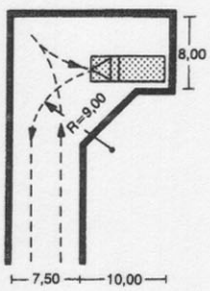
⑥ Perte de place en disposition en ligne.



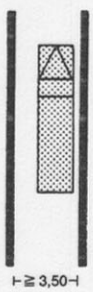
⑦ Place nécessaire en angle de voie.



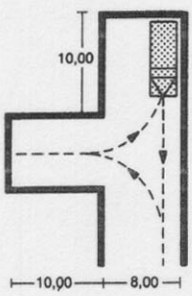
⑧ Possibilité de braquage en situation limitée.



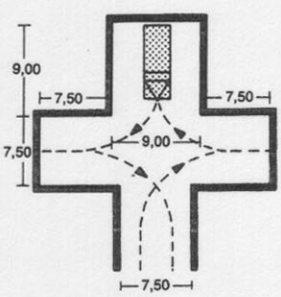
⑨ Manœuvre en cul de sac, situation très resserée.



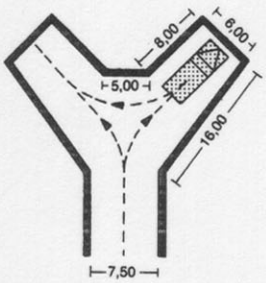
⑩ Passage.



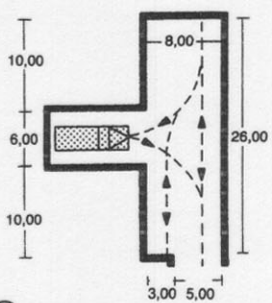
⑪ Autres possibilités figures 12 à 14.



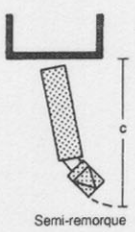
⑫



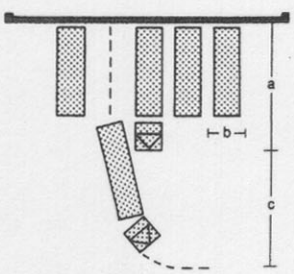
⑬



⑭



⑮ Disposition isolée.



⑯ Disposition en série.

Zone dégagée pour l'entrée et la sortie.		
Longueur du véhicule a	Largeur de l'emplacement b	Zone dégagée c
Camion 22 t	3,00	14,00
10,00	3,65	13,10
	4,25	11,90
Camion en disposition isolée	3,00	14,65
12,00	3,65	13,50
	4,25	12,80
Semi-remorque	3,00	17,35
15,00	3.65	15,00
	4,25	14,65

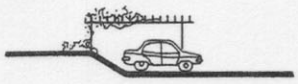
⑰ Tableau pour figures 15 et 16.



① Talutage.



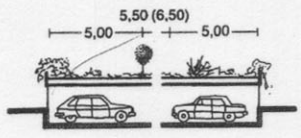
② Levée de terre.



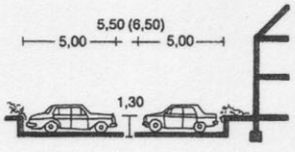
③ Treille.



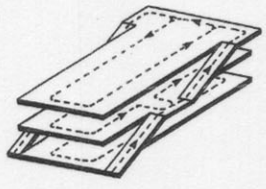
④ Recouvert (protection phonique).



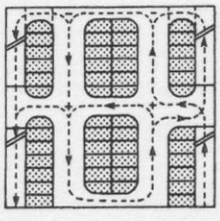
⑤ Masqué.



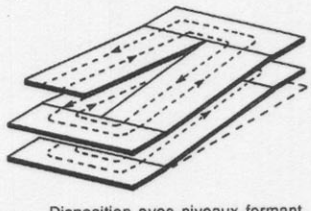
⑥ Surbaissé.



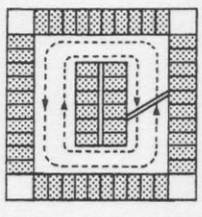
⑦ Disposition avec niveaux en pente.



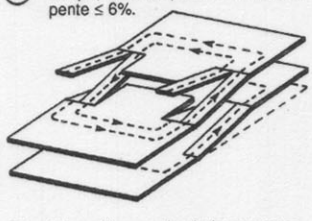
⑧ Plan schématique (fig. 7).



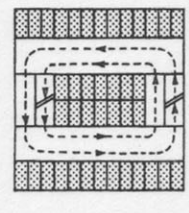
⑨ Disposition avec niveaux formant rampe, aucune perte de surface; pente ≤ 6%.



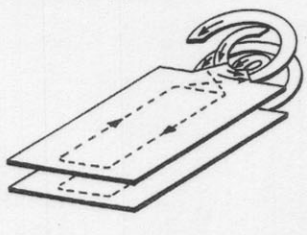
⑩ Plan schématique (fig. 9).



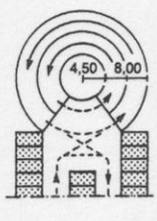
⑪ Disposition en demi-niveaux avec rampes (Système D'Humy).



⑫ Plan schématique (fig. 11).



⑬ Dispostion avec rampe circulaire.



⑭ Plan schématique (fig. 13), plus le rayon de la rampe est petit, plus la rampe est large.

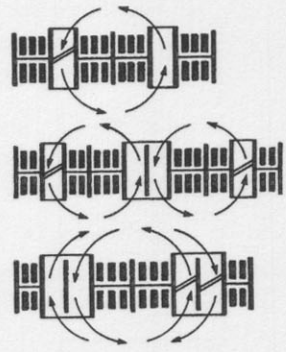
Les exemples (fig. 1 à 6) montrent une bonne intégration des surfaces de stationnement dans l'environnement sans inconvénients pour leur fonction. Pour augmenter les espaces libres, on peut surbaisser partiellement ou entièrement les emplacements et les couvrir de verdure (fig. 3 à 5). Les plantations n'ont pas seulement une fonction d'aspect mais servent également à l'ombrage ou à l'amélioration de la situation écologique (absorption de la poussière).

Il y a plusieurs systèmes pour franchir les dénivelés et pour atteindre les différents niveaux d'un parking. La pente ne doit pas dépasser 15%, et 20% pour de petits garages. Entre une zone de circulation publique et une rampe de pente supérieure à 5%, il doit y avoir une surface horizontale supérieure à 5 m; pour des rampes destinées aux voitures particulières, surface avec pente ≤ 10% et longueur ≥ 3 m. On peut distinguer quatre types de rampes (fig. 7 à 14) : rampes droites, parallèles, continues avec paliers intermédiaires, rampes d'entrée et de sortie en vis à vis (fig. 7 et 8).

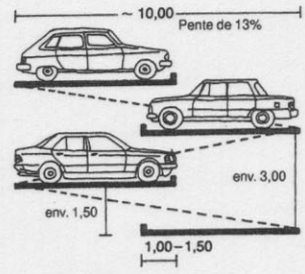
Niveaux inclinés (disposition de niveaux formant rampe sans perte de surface) : le stationnement est entièrement sur plans inclinés ; ce système fait gagner de la place (fig. 9 et 10); pente ≤ 6%.

Constructions avec demi-niveaux, niveaux en quinconce (rampes d'Humy) : les surfaces de stationnement sont des demi-niveaux décalés, le dénivelé est franchi par de courtes rampes (fig. 11, 12, 17 et 18).

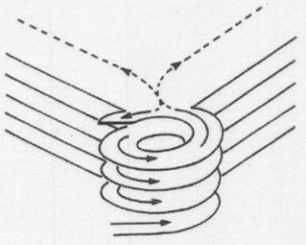
Rampes circulaires : système assez complexe et onéreux, sa forme en cercle empêche une bonne exploitation de l'espace (fig. 13 à 16, 19 et 20). Les rampes circulaires doivent présenter une inclinaison transversale supérieure à 3%. Le rayon du bord intérieur de la chaussée doit être supérieur à 5m. Dans les grands garages, les rampes également utilisées par les piétons doivent avoir un trottoir surhaussé d'une largeur supérieure à 80 cm, à défaut d'avoir des trottoirs séparés de la rampe. La largeur minimale des voies d'accès et de sortie situées devant les garages de moyenne ou grande taille est de 3 m pour l'utilisation par automobiles d'une largeur inférieure à 2 m et 3,50 m pour des automobiles plus larges.



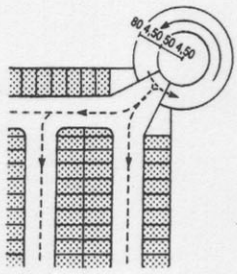
⑰ Principe de rampe D'Humy, pente des rampes 13 à 15%.



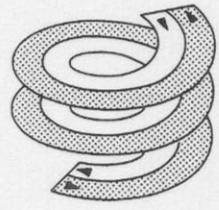
⑱ Imbrication des niveaux (fig. 11 et 12).



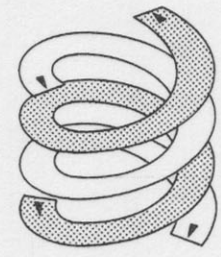
⑮ Rampes en tours séparées aux angles du bâtiment.



⑯ Plan schématique (fig. 15).

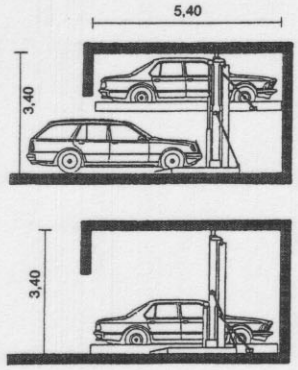


⑲ Rampe circulaire, pistes d'entrée et de sortie l'une à côté de l'autre.

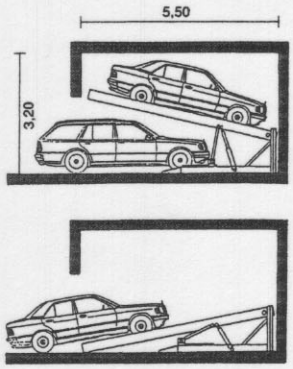


⑳ Double rampe circulaire, pistes d'entrée et de sortie l'une au-dessus de l'autre.

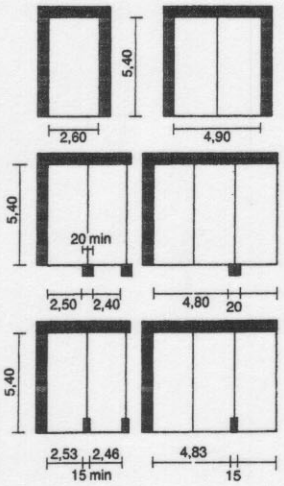
GARAGES ET PARKINGS COUVERTS



① Parking avec élévateur, sans fosse.



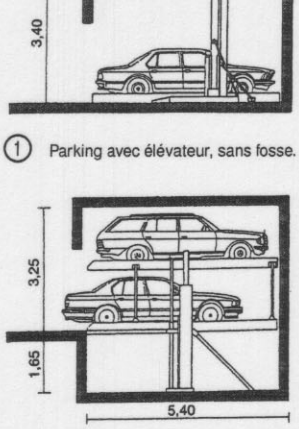
② Sans fosse (parking incliné).



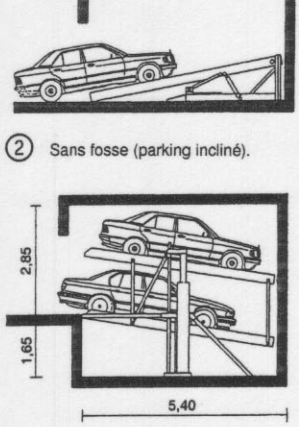
③ Plans.

Deux voitures peuvent être parquées l'une au-dessus de l'autre dans un garage grâce à une plate-forme mobile à commande électrique (fig. 1 et 2); commande par pompe hydraulique en cas de coupure de courant. Il existe des parkings à élévateur pouvant contenir jusqu'à 3 voitures (fig. 6), système utilisé pour les garages en rangées dans les cours ou les parkings à plusieurs niveaux, commandé à partir d'un pupitre chez le gardien. Charge 2 500 kg/empl. Pente maxi. 14% pour voies d'accès et de sortie. Il existe des systèmes libérant les accès (fig. 7 et 8) où les voitures sont placées sur des palettes dont le déplacement est dirigé à partir d'un pupitre de commande. D'autres systèmes (fig. 8) transportent les voitures sur des plates-formes par un couloir central jusqu'aux emplacements de stationnement, monte-charge ou à la sortie. Des palettes de stationnement placées en longueur ou perpendiculairement permettent d'augmenter le taux d'exploitation de 50 à 80% (fig. 7 à 10).

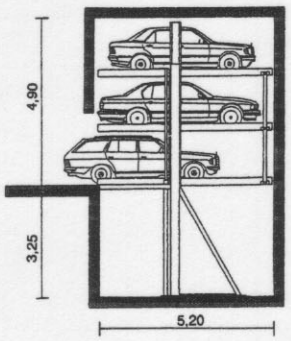
Les garages-silo (fig. 13 et 14) permettent une meilleure utilisation de la place. A l'entrée, le conducteur commande lui-même le rangement de sa voiture avec une clef. Le nombre maximal de niveaux est de 20, 10 pour les garages à monte-charge hydraulique. La hauteur d'étage peut être ramenée à 2,10 m vu que personne n'est censé y circuler. Le procédé ne nécessite pas beaucoup de place, est fiable, peu bruyant, peu polluant (pas de gaz d'échappement). On peut compter 40 à 80 voitures particulières par monte-charge. Il faut, en moyenne, 1 ou 2 min pour entrer ou sortir le véhicule. Les monte-charge à déplacement latéral du véhicule (fig. 12) sont recommandés pour des terrains extrêmement étroits.



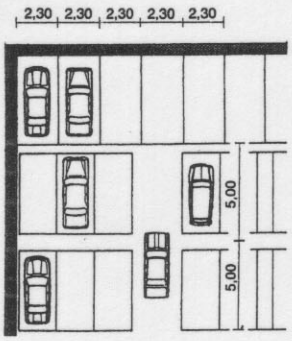
④ Parking non incliné à 2 niveaux.



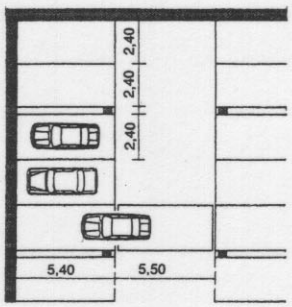
⑤ Break possible au niveau inférieur.



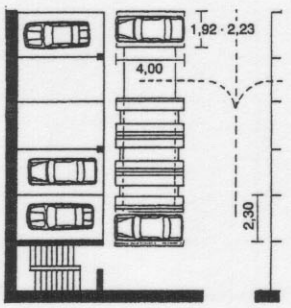
⑥ Parking non incliné à 3 niveaux.



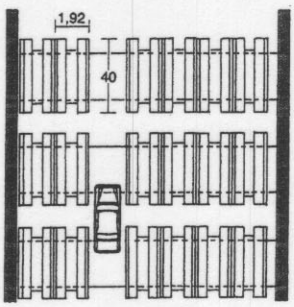
⑦ Parking sur plateaux.



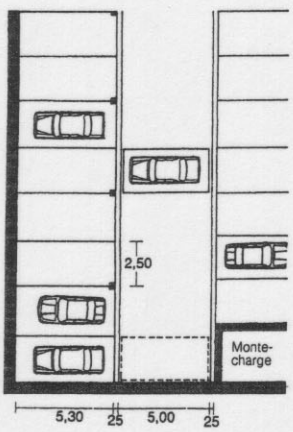
⑧ Parking sur plateaux mobiles.



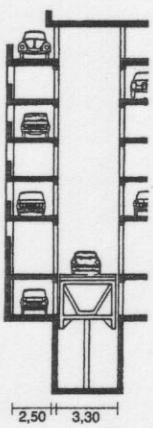
⑨ Parking avec palettes mobiles (Klaus).



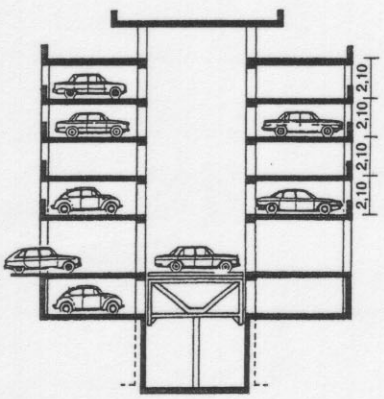
⑩ Parking avec palettes dans le sens de la longueur (Klaus).



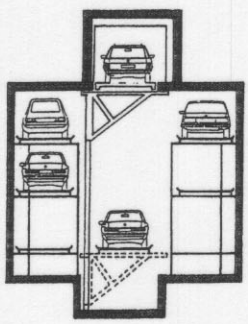
⑪ Plan d'un garage-silo (A.I.R.) (fig. 12 et 13).



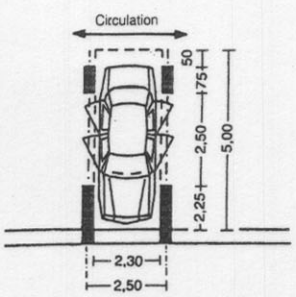
⑫ Empilement latéral.



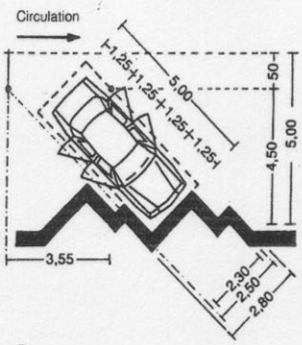
⑬ Plan.



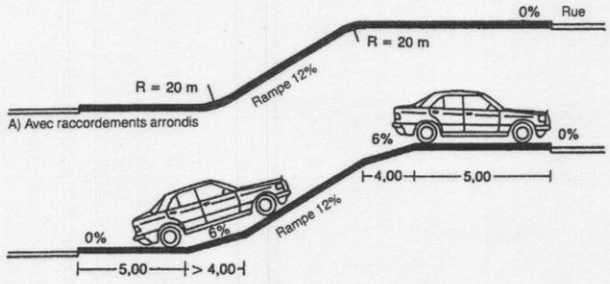
⑭ Garage coffre-fort jusqu'à 20 véhicules.



① Emplacement possible des piliers, disposition à 90°.

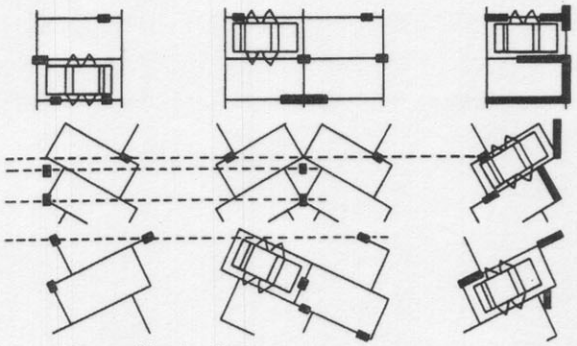


② Disposition à 45°.

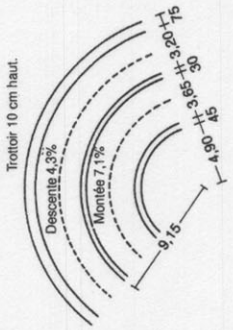


B) Plus simple, avec raccordements à pans coupés.

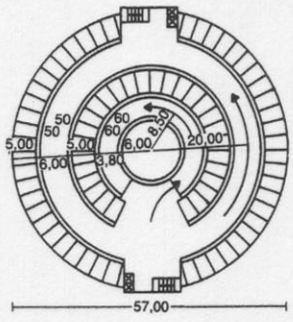
③ Changement de déclivité pour rampes.



④ Dispositions possibles des piliers.



⑤ Lorsque la rampe à un petit rayon, sa largeur doit être plus grande.

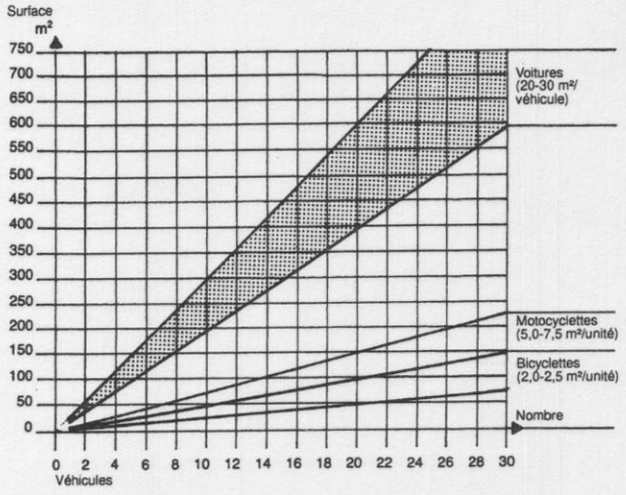


⑥ Rampe circulaire avec stationnement.

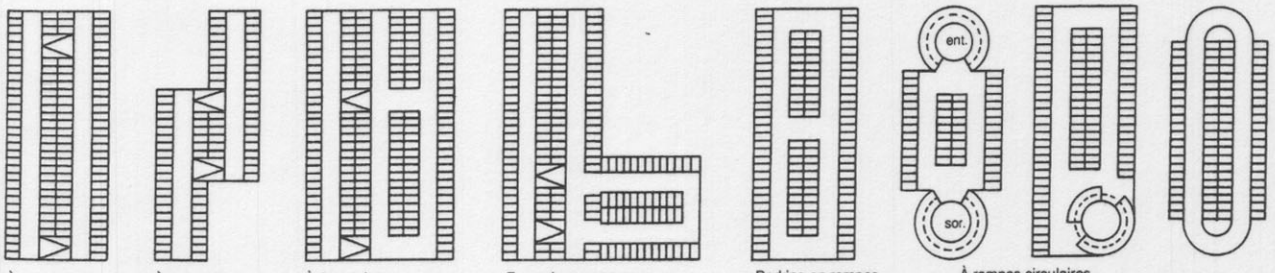
Tous les éléments porteurs d'un parking (planchers, murs, piliers, renforcements) doivent être stables au feu. Garages ouverts en matériaux coupe-feu. Hauteur de passage libre conseillée pour les garages souterrains et en élévation : 2,20 m. Ajouter 25 cm pour la signalisation pour piétons et automobilistes, plus 5 cm pour l'application future d'une nouvelle couche de roulement. On obtient ainsi une hauteur totale de 2,50 m augmentée des constructions au-dessus des voies de circulation, à savoir selon le type de construction une hauteur d'étage de 2,75 à 3,50 m. Une disposition dense des piliers peut permettre d'abaisser la hauteur de la construction sans pour autant présenter d'inconvénients (fig. 1 et 2). Les constructions de grande portée ont une surface de piliers réduite de 7 à 12% (fig. 4).

Conformité des pentes et rampes (fig. 3). Les rampes de stationnement droites ou circulaires reposent sur le principe de l'inclinaison du plancher (p.378), circulaires (fig. 6), véhicules des deux côtés de la voie de circulation. Le diagramme (fig. 8) permet de déterminer, dans la phase de préconception, la surface nécessaire pour le stationnement d'un nombre de véhicules donné. La figure 7 montre des exemples de formes de parkings et de dispositions de rampes, à 2 fois 2 rangées en quinconce, à 4 rangées, à 6 rangées, dans le sens de la circulation, comme parking en rampes, à rampes circulaires.

Les constructions en béton armé (coulé sur place, éléments préfabriqués ou construction composite) répondent le mieux aux exigences de la protection contre le feu. Les constructions métalliques suivent généralement le système des poutres principales et secondaires et doivent, pour des raisons de protection contre le feu, être recouvertes de béton, de plaques ignifuges ou d'enduit. Pour le calcul de la charge agissant sur le plancher, on part d'un poids total de 3,5 kN/m² pour les voitures particulières, de 5 kN/m² pour les rampes, et de 10 kN/m² pour toitures-terrasses avec plantations.

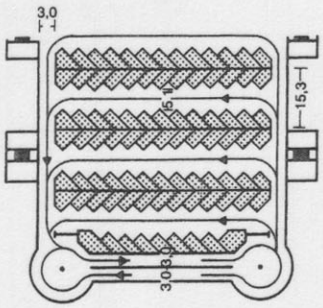


⑧ Surfaces nécessaires pour dispositions de stationnement, y compris surfaces de desserte.

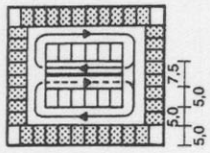


À 4 rangées — À 2 rangées, en quinconce — À 6 rangées — En angle, rampes avec circulation en sens unique — Parking en rampes — À rampes circulaires

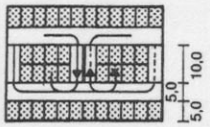
⑦ Plans avec dispositions de rampes.



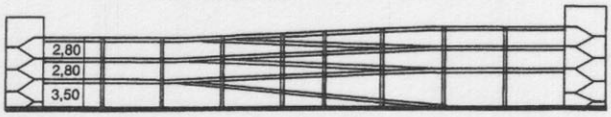
① Grand garage Siemens.
Arch. : Hans Hertlein



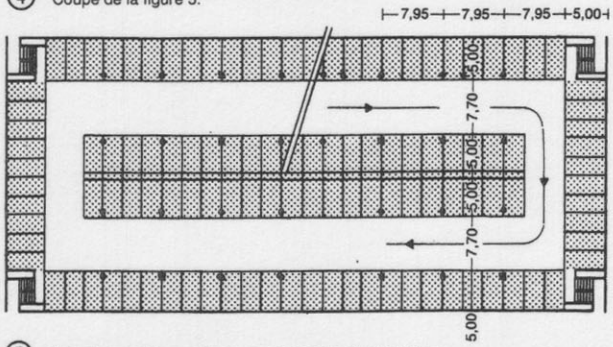
② Rampe longitudinale.



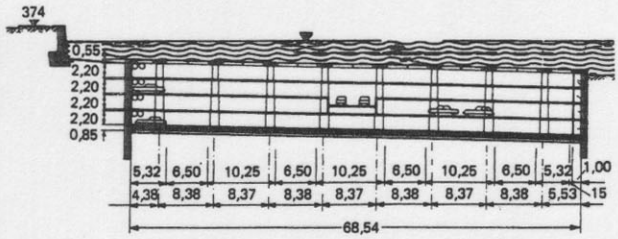
③ Rampe transversale.



④ Coupe de la figure 5.



⑤ Plan d'un parking en étages avec rampes de circulation.



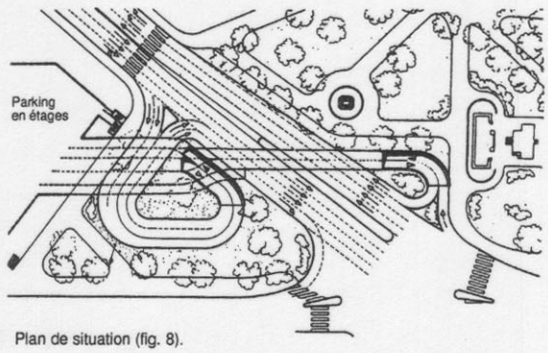
⑥ Coupe transversale (fig. 8).

Les garages de surface inférieure à 100 m² sont considérés comme petits garages, ceux de surface comprise entre 100 et 1 000m² comme garages de dimensions moyennes et ceux de surface supérieure à 1 000 m² comme garages de grandes dimensions. Sont généralement considérés comme garages souterrains ceux dont le niveau du plancher se situe à plus d'1,30 m au-dessous du niveau du terrain. Les garages de grandes dimensions doivent être dotés de voies d'accès et de sortie séparées. Ils se situent à proximité de points de grande circulation tels que gares, aéroports, centres commerciaux, théâtres, cinémas, bâtiments administratifs et de bureaux, complexes d'habitations. Les garages de moyennes et grandes dimensions doivent avoir une hauteur libre de 2,00 m dans les zones de circulation, ceci même sous poutres, conduites d'aération et autres éléments de construction ; généralement un peu plus au rez-de-chaussée à cause de son utilisation souvent différente (p. 380).

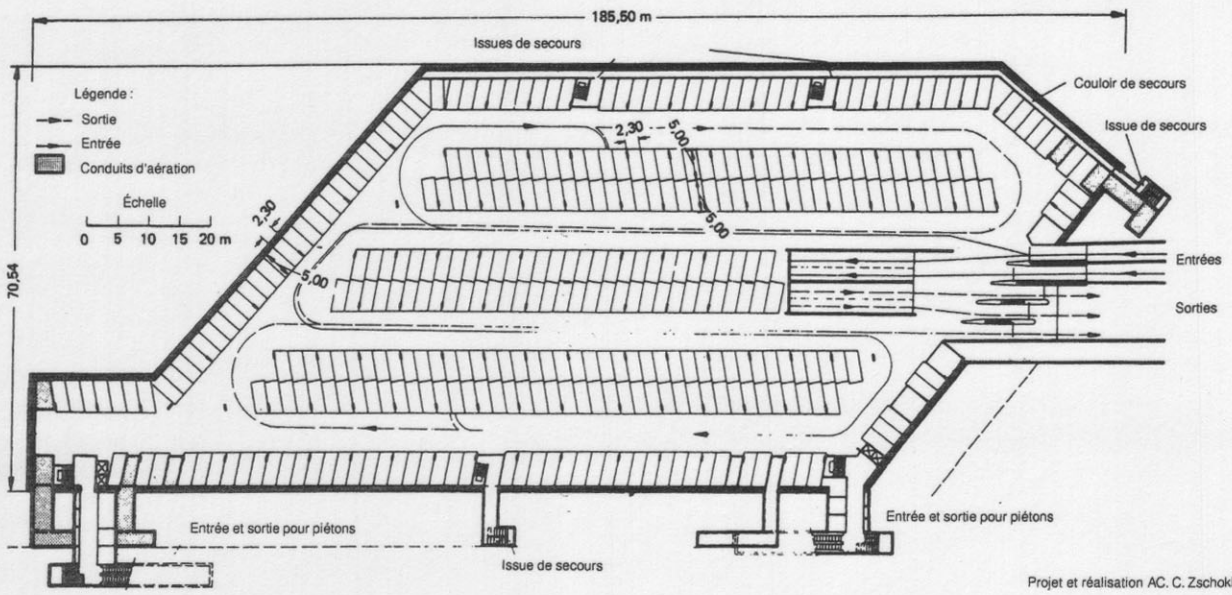
Pour camionnettes : 2,50 m. Les garage ouverts ont l'avantage d'avoir des ouvertures non fermables donnant directement sur l'extérieur, disposées de sorte à assurer une aération transversale même en cas de protection contre les intempéries (surface des ouvertures = un tiers de la surface totale des murs).

Parking de conception ingénieuse à Genève sous le Rhône, entrées et sorties à proximité du pont du Rhône (fig. 7). Les rampes de circulation des deux côtés permettent de déboîter ou de s'insérer facilement dans la circulation. Une rampe centrale descend de façon continue et dessert les différents niveaux du sous-sol avec déboîtement sur la droite (fig. 7 à 9). Aucun personnel n'est nécessaire, grâce à un distributeur de tickets automatique.

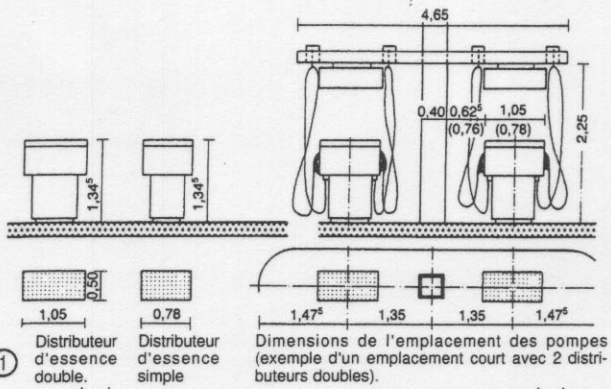
Critères pour la qualité de parkings à plusieurs niveaux :
sécurité lors de l'utilisation, bonne disposition, marquage des emplacements permettant de les retrouver, insertion dans un projet d'urbanisme, aération et éclairage naturels, vue sur l'extérieur, plantation, système de facturation simple et claire.



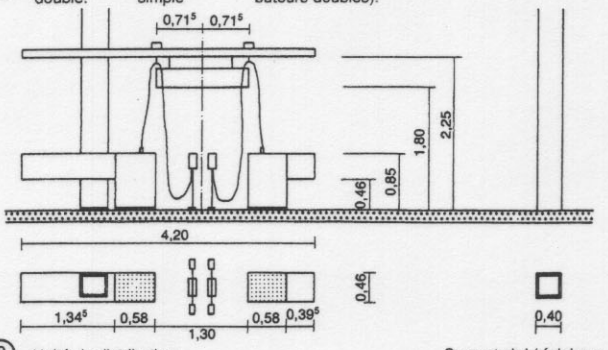
⑦ Plan de situation (fig. 8).



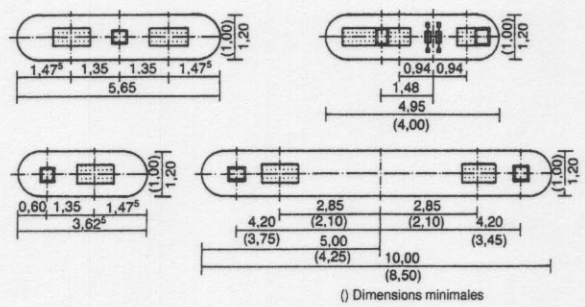
⑧ Plan du premier niveau. 372 places de stationnement. Parking sous le lac de Genève.



① Distributeur d'essence double. Distributeur d'essence simple. Dimensions de l'emplacement des pompes (exemple d'un emplacement court avec 2 distributeurs doubles).

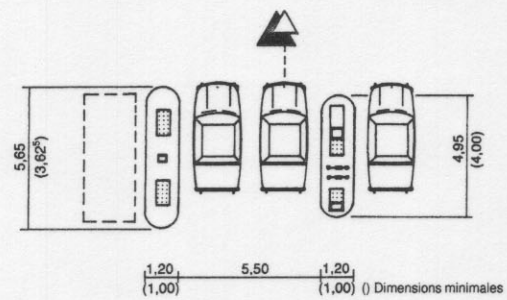


② Unité de distribution — Support abri / éclairage



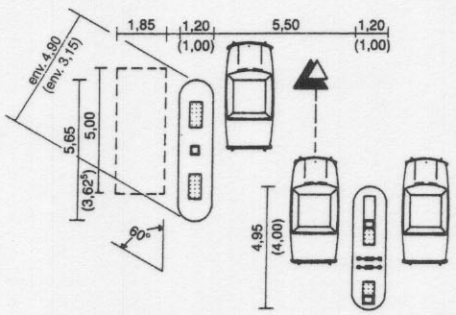
() Dimensions minimales

③ Dimensions d'un ilôt de pompes.



() Dimensions minimales

④ Deux ilôts courts parallèles à la voie.



⑤ Deux ilôts courts à 60° par rapport à la voie.
() Dimensions minimales

Les stations-services peuvent être liées à d'autres exploitations commerciales (p.390, fig. 3). Pour approvisionnement en carburant et huiles, services d'entretien, accessoires automobiles, services pour véhicule et articles pour le conducteur.

Les stations-services doivent être espacées plus de 100 m, et de 250 m pour une route à forte fréquentation; de 25 km environ hors agglomérations.

Un terrain de 800 m² est suffisant pour une station-service simple, environ 1 000 m² sont nécessaires pour une station-service avec installations de services, et 2 000 m² pour de grandes installations.

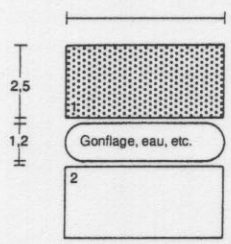
Il est important que les stations-services soient faciles d'accès, agencées de façon claire, perceptibles de loin et situées de préférence à l'entrée de l'ensemble des installations. Elles sont rarement situées en centre-ville, mais plutôt au bord de routes desservant le centre-ville, des déviations, périphériques et routes nationales; à la sortie d'une agglomération de préférence sur la droite et non en amont des feux. L'emplacement à une intersection est à éviter, mieux vaut un peu avant avec sortie sur une voie latérale (p.390, fig. 7).

L'automobiliste doit être en mesure : de s'approvisionner en carburant, de vérifier l'huile du moteur, l'eau de refroidissement, la pression des pneus et éventuellement la batterie, de nettoyer le pare-brise, les phares et de se laver les mains, de faire quelques courses, d'utiliser le téléphone, les sanitaires et d'autres installations, d'exécuter certains travaux (laver la voiture, passer l'aspirateur à l'intérieur, etc.), de demander conseil aux techniciens et de fixer des rendez-vous.

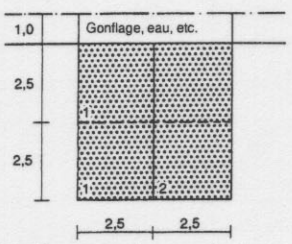
La conception doit tenir compte de l'alignement des bâtiments et des lignes visuelles inscrits dans le plan d'implantation ainsi que des limites du terrain et les obligations qui en découlent.

Les éléments à prendre en compte sont :
1. La surface de la place de stationnement (2,50 m x 5,00 m = 12,50 m²).
2. Le nombre des places nécessaires (par exemple en fonction des halls disponibles, du nombre de pompes et du personnel). File d'attente devant le hall de lavage automatique (par exemple : la surface nécessaire doit pouvoir accueillir 50% de la capacité par heure).

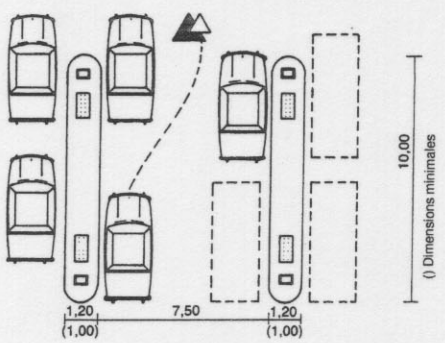
Lors de la conception, on tiendra compte des dimensions spécifiques suivantes :
Diam. de braquage : 12,50 m voiture, 26 m camion
Largeur du véhicule : 1,85 m voiture, 2,50 m camion
Longueur du véhicule : 5,00 m voiture, 28 m camion avec remorque.
C'est sur la base de ces données que se calculent les dimensions des emplacements des pompes et la largeur des voies de circulation.



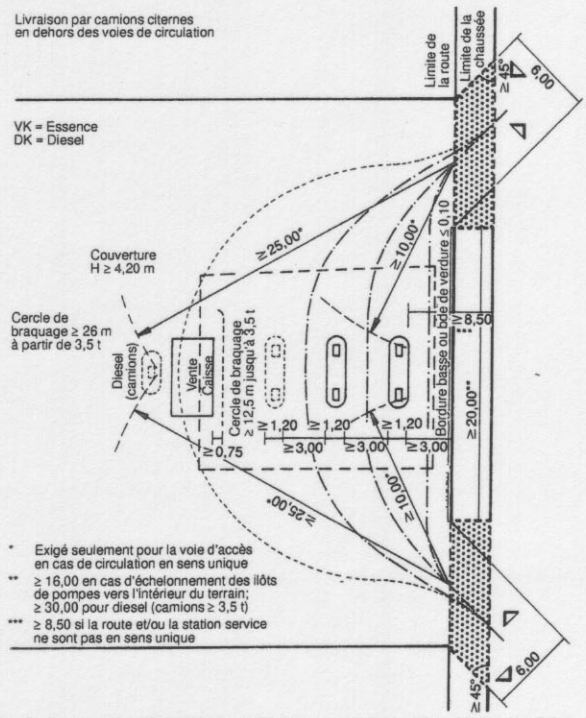
⑥ Emplacement pour poste de gonflage, eau, etc.



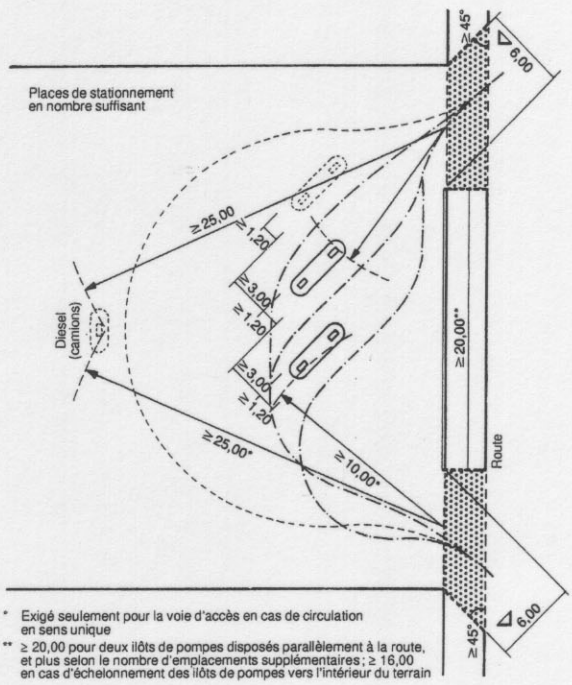
⑦ Emplacement pour poste de gonflage, eau, etc.



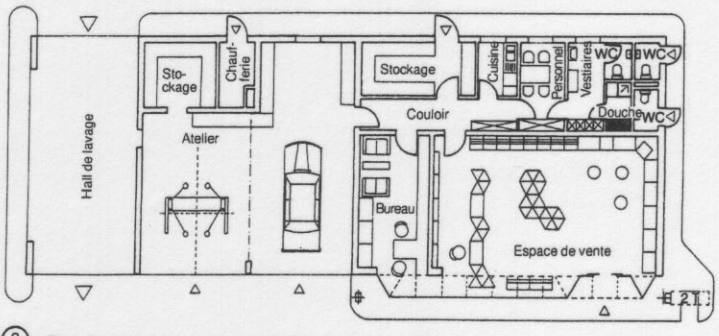
⑧ Deux ilôts longs parallèles à la voie.



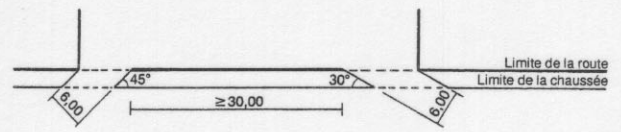
① Station-service distribuant du carburant auto et du gasoil (poids lourd ≥ 3,5 t) au bord d'une voie urbaine.



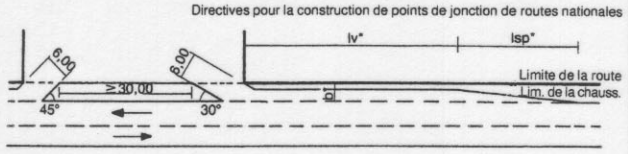
② Station-service avec disposition oblique des ilôts de pompes en agglomération urbaine (surtout pour sens unique).



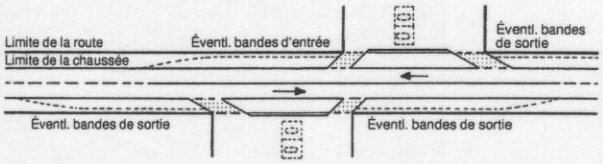
③ Plan d'une station-service avec hall de lavage et vente.



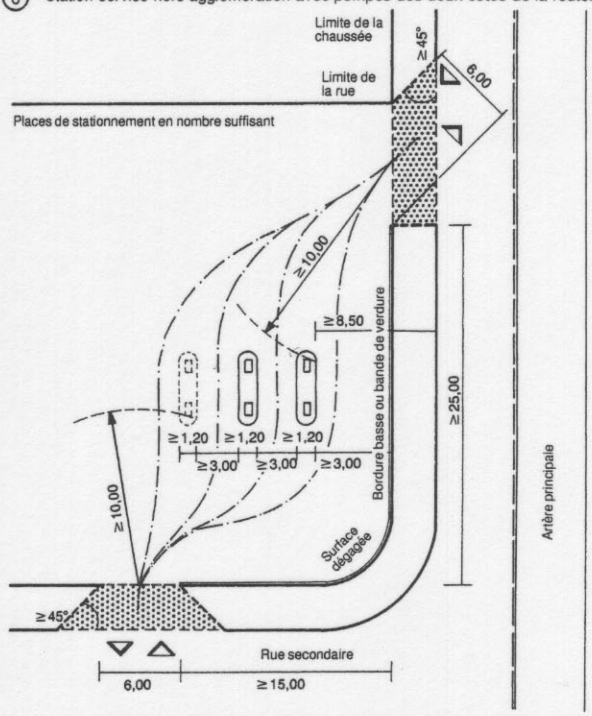
④ Sans bandes d'entrée et de sortie.



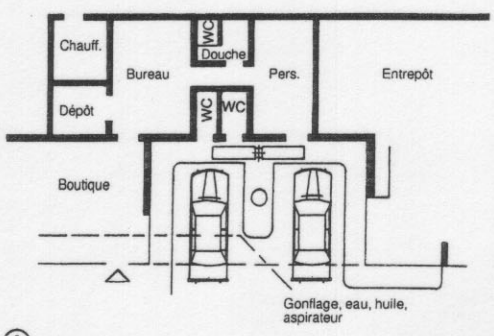
⑤ Accès et sortie pour station-service hors agglomération.



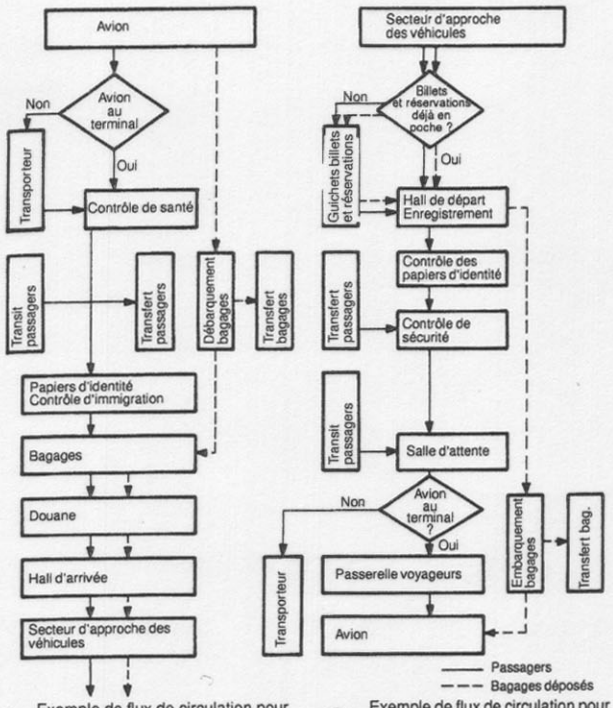
⑥ Station-service hors agglomération avec pompes des deux côtés de la route.



⑦ Station-service pour voitures, en agglomération, ordinairement interdite aux camions.

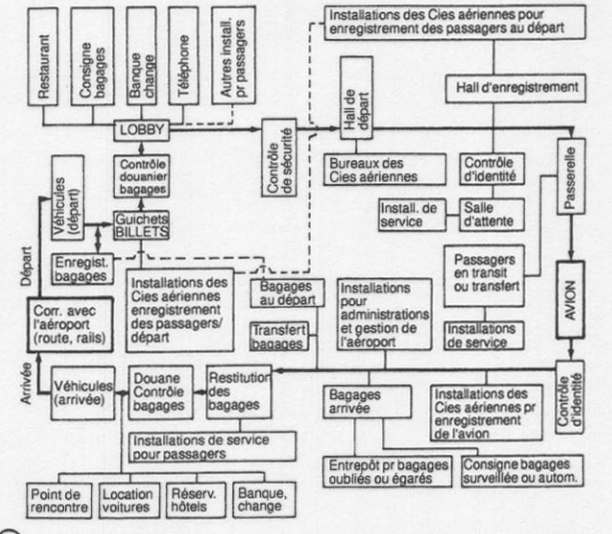


⑧ Service rapide.

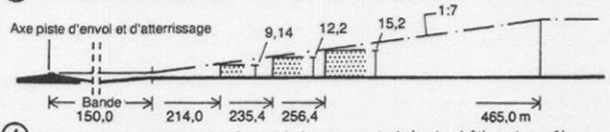


① Exemple de flux de circulation pour enregistrement des passagers à l'arrivée.

② Exemple de flux de circulation pour enregistrement des passagers au départ.



③ Schéma de fonctionnement d'un bâtiment d'enregistrement des passagers.



④ Distance entre axe de la piste et la hauteur autorisée des bâtiments en %.



⑤ Rose des vents caractéristique.

Caractéristiques des vents

Sens du vent	7 – 24 km/h	26 – 37 km/h	39 – 76 km/h	Total
N	4.8	1.3	0.1	6.2
NNE	3.7	0.8	—	4.5
NE	1.5	0.1	—	1.6
ENE	2.3	0.3	—	2.6
E	2.4	0.4	—	2.8
ESE	5.0	1.1	—	6.1
SE	6.4	3.2	0.1	9.7
SSE	7.3	7.7	0.3	15.3
S	4.4	2.2	0.1	6.7
SSO	2.6	0.9	—	3.5
SO	1.6	0.1	—	1.7
OSO	3.1	0.4	—	3.5
O	1.9	0.3	—	2.2
ONO	5.8	2.6	0.2	8.6
NO	4.8	2.4	0.2	7.4
NNO	7.8	4.9	0.3	13.0
Vent nul	(0 – 6 km/h)			4.6
Total				100.0

⑥ Données sur le vent.

Critères de choix d'un emplacement

Conditions topographiques, géologiques et météorologiques.
Structure de l'agglomération environnante.
Disponibilité suffisante en surfaces de base pour pistes d'envol et d'atterrissage, pistes de roulement, bâtiments d'enregistrement, de dédouanement, services d'entretien, réservoirs, etc. et leurs futures extensions.
Proximité de centres de trafic et de moyens de circulation au sol existants et à venir.

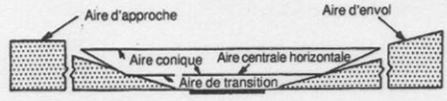
Répartition des aéroports

Le terme aéroport correspond selon la législation sur le trafic aérien à un concept plus général pour :
- Aéroport (avec zone de protection des constructions).
- Pistes d'atterrissage (le cas échéant avec zone limitée de protection des constructions).
- Aérodromes (planeurs), héliports.

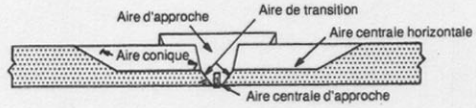
Les aéroports et pistes d'atterrissage sont répartis en aéroports ou pistes d'atterrissage de ligne ou particuliers qui sont, soit accessibles à tous les pilotes, soit répondent à des buts bien particuliers (par ex. aérodromes d'entreprise ou pistes d'atterrissage de clubs aéronautiques).

Plan général d'extension

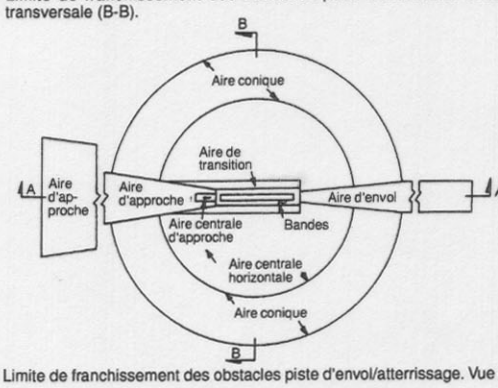
Un plan d'extension devrait être prévu sur au moins 20 ans pour un aéroport, et renouvelé dans des laps de temps réguliers pour l'adapter aux changements de la structure de la circulation, aux progrès dans la construction aéronautique, aux nouvelles technologies, etc. Les prévisions de trafic devraient contenir des données sur les mouvements des avions, le nombre de passagers, l'importance du fret et aussi être vérifiées et renouvelées en fonction du développement actuel du trafic. Pour les dimensions des installations d'un aéroport, on ne devrait pas se baser sur les pointes de trafic absolues mais sur les valeurs de pointe caractéristiques (qui sont atteintes environ 30 x dans l'année ou 10 x dans le mois de pointe).



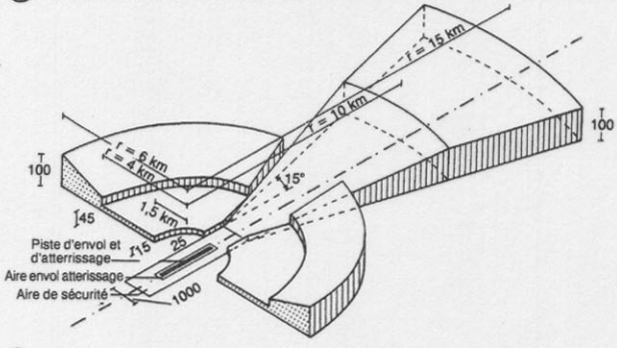
⑦ Limite de franchissement des obstacles piste d'envol/atterrissage. Coupe longitudinale (A-A).



⑧ Limite de franchissement des obstacles piste d'envol/atterrissage. Coupe transversale (B-B).

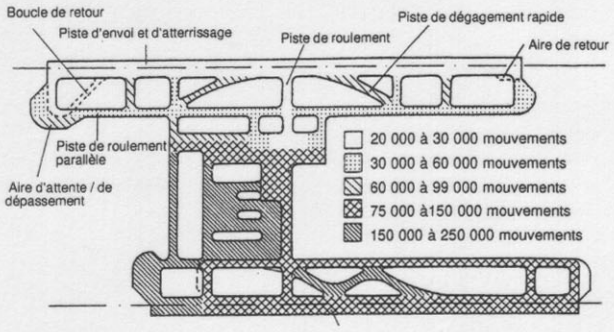


⑨ Limite de franchissement des obstacles piste d'envol/atterrissage. Vue de dessus.

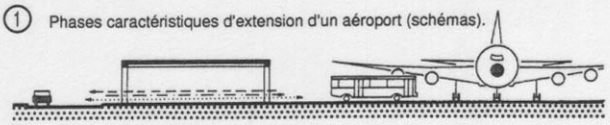


⑩ Protection des zones construites pour aéroport avec piste d'atterrissage aux instruments.

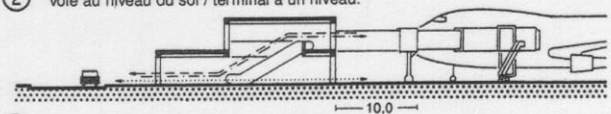
Aéroports



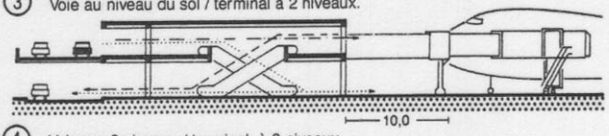
① Phases caractéristiques d'extension d'un aéroport (schémas).



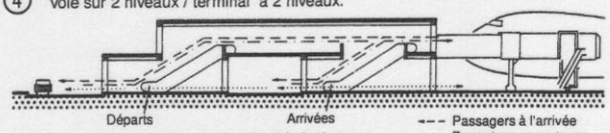
② Voie au niveau du sol / terminal à un niveau.



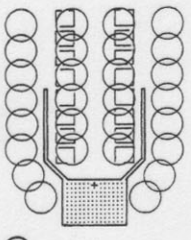
③ Voie au niveau du sol / terminal à 2 niveaux.



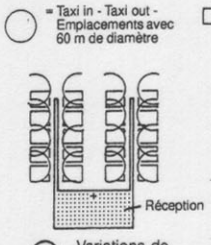
④ Voie sur 2 niveaux / terminal à 2 niveaux.



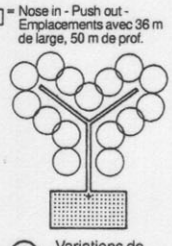
⑤ Voie au niveau du sol / terminal à 2 niveaux. Répartition caractéristique des niveaux d'enregistrement d'un bâtiment pour voyageurs.



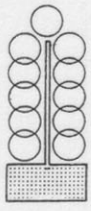
⑥ Conception « jetées ».



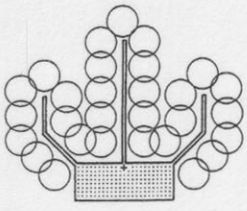
⑦ Variations de fig. 6.



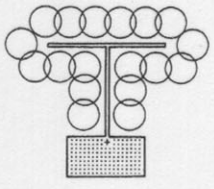
⑧ Variations de fig. 6.



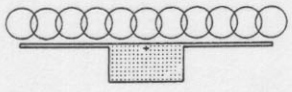
⑨ Variations de fig. 6.



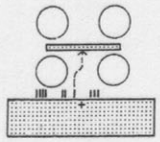
⑩ Variations de fig. 6.



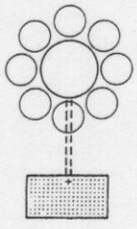
⑪ Variations de fig. 6.



⑫ Conception « linéaire ».



⑬ Conception « transporteur ».
Toutes les places à l'arrêt contre le bâtiment (équipés de ponts pour les passagers) se trouvent au maximum à 300 m de distance du centre de gravité (+) (fig. 6 à 14).



⑭ Conception « satellite ».

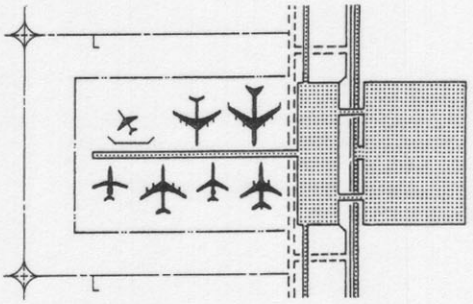
Les domaines fonctionnels suivants déterminent la capacité d'un aéroport :
- Système de piste d'envol et d'atterrissage (mouv. possibles/unité de temps).
- Aire de trafic – enregistrement (places à l'arrêt disponibles pour les avions).
- Bâtiments d'enregistrement (possibilité de débit de passagers et bagages – c'est-à-dire aussi de frêt – par unité de temps).

Le rendement du système d'enregistrement est déterminé par ces paramètres :
- Liaison avec les moyens de transport au sol (parking, longueur des voies d'accès des véhicules).
- Enregistrement des passagers (nombre de guichets check-in).
- Enregistr. des bagages (nombre de guichets et rendement du transport).
- Contrôle d'identité, contrôle de sécurité, contrôle avant l'embarquement (grandeurs des salles d'attente, nombre de guichets).

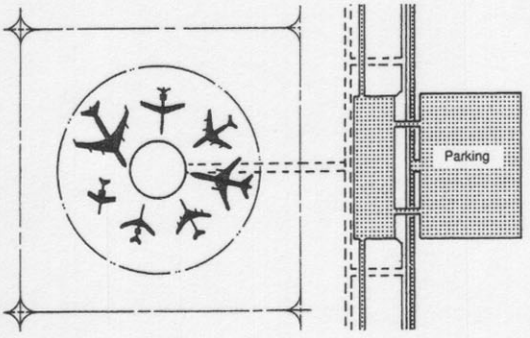
L'aire de trafic relie le système de piste d'envol / atterrissage et de piste de roulement avec le terminal.

Le terme aire de trafic regroupe les places des avions à l'arrêt, les surfaces de circulation correspondantes (pistes de roulement d'accès), des voies pour la circulation des véhicules d'enregistrement ainsi que les surfaces de rangement pour le matériel d'enregistrement.

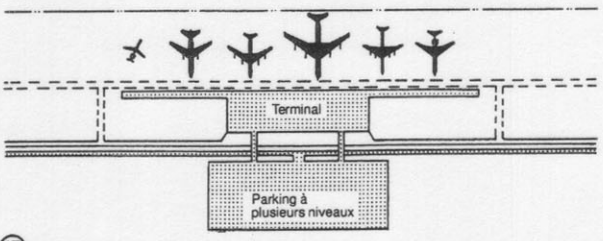
L'aire de trafic est étroitement liée par sa fonction au terminal et devrait être conçue en même temps que lui.



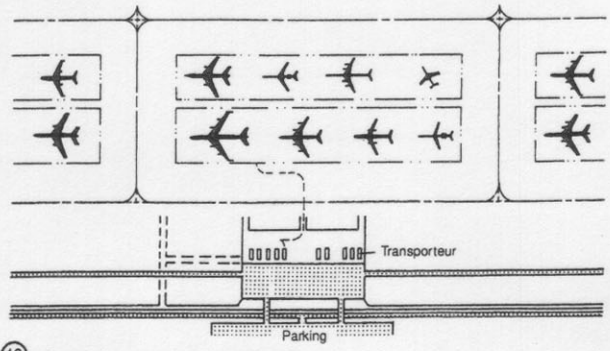
⑮ Conception « jetée » (fig. 6 à 11).



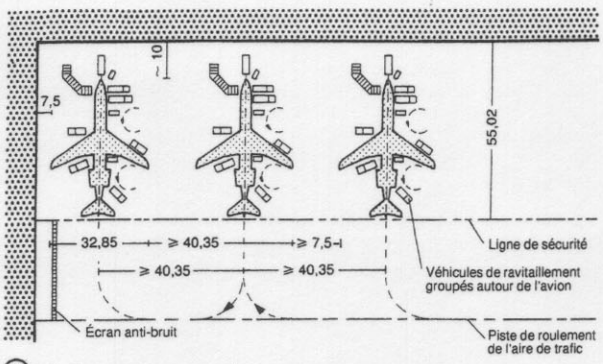
⑯ Conception « satellite » (fig. 14).



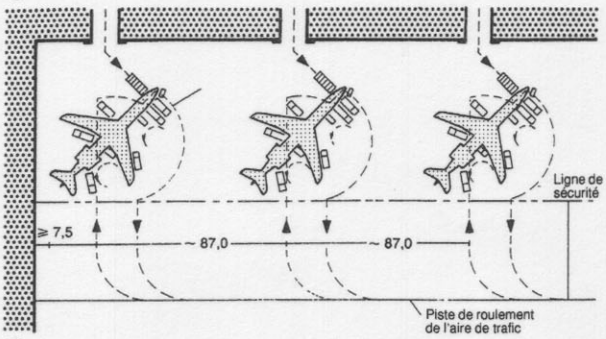
⑰ Conception « linéaire » (fig. 12).



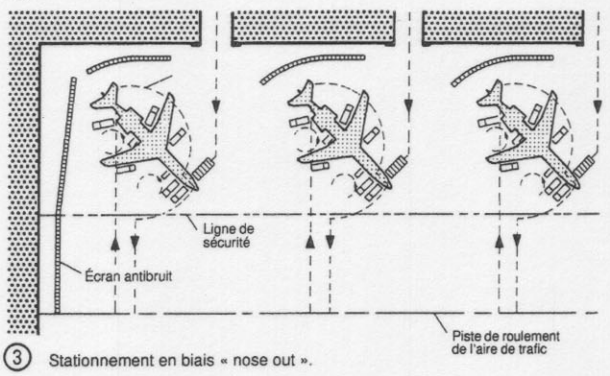
⑱ Conception « transporteur » (fig. 13).



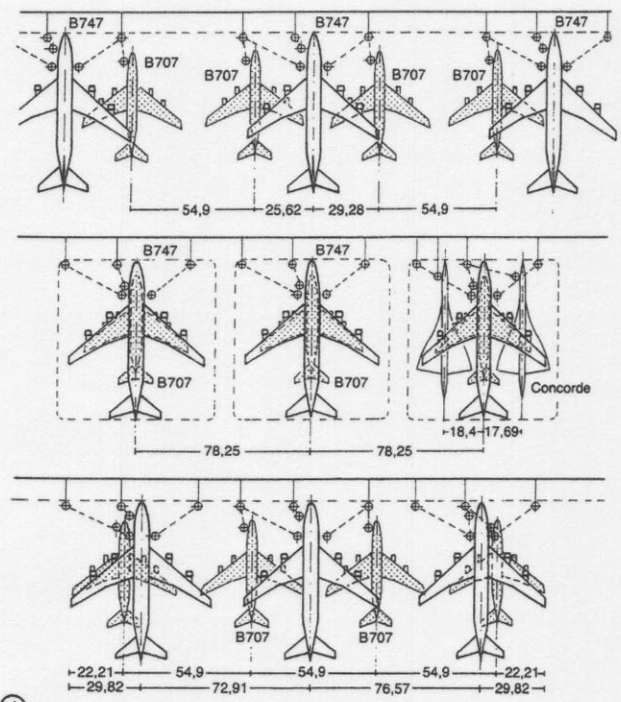
① Stationnement en « nose in ».



② Stationnement en biais « nose in ».



③ Stationnement en biais « nose out ».



④ Dispositions caractéristiques de stationnement pour les avions.

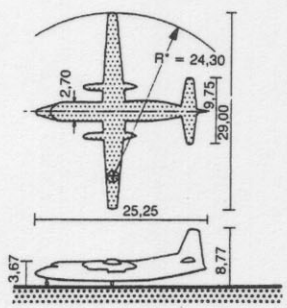
Pronostic de prévision de trafic

Selon les bases de statistiques de trafic, les conceptions d'aéroports devraient se fonder sur les données prévisionnelles suivantes :

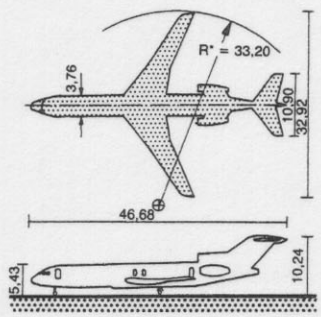
- Flux de passagers : étranger / intérieur, arrivée / départ / transfert / transit, long ou court rayon d'action, flux moyen / flux de pointe.
- Flux de frêt aérien / poste aérienne : étranger / intérieur / import / export /tranfert, part du chargement standardisé (conteneurs, palettes), flux moyen/ de pointe en tonnage total, nombre ou volume des envois.
- Mouvements des avions selon : types d'avions, trafic vers étranger/ intérieur, uniquement passager, frêt ou mixte, flux moyen/pointe (départs et arrivées).

Outre la prévision du trafic, il existe d'autres paramètres de planification importants :

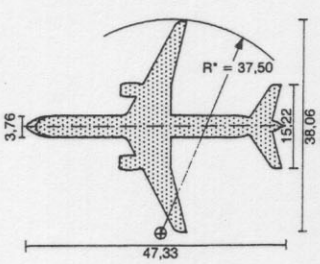
Choix par les passagers du moyen de transport (voiture personnelle, taxi, transports publics, etc), nombre moyen d'accompagnateurs par passager, nombre moyen de bagages par passager, nombre de visiteurs de l'aéroport (sans rapport avec les passagers), nombre d'employés, etc.

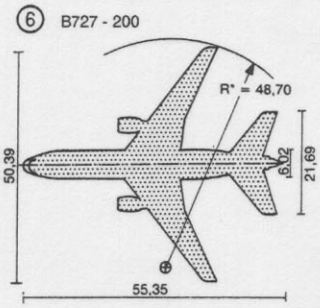


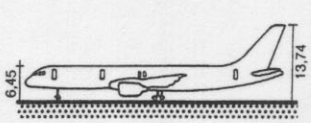
⑤ F50



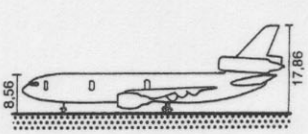
⑥ B727 - 200



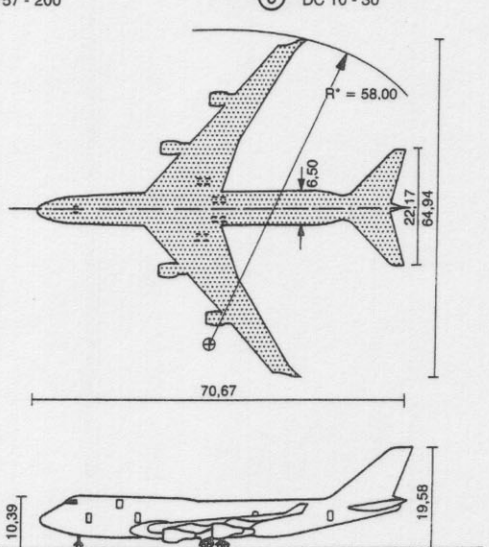




⑦ B757 - 200



⑧ DC 10 - 30



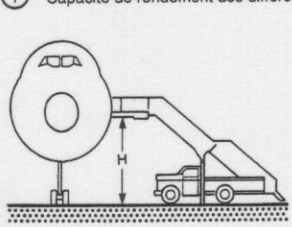
⑨ B747 - 400

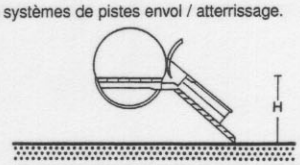
Aéroports

Piste envol / atterrissage	Capacité par heure VFR (Mouvements / h)	IFR (Mouvements / h)	Volume de trafic annuel (Mouvements)
	51–98	50–59	195000–240000
215–761 m	94–197	56–60	260000–355000
762–1310 m	103–197	62–75	275000–365000
1311 m +	103–197	99–119	305000–370000
	73–150 (⟶)	56–60	220000–270000
	73–132 (⟵)	56–60	215000–265000
	72–98	56–60	200000–265000

VFR = Conditions de vol à vue
IFR = Conditions de vol aux instruments

① Capacité de rendement des différents systèmes de pistes envol / atterrissage.

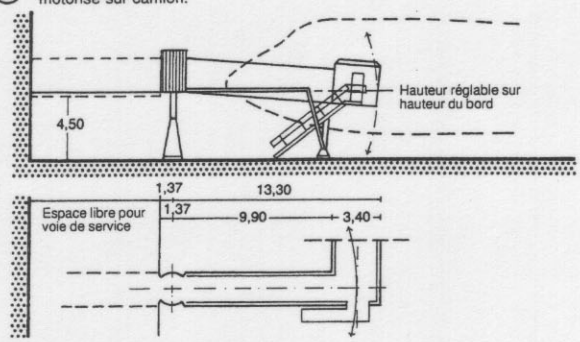




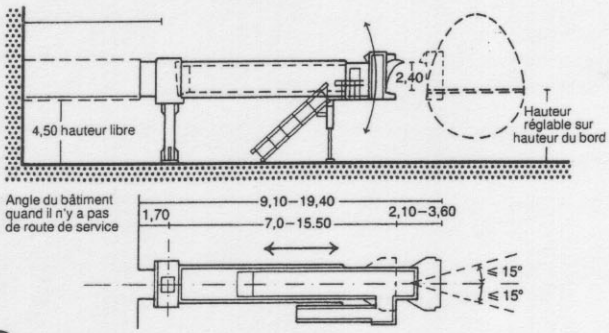
Typ	F50	B727	B757	DC-10	B747
H (m)	1,29	2,97	4,01	5,16	5,36

Hauteur H du seuil du sol de la cabine escalier intégré

② Escalier pour passagers, motorisé sur camion.



③ Passerelle de charge orientable.



④ Passerelle de charge coulissante et réglable en hauteur avec piédestal.

Conception de terminaux

Les terminaux se différencient dans la manière de disposer les emplacements des avions à l'arrêt, leur raccordement et leur relation avec le bâtiment central. Il existe en gros quatre conceptions.

1. Conception « jetées » (avec bâtiment de réception central (p.392, fig. 6 à 11 et 15)).

   Les avions se garent des deux côtés de la jetée. Lorsqu'il y a deux jetées ou plus, la distance doit être suffisante pour 1-2 pistes de roulement (dans les deux sens simultanément).

2. Conception « satellite » (avec bâtiment central (p.392, fig. 14 et 16)).

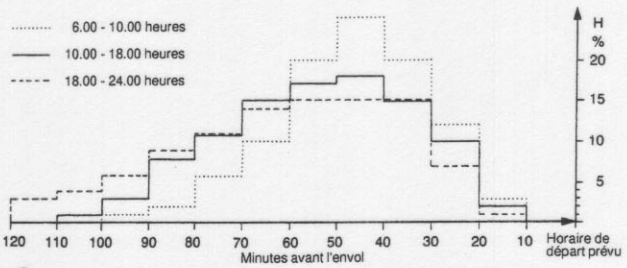
   Un ou plusieurs bâtiments sont situés devant le terminal et sont entourés d'emplacements pour les avions. Le raccordement avec le bâtiment central est généralement souterrain.

3. Conception « linéaire » (p.392, fig. 12 et 17). Les avions sont garés le long du bâtiment en une rangée les uns à côté des autres, perpendiculaires, parallèles ou en biais. La façon de garer les avions influence grandement la longueur d'extension du bâtiment.

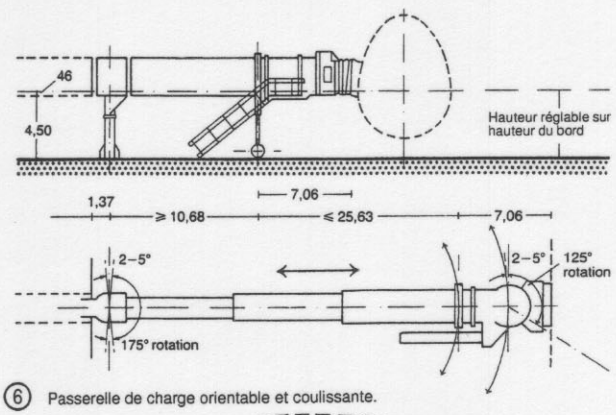
4. Conception « transporteur » (p.392, fig. 13 et 18).

   Les avions sont garés loin du terminal, les voyageurs sont transportés par des véhicules spéciaux.

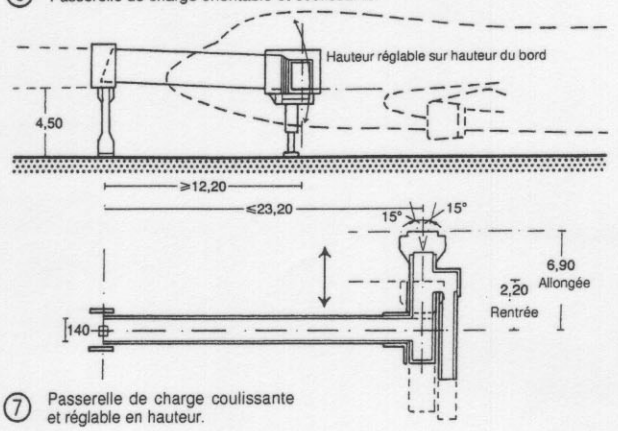
De ces conceptions de base peuvent découler d'autres conceptions hybrides.



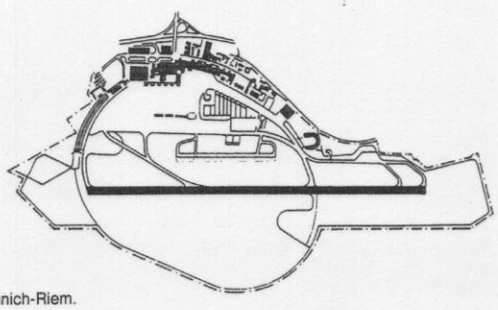
⑤ Répartition de l'arrivée des voyageurs avant le départ prévu (en minutes).



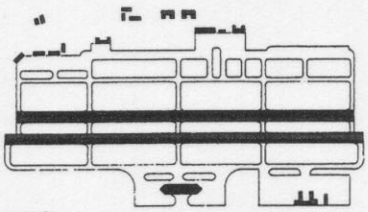
⑥ Passerelle de charge orientable et coulissante.



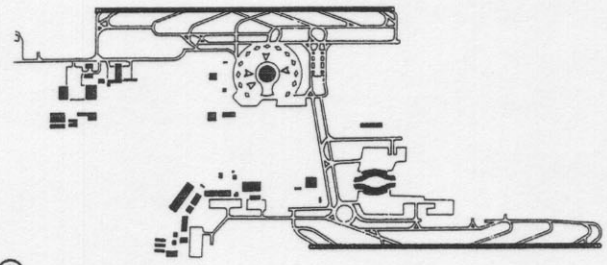
⑦ Passerelle de charge coulissante et réglable en hauteur.



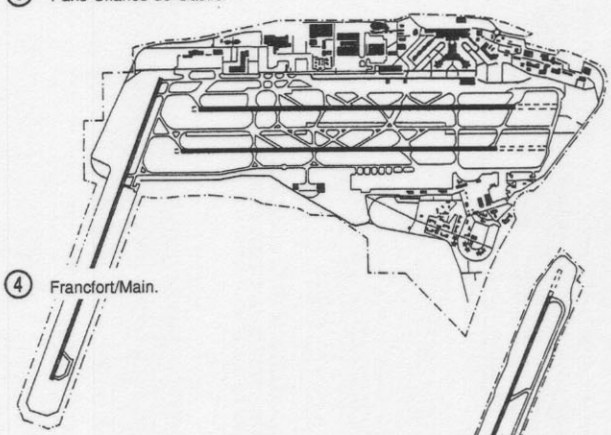
① Munich-Riem.



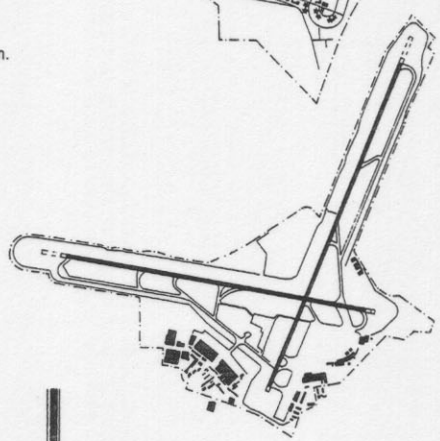
② Moscou-Sheremetyevo.



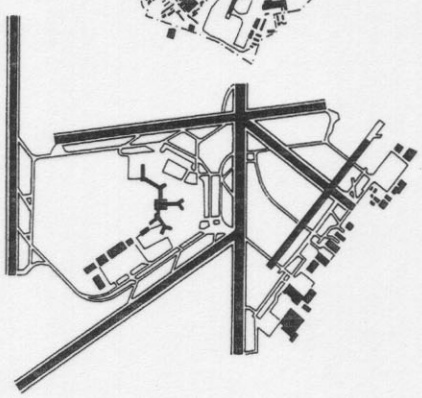
③ Paris-Charles-de-Gaulle.



④ Francfort/Main.



⑤ Hambourg.



⑥ Amsterdam-Schiphol.

Pistes d'envol et d'atterrissage

Le sens, la longueur et le nombre de pistes E/A sont déterminés par de nombreux facteurs :

- le sens est déterminé en grande partie par la direction locale des vents dominants, sachant que le but est de faire fonctionner l'aéroport 95% du temps (pour un composant de vent latéral de 20 Kts max.). Une grande fréquence de forts vents diagonaux peut rendre nécessaire une deuxième piste E/A orientée en conséquence (p.391, fig. 5 et 6).
- la longueur est déterminée par le type d'avion de référence, les conditions climatiques et topographiques locales dominantes, telles que la température, la pression de l'air (analogue à l'altitude du lieu), la pente du terrain, etc.;
- le nombre est déterminé par le volume du trafic, pour lequel la disposition en parallèle (distance minimale 215 m) est d'un grand avantage : pour une distance de plus de 1310 m entre les axes, les décollages et atterrissages simultanés sont possibles et la capacité maximale peut ainsi être atteinte (p.394, fig. 1).

Le système des pistes de roulement d'un aéroport doit être conçu de telle manière que les pistes E/A puissent être quittées le plus rapidement possible lors d'un atterrissage (pistes de dégagement rapides) et les postes d'arrêt atteints par le plus court chemin. Dans les aéroports à gros trafic, l'installation de surfaces de dépassement ou de pistes de roulement *By-Pass* peut contribuer à l'augmentation de la capacité.

Positions des avions

Disposition en Nose-In (p.393, fig. 1).

Avantage : Prend peu de place, peu de problèmes de jet de gaz d'échappement pour le personnel, le matériel et les bâtiments; temps rapide de demi-tour, car l'appareil d'enregistrement peut être mis à disposition avant l'arrivée; accès facile aux passerelles des passagers.
Inconvénient : La mise en service de l'engin de traction pour le roulement de sortie nécessite du temps et du personnel qualifié.

Disposition Taxi-in/Taxi-Out

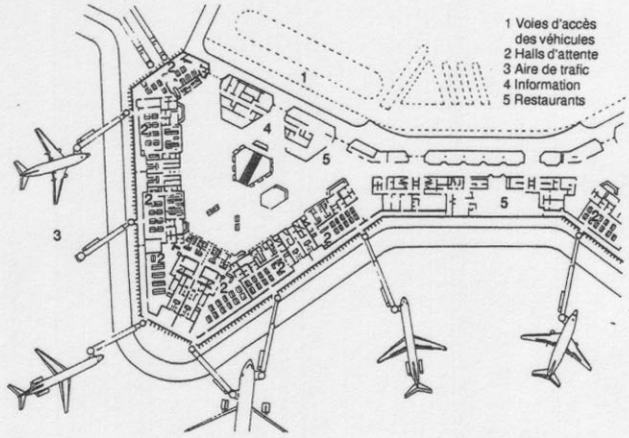
Nose-in biais (p.393, fig. 2) et Nose-out biais (p.393, fig. 3).
Avantage : Pas d'intervention nécessaire de l'engin de traction.
Inconvénient : Prend beaucoup de place; les nuisances dues aux gaz d'échappement et au bruit lors du roulement de sortie vont directement en direction du terminal, rendant nécessaires des mesures de protection par interposition d'écrans.

Disposition en parallèle

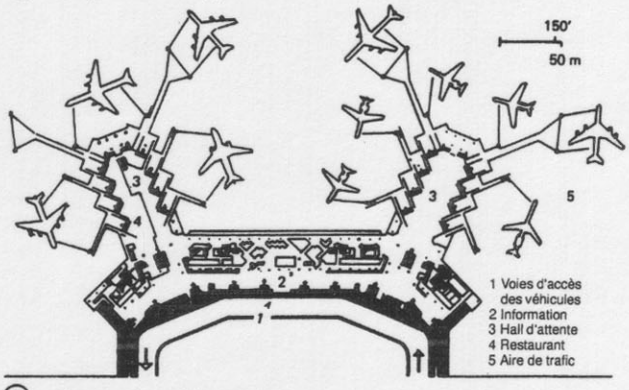
Avantage : Manœuvres extrêmement simples pour le roulement d'entrée et de sortie, pas de nécessité d'engin de traction.
Inconvénient : Prend un maximum de place; ralentissement du fonctionnement sur les positions voisines pendant le roulement.

Aires de trafic et de rangement des appareils

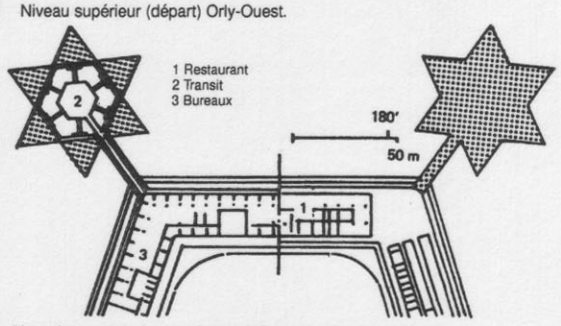
La situation et le dimensionnement des voies de service sont d'une grande importance pour un fonctionnement efficace et sûr de l'aéroport. Les voies de roulement des aires de trafic permettent un lien direct et sûr entre l'aire de trafic et les autres zones d'exploitation avec un minimum de croisements des avions roulants ou autres services de l'exploitation. Ces voies peuvent être tracées devant ou derrière les avions disposés en Nose-In; ou à côté des limites des ailes lors d'une disposition en parallèle (p.393, fig. 4).
Si elles passent sous des passerelles de passagers, cela implique un passage libre suffisamment haut (en règle générale 4,50 m) pour tous les véhicules du service (p.393, fig. 3 à 7). Suite à la large mécanisation et mise en conteneurs systématique lors du stationnement de l'avion, il faut prévoir des aires suffisantes pour les véhicules d'enregistrement, les machines et l'emballage.
Les bâtiments pour passagers servent généralement de transition entre les transports au sol (transports en commun, taxis, voitures personnelles) et l'avion. La planification de ces différents domaines de fonction doit être fondée sur un transport des passagers et de leurs bagages approprié, confortable et rapide, avec des coûts de fonctionnement peu élevés. Des adaptations à une augmentation du trafic doivent être possibles sans transformations coûteuses.
La longueur du cheminement des passagers doit être réduite autant que possible : les distances entre les principaux domaines (par ex. entre les parkings et le dépôt des bagages ou la restitution des bagages) ne devraient pas dépasser 300 m.



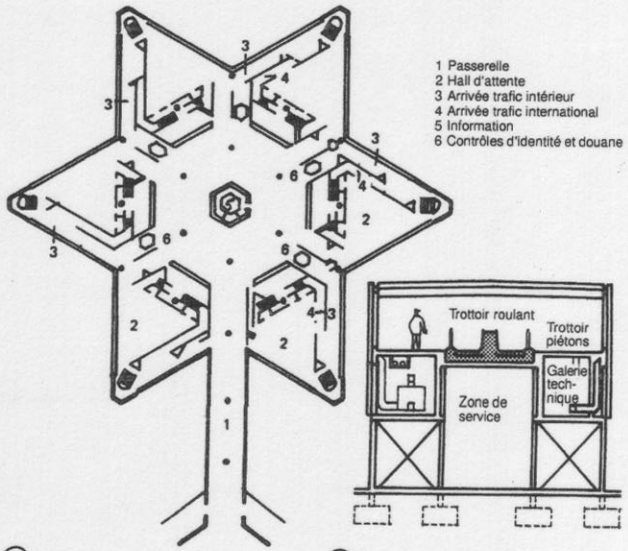
① Aéroport de Hanovre (système décentralisé). Plan au niveau de l'envol.



② Niveau supérieur (départ) Orly-Ouest.

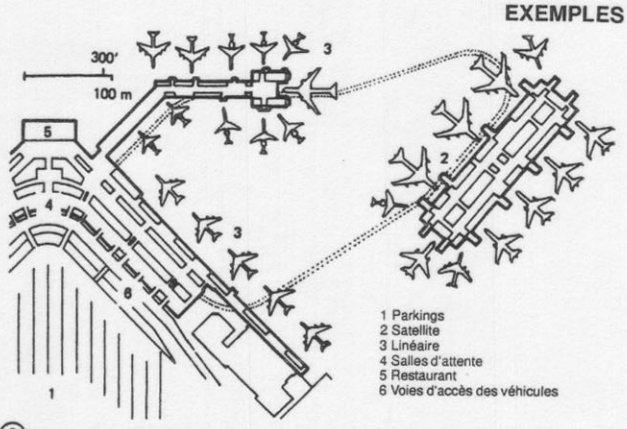


③ 2ème étage de l'aéroport Cologne-Bonn (système satellite).

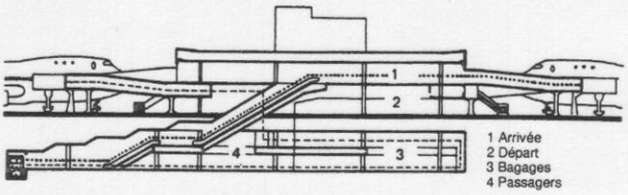


④ Plan du satellite de la figure 3.

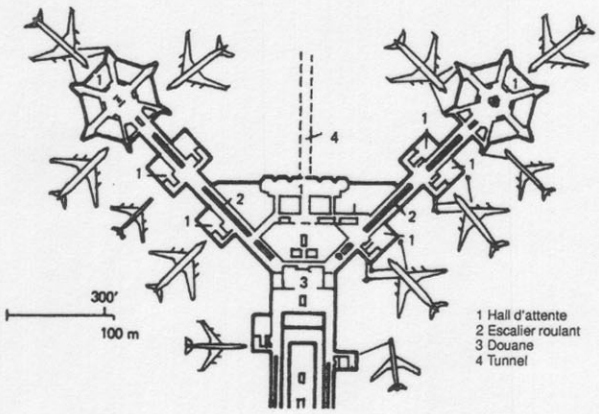
⑤ Couloir de liaison.



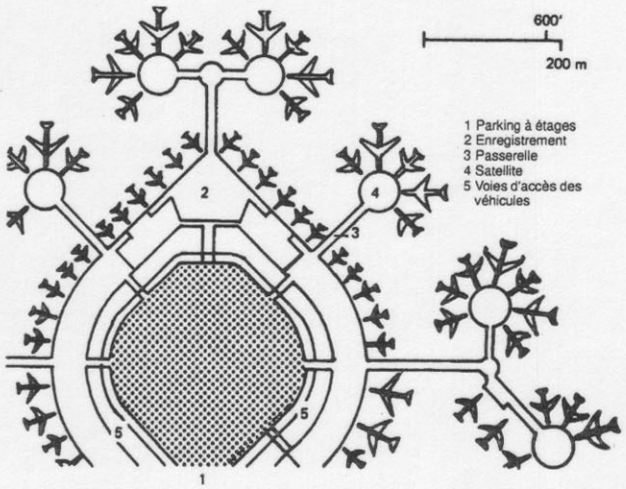
⑥ Aéroport de Seattle-Tacoma (combinaison des systèmes linéaire et satellite).



⑦ Coupe sur un satellite (fig. 6).



⑧ Aéroport de Francfort/Main - Plan du rez-de-chaussée.

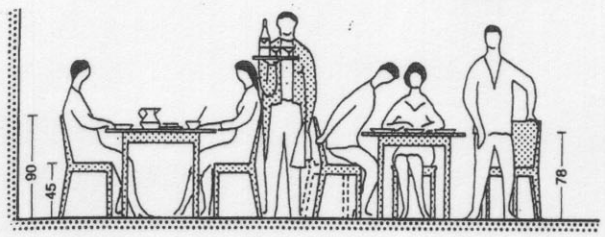


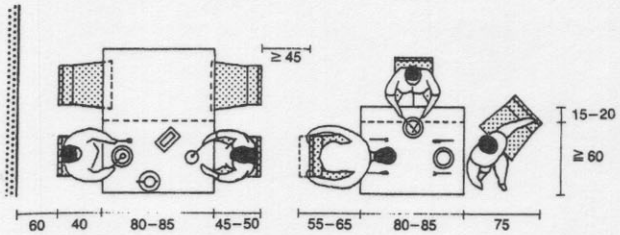
⑨ Aéroport de San Francisco (niveau de l'envol).

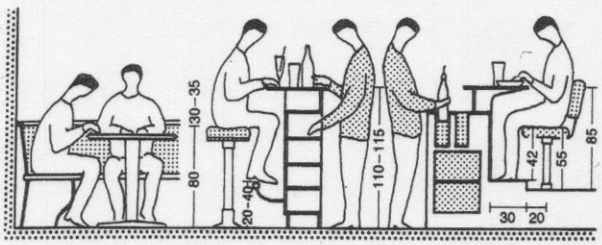
(voir aussi p. 216 et 217)

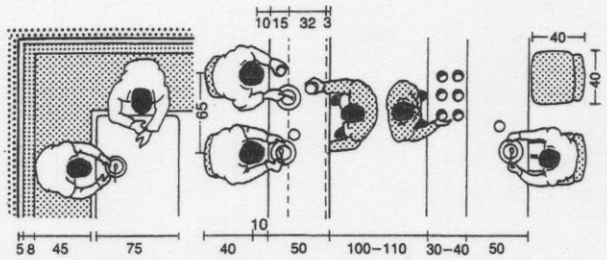
Pour pouvoir manger confortablement, une personne a besoin d'une surface de table d'environ 60 cm de largeur et 40 cm de profondeur (fig. 2 à 4) ce qui donne assez de distance avec le voisin de table. Au milieu de la table, une bande de 20 cm de largeur est nécessaire pour saladiers, plats et terrines, une largeur de 80-85 cm est idéale. Les tables rondes, octo- et hexagonales avec un diamètre de 90-120 cm conviennent bien pour 4 personnes et peuvent aussi accueillir un ou deux hôtes de plus.

Distance entre table et mur ³ 75 cm (fig. 1) car la chaise occupe déjà 50 cm. Si l'espace entre table et mur sert aussi de passage, cette distance doit être ³ 100 cm. Les tables rondes nécessitent un peu plus de surface au sol, différence jusqu'à 50 cm.

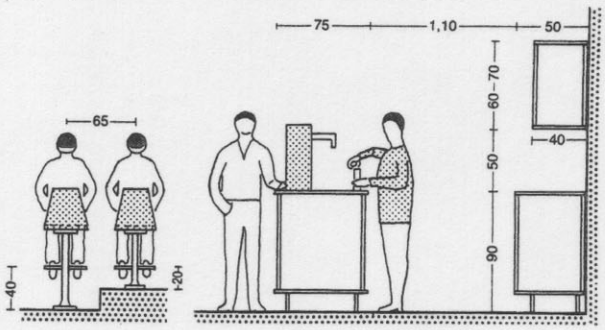








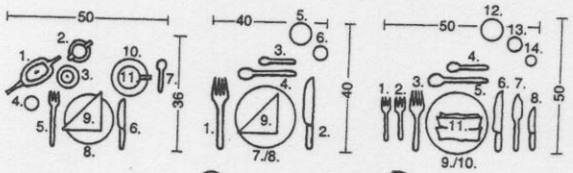
① Place nécessaire pour service et clients.



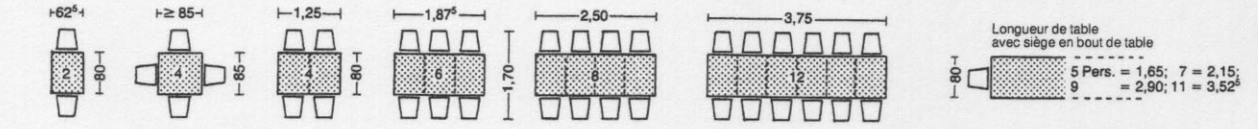
② **Couvert pour petit déjeuner** 1 : Théière ou cafetière, 2 : pot à lait, 3 : dose de confiture ou de beurre, 4 : dose de sucre, 5 : fourchette à dessert, 6 : couteau à dessert, 7 : cuillère à café ou à thé, 8 : assiette à dessert, 9 : serviette, 10 : sous-tasse, 11 : tasse à café

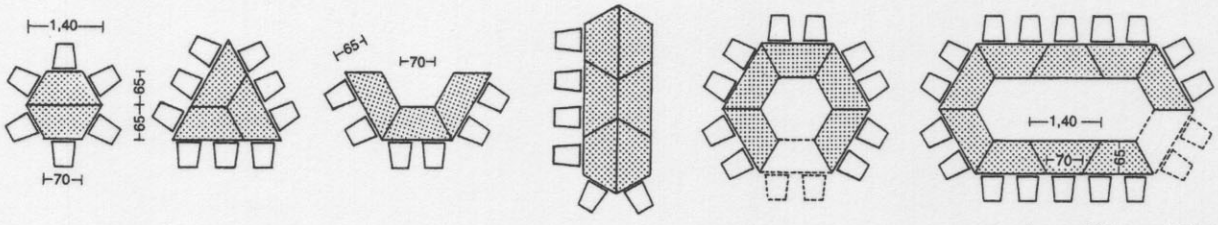
③ **Couvert normal** 1 : fourchette, 2 : couteau, 3 : cuillère à soupe ou à dessert , 4 : grande cuillère, 5 : verre à eau, 6 : verre à vin, 7 : assiette à soupe, 8 : assiette, 9 : serviette

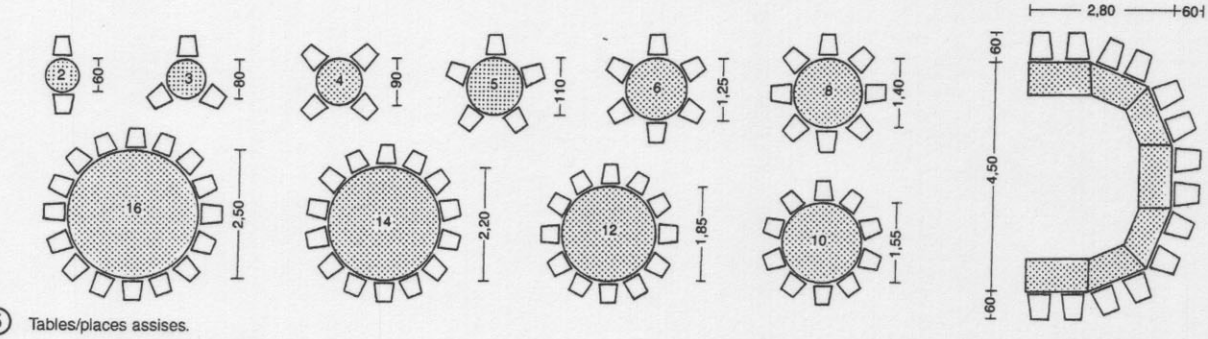
④ **Couvert de réception** 1 : fourchette à dessert, 2 : fourchette à poisson, 3 : fourchette, 4 : cuillère à soupe ou à dessert, 5 : grande cuillère, 6 : couteau, 7 : couteau à poisson, 8 : couteau à dessert, 9 : assiette à soupe, 10 : assiette, 11 : serviette, 12 : verre à eau, 13 : verre à vin rouge ou blanc, 14 : verre à liqueur ou à vin de dessert



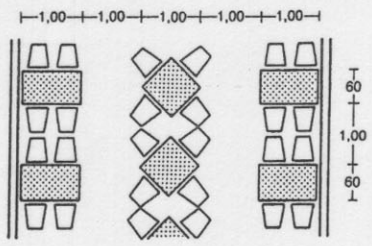
② Petit déjeuner. ③ Repas. ④ Réception.



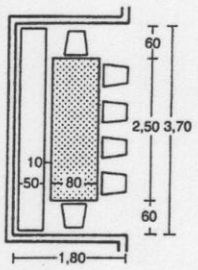




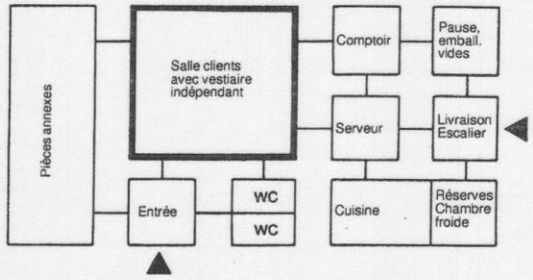
⑤ Tables/places assises.



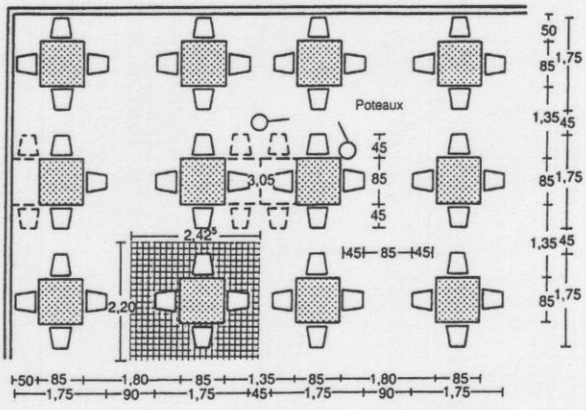
① Répartition la plus serrée.



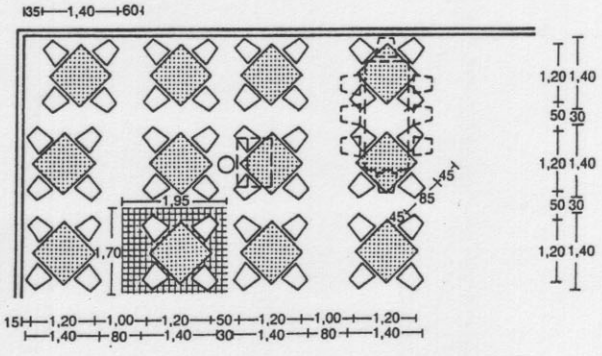
② Dans des niches.



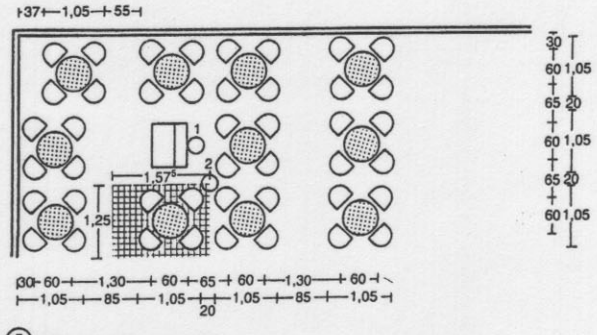
⑦ Schéma de fonctionnement d'un petit restaurant.



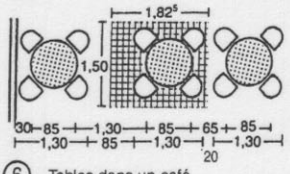
③ Répartition parallèle des tables.



④ Répartition en diagonale des tables.



⑤ Répartition la plus serrée.



⑥ Tables dans un café.

Avant la réalisation de tout restaurant, une planification minutieuse de l'organisation doit être effectuée avec le restaurateur. C'est à ce moment que seront fixées : la carte, quelles qualité et quantité seront servies. Le système de service sera choisi : à la carte avec menus du jour renouvelés, couverts simples ou de standing, self-service ou système mixte. Important pour la réalisation : futur public et mélange des clients. Faire appel à des professionnels : conception de la cuisine, de l'installation frigorifique, de l'électricité, du chauffage, de la ventilation des sanitaires.

C'est de la situation géographique que dépend le type de restaurant approprié.

La pièce principale d'un restaurant est la salle. Aménagement selon le fonctionnement. La disposition d'un certain nombre de tables ou chaises ne doit pas être rigide, de sorte à pouvoir improviser un regroupement des tables en fonction des besoins. Pour les clients pressés un bar où l'on sert des repas sera installé avec des sièges fixes. Séparer les grandes salles en zones. Cuisine, pièces annexes, toilettes, sanitaires sont groupés autour de la salle, même en sous-sol (fig. 8).

Les poteaux dans la salle se situent au milieu d'un groupe de tables ou aux coins des tables (fig. 3). Hauteurs libres des salles pour une surface ≤ 50 m² = 2,50 m, plus de 50 m² = 2,75 m, plus de 100 m² ≥ 3,00 m, sur ou sous les estrades ≥ 2,50 m.
Toilettes dans bistrots et restaurants : dans les brasseries, on se base sur 75 % hommes, 25 % femmes; dans les dancings 50 % hommes, 50 % femmes (fig. 10).

Surface locaux clientèle	Largeur utile
≤ 100 m²	≥ 1,10 m
≤ 250 m²	≥ 1,30 m
≤ 500 m²	≥ 1,65 m
≤ 1 000 m²	≥ 1,80 m
plus de 1 000 m²	≥ 2,10 m

⑧ Largeur utile des escaliers.

Places clients	Cuvettes WC H.	D.	Urinoirs Unités
≤ 50	1	1	2
≤ 50-200	2	2	3
≤ 200-400	3	4	6
≤ 400	Suivant cas d'espèce		

⑨ Toilettes

Dégagements de secours selon réglementation. Prévoir 1,40 m de large pour 150 personnes. Largeur minimale de passage dans les restaurants 0,80 m, portes 0,90 m. Voies de secours 1,00 m (fig. 9). Escaliers vers les toilettes, la buanderie ou le débarras : largeur utile ≥ 1,10 m. Hauteur de passage ≥ 2,10 m mesurée verticalement. Surface des fenêtres ≥ 1/10° de la surface des pièces d'un restaurant.

Type	Utilisation sièges par repas	Surface nécessaire cuisine m²/couv.	Surface nécessaire salle m²/place assise
Restaurant gd standing	1	0,7	1,8–2,0
Restaurant à rotation rapide, plusieurs services	2–3	0,5–0,6	1,4–1,6
Restaurant normal	1,5	0,4–0,5	1,6–1,8
Auberges Pensions	1	0,3–0,4	1,6–1,8
Suppl. 80 % env. pour entrepôts, locaux personnel, etc. Couvert = place assise x rotation			

⑩ Surface nécessaire.

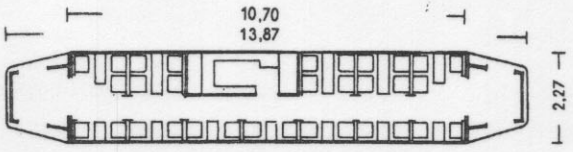
Ameublement	Places assises	Service m²/place	Self-service m²/place
Table carrée	4	1,25	1,25
Table rectang.	4	1,10	1,20
Table rectang.	6	1,05	1,10
Table rectang.	8	1,05	1,05

⑪ Place nécessaire globale pour locaux clientèle : 1,4 m² - 1,6 m²/place.

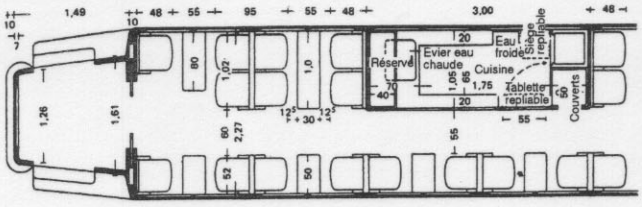
Passages principaux	au moins 2,00 m large
Passages intermédiaires	au moins 0,90 m large
Passages annexes	au moins 1,20 m large

⑫ Largeur des passages.

Cafés restaurants



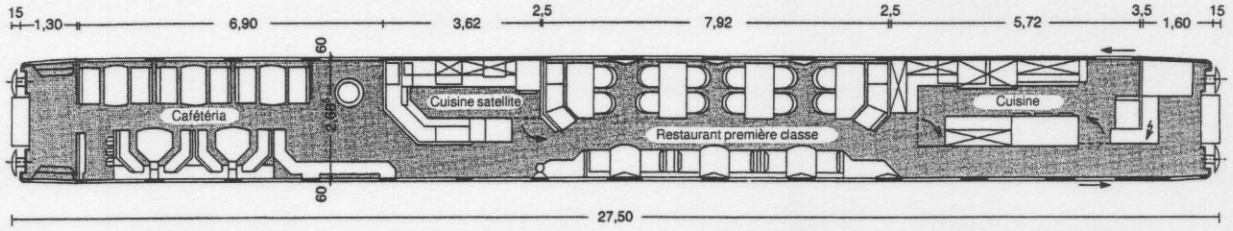
① Wagon-restaurant de tramway de la société ferroviaire Rhénane. Éch. 1/200.



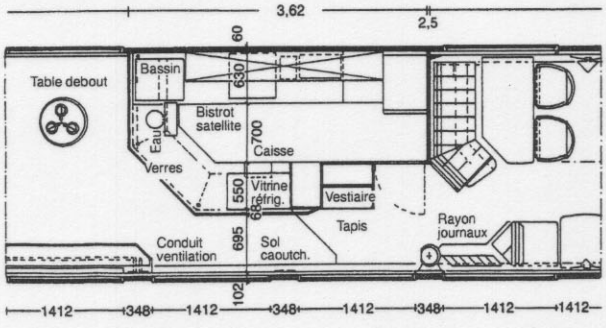
② Détails de la figure 1. Éch. 1/50 (les tables sont pour moitié moins larges que celles du wagon-restaurant de la D.S.G. Il manque un local spécifique de préparation. La cuisine se situe presque au milieu du wagon, où il y a moins de secousses).

La place de restauration nécessaire dans les omnibus est restreinte (fig. 1 et 2) par rapport aux besoins des wagons-restaurants. Le dimensionnement des wagons a été développé de façon systématique après des décennies d'expérience et différents travaux, jusqu'à leur état actuel de perfection. La cuisine est un exemple parfait d'utilisation des pièces les plus étroites, même en ce qui concerne la largeur des portes et des passe-plats. Les réfrigérateurs sont particulièrement grands (fig. 8).

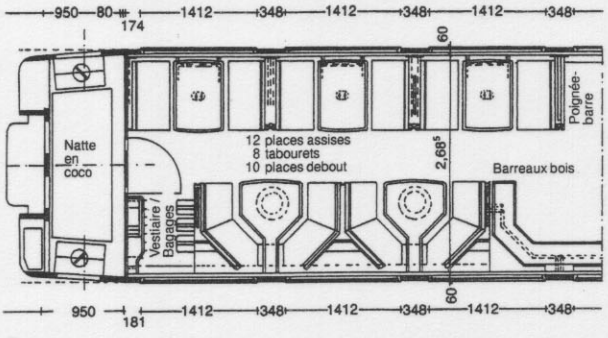
Le lavage de tous les couverts doit être possible dans la cuisine entre deux repas (déjeuner et petit déjeuner). Le service du wagon-restaurant est simplifié par le fait que le nombre maximal des clients est réduit au nombre de places disponibles.



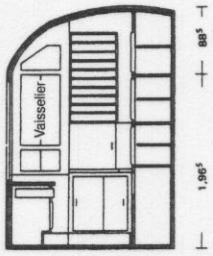
③ Plan d'un wagon-restaurant Quick-Pick de la DB (chemins de fer allemands).



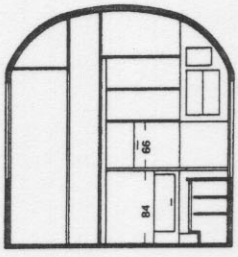
④ Plan détaillé d'une cuisine satellite (fig. 3).



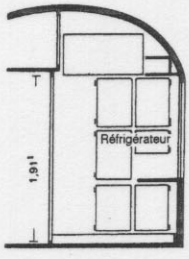
⑤ Plan détaillé de la cafétéria (fig. 3).



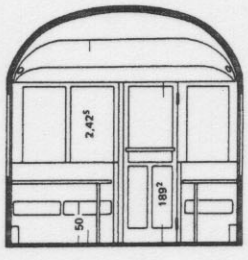
⑥ Coupe sur local préparation.



⑦ Dans la cuisine.

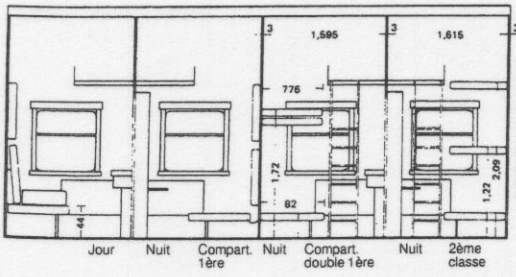


⑧ Zone des réfrigérateurs.



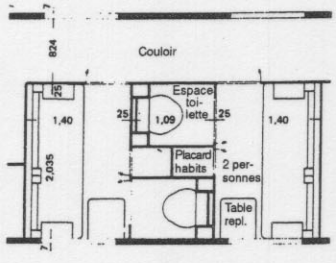
⑨ Dans le wagon-restaurant.

WAGONS-LITS

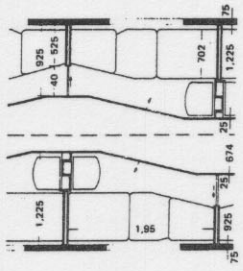


≥ Dimensions des wagons-lits. Utilisables seulement avec aération permanente. Exemplaire pour les cabines dans chalets et similaires(fig. 10).

⑩ Coupe longitudinale.



⑪ Compartiment double.

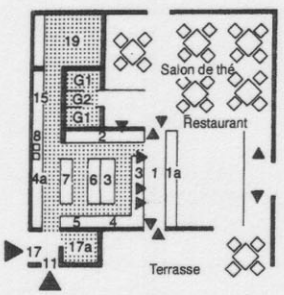


⑫ Compartiment spécial «Comète» avec couchage dans l'axe du wagon.



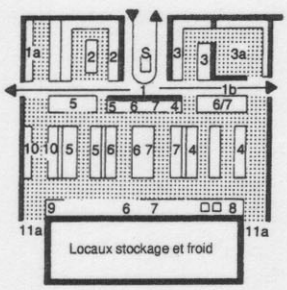
1 Envoi plats et boissons
2 Lave-vaisselle
2a Retour vaisselle
3 Buffet boissons avec mixeur, toasteur, garde-manger, etc.
4 Four et petits articles de pâtisserie
5 Garde-manger
6 Saucier/rôtisseur
6/7 Fourneau 7 Entremétier
7a Marmite et cuiseur grand rendement
6/7b Armoire chaude et envoi chaud avec lampes chauffantes
8 Lave-plats et ustensiles
11 Stock, emballages vides, bureau, au lieu de chambres froides, réfrigérateurs et congélateurs (gastro-normes).
19 Toilettes du personnel
G1 Comptoir pour boissons et nourriture
G3 Toilettes clients

① Snack-bar.



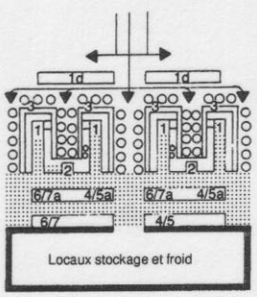
1 Passage service
1a Service et caisse
2 Lave-vaisselle
3 Boissons et mixer, toasteur, garde-manger, bacs à glace et glaçons, etc.
4 Pâtisserie 4a Four à pâtisseries
5 Préparation des sandwiches
6 Appareils de décongélation et de réchauffage
7 Marmite à soupe
8 Lave-plats et ustensiles
11 Stock de jour, emballages (marchandise empilée dans la cave)
15 Buanderie
17 Livraison marchandises 17a Bar
19 Toilettes personnel, vestiaire pour personnel de service (vestiaire et bains pour personnel de cuisine au sous-sol)
G1 Toilettes
G2 Cabine téléphonique

② Café - Restaurant.



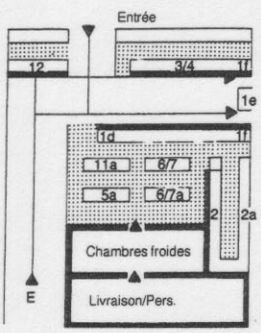
1 Passage service
1a Envoi des plats et boissons vers la terrasse
2 Zone lavage vaisselle
3 Envoi des boissons
3a Chambre froide boissons (cave de jour)
4 Pâtisserie
5 Plats froids
6 Plats chauds, saucier/rôtissoire
6/7 Table chaude
8 Lave- plats et ustensiles
9 Préparation légumes
10 Préparation viandes
11a Accès à livraison, emballages vides, stockage annexe, bureau, vestiaires et toilettes du personnel
S Accessoires service et caisse

③ Cuisine de grands hôtels-restaurants.



1 Passage service pour comptoir de bar en U (doigts)
1d Distributeurs self-service
2 Jonction entre deux doigts avec lave-vaisselle encastré, utilisable des 2 côtés, plus 2 éviers
3 Machine à café, réfrigérateurs, emplacement soupière
4/5 Préparation salades et plats
4/5a Envoi plats - salades, glaces, desserts
6/7 Corbeille à pain, marmite et autres appareils de cuisson
6/7a Envoi plats chauds, bain-marie, friteuse, grills

④ Restaurant avec bar en U et distributeurs.



1d Buffet self-service avec unité grillades et fritures
1e Sauces pour salade, condiments épices, couverts
1f Caisse
2 Lave-vaisselle
2a Retour vaisselle
3/4 Unité sandwiches, gâteaux, glaces, café, boissons, service possible au café sur rue
5a Préparation froid
6/7 Appareils de décongélation et réchauffage utilisables des 2 côtés
6/7a Préparation chaud
11a Réfrigérateurs utilisables des 2 côtés
12 Vente en kiosque de l'intérieur et sur la rue
E Entrée

⑤ Restaurant self-service

Snack-bar (fig. 1) Bar en angle, café, restaurant. Capacité d'accueil 55-60 couverts (5-6 rotations de clientèle le midi, 2 rotations le soir). Entre les deux repas, activité de café, gâteaux et snack. Cuisine : on travaille essentiellement avec des articles préparés à l'avance ou surgelés. Stock peu important si livraisons quotidiennes.

Café-restaurant (fig. 2) avec salon de thé : zone commerciale urbaine de grand trafic.

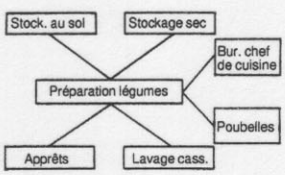
Café : Boissons alcoolisées ou non, bière de qualité en bouteille et à la pression, liqueurs, pâtisseries et petite restauration.

Salon de thé : Boissons non alcoolisées, pâtisseries, sandwichs. Capacité d'accueil : env. 150 couverts, ouverture non-stop de 6h30 à 24h. Cuisine : essentiellement plats préparés, peu de stock.

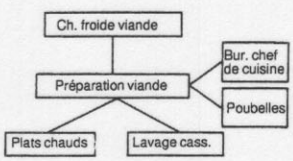
Cuisines pour restaurant de grand hôtel (fig. 3) aussi pour grands restaurants avec salles annexes, livraisons à l'extérieur ou production pour entreprises extérieures. Capacité d'accueil : 800-1000 pers. Circulation du service : centrale avec locaux service particulier en terrasse, jardin ou piste de bowling et accès direct aux locaux annexes. Cuisine : installation en cellules avec les gros appareils en arrière-plan.

Restaurant avec bar en U et distributeurs automatiques (fig. 4) Pour servir rapidement les employés à midi dans les restaurants de passage, les cantines, les grands magasins et les restaurants d'autoroute. Capacité d'accueil : 500 pers./h. Cuisine : uniquement finition de plats préparés, sauf salades et glaces.

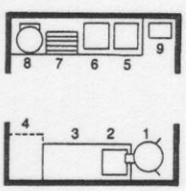
Restaurant self-service (fig. 5) Adapté aux grands magasins ou entreprises. Cuisine : pas de production interne. Livraison de l'extérieur et réfrigération.



Répartition sectorielle

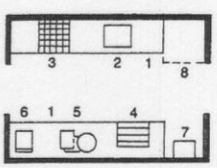


Répartition sectorielle



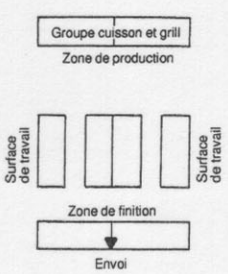
1 Rinceuse
2 Bac de récupération
3 Table d'épluchage
4 Emplacement libre
5 Rinçage
6 Plan de travail/ rangement bas
7 Planche à découper (80 x 40)
8 Machine universelle
9 Lavabo

⑥ Préparation des légumes.

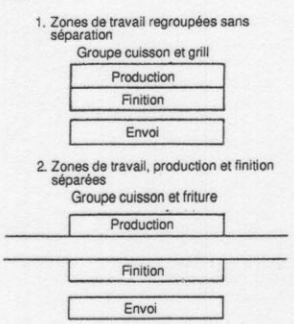


1 Table de travail
2 Coupe tout
3 Congélateur
4 Balance de table
5 Planche à découper (80 x 40)
6 Robot hacheur pétrisseur
7 Emplacement libre
8 Lavabo

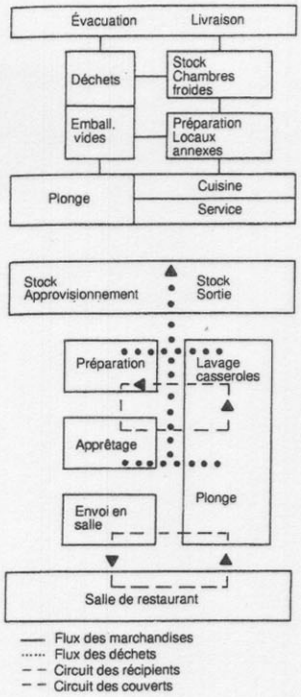
⑦ Préparation de la viande.



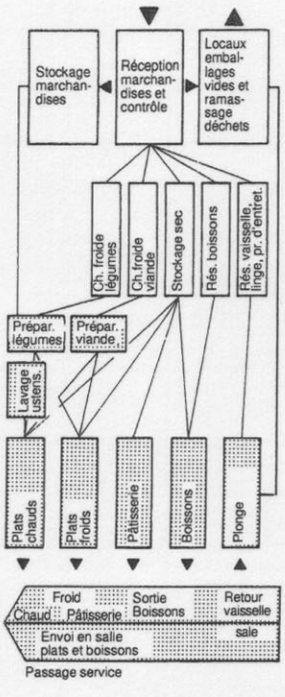
⑧ Système de cuisine d'hôtel à la française, groupes de cuisson et grill disposés perpendiculairement au service, séparation en zones de production et finition.



⑨ Système de cuisine d'hôtel à l'américaine, groupes de cuisson et grill disposés parallèlement au service.



① Cuisine de restaurant : fonction.



② Cuisine de restaurant : organisation.

Snack-bars, petits cafés ou restaurants de spécialités de 40-60 couverts sont du ressort des petites entreprises; les petites à moyennes (70-100 couverts) nécessitent des installations de cuisine soigneusement délimitées et complétement équipées. Les grands restaurants (restoroutes, *fast-food*, grands hôtels) atteignent des nombres de couverts bien plus élevés, souvent avec restobar intégré ou zones de libre-service.

Importance de l'établissement Couverts (places assises)	petit jusqu'à 100	moyen jusqu'à 250	grand plus de 250
Réception marchandises	0,06–0,08	0,05–0,07	0,04–0,06
Emballages vides	0,05–0,07	0,05–0,07	0,04–0,06
Déchets/ordures	0,04–0,06	0,04–0,06	0,03–0,05
Bureau responsable stock	–	–	0,02–0,03
Livraison / gestion des déchets	0,15–0,21	0,14–0,20	0,13–0,20
Chambre de précongélation	armoires/	0,03–0,04	0,02–0,04
Chambre froide viande	cellules	0,05–0,06	0,03–0,05
Chambre froide produits laitiers	rangements	0,03–0,04	0,02–0,03
Chambre froide légumes/fruits		–	0,03–0,05
Chambre de congélation	armoires/	0,04–0,05	0,03–0,04
Autres chambres réfrigérées	cellules		
Pâtisserie / plats froids	rangements	0,03–0,04	0,02–0,03
Stockage produits réfrigérés	0,04–0,08	0,18–0,23	0,15–0,24
Stock produits secs	0,13–0,15	0,12–0,14	0,10–0,12
Stock légumes	0,08–0,10	0,06–0,08	0,04–0,06
Réserves du jour	0,04–0,06	0,03–0,04	0,02–0,03
Stockage produits non réfrigérés	0,25–0,31	0,21–0,26	0,16–0,21
Préparation légumes	0,08–0,10	0,05–0,08	0,04–0,06
Préparation viande	0,06–0,09	0,04–0,07	0,03–0,05
Plats chauds	0,26–0,33	0,19–0,24	0,15–0,21
Plats froids	0,13–0,15	0,09–0,12	0,07–0,11
Pâtisserie	–	0,07–0,10	0,06–0,09
Lavage récipients	0,05–0,08	0,04–0,06	0,03–0,05
Bureau chef de cuisine	0,03–0,05	0,02–0,03	0,02–0,03
Installations cuisine	0,60–0,80	0,50–0,70	0,40–0,60
Plonge	0,10–0,12	0,09–0,11	0,08–0,10
Envoi des plats / service	0,06–0,08	0,08–0,10	0,10–0,15
Locaux personnel et sanitaires	0,40–0,50	0,30–0,40	0,28–0,30
= pour l'ensemble	1,60–2,10	1,50–2,00	1,30–1,80

③ Secteurs de la cuisine. Place nécessaire (en mètres carrés par place assise).

La tendance à passer d'une restauration conventionnelle à une gastronomie très différenciée détermine non seulement la conception et l'étude des salles de restauration, mais aussi celles des cuisines. Les petites et moyennes cuisines de restaurant, dont il est question ci-après, jouent ici un rôle particulier.

Système gastronorme
Les mesures des éléments suivants sont harmonisées sur la base d'un module de 530 x 325 mm : récipients, tables, étagères, appareils, vaisselle et éléments intégrés.

Fonction et organisation des cuisines de restaurant (fig. 1 et 2) :
La cuisine de restaurant, pour sa capacité d'accueil, dépend en premier lieu du nombre de places du restaurant, de ses prétentions (genre, quantité et niveau de qualité de l'offre de la carte), de la part des produits crus frais préparés, ainsi que la fréquence du changement d'hôtes toute la journée ou pour le repas (fréquence des consommateurs).

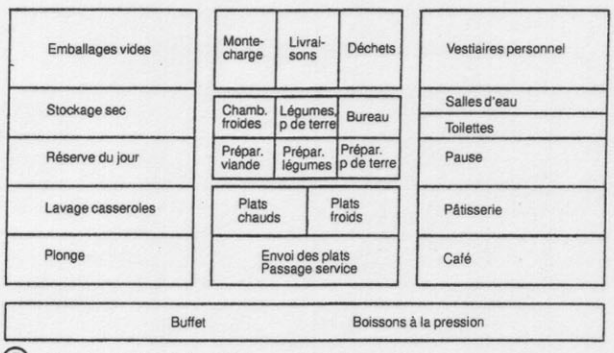
On compte dans la restauration rapide trois changements de clients par heure, dans les restaurants conventionnels, deux.
Dans les restaurants de spécialité ou pour dîner, durée du séjour du client en moyenne 1,3-2 heures.

Pourcentages de place nécessaire (fig. 4).
Les installations de cuisson sont différenciées en petites, moyennes et grandes installations. Place nécessaire à chaque unité d'exploitation dans les différents domaines (fig. 3).

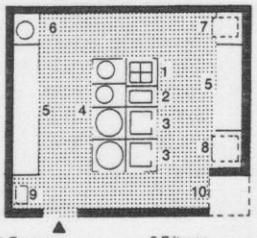
Les largeurs de passage dans les zones de stockage, de préparation et de production sont mesurées différemment selon qu'il s'agit de circulations bien délimitées ou de passages intégrés à des surfaces de service. Passages de service 0,90 à 1,20 m, passages (temporairement) intégrés 1,50 à 1,80 m, passages intensifs (transport et circulation dans les deux sens) 2,10 à 3,30 m, doivent être largement conçus. Dans les cuisines de restaurants assez petits à moyens, des passages de 1,00 à 1,50 suffiront.

Domaine	Part en %
Livraison des marchandises y compris contrôle et stockage des déchets	10
Stockage chambres froides, congélation, stockage sec	20
Réserve du jour	
Légumes et salades	2
Plats froids	8
Pâtisseries	8
Préparation de la viande	2
Cuisson	8
Plonge	10
Surface de passage	17
Locaux du personnel et bureau	15
en tout	100

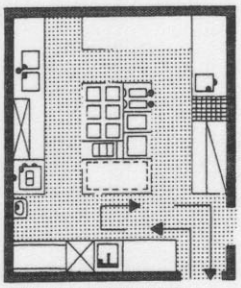
④ Bases de dimensionnement et place nécessaire.



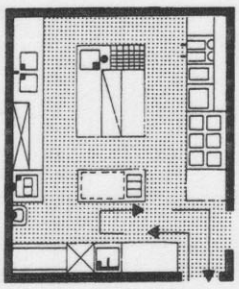
⑤ Domaine de la cuisine. Relations sectorielles.



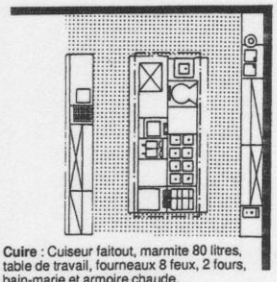
① Organisation de base de la cuisine chaude (fig. 2 et 3).



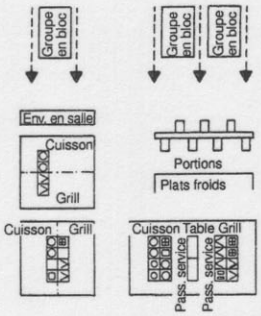
② Cuisine pour restaurant de 60 à 100 places.



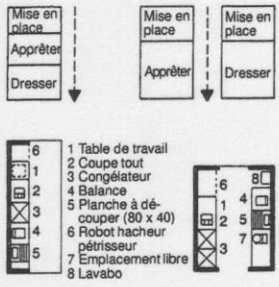
③ Cuisine pour restaurant de 60 à 100 places.



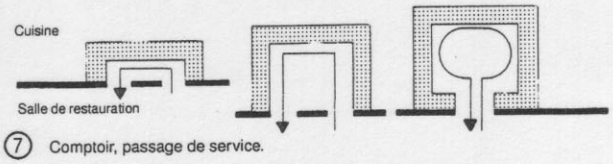
④ Cuisine pour restaurant de 150 à 200 couverts.



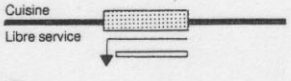
⑤ Fonctions et organisation de la cuisine chaude.



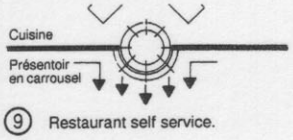
⑥ Organisation de la cuisine froide.



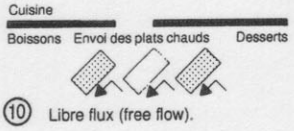
⑦ Comptoir, passage de service.



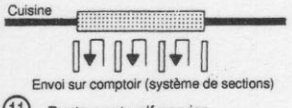
⑧ Restaurant self service.



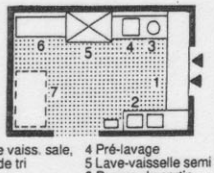
⑨ Restaurant self service.



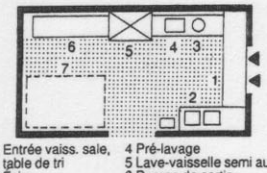
⑩ Libre flux (free flow).



⑪ Restaurant self service.



⑫ Plonge - Solution de principe.



⑬ Plonge - Solution de principe.

Cuisine chaude : Elle comprend selon ses fonctions principales (cuire, griller) une zone de finition avec les appareils suivants : fourneaux (deux à huit feux), hotte d'extraction, marmites, ensembles de cuisson rapide, cuisson automatique, cocotte-minute, autoclave, autoclave automatique, four à convection, bain-marie, four à cuire et rôtir, plaques à rôtir et griller, rôtissoires pivotantes, four à étages, friteuse, salamandre, appareil de ventilation (pour produits réfrigérés), four à micro-ondes, fours mixtes pour rôtir et cuire, ainsi que grands appareils automatiques dans les très grandes cuisines. Répartition des principaux appareils sous forme de bloc pour des cuisines distribuant plus de 100-200 repas ou s'il y a plus de 30 m². Dans les installations encore plus grandes, de plus de 50 m², l'ensemble de finition peut être réalisé sous la forme d'un double bloc. Surfaces de rangement et de travail placées de façon appropriée entre les appareils et en extrémité de bloc (fig. 1 à 5).

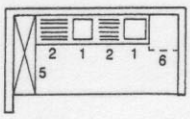
Cuisine froide : Disposition appropriée parallèle à la cuisine chaude en direction (commune) de l'envoi des plats et de la zone où se trouve le pain. Équipement courant : réfrigérateur du jour et / ou table froide, diverses machines à couper (pain, charcuterie, viande, fromage), robot, balance, planches de travail, saladette avec élément bas réfrigéré, toasteur ou salamandre, four micro-ondes, surface de travail et de rangement suffisantes (fig. 6).

Envoi des plats : Pour les cuisines de restaurants avec envoi, guichet ou comptoir situé de façon la plus appropriée entre préparation et salle de restauration. Surface de rangement suffisante, armoire chaude avec plaque de table chauffante (chauffe-plats) ainsi que zone fraîche pour les plats froids. Étagères pour la vaisselle ou éléments supérieurs, rangement pour couverts. Dans les grands établissements, distributeurs de corbeilles et d'assiettes.

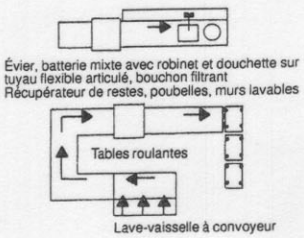
Retour de la vaisselle : La différence entre le lave-vaisselle (plonge) et le lave-casseroles est essentielle. La vaisselle est rapportée par le service selon le même trajet que celui de l'envoi des plats (fig. 12 à 15). Le lave-casseroles dans les petites cuisines, à côté d'éléments isolés, d'un ou deux éviers avec égouttoir, de surfaces de rangement et d'étagères, comprend des appareils de lavage automatique de diverses capacités, dans la zone de la plonge. Celle-ci peut comprendre un lave-vaisselle sous plan de travail ou un système de lave-vaisselle automatique à convoyeur. Prévoir des plans de travail pour le retour de la vaisselle, le tri, le trempage, et des emplacements libres pour matériel de vaisselle (fig. 12 à 14).

Zone de personnel : Prévoir pour le bureau et les locaux du personnel environ 10 à 15 % de la surface nécessaire à la cuisine. Locaux exigés pour le personnel de cuisine : vestiaires, salles d'eau et toilettes. S'il y a plus de 10 employés, un local de pause et de repos est obligatoire. Ces locaux doivent être proches de la cuisine. Éviter d'avoir à traverser des pièces non chauffées ou des couloirs (risque de courants d'air pour les postes de travail à la chaleur). Pour les vestiaires, à l'abri des regards et dont la surface > 6 m² sera calculée en fonction du nombre d'utilisateurs, assurer un renouvellement d'air de 4 à 6 fois par heure. Prévoir pour chaque employé, un casier aéré et verrouillable. Dans les grands établissements, les armoires vestiaires doivent comporter une séparation entre tenues de ville et de travail. Les sanitaires seront conformes à la réglementation, avec un minimum de 5 à 6 m² par unité (1 WC + 1 lavabo). À partir de 5 employés, prévoir dans la zone des douches et lavabos env. 5,5 m² par unité (1 lavabo + 1 douche).

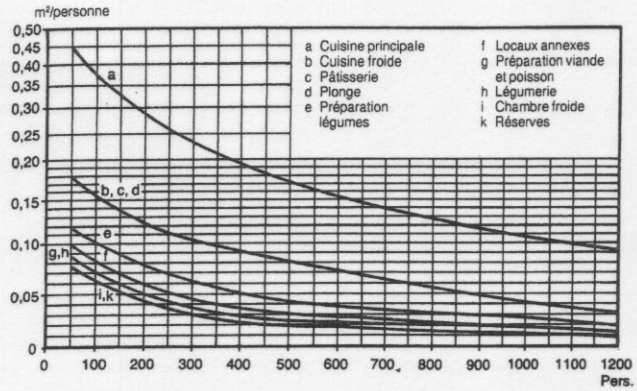
Ventilation : Les grandes cuisines doivent être dotées d'une ventilation mécanique réglementaire sous gaines comportant arrivée d'air frais et évacuation d'air vicié, avec aspiration au-dessus de chaque point de cuisson.



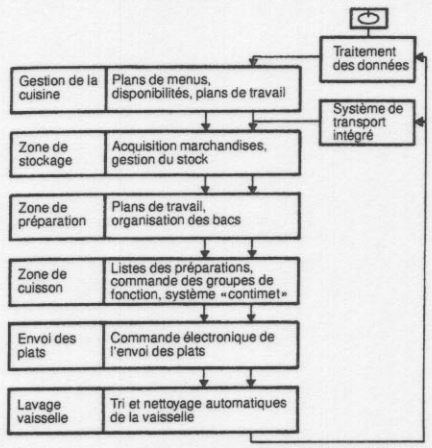
⑭ Lavage casseroles - Solution de principe.



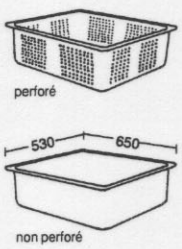
⑮ Fonctions et éléments de la plonge.



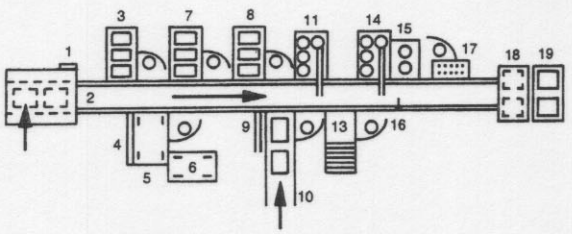
① Place nécessaire pour cuisines et locaux d'exploitation des restaurants. a - k = m² - Besoin de locaux / personne.



② Schéma de fonctionnement d'une cuisine programmée.

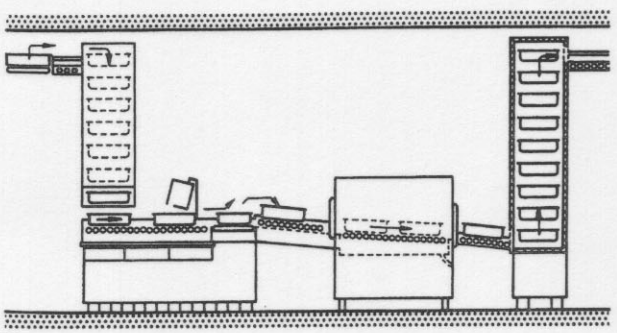


③ Bacs de cuisson et de transport.



1 Distributeur automatique de couverts, empileur de plateaux - Appareil de chargement, chauffe-plats, plateau repas (assiette), lecteur de carte perforée appareil de chargement.
2 Tapis répartiteur de plats
3 Chariot distribution pommes de terre avec identif. électr.
4 Tableau lumineux pour desserts et salades
5 Chariot mécanique pour desserts
6 Chariot mécanique pour salades
7 Chariot distribution légumes avec identif. électr.
8 Chariot de distribution de la viande avec identif. électr.
9 Tableau lumineux pour régimes spéciaux
10 Tapis supplémentaire pour régimes spéciaux
11 Appareil automatique dosage sauces
12 Distributeur couverts
13 Distributeur bols de soupe
14 Appareil automatique dosage soupes
15 Distributeur couvercles
16 Fermeture automatique couvercles bols soupe
17 Point de contrôle pour diététicienne
18 Empileur automatique de plateaux
19 Chariot pour plateaux

④ Établissement de la répartition des plats.



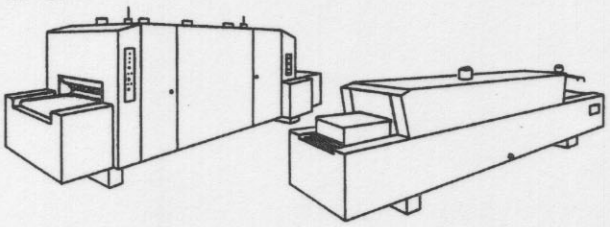
⑤ Transport des bacs.

Le ravitaillement collectif d'un grand nombre de personnes dans les immeubles de bureaux, les hôpitaux, les entreprises nécessite une mécanisation réduisant le travail, un traitement électronique de l'information et des distributeurs, la «cuisine programmée», allant du menu et de l'acquisition des marchandises jusqu'à la distribution des repas et le lavage de la vaisselle (fig. 2) pour ≥ 800-1000 clients et une nourriture variée.

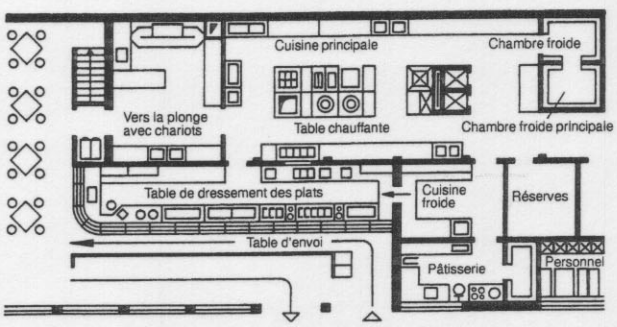
Avantages : les données sur la teneur en calories, la valeur nutritive, les vitamines et substances minérales, etc. sont enregistrées, immédiatement à disposition, réserves et commandes à jour. Les machines de préparation sont en activité perpétuelle, le déroulement du travail est dirigé temporairement. Transport de conteneurs (fig. 5), de bacs uniformes (fig. 3). Chaînes automatiques pour rôtir (fig. 6) et cuire (fig. 7). Procédés modernes de cuisson de pommes de terre, de légumes. Méthode de cuisson rapide avec peu de graisse, poisson cuit au bain-marie, grill et four dans courant d'air chaud. Les chaînes automatiques s'intègrent dans le système continu, de l'alimentation des machines jusqu'à la distribution (fig. 4). Chauffage électrique ou gaz.

Systèmes de distribution pour établissements limités au service des repas ; hôpitaux, maisons de retraite ; restaurants universitaires, mess, restauration (fig. 4, 8 et 9).

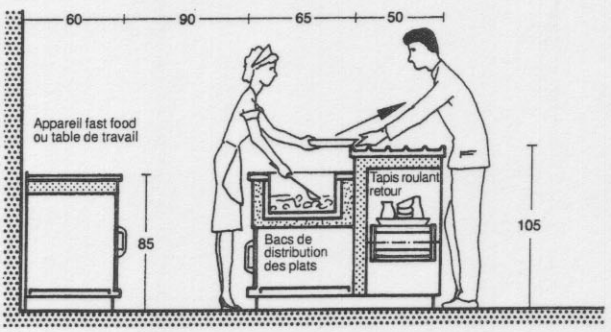
Lavage de la vaisselle entièrement automatisé passage par une installation de tri et desserte, prise automatique des couverts, soucoupes et tasses. Système de nettoyage et séchage en fonction des sortes de vaisselle, vidage automatique des chariots à vaisselle. Retour de la vaisselle sale par tapis roulant jusqu'à la plonge (fig. 9). Table de dressement des plats et distribution des repas chauffées par vapeur ou électricité. Température de la surface de la table 60 °C.



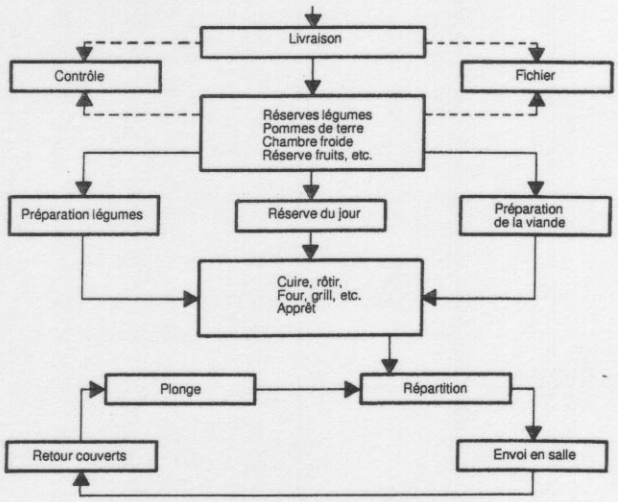
⑥ Chaîne de rôtissage automatique. ⑦ Chaîne de cuisson automatique.



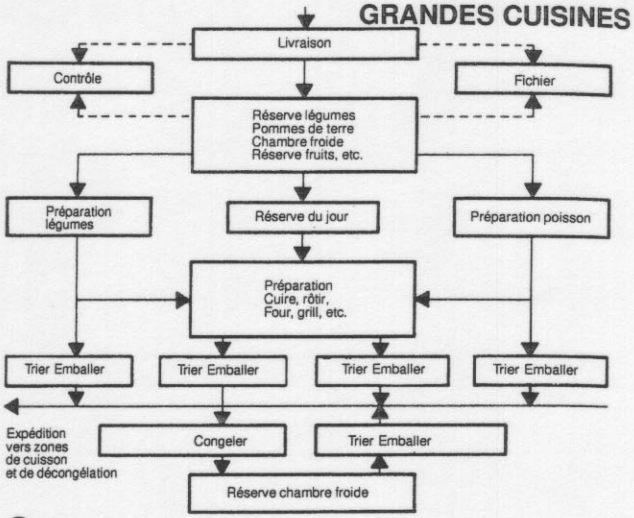
⑧ Cafétéria : Distribution de plats chauds et froids (fig. 9).



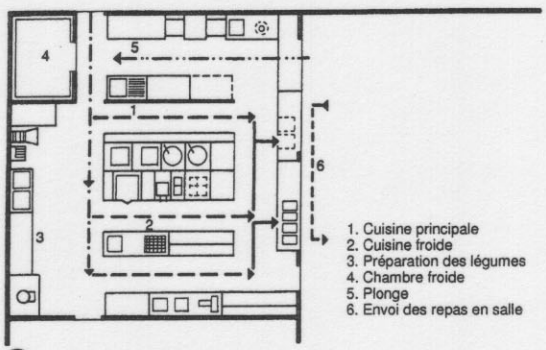
⑨ Distribution des repas dans une cafétéria (fig. 8).



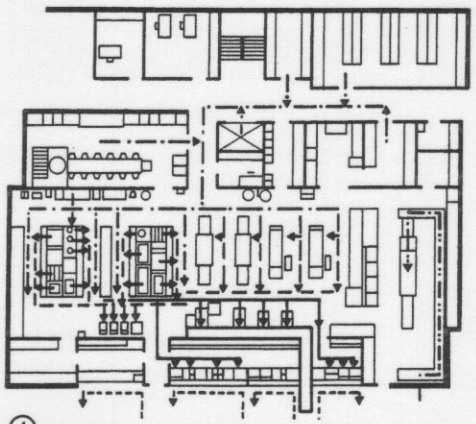
① Cuisine conventionnelle avec envoi direct des repas en salle.



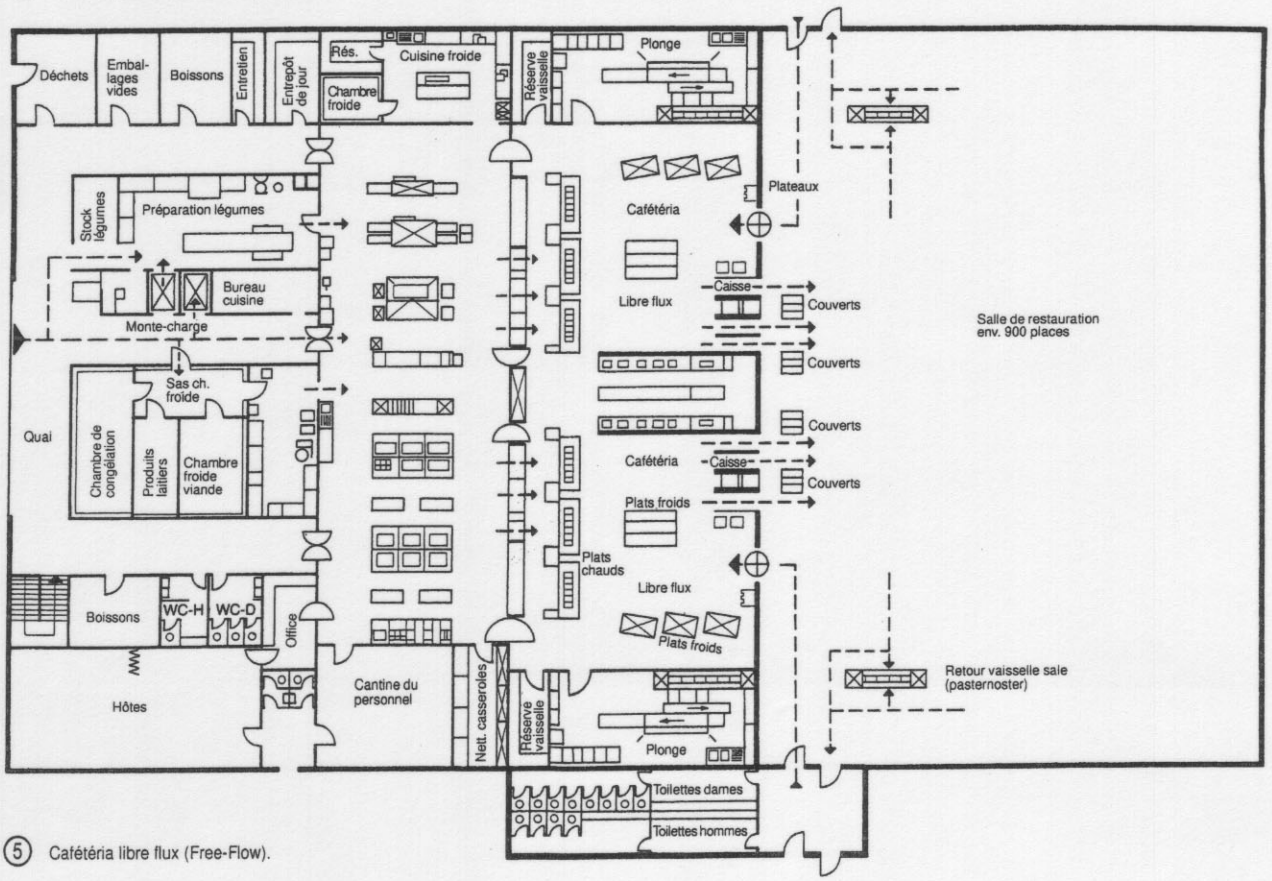
② Cuisine centrale en relation avec des cuisines pour repas cuits ou décongélation.



③ Cuisine pour environ 250 repas.



④ Installation pour cuisines conventionnelles.



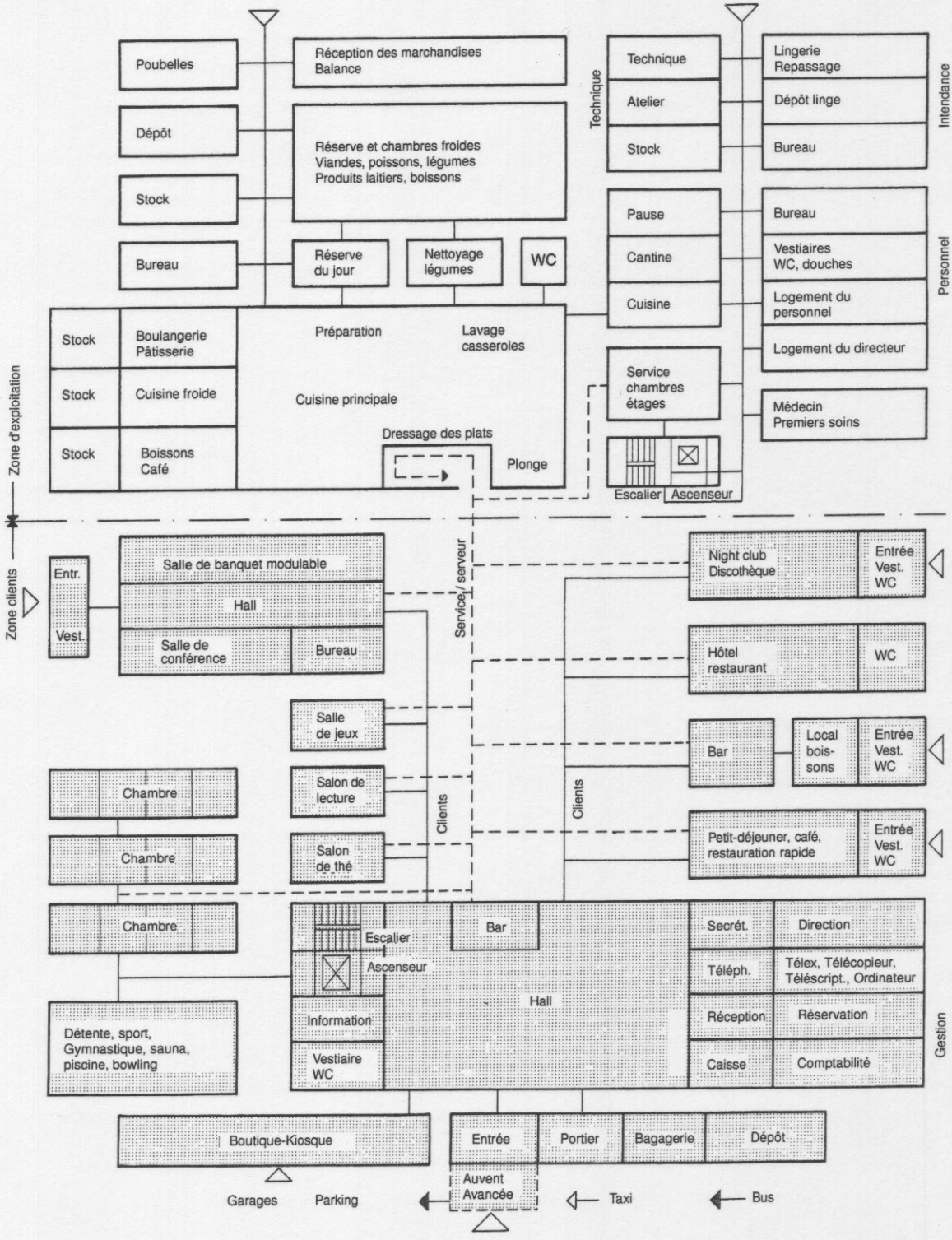
⑤ Cafétéria libre flux (Free-Flow).

Domaines et besoins en surfaces

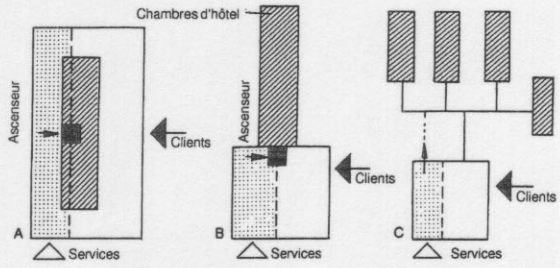
Hébergement avec chambre, cabinet de toilette et couloirs, service à l'étage	50-60 %
Zone publique clientèle, réception, hall, salons	4-7 %
Services, restaurants, bars (clients internes ou externes)	4-8 %
Zone de banquet avec salles de banquets et conférences	4-12 %
Secteur économique, intendance, cuisine, personnel, réserves	9-14 %
Gestion, direction et secrétariat	1-2 %
Technique avec exploitation et entretien	4-7 %
Animation, loisirs, sport, boutique, coiffeur	2-10 %

Zones particulières comme cure, séminaires, activités en plein air.
Les surfaces peuvent varier fortement selon les activités proposées.

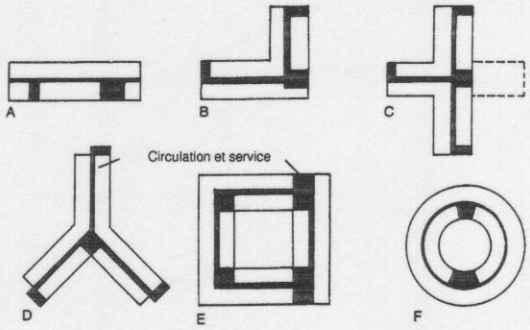
On différencie : hôtels de ville, hôtels de vacances, hôtels clubs, hôtels avec appartements, motels.
Classification internationales selon le confort :
5 catégories : * bon marché
** économique
*** classe moyenne
**** 1ère catégorie
***** luxe
Ou caractéristiques pour : nombre de lits, de couverts, surface de cuisine, offres particulières.



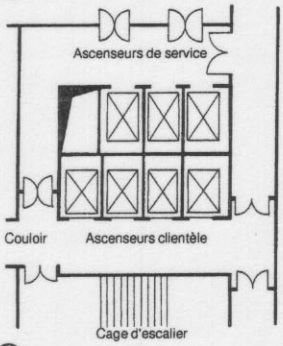
① Schéma des relations entre les pièces au rez-de-chaussée des hôtels.



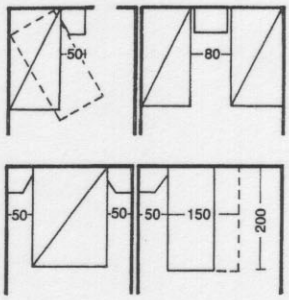
① Schéma des relations entre services et locaux clientèle.



② Formes d'hôtels.



③ Circulation verticale dans l'hôtel.



④ Dist. minimales entre lits d'hôtel.

Hébergement : Chambres d'hôtel, chambres simples et doubles (fig. 6 à 11). Suites avec salons, ou deux chambres avec porte communiquante. Comme les surfaces pour l'intendance et les garages nécessitent de plus grands espaces entre supports au sous-sol ou au rez-de-chaussée, il arrive souvent que 1,5 à 2 chambres soient regroupées dans un espace entre deux supports et séparées par des cloisons isophoniques. Lits 100/200 cm, taille moyenne 165/200 cm, grande taille 200/200 cm, en lit double à roulettes ou sur des podiums. Canapé, table de travail avec chaise près de la fenêtre. T.V., réfrigérateur self-service pour boissons, desserte à valises. Bien que 95 % des clients se douchent, la baignoire avec douche reste standard. Entrée avec placard encastré et glace verticale. Dans hôtels avec appartements, cuisine intégrée et coin repas.

Office d'étage 1 pour 15 chambres, point de ralliement pour service des chambres. Petit déjeuner dans la chambre env. 35 % en France, 60 % en Amérique, peu en Europe centrale. Proportion du couloir env. 6 m² par chambre, au moins 1,50 m de large, 1,80 m mieux. Important dans un hôtel : accès si possible différenciés pour clients, personnel et marchandises (fig. 1). Approvisionnement et évacuation de la zone d'exploitation seront couverts par un auvent (bruits même la nuit), 4,35 m largeur de passage : camions poubelles.

Passages libres du restaurant rustique au restaurant de spécialités à l'extérieur, à l'intérieur restaurant principal (coffee shop) ouvert toute la journée pour buffet de petit déjeuner et restaurant de jour, petit restaurant à la carte limité à l'extérieur. Généralement un bar dans le hall, plus un bar pour apéritif près du restaurant d'hôtel 4 étoiles.

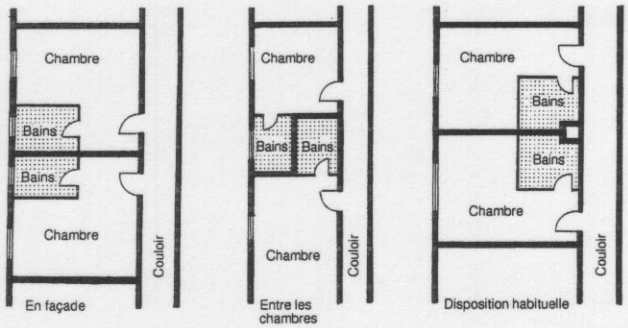
Hôtel pour séminaires : besoin de place accru. Hall central multifonctionnel, approprié aux séminaires, flexible, points de contact, marché d'informations, expositions, activités durant les pauses, boissons, buffet. Réserves de chaises et meubles.

Salles audiovisuelles, audio, projection, traduction simultanée, photocopieuses, téléfax, télex, téléphone, panneaux d'affichage. Raccordements dans toutes les pièces. Rideaux d'occultation, tableau, écran, bureau de conférences, bureaux pour conférenciers, réserve pour matériel .

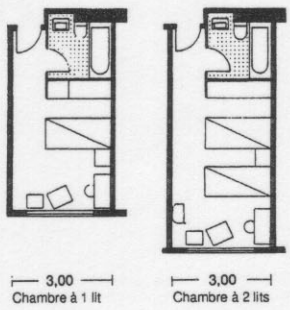
Salles de conférences, éventuellement en regroupant plusieurs pièces jusqu'à 100 personnes, rangées de chaises 0,8-1,0 m²/pers., rangées de tables 1,5-2,0 m²/pers., tableau, écran, instruments de projection.

Salles de séminaires pour 15-20 personnes, 2,5 m²/pers. et 20 m² de zone d'activités, en tout 70 m². Tables assemblables, chaises empilables avec accoudoirs. Pour chaque salle de séminaire, 2 salles de travail pour groupes 15 m² (5-10 personnes) de préférence. Lumière dosée à 300-500 Lux avec variateur. Ventilation de préférence par fenêtres ou climatisation. Besoin accru en places de parking.

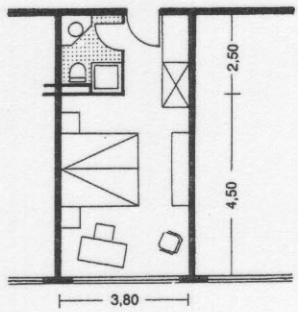
Hôtels Motels



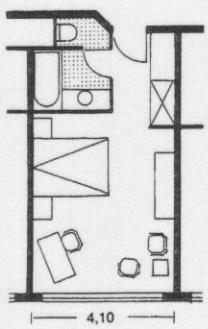
⑤ Disposition des salles de bains.



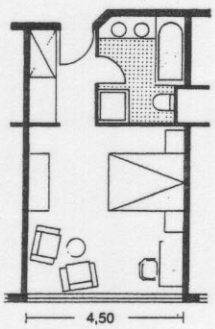
⑥ Chambre d'hôtel étroite.



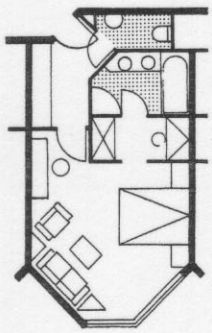
⑦ Classe économique lit double.



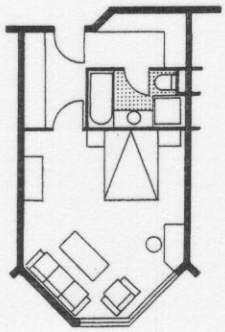
⑧ Chambre standard.



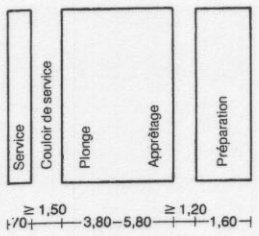
⑨ Chambre catégorie confort.



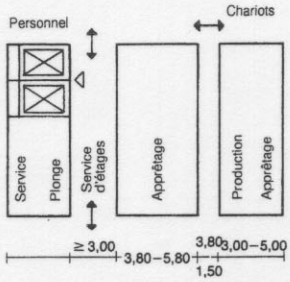
⑩ Chambre de luxe, l > 5 m.



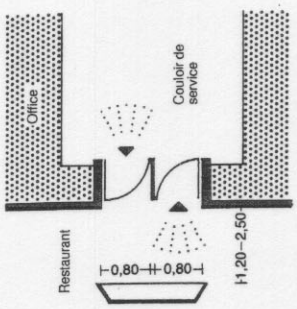
⑪ Variante de la figure 10.



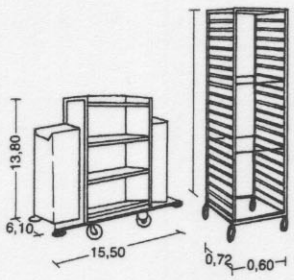
① Schéma d'un petit établissement.



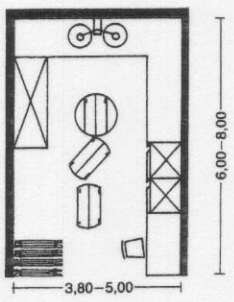
② Schéma d'un établissement moyen et grand.



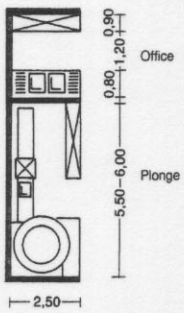
③ Disposition des portes pour couloir de service.



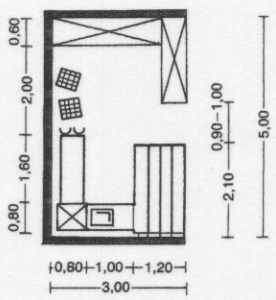
④ Chariot de service et chariot à plateaux.



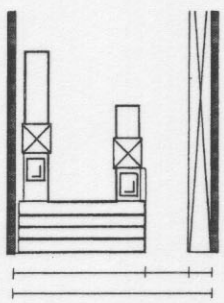
⑤ Office d'étage.



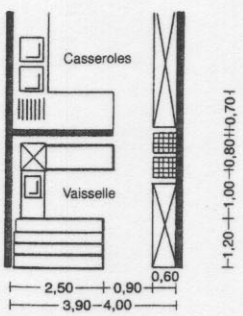
⑥ Office / plonge.



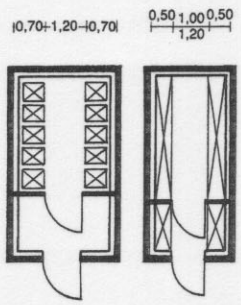
⑦ Plonge (vaisselle) 1-2 personnes.



⑧ Vaisselle et verres.



⑨ Plonges pour vaisselle et casseroles.



⑩ Chambre froide. Chariots Étagères

Locaux clientèle / service

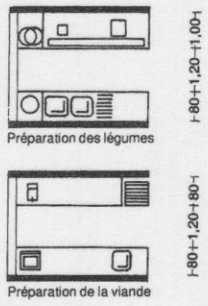
Par principe, la formule selon laquelle personnes = m² est à éviter lors de la conception de locaux pour la clientèle, car elle n'est pas valable pour les pièces de moins de 100 m². Calculer le dimensionnement à partir de plans d'installations concrets est la seule façon d'assurer une acquisition correcte du mobilier de chaque local et une bonne intégration des installations techniques de service nécessaires.
Conception fonctionnelle des pièces pour la clientèle :
Détermination des accès et axes de circulation, qui limitent la surface utile selon leur nombre et la largeur nécessaire.
Situation des points de base du service (excepté les formes d'installation variables) en relation avec les différents services. Au moins 1 point de base du service par 40 places, si possible en position centrale. Détermination de la taille des tables et de leur forme en rapport avec le caractère de l'établissement et le genre de clientèle. Selon la morphologie de l'établissement et l'aspect souhaité de la disposition, il faut concevoir des zones séparées de 20 places assises (12-24 pl.). Il en résulte un dimensionnement basé sur la clientèle et orienté sur le service, et pas de salle d'attente (p.397 - 398).

Type d'hôtel	m² / chambre
Hôtel habituel avec grande salle de conférence Night-club, boutiques	55–65
Hôtel en centre ville	45–55
Motel	35–45
Hôtel de vacances	40–55
Hôtel de classe moyenne avec bains séparés et faible demande de repas	18–20

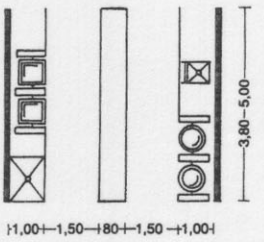
⑪ Surfaces brutes par chambre d'hôtel pour différents types d'hôtel.

Domaine / Service	200 lits de passage en périphérie		500 lits situation centrale	
	m² / chambre		m² / chambre	
Chambre d'hôtel	24		26,5	
Couloirs, ascenseurs, escaliers	3,2		9,3	
Service	0,6		0,7	
Total par chambre		27,8		36,5
Entrée y compris ascenseurs pour personnel et service	1,6		1,8	
Réception, WC, réservations, téléphone, bagages, vestiaire	0,4		0,4	
Gestion	0,3		0,4	
Restaurant	1,1		0,6	
Bar-café	0,6		0,5	
1er bar avec comptoir	0,9		0,4	
2ème bar avec comptoir	0,5		0,3	
Salon	0,5		0,3	
Toilettes	0,4		0,3	
Salles réunions et conférences	1,1		1,3	
Locaux annexes			0,5	
Réserve mobilier	0,1		0,2	
Chambres et séjour privés	0,4		0,9	
Boutiques			0,2	
Total zone clientèle et entrée		7,8		8,2
Cuisine, réserves	3,8		2,5	
Autres réserves générales	0,9		0,9	
Ateliers, entretien	0,8		0,4	
Buanderie / lingerie	0,3		0,7	
Cantine employés, WC Vestiaires	1,0		1,1	
Pièces du personnel, comptabilité, contrôle, concierge	0,3		0,5	
Surface de circulation, ascenseurs de service	0,8		0,9	
Total zone arrière de l'hôtel		7,9		7,0
Surface totale sans chauffage, parking aérien ou couvert	43,5 m²		51,7 m²	

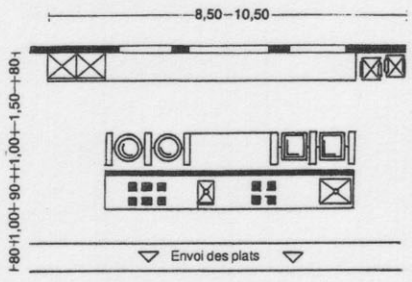
⑫ Besoins en surface par chambre d'hôtel (fig. 11).



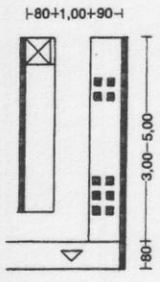
① Préparation des légumes et de la viande.



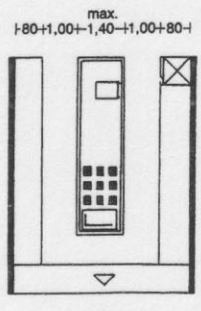
② Cuisine pour grande production et banquets.



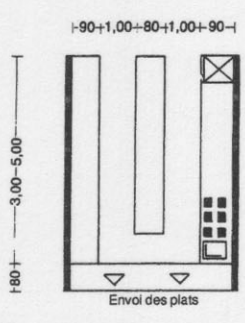
③ Postes chauds - saucier/entremétier Ligne américaine 1-2 cuisiniers.



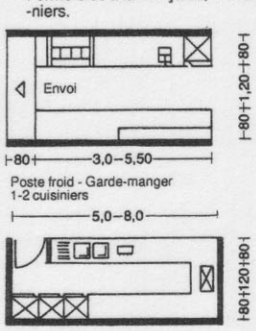
④ Ligne européenne 1-2 cuisiniers.



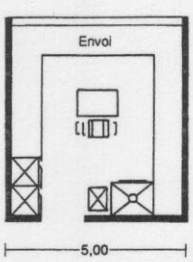
⑤ Postes chauds - Saucier/entremétier Forme bloc à la française, 2-4 cuisiniers.



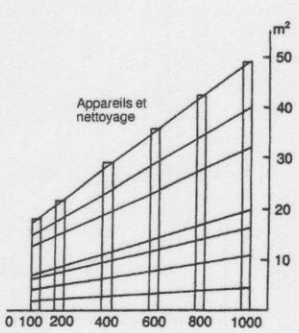
⑥ Poste mixte 1-4 cuisiniers.



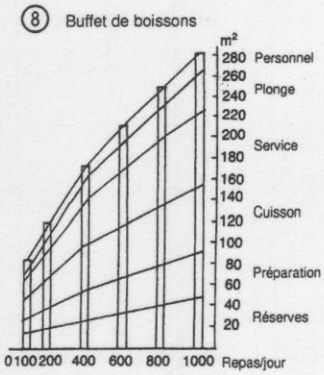
⑦ Pâtisserie 1-3 pâtissiers.



⑧ Buffet de boissons



⑨ Repas/jour - Chiffres de base en m² pour la cuisine.



⑩ Repas/jour Surfaces selon les zones.

Les cuisines sont une somme de postes de travail individuels de haute technologie. Leurs surfaces sont déterminées par le nombre de postes nécessaires en fonction de leurs dimensions techniques et ergonomiques. S'ajoutent à cela des facteurs d'influence tels que la structure de l'offre, la demande ponctuelle, la proportion de plats pré-cuisinés, etc. C'est pourquoi il n'est pas réaliste de déterminer des surfaces de restaurant en fonction d'un code basé sur un nombre de repas servis ou un nombre de places assises. 50 repas peuvent éventuellement nécessiter autant d'appareils que 200.

La conception d'une cuisine comporte 4 niveaux de réflexion :
– détermination des domaines de fonctionnement du cas concerné ;
– recherche des besoins maximaux et minimaux en personnel nécessaire ;
– détermination des besoins en appareils nécessaires au fonctionnement selon l'ingénierie et le rendement ;
– dimensionnement et disposition fonctionnels des domaines de travail.

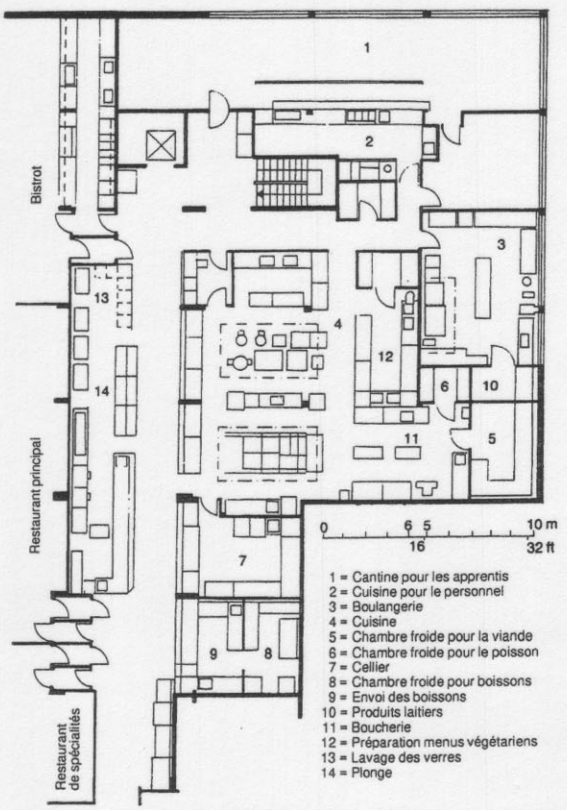
Faire appel à un spécialiste de la planification des cuisines.

Cuisine : Postes chauds, postes froids, pâtisserie, préparation de la viande, préparation des légumes, domaine de grande production, cuisine pour banquets, cuisine satellite, cuisine de régime, lavage des casseroles.

Stockage : Réfrigération de la viande, des légumes, des produits laitiers, des produits semi-préparés, congélation, réserve du jour, stockage sec, déchets organiques et secs, emballages vides, réception des marchandises, cave à vin, réserve des alcools et des eaux, dépôt pour marchandises en caisses.

Service : Office de service, services d'étage, cuisine pour le café, buffet, plonge, nettoyage argenterie.

Le point central d'intersection entre la zone clientèle, le stockage et les locaux de service ainsi que la zone des étages est l'office de service. C'est autour de ce point que se regroupent les installations pour l'envoi en salle des repas et boissons. Gestion des déchets selon les aspect du déroulement du travail : plonge, poste chaud, poste froid, entre les deux : caisse et appareils de service, puis buffet, boissons, desserts. Le service aux étages s'oriente en fonction des accès aux chambres. Il est indispensable pour la gestion économique de l'établissement que les salles de restauration, l'office et les cuisines se situent à un même niveau et que les jonctions entre office et restaurants soient les plus courts possible. Lorsqu'il y a plusieurs niveaux, prévoir des cuisines satellites.

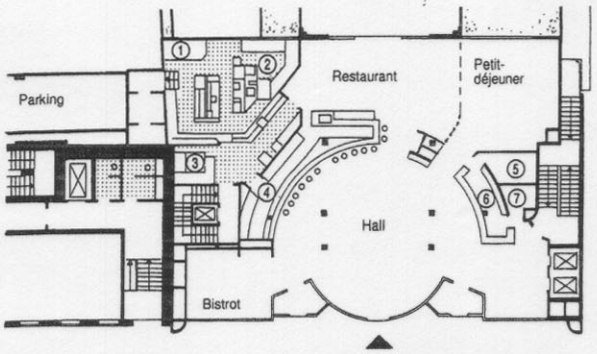


⑪ Cuisine pour 100 repas en restaurant principal, 100 repas en restaurant de spécialités, 120 couverts en bistrot, 80 repas pour le personnel.

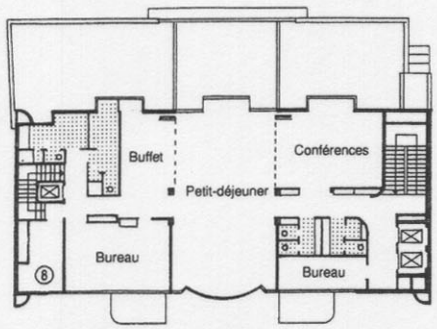
Depuis toujours les gens se sont déplacés et rencontrés comme voyageurs dans des auberges, qui se trouvaient souvent près des églises, mais toujours aux croisements des chemins.

Là, on ne faisait pas que se reposer et dormir, on y faisait de bons repas, on chantait, on dansait et on discutait des marchandises et des marchés.

Aujourd'hui, les hôtels modernes ont souvent en plus des piscines et des salles de musculation (fig. 5).

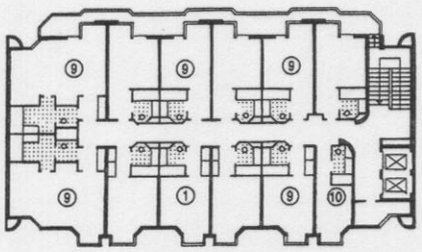


① Hôtel Spitz à Urfarh/A (fig. 2 et 3). Arch. : Perotti, Greifender et associés

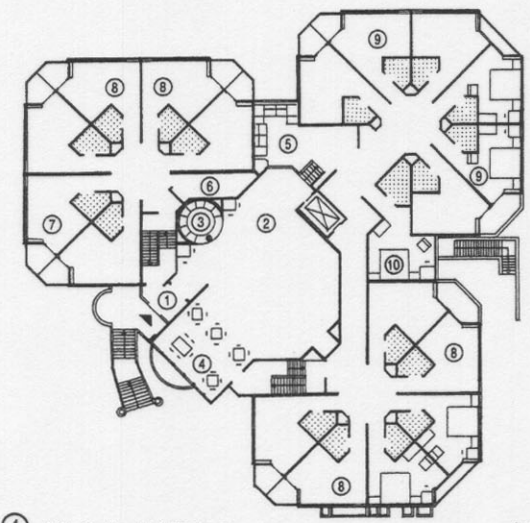


② 1er étage.

① Bureau
② Cuisine
③ Plonge
④ Snack-bar
⑤ Bureau
⑥ Réception
⑦ Valises
⑧ Pause
⑨ Chambre double
⑩ Chambre simple

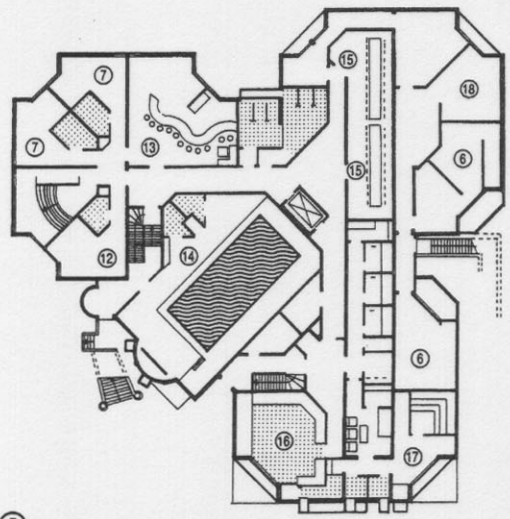


③ Du 2ème au 4ème étage.

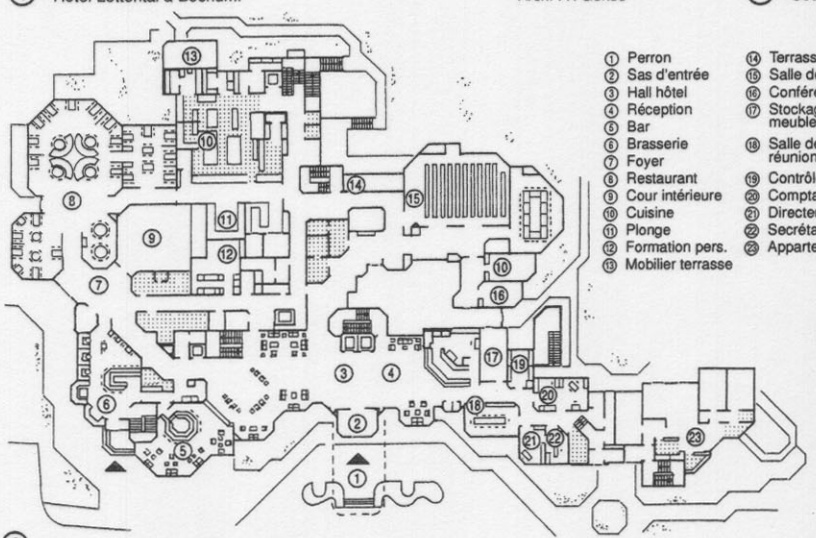


① Sas d'entrée
② Hall
③ Réception
④ Restaurant
⑤ Petit salon
⑥ Local technique
⑦ Personnel
⑧ Chambre type A
⑨ Chambre type B
⑩ Chambre type C
⑪ Conférences
⑫ Bureau
⑬ Bar
⑭ Piscine
⑮ Salle
⑯ Cuisine
⑰ Sauna
⑱ Dépôt de linge

④ Hôtel Lottental à Bochum. Arch. : F. Gehse

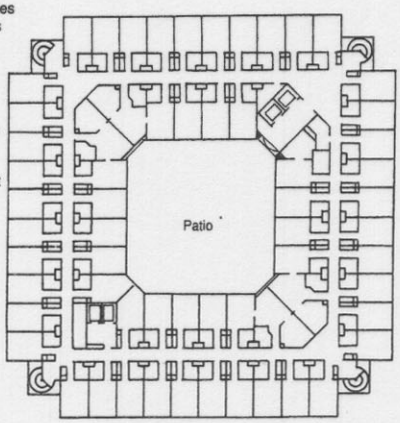


⑤ Sous-sol (fig. 4).

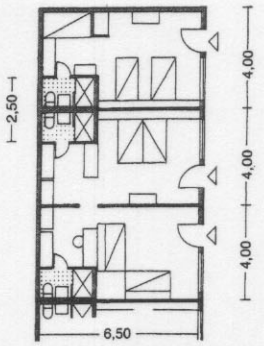


① Perron
② Sas d'entrée
③ Hall hôtel
④ Réception
⑤ Bar
⑥ Brasserie
⑦ Foyer
⑧ Restaurant
⑨ Cour intérieure
⑩ Cuisine
⑪ Plonge
⑫ Formation pers.
⑬ Mobilier terrasse
⑭ Terrasse
⑮ Salle des fêtes
⑯ Conférences
⑰ Stockage meubles
⑱ Salle de réunions
⑲ Contrôle
⑳ Comptabilité
㉑ Directeur
㉒ Secrétariat
㉓ Appartement

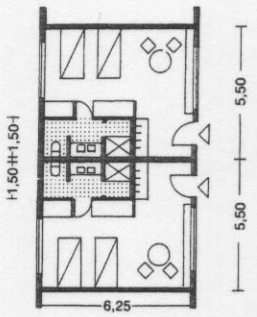
⑥ Hôtel du Parc à Gütersloh. Arch. : Fischer, Krüder, Rathei



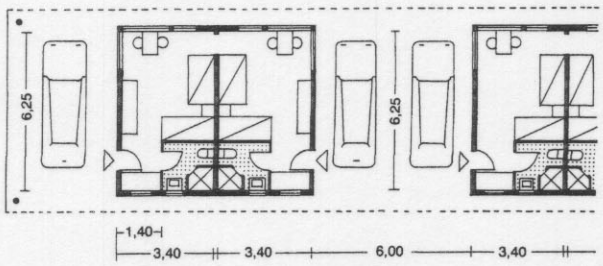
⑦ Étage courant Sheraton Oslofjord . Arch. : Platov A.S.



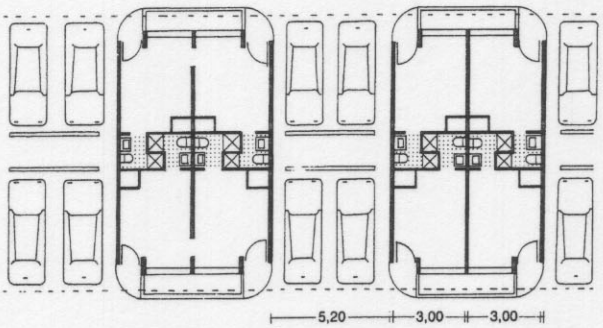
① Unité de logement ouverte sur un seul côté. Différentes possibilités d'ameublement.
Arch. : Polivnick



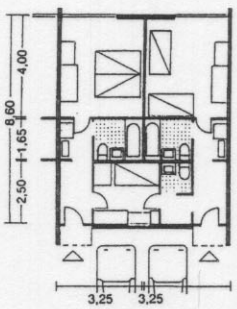
② Unité de logement éclairée sur deux côtés. Contrôle plus difficile.
Arch. : Roberto



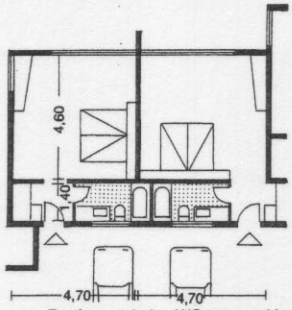
③ Parking couvert entre deux unités de logement. 3 ou 6 unités réunies en un groupe.
Arch. : Duncan



④ Unités d'habitation avec parking couvert comme (fig. 3) mais par blocs de 4.
Arch. : Tibbals-Crumley-Musson



⑤ Deux chambres doubles avec sas (climat froid) et cabine de couchage utilisable séparément ou avec une chambre double (enfants).



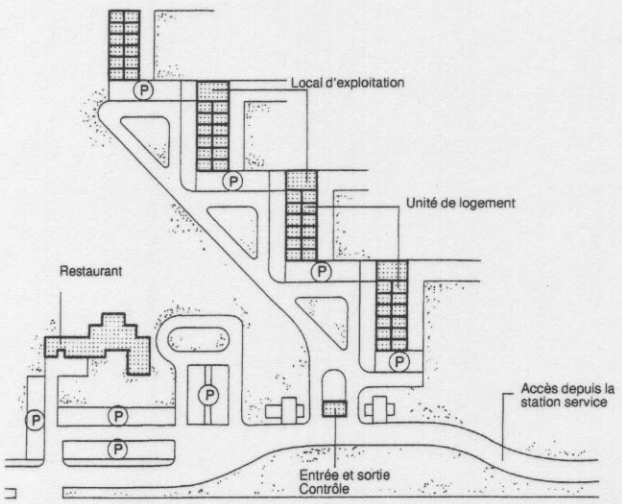
⑥ Entrée avec bains-WC entre parking et chambred'où isolation phonique améliorée. Arch. : Hornbostel

Situation : Au bord des autoroutes et des routes de sortie à proximité de grandes villes, des lieux d'excursion et de vacances, situés de telle manière que l'approvisionnement (eau, électricité, gaz, aliments frais et linge propre) soit facile. Restaurant, station-service et garage de réparations à proximité. Placés de telle sorte par rapport à la route que les phares ne balayent pas le motel.

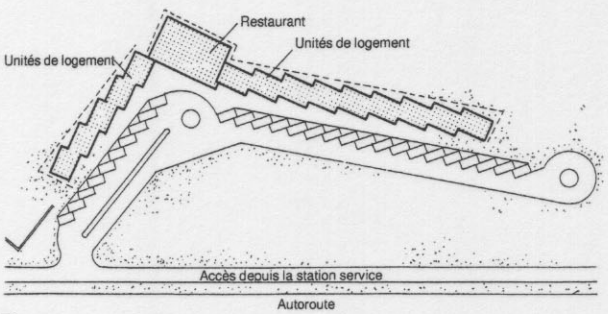
Accès : Pour l'inscription (court temps de parcage), puis place de parking, garage ouvert ou fermé aussi près que possible de la chambre. Sortie en repassant par la réception (contrôle et restitution des clefs).

Dimensions : Contrairement à l'hôtel en centre ville, le motel est souvent de plain-pied et étendu (fig. 9 et 10). Dimension des chambres 4 x 4 à 5 x 5 m ainsi que bains et le cas échéant, coin cuisine (fig. 8), même si elle n'est meublée que d'un lit. Comme environ 90 % des clients ne restent qu'une nuit, un pan de mur servant de garde-robe ouverte est approprié car toutes les affaires y sont visibles et ne peuvent donc pas être facilement oubliées.

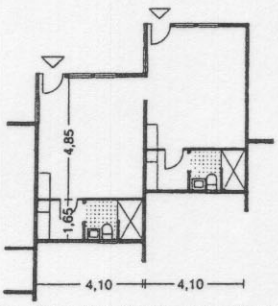
Prévoir salle commune pour les clients avec tables pour écrire et lire, radio, télévision, tables de jeux, souvenirs, revues, etc. Terrains de jeux à l'écart pour ne pas déranger les clients qui dorment. 1 pièce centrale pour le linge, 1 débarras pour outils de jardin, meubles de jardin, échelle, etc.



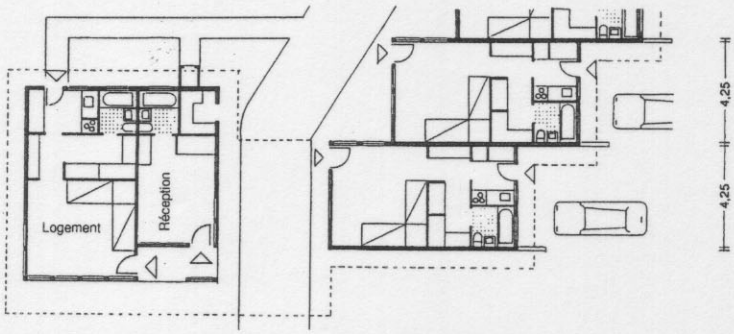
⑨ Motel avec parking commun pour chaque bâtiment et restaurant exploité séparément.
Arch. : Fried



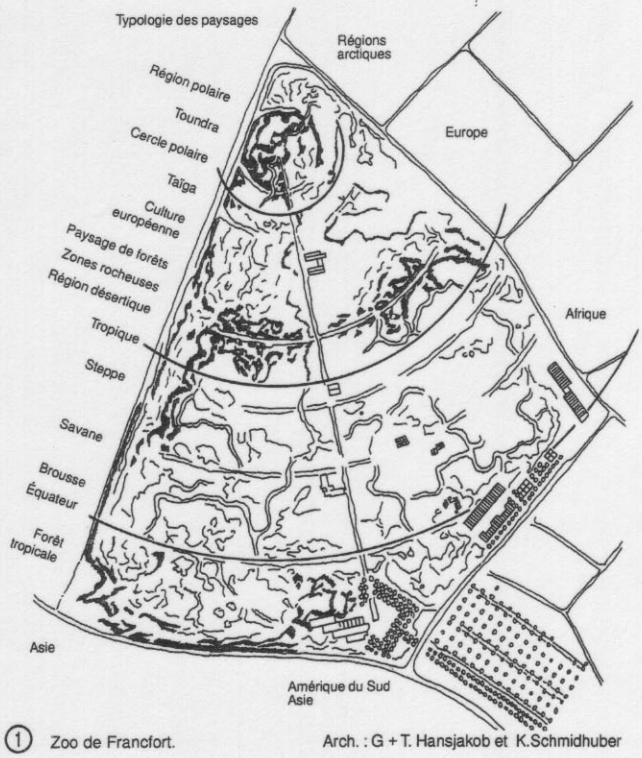
⑩ Plan de masse (fig. 6) avec restaurant. Arch. : Hornbostel



⑦ Disposition décalée, accessible sur un seul côté. Arch. : Thompson



⑧ Disposition décalée des unités de logement avec réception et logement du gestionnaire. Arch. : Williams



① Zoo de Francfort. Arch. : G + T. Hansjakob et K.Schmidhuber



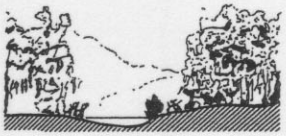
② Taïga.



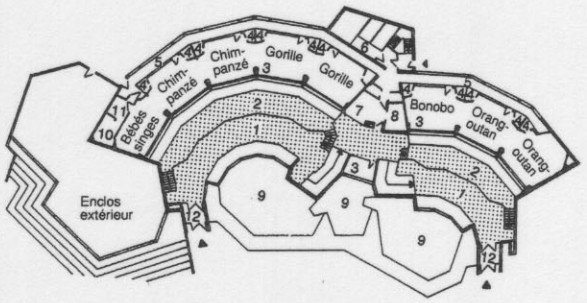
③ Paysage de culture européenne.



④ Savane, steppe.

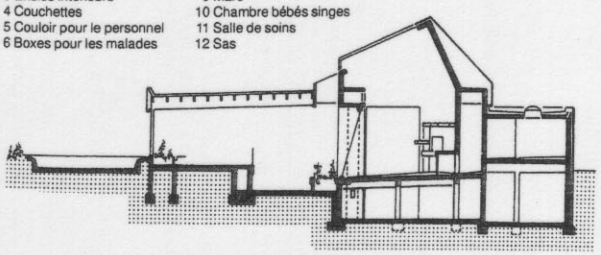


⑤ Forêt tropicale.



⑥ Bâtiment des singes anthropoïdes du zoo de Wuppertal.

1 Niveau visiteurs 1
2 Niveau visiteurs 2
3 Enclos intérieurs
4 Couchettes
5 Couloir pour le personnel
6 Boxes pour les malades
7 Cuisine pour la nourriture des animaux
8 Maintenance
9 Mare
10 Chambre bébés singes
11 Salle de soins
12 Sas



⑦ Coupe (fig. 6). Service de l'urbanisme de Wuppertal

Le rôle traditionnel d'un jardin zoologique, détente, culture, recherche scientifique, est encore plus important de nos jours car les réserves sauvages sont de plus en plus décimées, tandis que l'élevage et la sauvegarde des races, ainsi que la remise en liberté d'animaux sauvages s'étendent.

Zoos importants et surfaces occupées

Berlin	34 ha	1983
Cologne	20 ha	1860
Francfort	63 ha	en construction
Nuremberg	60 ha	1939
Naples	300 ha	en construction
Sao Paulo	250 ha	1957
Brasilia	2 500 ha	1960
Abu Dhabi	1 430 ha	1970
Healsville	175 ha	1964

Près de l'entrée principale

Caisses, kiosques, WC, suffisamment de parkings pour voitures et cars, arrêts pour les transports en commun, emplacements pour l'administration et tous les services pour la circulation du public.

Autres équipements

Salles d'animation et conférences, un restaurant de standing avec vue sur les installations du zoo et entrée de l'extérieur séparée pour la restauration nocturne, d'autres restaurants, cafétérias self-service, kiosques, abris sur les chemins dans le zoo selon la taille, WC et terrain pour pique-nique, bâtiment pour le service et le personnel avec entrées séparées et à l'abri du regard du public, avec beaucoup de surfaces extérieures pour les réserves, la nourriture et la litière, foin, paille, sable, gravier, terreau, matériaux de construction, troncs d'arbres, etc.

Installations pour le personnel

Salles de douches et vestiaires, désinfection, cafétéria, salle de cours et de repos (gardes de nuit). Préparation centralisée et décentralisée de la nourriture, préparation de l'eau, entrepôt et réfrigération, élimination des déchets, halls pour entreposer et entretenir les machines de nettoyage et véhicules de transport, atelier de menuiserie, de serrurerie, de mécanique, de peinture et entrepôt, jardinerie.

Accès

Les chemins principaux faisant le tour mènent le public aux bâtiments et aux enclos des différents groupes d'animaux, 5 à 6m de large. Les accès aux bâtiments doivent être aménagés pour les handicapés en fauteuil roulant. On peut éviter que les visiteurs éloignés soient vus en plantant et en modelant le terrain. Les chemins de service doivent croiser les chemins principaux aussi peu que possible. Ils servent à l'approvisionnement et au transport des animaux vers le terrain et les enclos. Les systèmes de transport pour le public avec des voitures électriques silencieuses utilisent les chemins principaux, trains miniatures ou funiculaires sur des voies privées.

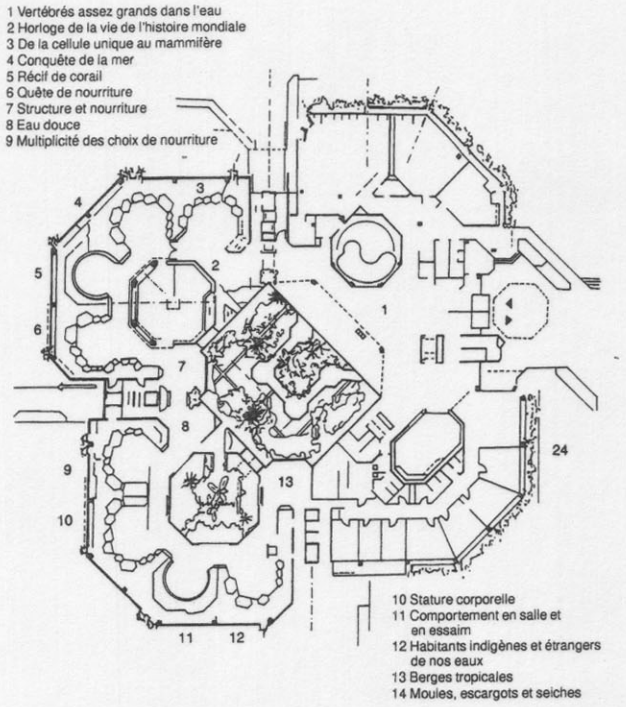
Bâtiment pour le suivi médical des animaux

Hôpital pour les animaux, station de quarantaine, laboratoires, acclimatation, élevage, évacuation des cadavres (chambres froides) et élimination. Il faut des pièces séparées pour le personnel, la désinfection et la préparation de la nourriture. Chauffage, climatisation, aération, installations pour la recherche. Les séparations doivent protéger, d'une part les animaux et d'autre part, le public : grillage, treillage en acier (noir), chaînes, barrières, fils d'acier tendu, fossés remplis d'eau ou secs, verre et plastique, vue (les oiseaux ne volent pas dans les zones sombres), électricité.

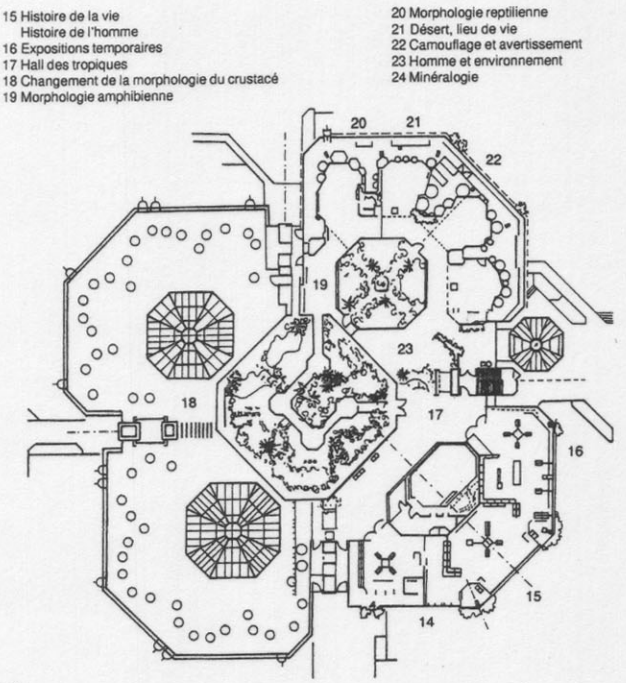
Installations pour les animaux

Maisons d'animaux accessibles, souvent en relation avec restaurants et WC pour les clients. Zones chauffables : 20 à 22 °C, peu chauffables : 8 à 10 °C et non chauffables. Il faut toujours prendre en compte les climats d'origine et les habitudes des animaux, bien qu'une acclimatation soit possible. Enclos à l'air libre pour caser individuellement ou en groupes différentes sortes d'animaux, avec ou sans eau (mare), en prenant en compte l'origine géographique et climatique, les comportements, la territorialité. Enclos séparables pour la reproduction et l'élevage, à la vue ou en dehors de la vue du public.

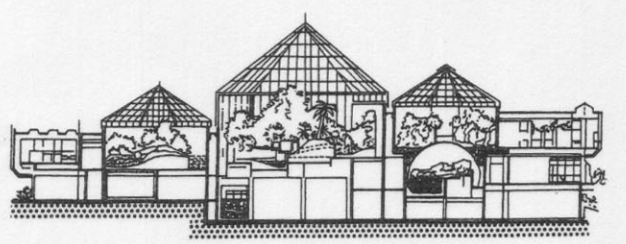
(*suite p. 412*)



① Rez-de-chaussée, aquazoo de Düsseldorf. Arch. : Dansard, Kahlenborn et ass.



② Étage.



③ Coupe de l'aquazoo.

(*suite de la p.411*)

Des installations pour la capture et le transport des animaux doivent être construites. Le sens du vent et l'odeur corporelle sont des critères importants pour la situation et les installations de protection.

Les groupes suivants sont habituellement différenciés et nécessitent des mesures spéciales :

Les mammifères dans les bâtiments et les enclos à l'air libre, ou une combinaison, avec ou sans bassin. Souvent la hauteur est plus im-portante que la surface de base.

Les oiseaux dans des bâtiments, avec verrières pour la pénétration de la lumière naturelle surtout pour les oiseaux exotiques ; dans des enclos à l'air libre avec bassins pour les oiseaux aquatiques, Prévoir des protections contre les oiseaux de proie.

Les reptiles et les mammifères marins ont besoin de températures comprises entre 15 °C et 27 °C pour la plupart des espèces.

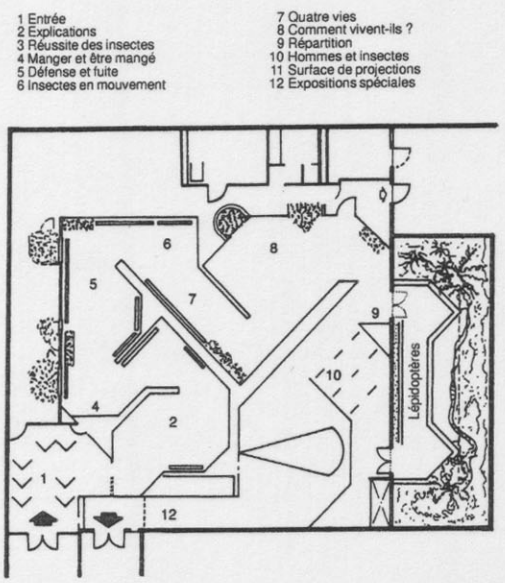
Les poissons et les invertébrés : pas de contact entre l'eau et des particules métalliques, bacs de mise en quarantaine, réserve d'eau douce et d'eau salée représentant 1/3 à 1/2 du volume total. Il faut auparavant filtrer l'eau du robinet. On différencie :
les systèmes ouverts avec courant unique, changement d'eau 1 à 2 fois par heure, les systèmes fermés avec filtre et circulation, renouvellement d'eau 6 à 20 % en 2 semaines et les systèmes fermés pour chaque aquarium individuel. Zone pour le public faiblement éclairée pour éviter les reflets (réverbérations) sur les vitrines.

Les invertébrés terrestres (insectes) dans des aquariums ou terrariums, où de sévères mesures de sécurité sont prises contre l'introduction d'œufs ou de larves dans l'environnement.

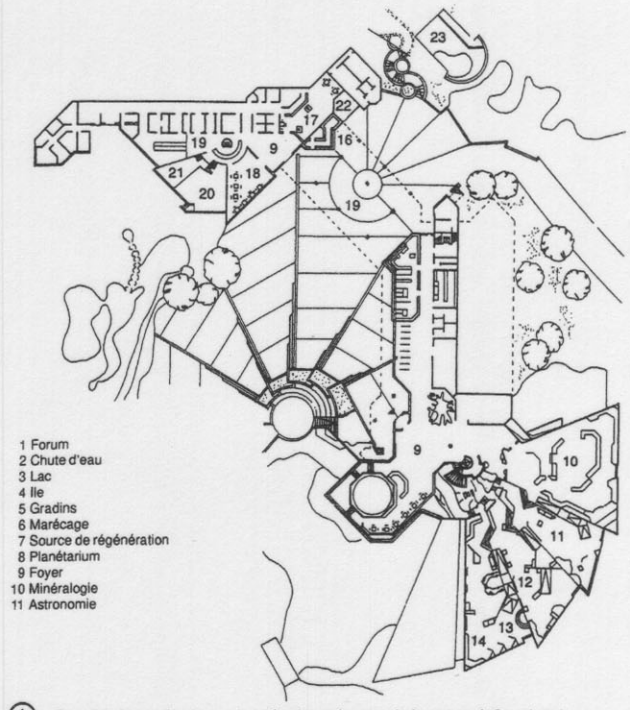
Les zoos doivent procurer aux familles citadines un contact rapproché avec des animaux sauvages, mais aussi une compréhension des comportements naturels et de la quête de la nourriture, surtout aussi à cause de la propagation de l'« humanisation » des animaux dans les livres d'enfants.

Les parcs de safari et ceux accessibles aux voitures sont un domaine spécial avec des mesures particulières de sécurité, et ne sont évoquées ici que pour compléter l'énumération.

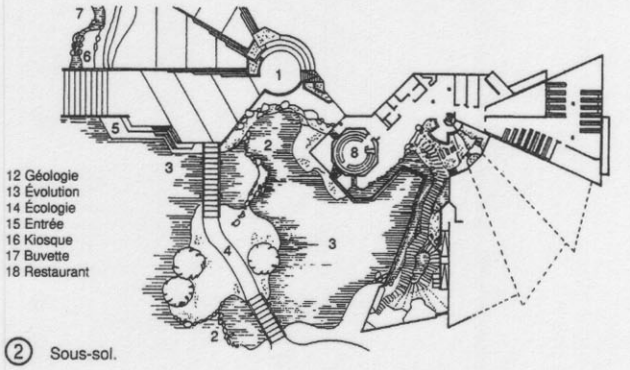
A l'avenir le développement des améliorations pour les besoins naturels des animaux dans les bâtiments ou enclos prendra de l'importance, ainsi que les possibilités d'observation sans entraves par le public, à travers du grillage, du verre et du plastique transparent.



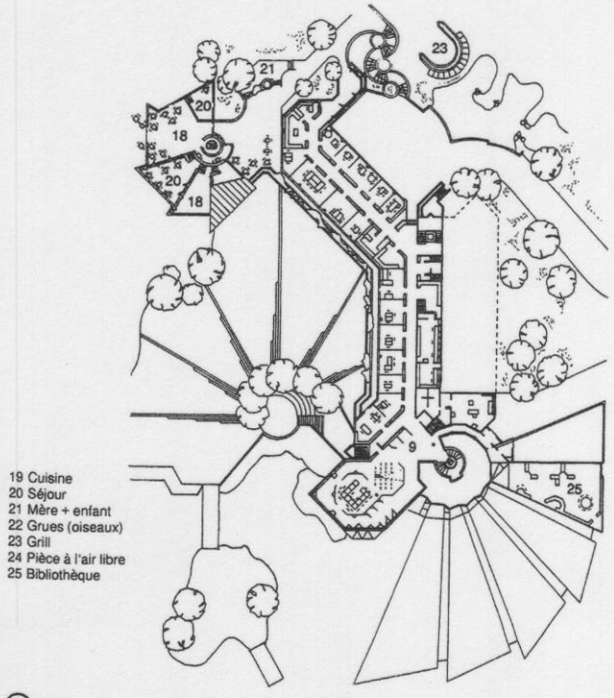
④ Monde des insectes. Arch. : Johnson



① Rez-de-chaussée du zoo/musée des sciences de la nature à Osnabrück..
Arch. : C. + B. Parade



② Sous-sol.



③ Étage.

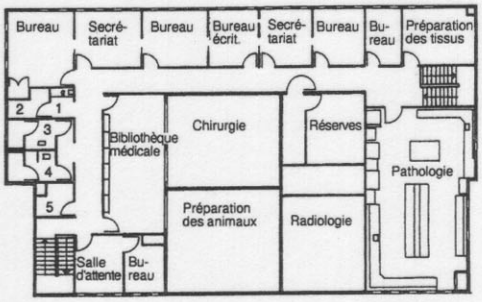
En outre, la conservation des animaux en voie de disparition et renaturalisation nécessitent des installations qui expliquent les relations entre l'homme et la nature et rejoignent les objectifs du musée d'histoire naturelle, toujours liés aux domaines du loisir, de l'instruction et de la recherche.

Les paysages naturels existants seront privilégiés et inclus dans les espaces libres.

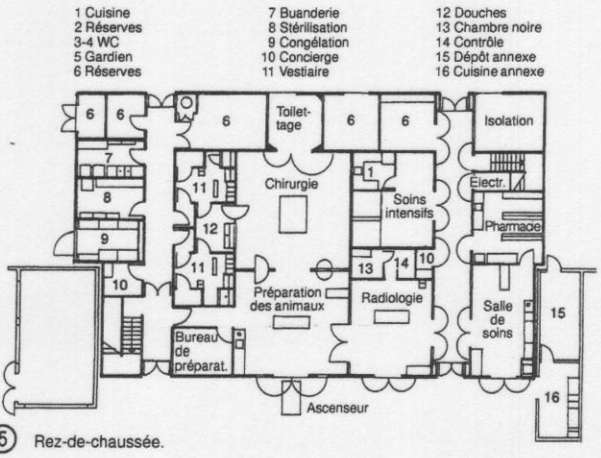
Des zoos consacrés aux soins médicaux pour les animaux, au soutien et à la procréation, se sont développés à l'écart du public.

Des enclos extérieurs sont consacrés au processus de guérison, à l'acclimatation et à la quarantaine. À San Diego, par exemple, sont ébauchées les possibilités suivantes (fig. 4 et 5) :

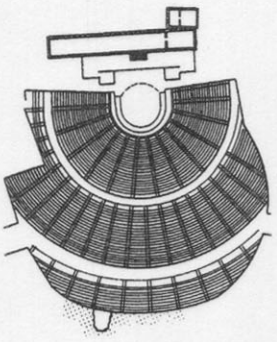
- stalles capitonnées pour la guérison, l'acclimatation et l'observation à l'intérieur et à l'extérieur,
- accès aux bâtiments séparables
- pièces de quarantaine pour la maladie et l'acclimatation,
- chambres froides pour les cadavres des animaux , pièces de dissection et élimination des cadavres, station de réanimation et salles d'opération,
- laboratoires pour les examens et la recherche,
- accès isolés pour l'arrivée dans les cages de transport,
- réserve de nourriture et préparation de la nourriture,
- pièces pour le personnel et installations de désinfection séparées,
- amphithéâtres pour l'enseignement de la médecine animale,
- climatisation et aération avec 12 à 15 renouvellements d'air par heure, séparées pour les pièces de quarantaine, préparation de l'eau et filtre,
- installations de nettoyage des murs et sols (appareils à vapeur),
- installations de capture dans toutes les cages et les enclos.



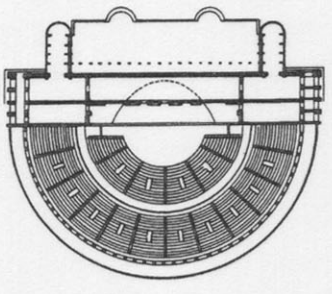
④ Étage hôpital pour animaux du zoo de San Diego.



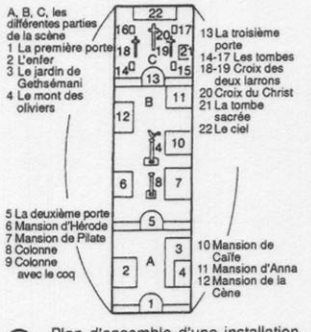
⑤ Rez-de-chaussée.



① Théâtre Dionysos Athènes 452-330 av. JC. Plan d'ensemble.



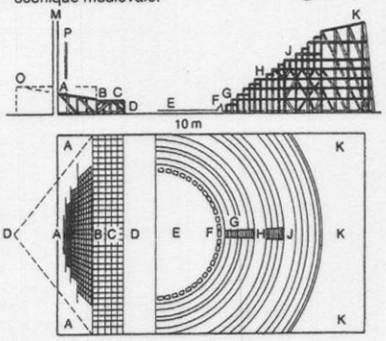
② Théâtre Marcellus Rome 11 av. JC. 11 500 places. Plan d'ensemble.



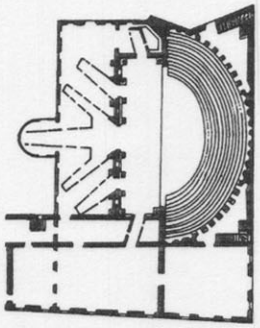
③ Plan d'ensemble d'une installation scènique médiévale.



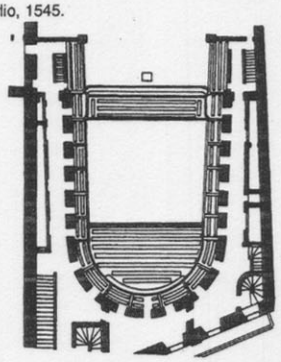
④ Le théâtre Swan à Londres.



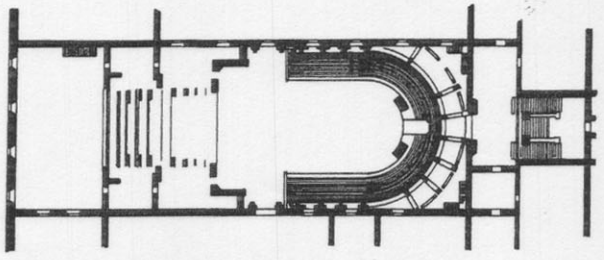
⑤ Installation théâtrale de Sébastiano Serlio, 1545.



⑥ Théâtre olympique à Vicence 1585. Plan d'ensemble. Arch. Andrea Palladio et Vicenzo Scamozzi



⑦ Le vieux théâtre de la Comédie Française à Paris 1687-1689.

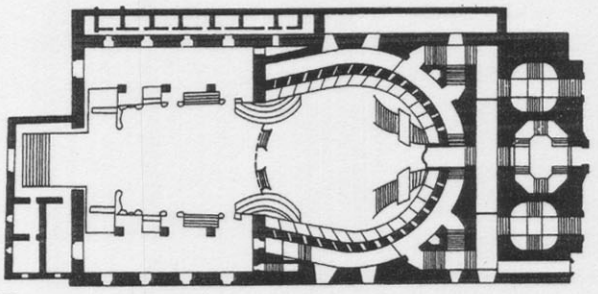


⑧ Théâtre Farnese à Parme 1618-1628. Arch. : Giovanni Battista Aleotti

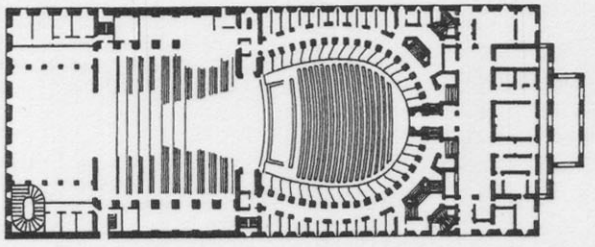
Aperçu historique

Construire un théâtre est une mission que les différentes sociétés se sont continuellement attribuées depuis plus de 2500 ans. De nos jours, chaque construction de théâtre est ancrée dans une grande tradition historique, mais en même temps marquée par la volonté d'échapper à la tradition. Quelques exemples mettent en évidence l'évolution historique de ce type de construction (fig. 1 à 11 et p.415, fig. 1 à 7).

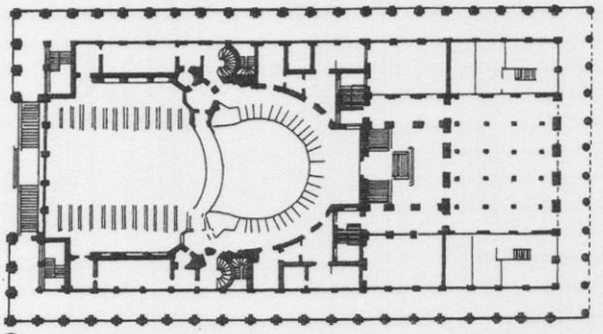
Théâtre de Dionysos, début de la construction européenne de théâtres (fig. 1). *Théâtre Marcellus* : Premier théâtre construit entièrement en pierres à Rome (fig. 2). *Théâtre médiéval* : Estrades et constructions temporaires (fig. 3). Intérieur du *théâtre Swan* d'après un dessin de Van de Witt 1596. Installation théâtrale italienne début du 16° siècle (fig. 5). Les théâtres du début de la Renaissance étaient des incorporations temporaires en bois dans des salles préexistantes. Vasari, par exemple, développa un système en bois réutilisable pour l'incor-poration d'un théâtre dans les *Salone dei Cinquecento Palazzo Vecchio*, à Florence. *Teatro Olimpico*, Vicence (fig. 6). Première construction de théâtre permanent de la Renaissance. *Comédie Française* à Paris (fig. 7). Les loges furent construites dès la moitié du 17è siècle. *Teatro Parnese*, Parme (fig. 8) (première construction avec système amovible de coulisses). *Teatro San Carlo*, Naples (fig. 9). *Teatro alla Scala*, Milan (fig. 10) fut un modèle pour la construction des opéras au 18eme et 19ème siècle. Mais aussi la nouvelle « Met » à New York en 1966. *Grand opéra* de Bordeaux (fig. 11). Le grand foyer servit de modèle pour l'Opéra Garnier de Paris en 1875.



⑨ Théâtre « San Carlo » à Naples 1737. Arch. : Antonio Medrano et Angelos Carasale

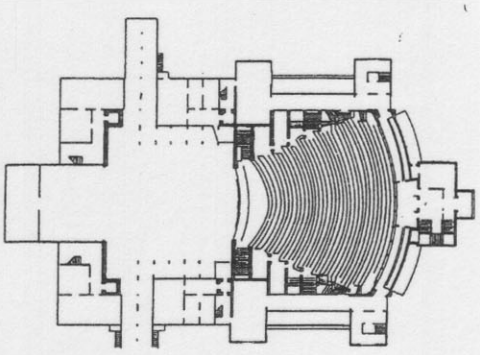


⑩ Théâtre de la Scala à Milan 1779. Arch. : Piermarini

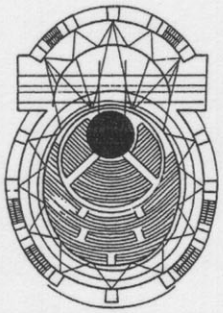


⑪ Grand Opéra de Bordeaux 1778. Arch. : Victor Louis

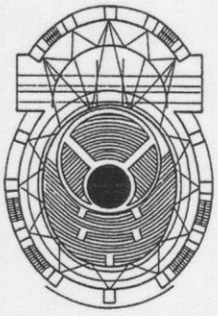
Théâtres Cinémas



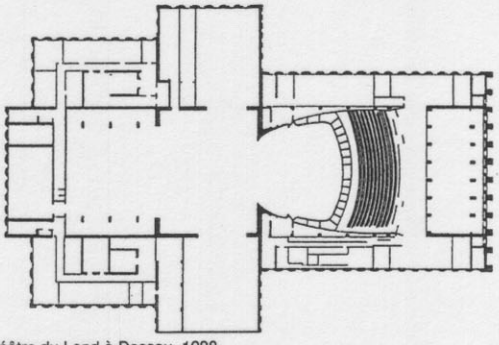
① Théâtre du festival de Bayreuth en 1876. R. Wagner et Arch. O. Bruckwald



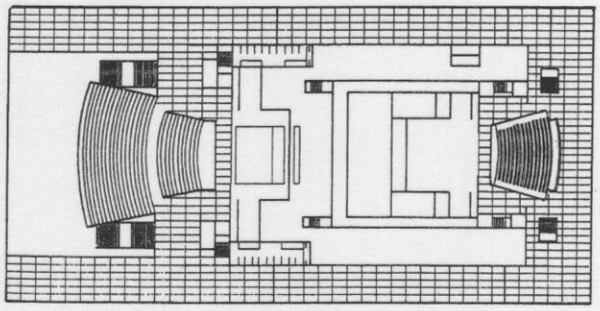
② Walter Gropius : plan pour le « théâtre total », 1927.



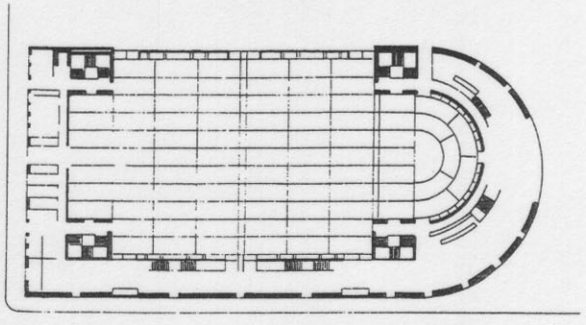
③ Scène tournée.



④ Théâtre du Land à Dessau, 1938. Plan des rangées supérieures. Arch. : Fried. Lipp et Werry Roth



⑤ Participation au concours pour le théâtre national de Mannheim. Arch. : Mies van der Rohe 1953



⑥ Scène, place de Lénine, Berlin 1982. Arch. : J. Savade

Aperçu historique

Théâtre du festival de Bayreuth (fig.1). R. Wagner mit avec la forme de son théâtre un contrepoint à l'Opéra de Paris. Projet de théâtre total de W. Gropius (fig. 2 et 3). À remarquer : l'espace spectateurs amovible, la scène avec système de paternoster et possibilités de projection sur les murs et le plafond. *Théâtre du Land* à Dessau (fig.4). Exemple précoce d'une scène moderne avec suffisamment de scènes annexes. Plan du *théâtre national* Mannheim (fig.5). *Scène de la place Lénine*, Berlin. Première grande construction moderne d'une salle de théâtre flexible (modification de la construction de Mendelsohn « Universum » 1928). *Opéra Bastille*, Paris (fig.7), jusqu'à présent la plus grande scène avec 10 scènes annexes sur 2 niveaux.

Tendances dans la construction actuelle des théâtres

On observe actuellement deux tendances.

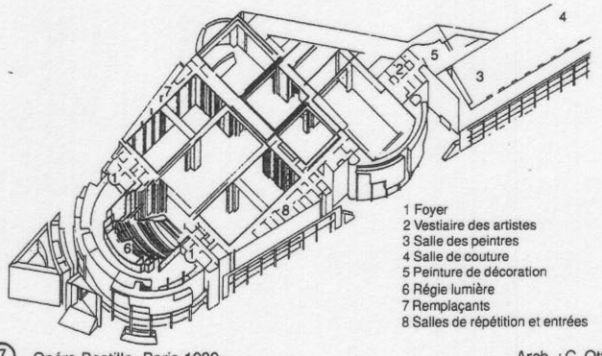
1. Conservation, restauration et modernisation de théâtre du 19e à la moitié du 20e siècle.
2. Constructions nouvelles avec un volume à caractère ouvert « expérimental », par exemple la scène de la place Lénine (fig.6). Dans un même ordre d'idées se situent les nombreuses modifications de volumes préexistants en ateliers de théâtre de taille à recevoir 80-160 spectateurs.

Opéra et salle de spectacles

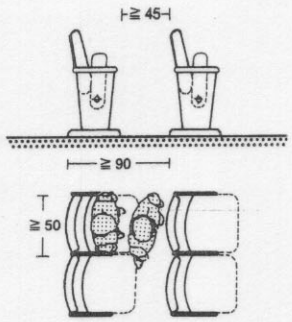
1. *L'opéra* : Dans la tradition des constructions d'opéra italiennes du 18è et 19è siècle (p.414, fig. 8 et 10). Il est caractérisé par une séparation spatiale et architecturale nette entre la salle et la scène, par la fosse d'orchestre, le grand nombre de places (de 1 000 jusqu'à presque 4 000 places), le système de loges correspondant ou les rangées nécessaires au grand nombre de spectateurs, par exemple La Scala de Milan 3 600 places, l'Opéra allemand de Berlin 1 986 places, le Métropolitan opéra de New -York 3 788 places, l'opéra Bastille Paris 2 700 places. Contrepoint à la forme de l'opéra sous forme de théâtre avec loges et rangées du théâtre du festival à Bayreuth. Il a été conçu comme théâtre-parterre selon le modèle gréco-romain. Mais il n'a que 1 645 places.

2. *La salle de spectacle* : Sa construction est dans la tradition des théâtres de Réforme allemands du 19e siècle. Elle est caractérisée par sa forme en parterre (ce qui signifie que les spectateurs sont assis sur une grande surface en pente et en courbe) et par une avant-scène marquée sur laquelle on peut jouer (surface du jeu devant le rideau dans la salle). Mais le spectacle cherche en particulier la tradition du théâtre anglais (p.414, fig.4) c'est-à-dire une surface pour jouer dans la salle.

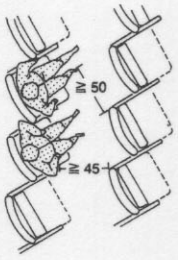
La forme variable ouverte de la salle fut développée par les expérimentations spatiales du spectacle dans les années 70. Exemple Théâtre Concordia de Brême (transformation d'un ancien cinéma). Les possibilités de variations de l'espace sont illustrées par l'exemple de la scène de la place Lénine à Berlin (fig.6).



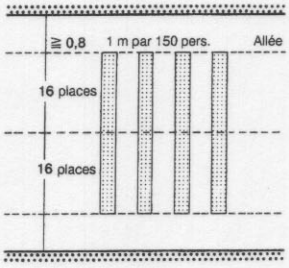
⑦ Opéra Bastille, Paris 1989. Arch. : C. Ott



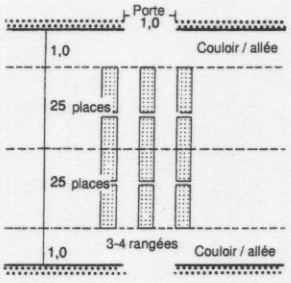
① Toutes les places, sauf celles des loges, doivent avoir des sièges inamovibles automatiquement rabattables avec les mesures ci-dessus.



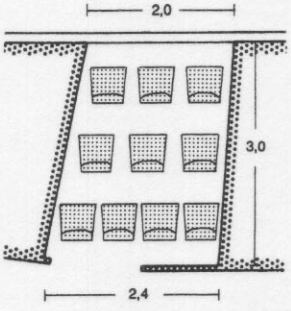
② Sièges en biais, rabattables, permettant une liberté de mouvement des coudes.



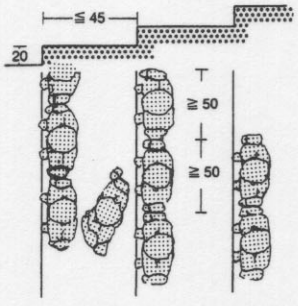
③ Largeur des rangées 16 places.



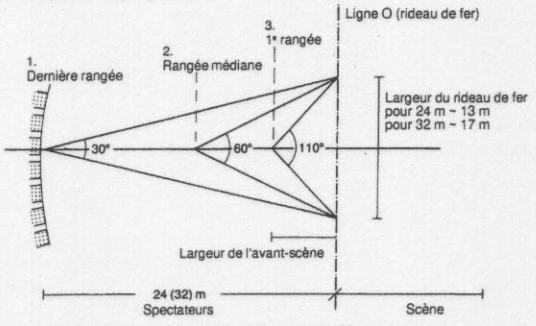
④ Largeur de la rangée 25 places grâce à la porte.



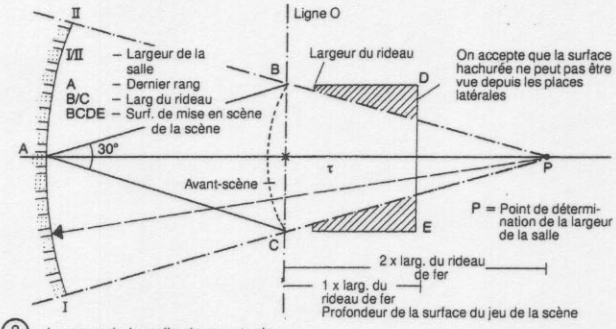
⑤ Les loges peuvent avoir jusqu'à 10 sièges amovibles. Au-delà, sièges inamovibles indispensables. Surface de base ≥ 0,65 m² par personne.



⑥ Les places debout sont en rangées, séparées par des barrières rigides, à agencer en fonction des mesures ci-dessus.



⑦ Proportions de la salle traditionnelle de spectacle. Vue en plan.



⑧ Largeur de la salle de spectacle.

Salle de spectacle, scène et surface de mise en scène

Taille de la salle : le nombre de spectateurs donne la surface totale nécessaire. Il faut compter ≥ 0,5 m² / spectateur pour les spectateurs assis. Ce chiffre résulte de :

1. Largeur du siège multipliée par distance entre les rangées

	≥ 0,45 m²	par place
Adjonction ≥ 0,5 x ≥ 0,9	= 0,05	par place
Soit au total	≥ 0,50 m²	(fig. 1)

2. Longueur des rangées par allée de 16 places (fig. 3) par allée de 25 places, s'il y a latéralement toutes les 3 ou 4 rangées une porte de sortie d'un mètre de large (fig. 4).

3. Sorties, voies de secours 1 m de large pour 150 personnes (mais au minimum 0,80 m) (fig. 3 et 4).

Le volume de la salle résulte de la base des exigences acoustiques (résonance) comme suit : spectacle de 4 à 5 m³ par spectateur; opéra de 6 à 8 m³ par spectateur. Le volume ne peut être plus restreint pour des raisons techniques d'aération, pour éviter un trop fort changement d'air (apparitions de courants d'air).

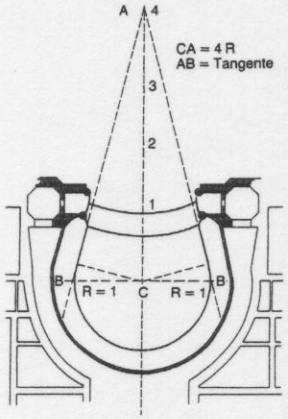
Les proportions de la salle résultent de l'angle psychologique de perception et de vue du spectateur, voire de l'exigence d'une bonne vue depuis toutes les places.

1. Bonne vue, sans mouvement de la tête, mais avec un léger mouvement des yeux env. 30°.
2. Bonne vue avec mouvement de tête insignifiant et léger mouvement des yeux, env. 60° (fig. 7).
3. Angle maximal de perception sans mouvement de tête env. 110°, ce qui signifie que dans ce champ, on perçoit encore tous les mouvements du « coin de l'œil ». Au-delà de ce champ, une partie est soustraite du champ de vision.
4. Avec une rotation maximale de la tête et des épaules, un champ de perception de 360° est possible.

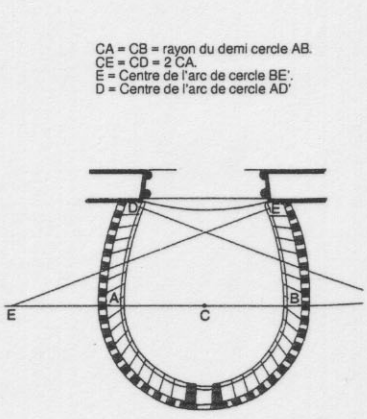
Proportion d'une salle de spectacle classique

(opéra, théâtre à trois sections, théâtre traditionnel) (fig. 7) : La distance entre la dernière rangée et la ligne du rideau de fer (début de la scène) ne doit pas dépasser la valeur suivante - Spectacle maximum 24 m (distance maximale pour reconnaître les mimiques / expressions du visage), opéra 32 m (les grands mouvements sont encore reconnaissables).

La largeur de la salle de spectacle tient compte du fait que les spectateurs assis sur le côté doivent avoir une vue d'ensemble suffisante sur la scène (fig. 8). Des variantes sont possibles. Les proportions agréables et la bonne acoustique des théâtres classiques des 18ème et 19ème siècle se basent sur des règles de proportions particulières (fig. 9 et 10).

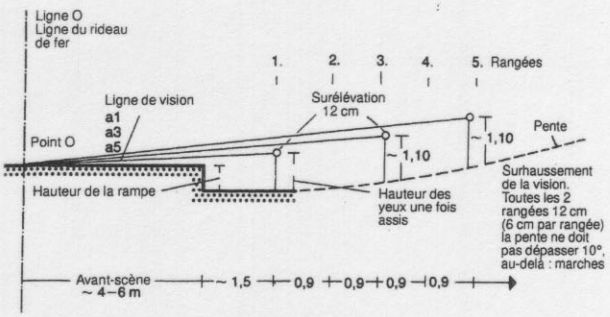


⑨ Construction du contour de la salle de spectacle au grand théâtre de Bordeaux. Arch. : Victor Louis 1778

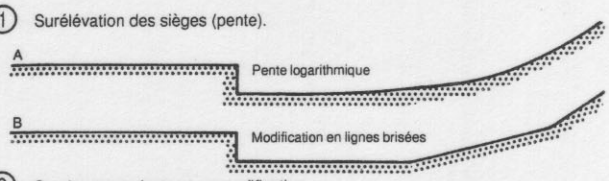


⑩ Construction de la courbe de la salle du théâtre de la Scala à Milan. Arch. Piermarini

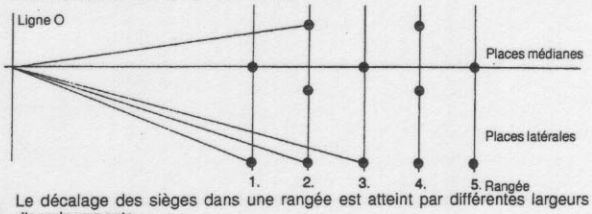
Théâtres Cinémas



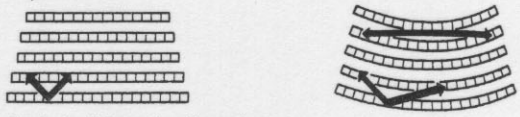
① Surélévation des sièges (pente).

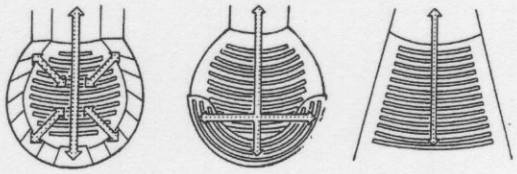


② Courbe ascendante et sa modification.

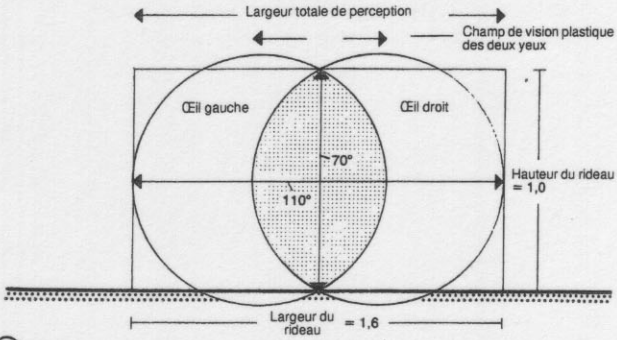


③ Le décalage des sièges dans une rangée est atteint par différentes largeurs d'emplacements.

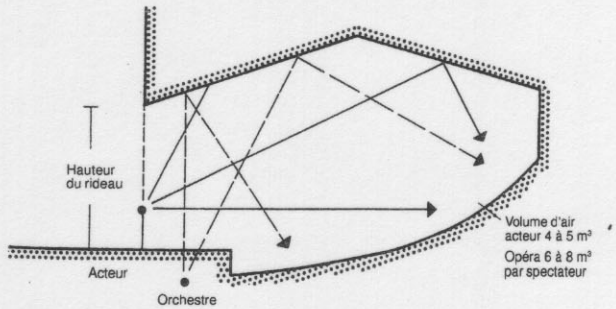




④ Relation de contact public / scène et public / public.



⑤ Champ de perception et proportions du cache du rideau.



⑥ Forme du plafond et réflexion du son.

Surélévation des sièges (pente) dans la salle

La surélévation des sièges résulte des lignes de vision. La construction selon les lignes de vision vaut pour toutes les places dans la salle du parterre aux balcons (fig. 1). On part du principe que les spectateurs sont assis en « chicane » et qu'ainsi il n'y a qu'une rangée sur deux qui nécessite une surélévation totale pour la vue (12 cm). Il existe une littérature mathé-matique spécialisée sur les problèmes de vue dans les théâtres, dans laquelle on tient compte du hasard de la répartition des spectateurs de taille différente. Les rangées de spectateurs devraient être en forme de segment de cercle non seulement pour un meilleur centrage par rapport à la scène, mais aussi pour atteindre une meilleure perception réci-proque (sentiment de sécurité) (fig. 4).

Coupe d'ensemble sur la salle de spectacle

Il faut d'abord déterminer la hauteur du rideau de fer. Dans le théâtre avec parterre, le rapport devrait être le suivant :

$$\frac{\text{Hauteur du rideau de fer}}{\text{Largeur du rideau de fer}} = \frac{1}{1{,}6}$$

c'est là que se situe la section d'or, le champ de perception physiologique (fig. 5). Après la hauteur du rideau de fer, la hauteur de la rampe et la pente du parterre sont décidées et le volume spatial est fixé, les lignes du plafond résultant des exigences acous-tiques. Il faut faire en sorte que le son répercuté de la scène et de l'avant-scène se répartisse harmonieusement au-dessus des places. Quand il y a des balcons, il faut s'assurer que même depuis les plus hautes places, on ait une vue suffisamment plongeante sur la scène (fig. 7). Agrandir éventuellement la hauteur du rideau de fer.

Proportions d'un espace expérimental (p.418)

Il s'agit d'espaces de théâtre neutres ou ouverts, qui permettent des répartitions de spectateurs et de surfaces de scène variées. Cette répartition variable est atteinte grâce à :

A. des estrades de scènes mobiles et tribunes de spectateurs mobiles sur un sol fixe ;

B. un sol mobile constitué d'estrades pouvant s'élever. Cette solution est plus coûteuse en moyens techniques et financiers que la solution A et c'est pourquoi elle est utilisée dans les grandes salles pour au moins 150-450 personnes et plus.

Le petit type A convient mieux aux petits théâtres et aux espaces inutilisés qui, en règle générale, ne disposent pas suffisamment de sous-sol.

99 places x 0,6 m² = 60 m² (2/3) + 30 m² (1/3) surface de scène = 90-100 m²

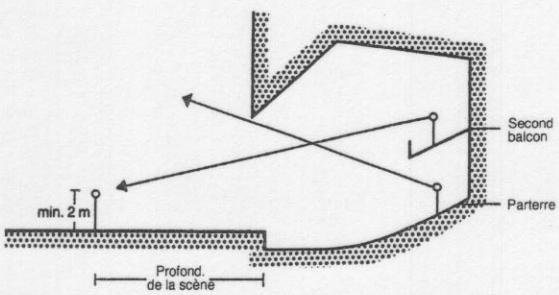
Pour une utilisation variée, on dispose d'une proportion spatiale de 1 : 1,6 (p.418, fig. 1 à 3).

Coupe pour un espace expérimental

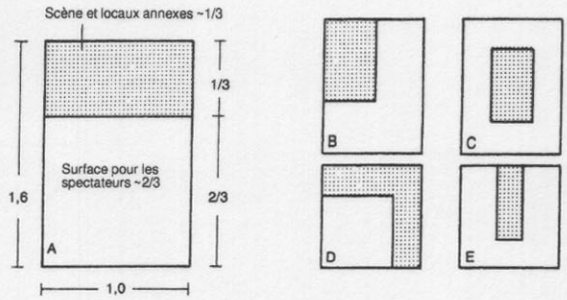
Pour les salles simples, on peut se passer de plafond technique, des treuils à main peuvent être prévus à la place (p.418, fig. 4 à 7).

Le champ central du sol peut être variable grâce aux estrades variables et aux tribunes (p.419, fig. 1 à 4).

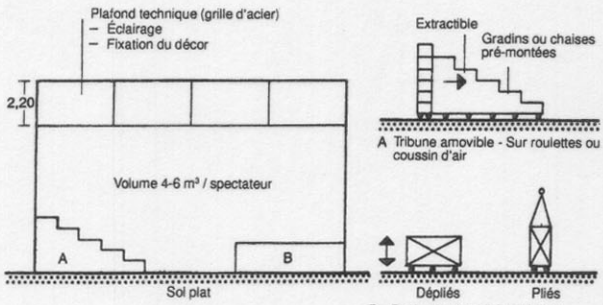
Le plus grand type B, 450 places de spectateurs et plus est construit comme A, mais avec sol mobile pour simplifier les changements de la topo-graphie du sol. Problème : dimensions et précision d'élévation des estrades. Souvent la topographie grossière des estrades nécessite une topographie affinée de paliers à monter manuellement (p.418, fig. 3). Exemple : Théâtre de la place Lénine à Berlin (p.415, fig. 6).



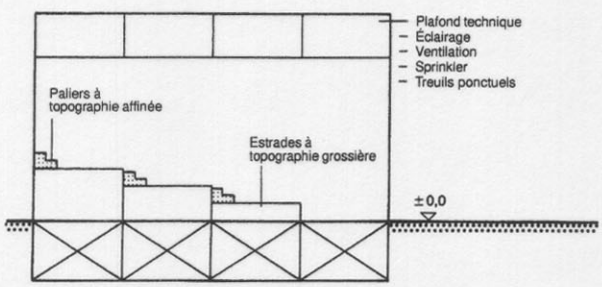
⑦ Théâtre avec balcon et vue sur la scène.



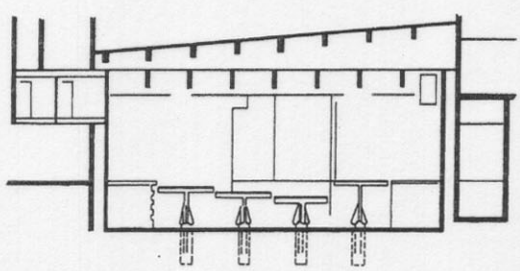
① Variantes de scènes. Petite type A. Autre variantes de scènes.



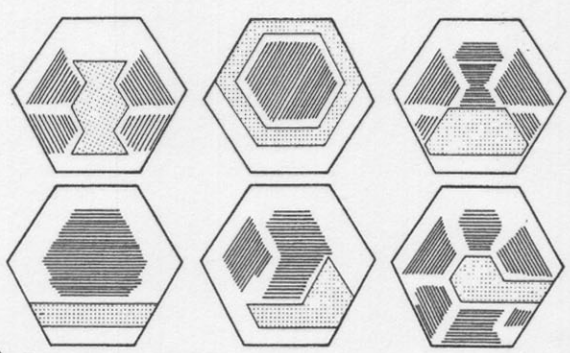
② Espace expérimental.



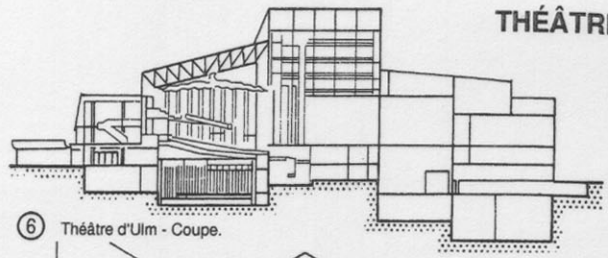
③ Estrades surélevables - Esquisse de principe.



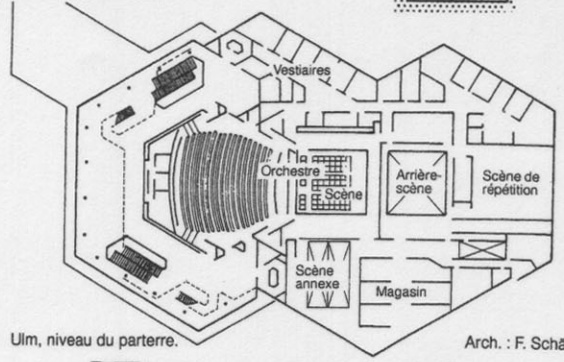
④ Théâtre d'Ulm coupe longitudinale sur l'estrade. Arch. : Fr. Schäfer



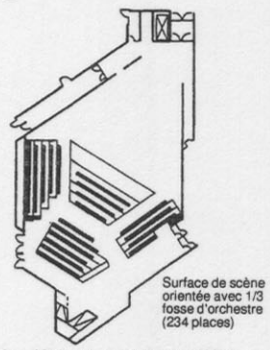
⑤ Estrade de Ulm. 6 variantes de répartition des surfaces d'action.

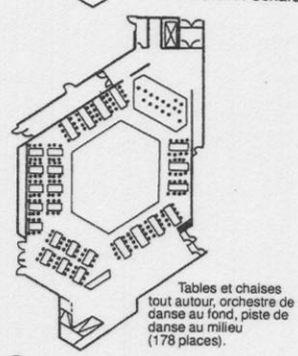


⑥ Théâtre d'Ulm - Coupe.

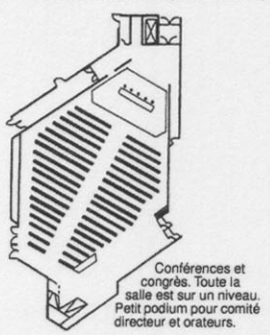


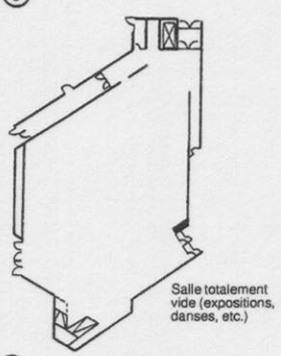
⑦ Ulm, niveau du parterre. Arch. : F. Schäfer



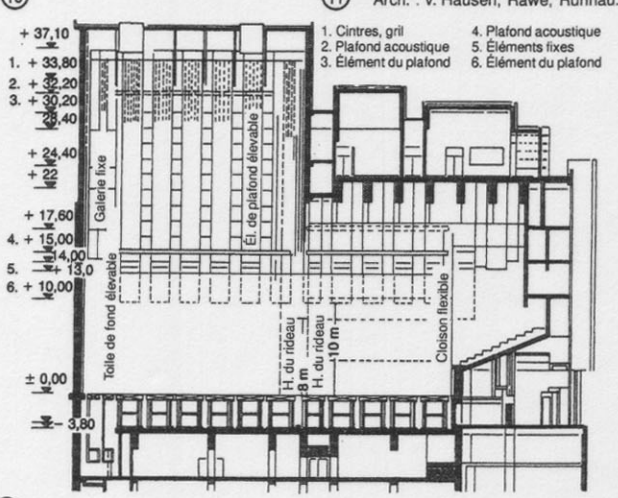


⑧ Variantes spatiales du théâtre municipal de Münster (fig. 9, 10 et 11). ⑨



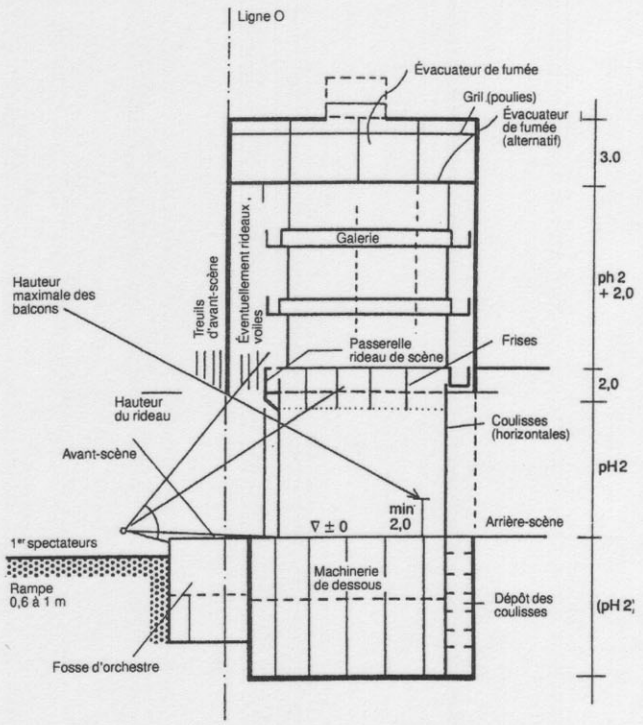


⑩ ⑪ Arch. : V. Hausen, Rawe, Ruhnau.

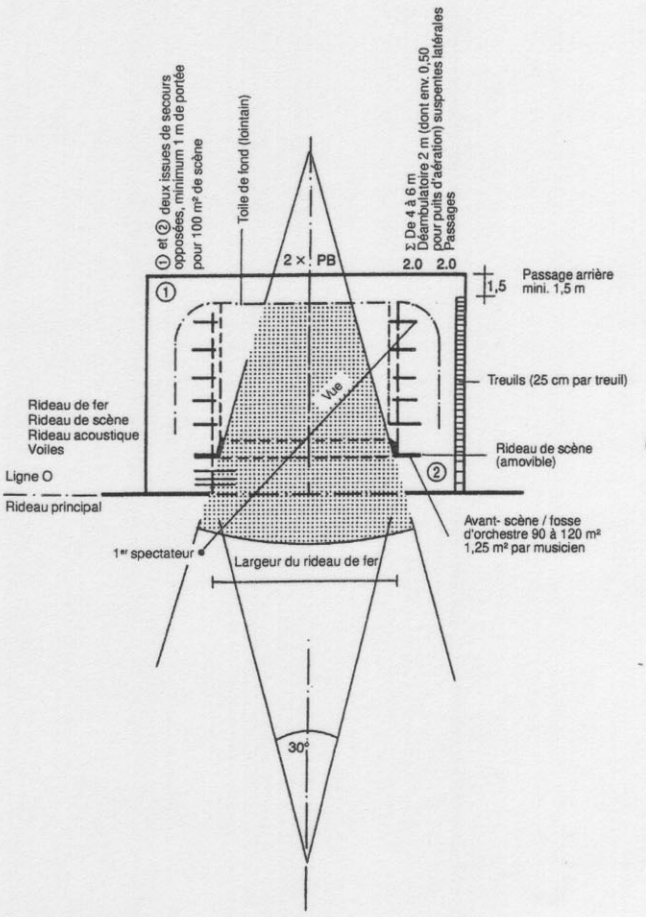


⑫ Salle modulable de l'opéra Bastille, Paris. Coupe longitudinale. Arch. : C. Ott

Théâtres Cinémas



① Proportions de la scène traditionnelle vue en coupe. (Vue latérale).



② Proportions de la scène traditionnelle vue d'en haut.

Types de scènes

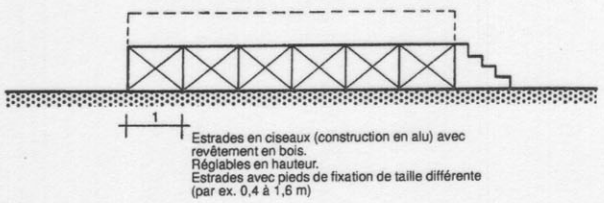
Scène entière : la surface de la scène est de plus de 100 m². Le plancher de la scène est à plus d'un mètre au-dessus de l'ouverture de la scène. Pour ce type de scène, le point essentiel est un rideau de fer de protection, nécessaire pour séparer la scène de la salle de spectacle en cas de danger. Mais le rideau de fer est également une séparation nette entre la scène et la salle de spectacle pour son utilisation.

Petite scène : la surface de base pas plus grande que 100 m²; pas d'agrandis-sement de la scène (scènes annexes), le plancher de la scène ne dépasse pas 1 m au-dessus de la hauteur du rideau, les petites scènes n'ont pas besoin d'un rideau de fer.

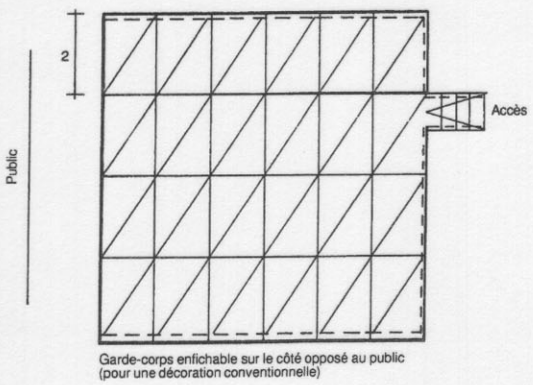
Surfaces de scènes : les surfaces de jeu surélevées et augmentées dans la pièce sans avancée du plancher. La particularité de la surface scénique réside dans les prescriptions sur les rideaux et décorations. Elles concer-nent le fonctionnement et la planification de la surface scénique. Les salles expérimentales entrent dans la définition des surfaces scéniques.

Proportions de la scène

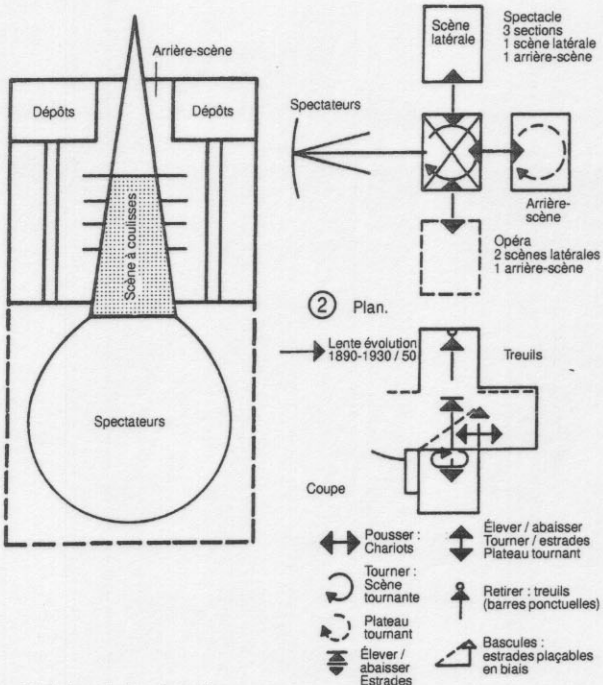
Les proportions de la scène découlent des lignes de vision de la salle de spectacle. La surface scénique est la surface du jeu, plus accès au pourtour et surfaces de travail. Construction de principe d'une scène traditionnelle (fig. 1 et 2).
La surface scénique mobile est composée de paliers ou d'estrades réglables en hauteur. On obtient une variabilité de la forme par une répartition de la surface en éléments distincts. Mesures de base 1 x 2 m (fig. 3 et 4).



③ Surface scénique.



④ Surface scénique, plan de base.



② Plan.

① Technique de transformation. Système classique de scènes 18 et 19ème siècle.

③ Scène moderne.

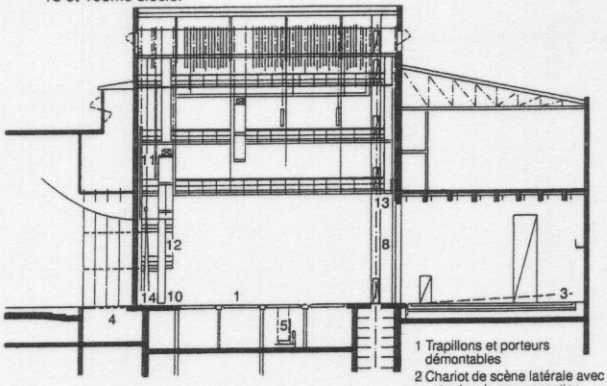
Surfaces annexes de scènes (scènes annexes) et technique de transformation

Le système de scène classique du 18ème et du 19ème siècle ne connaissait que la scène principale; on réalisait les changements de décors (avec une économie de place et une rapidité surprenante) grâce aux coulisses amovibles. Une petite scène à l'arrière avait pour fonction de donner de l'espace pour de profondes perspectives scéniques (fig. 1).

La scène moderne a des superstructures plastiques (décors).

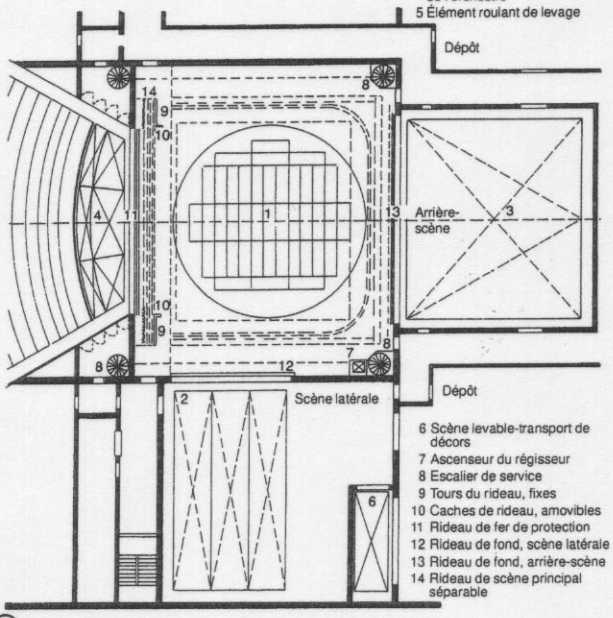
Les changements de décors nécessitent des scènes annexes où les décors peuvent être transportés grâce à des chariots de scènes plats.
Outre le transport des décors, il existe d'autres techniques de changement de décors (fig. 2 et 3).

L'opéra nécessite 2 scènes latérales et 1 scène arrière (fig. 6 et 7).
Le petit théâtre à trois sections s'en sort avec 1 scène latérale et 1 scène arrière (fig. 4 et 5).



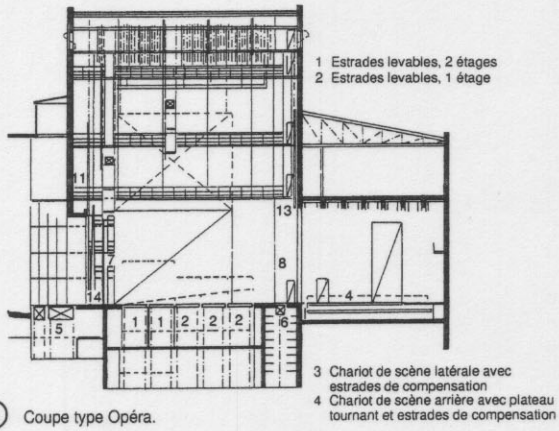
④ Coupe type d'un théâtre à 3 sections.

1 Trapillons et porteurs démontables
2 Chariot de scène latérale avec estrades de compensation
3 Chariot d'arrière -scène avec plateau tournant, plaçable en biais
4 Couverture manuelle de l'orchestre
5 Élément roulant de levage



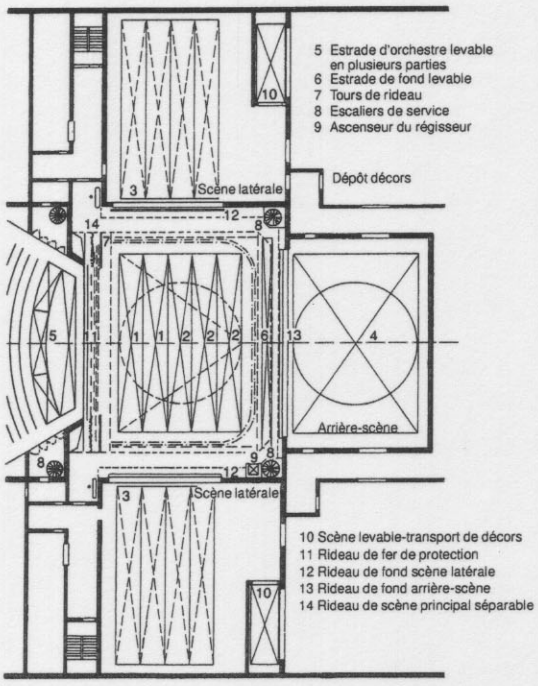
6 Scène levable-transport de décors
7 Ascenseur du régisseur
8 Escalier de service
9 Tours du rideau, fixes
10 Caches de rideau, amovibles
11 Rideau de fer de protection
12 Rideau de fond, scène latérale
13 Rideau de fond, arrière-scène
14 Rideau de scène principal séparable

⑤ Plan type. Scène spectacle d'un théâtre à 3 sections.



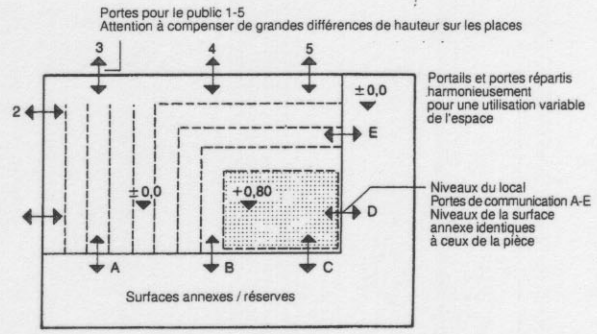
1 Estrades levables, 2 étages
2 Estrades levables, 1 étage
3 Chariot de scène latérale avec estrades de compensation
4 Chariot de scène arrière avec plateau tournant et estrades de compensation

⑥ Coupe type Opéra.

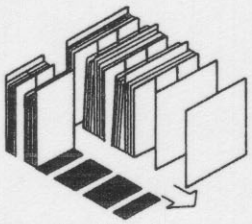


5 Estrade d'orchestre levable en plusieurs parties
6 Estrade de fond levable
7 Tours de rideau
8 Escaliers de service
9 Ascenseur du régisseur
10 Scène levable-transport de décors
11 Rideau de fer de protection
12 Rideau de fond scène latérale
13 Rideau de fond arrière-scène
14 Rideau de scène principal séparable

⑦ Plan type Opéra.

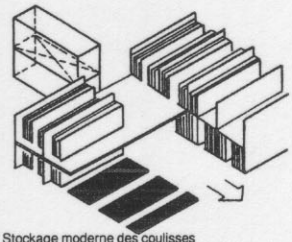


① Surfaces annexes / réserves.



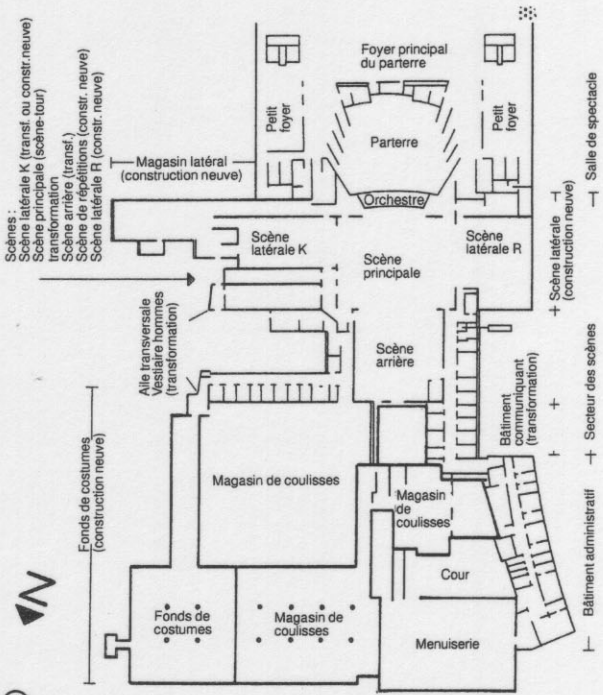
Stockage traditionnel des coulisses
- posées de chant dans des boxes, transport manuel, grande part de surface pour la circulation, hauteur 9-12 m
- couchées dans des boxes, transport manuel, grande part de surface pour la circulation.

② Magasinage.

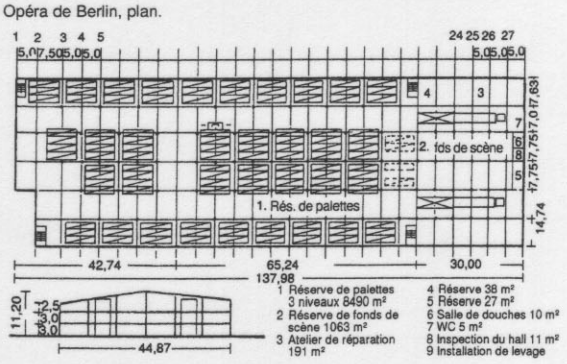


Stockage moderne des coulisses
- Chargement de container à la main de la scène annexe, ou surface spéciale d'empilage
- Transport par container dans des magasins extérieurs
- Magasinage par ordinateur des containers dans des étagères à plusieurs niveaux

③ Magasinage.



④ Opéra de Berlin, plan.



⑤ Magasin de coulisses. Théâtre National de Mannheim. Plan et coupe
Arch. et Techn. Biste et Gerling

Surfaces annexes

Les surfaces de scène nécessitent des surfaces annexes pour les décors et des surfaces de rangement pour les estrades et tribunes. La surface annexe devrait avoir la taille de la surface de scène. Le besoin en place pour la surface de rangement se calcule à partir des estrades et tribunes repliées.
Surface annexe + surface de rangement égalent environ 30 % de l'espace total.

On utilise beaucoup moins de décors pour les surfaces scéniques que pour les scènes normales.
Raisons à cela :
La vue nécessaire de plusieurs côtés sur la surface de la scène.
Les réglements qui limitent pour des raisons de sécurité l'utilisation de décors (fig. 1).

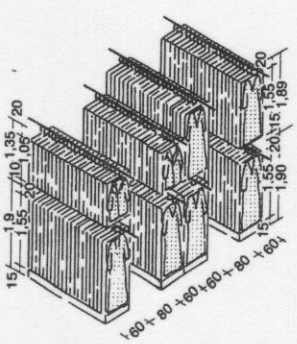
Les magasins servent au dépôt d'objets et décors pour la scène. Ils se répartissent en : magasins de décors, fonds de scène, meubles, accessoires.
Magasins pour : costumes, chapeaux, chaussures, masques, perruques, éclairages, etc.
Les magasins de décors et costumes ont le plus grand besoin en surface.

Magasins de décors :
(en particulier pour éléments lourds) à niveau de scène et à proximité immédiate de la scène.
La valeur à titre indicatif pour le dimensionnement des réserves de décors et costumes est le nombre de mises en scène inscrites au répertoire. Pour le spectacle et le théâtre à 3 sections, 10-12 pièces, pour l'opéra jusqu'à 50 mises en scène et plus.

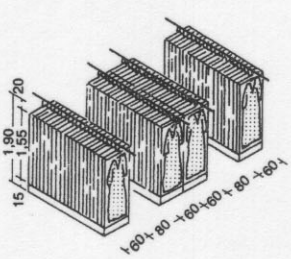
Par pièce / mise en scène, on utilise environ 20 à 25% de la surface de scène comme surface de magasinage, c'est-à-dire pour le spectacle environ 3 fois la surface de la scène (jeu) et pour l'opéra au moins 10 fois. La pratique démontre que les magasins deviennent toujours trop petits avec le temps, c'est pourquoi les théâtres et surtout les opéras aménagent des magasins en dehors du bâtiment.

Les grands frais de transport ont conduit à l'introduction d'une technique ultra-moderne pour le transport et le stockage :
Système de containers avec stockage réglé par ordinateur.
Par mise en scène environ 2-4 containers (dans des cas particuliers pour les opéras jusqu'à 12 containers).
Exemple :
Opéra de Berlin : magasins en rapport immédiat avec la scène (fig. 4).
Théâtre national de Mannheim : magasinage à l'extérieur du bâtiment dans des containers (fig. 5).

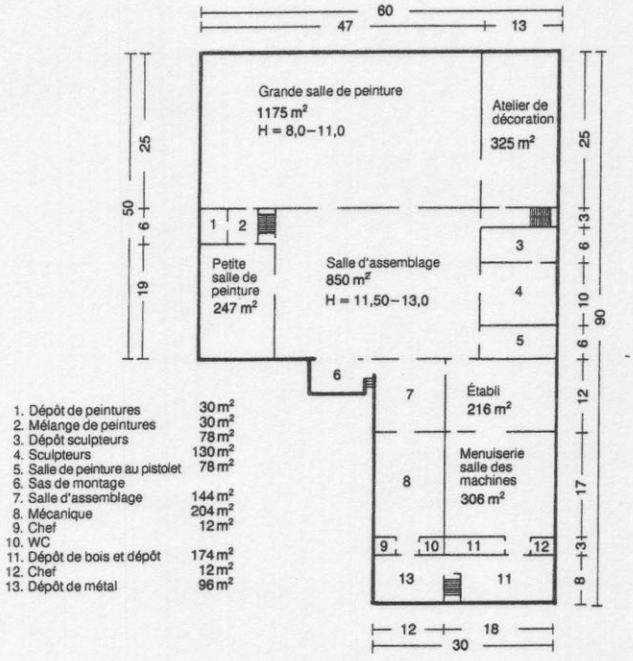
Surface nécessaire pour les costumes en fonction du nombre de mises en scène dans le répertoire et de l'importance de la troupe, par exemple : Opéra : à côté des acteurs, chœur et ballet.
Surface nécessaire pour les costumes : 1-12 cm / costume ou 1-15 costumes / barre (fig. 6 et 7).



⑥ Suspension et stockage sur deux niveaux de costumes sur des porte-vêtements fixes.



⑦ Sur un niveau.



① Atelier / rez-de-chaussée. Arch. + Techn. Biste et Gerling

Ateliers et locaux du personnel

Ateliers pour la fabrication des décors.

En 1927, le scénographe Kranick exigeait dans son livre « Technique de scène actuelle » que les ateliers soient séparés du théâtre. Ses raisons :

– Risques d'incendie et

– Réduction possible des volumes de travail

Dans les vieux théâtres, les ateliers étaient généralement situés de manière inaccessible. De nos jours, on demande de laisser les ateliers dans les théâtres grâce à une planification spatiale adéquate. Raisons : Maintien dans les théâtres d'un climat de travail spécifique et positif (identification avec le travail). Et pourtant les ateliers dans les grands théâtres sont, pour des raisons spatiales et économiques, placés dans des bâtiments particuliers. La surface nécessaire pour les ateliers de décoration est de l'ordre de 4 à 5 fois la surface de la scène principale dans les théâtres moyens (spectacle et théâtre à trois sections). Dans les grands opéras ou théâtres doubles (opéra et spectacle), 10 fois. Toujours situer les ateliers sur un seul niveau, que ce soit à l'intérieur ou à l'extérieur du bâtiment.

Les ateliers de décoration se répartissent comme suit :

a) Salle de peinture :

La surface de base doit être calculée de telle sorte que deux grands fonds de scène ou horizons courbes peuvent être étendus sur le sol pour être peints. Taille moyenne d'un horizon courbe 10 x 36 m. Séparation de la salle par un épais rideau, nécessaire à cause des travaux de peinture au pistolet. Chauffage par le sol pour sécher les fonds de scène peints. Sol en bois pour étendre les toiles. La salle de couture se joint à la salle de peinture pour coudre les bandes de tissu. Taille environ 1/4 de la salle de peinture.

b) Menuiserie : Répartition en salle avec établi et salle des machines. Sol en bois. S'y ajoute la remise du bois pour 3-10 productions.

c) Capitonnage : Environ 1/10 de la salle de peinture.

d) Mécanique : Comme menuiserie mais sol en ciment.

e) Atelier de doublage : Taille comme b) ou d)

f) Les ateliers doivent être groupés autour d'une salle d'assemblage. La salle sert à l'essai de montage des décors. Surface de base comme surface de base de la scène. Hauteur définie par rapport à la hauteur du rideau de fer + 2 m, diamètre 9-10 m.

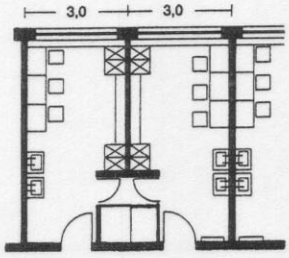
g) Pour le personnel technique, il faut prévoir des vestiaires, salles de douches et de pause (cantine). Pour le personnel technique de direction, des bureaux. Autres ateliers pour le son, la lumière, les accessoires et les costumes. Taille en fonction des besoins (intensité de production, aménagements spécifiques).

Locaux pour le personnel :

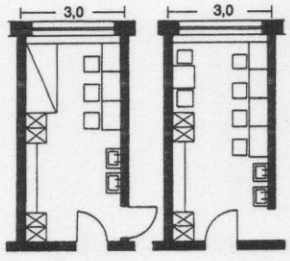
Personnel artistique, intendance, administration.

Historiquement parlant, les locaux pour le personnel se trouvaient des deux côtés de la scène : à gauche pour les femmes, à droite pour les hommes, ce qui est défavorable au bon fonctionnement. De nos jours les locaux pour le personnel se situent dans la zone technique, sur plusieurs niveaux. C'est là aussi que se trouvent le maquillage, souvent aussi l'atelier de costumes, l'administration et l'intendance.

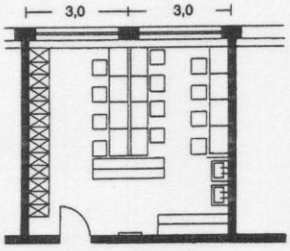
Vestiaires : Plans types montrés dans les figures 2 à 9.



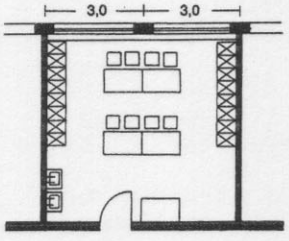
② Vestiaires des solistes au moins 3,8 à 5 m² par personne.



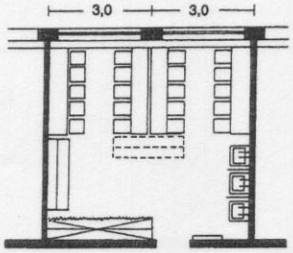
③ Vestiaires des solistes au moins 5 m² par personne.



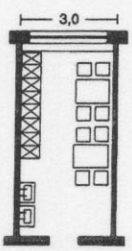
④ Vestiaires pour la chorale ≥ 2,75 m² par personne.



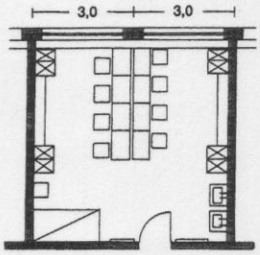
⑤ Local vestiaires et vocalises pour membres de l'orchestre ≥ 2 m² par personne.



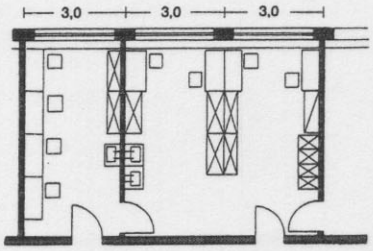
⑥ Vestiaires pour chorale supplémentaire et/ou figuration ≥ 1,65 m² par personne.



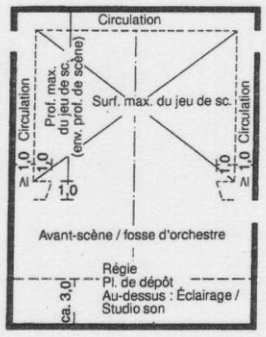
⑦ Vestiaires et pause pour personnel technique.



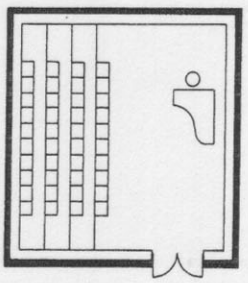
⑧ Vestiaires pour ballet au moins 4 m² par personne.



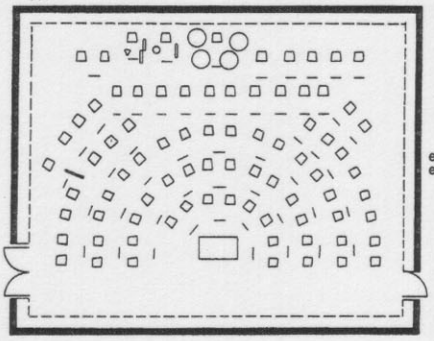
⑨ Salle de maquillage et de travail pour les maquilleurs.



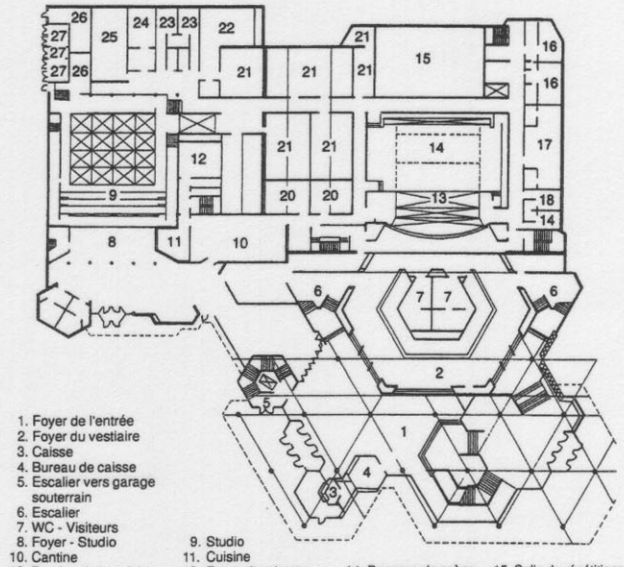
① Grande scène de répétition/plan type.



② Salle de répétition de la chorale/plan type.

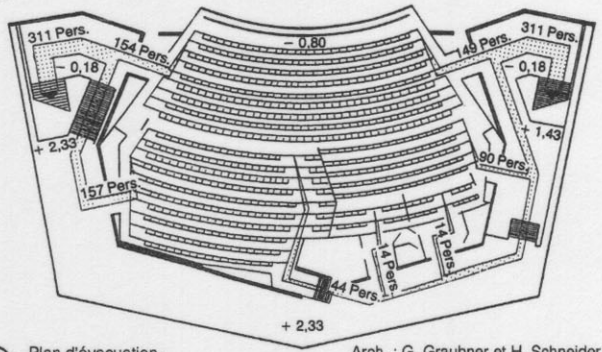


③ Salle de répétition de l'orchestre/plan type.



1. Foyer de l'entrée
2. Foyer du vestiaire
3. Caisse
4. Bureau de caisse
5. Escalier vers garage souterrain
6. Escalier
7. WC - Visiteurs
8. Foyer - Studio
9. Studio
10. Cantine
11. Cuisine
12. Remise de la cuisine
13. Fosse d'orchestre
14. Dessous de scène
15. Salle de répétitions
16. Figurants
17. Chorale
18. Chef de chorale
19. Chef d'orchestre
20. Salle de vocalises
21. Dépôt
22. Atelier électronique
23. Vestiaires
24. Local des batteries
25. Local de distribution basse tension
26. Local de distribution moy. tension
27. Cellules de transformateurs

④ Niveau d'entrée du Théâtre Municipal de Heilbronn. Arch. : Biste et Gerling



⑤ Plan d'évacuation. Théâtre Municipal de Trêves (626 pl.). Arch. : G. Graubner et H. Schneider Techn. : A. Zotzmann 1964

Salles de répétitions

Chaque théâtre demande au minimum 1 scène de répétitions, pour décharger la scène principale. Plan type d'une scène de répétitions d'un théâtre traditionnel (fig. 1). Pour les le théâtres à trois sections et les opéras s'ajoutent la salle de répétitions de l'orchestre (fig. 3), la salle de répétitions de la chorale (fig. 2), les salles de répétitions des solistes, la salle de ballet.

Théâtre expérimental : les salles de répétitions du personnel, les ateliers, et réserves sont nécessaires même sous forme réduite, s'il y a un fonctionnement continuel.

Locaux techniques

Locaux pour transformateur, distribution de moyenne et basse tension, batteries de secours (groupe électrogène de secours), climatisation et ventilation, alimentation en eau (recueil des eaux de pluie).

Salles du public

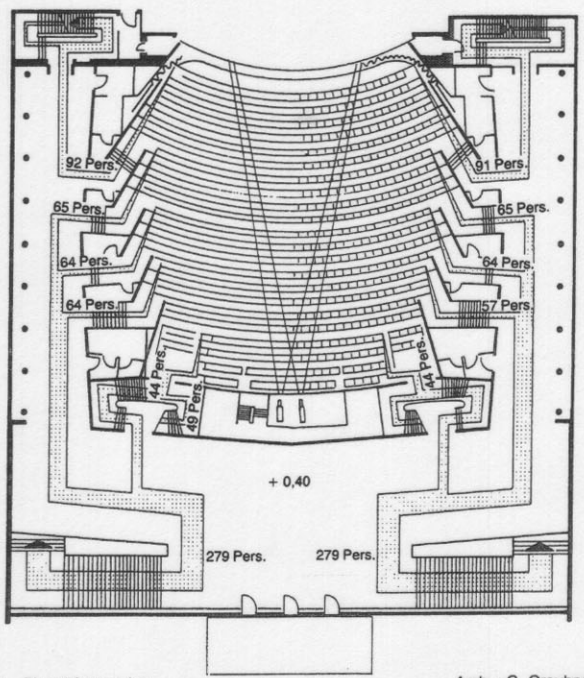
1. Les opéras italiens classiques ne possédaient que des escaliers et des accès étroits. Il n'y avait pas de véritable foyer. Les salles de spectacles spacieuses de l'Opéra Garnier sont d'autant plus impressionnantes. L'incendie en 1881 du théâtre de Vienne eut pour conséquence une transformation profonde. On exigea alors des cages d'escalier de secours fermées, séparées pour tous les balcons. Cette exigence est encore valable de nos jours.

2. Dans les théâtres traditionnels, les foyers se répartissent en : foyer proprement dit (salle des pas perdus), restaurant (buffet), foyer des fumeurs. Surface du foyer : 0,8 à 2,0 m² par spectateur. La fonction du foyer s'est aujourd'hui transformée, complétée par des expositions et des représentations théâtrales régulières. Attention lors de l'avant-projet à la hauteur des pièces, l'organisation des murs, des sols et des plafonds.

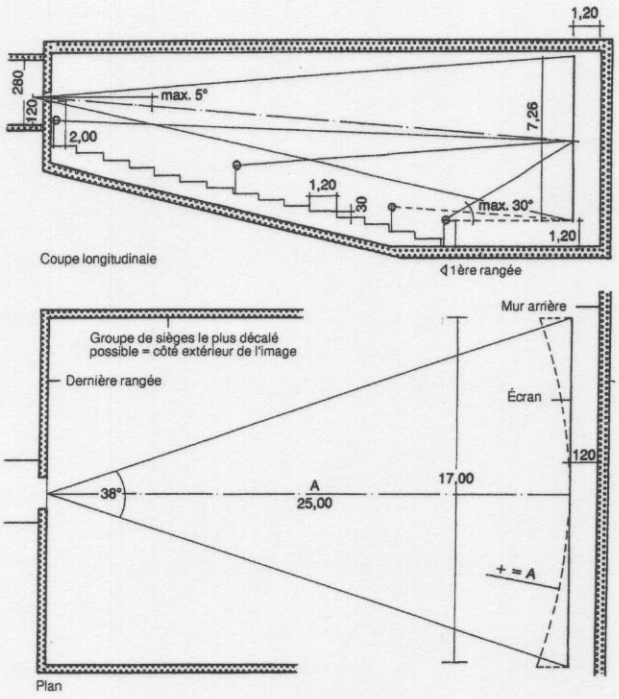
Vestiaires (4 m pour 100 visiteurs)

De nos jours, on trouve des consignes (1 casier pour 4 visiteurs). Les foyers sont aussi des salles d'attente. Les WC sont rattachés au foyer dans la proportion : 1 WC/100 personnes, 1/3 hommes, 2/3 femmes. Au minimum 1 cabinet de toilettes pour hommes et 1 pour femmes. Hall d'entrée (sas) avec les caisses de jour et de nuit qui doivent être l'une en face de l'autre.

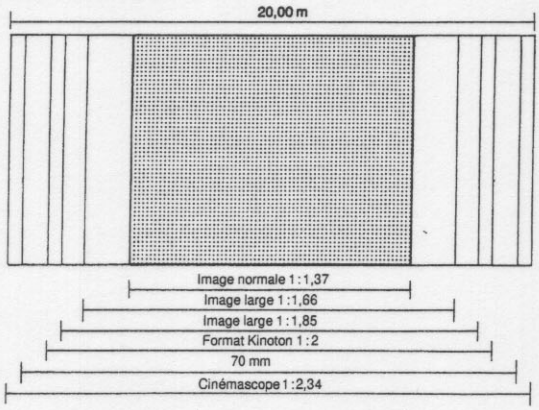
Accès extérieurs et issues de secours dépendent des données locales (p.425, fig. 4 et 5).



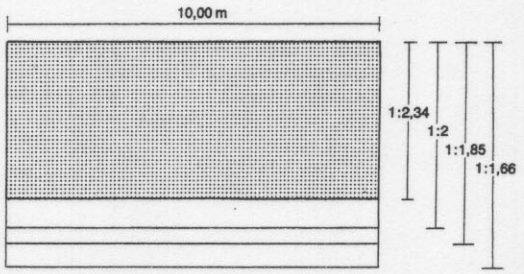
⑥ Plan d'évacuation. Théâtre Municipal de Lünen (765 pl.). Arch. : G. Graubner Techn. : W. Ehle 1958



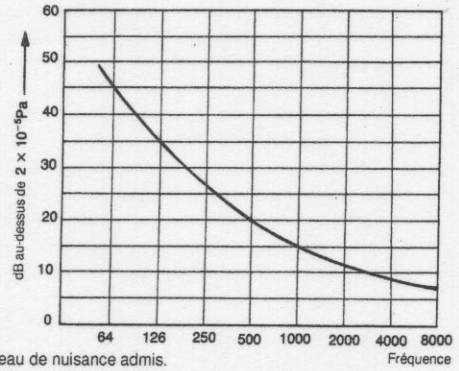
① Salle de cinéma optimale.



② Formats d'image pour la même hauteur d'image.



③ Formats d'image pour une même largeur d'image.



④ Niveau de nuisance admis.

Avant tout projet prendre conseil auprès d'une entreprise de technique cinématographique.

Projection de film

Grâce à la pellicule de sécurité, une protection contre l'incendie n'est plus nécessaire dans la cabine de projection.

L'opérateur manipule plusieurs appareils de projection et n'a plus à se tenir de façon permanente dans la cabine de projection, 1 m est nécessaire derrière l'appareil de projection et sur le côté de la manipulation, 2,80 m de hauteur, ventilation, isolation phonique vers la salle de spectacle. Les cabines de projection sont regroupées pour plusieurs salles. Largeur des films 16 mm, 35 mm et 70 mm. Le milieu du faisceau de projection ne doit pas s'écarter de plus de 5° horizontalement ou verticalement du milieu de l'écran, ou doit être dirigé sur un miroir déflecteur (fig. 1).

Conventionnellement, on passe les films avec deux appareils de projection en fonction du fondu-enchaîné. Dans le monde entier, le fonctionnement automatisé avec 1 appareil de projection à bobine horizontale pour des représentations en continu de 4000 m de pellicule s'est imposé, pour plusieurs cabines de projection télécommandées depuis les lieux de projection et de contrôle. La pellicule donne automatiquement les signaux de contrôle pour le changement d'objectif, la lumière de la salle, la lumière de la scène, rideau et recouvrement de l'image.

Taille de l'image

Elle dépend de la distance entre l'appareil de projection et l'écran et a un rapport hauteur/côté de 1 : 2,34 (Cinémascope) ou 1 : 1,66 (image large) pour une faible largeur de salle. L'angle du milieu de la dernière rangée jusqu'au coin extérieur de l'image pour Cinémascope ne doit pas dépasser 38°, distance de la dernière rangée/écran = 3 : 2 (fig. 2 et 3).

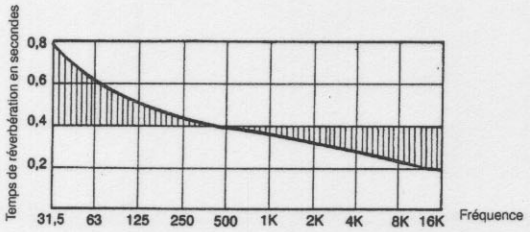
Écran

Distance de l'écran au mur pour THX au moins 120 cm selon la taille de la salle et le système, réduisible jusqu'à 50 cm pour monter le système sonore.

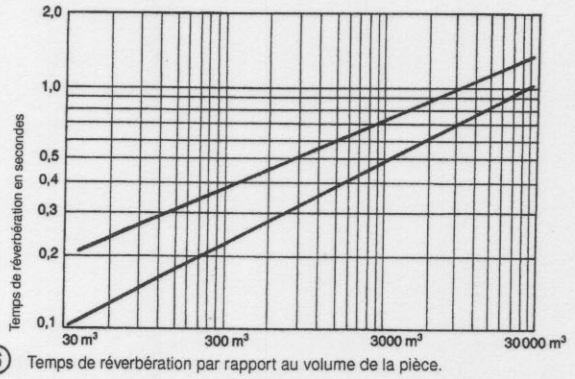
L'écran est perforé (perméabilité au son). Recouvrement réglable de la pellicule ou rideaux limitant latéralement les écrans pour une même hauteur. Les grands écrans sont courbés avec rayon vers la dernière rangée. Le rebord du bas de l'écran doit être situé à 1,20 m min. au-dessus du sol (fig. 1).

La salle

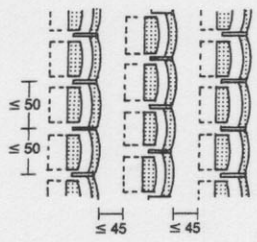
Elle ne doit recevoir pendant les projections aucune autre lumière que celle des éclairages de secours. Construire les murs et plafonds en matériaux non réfléchissants et dans des couleurs pas trop claires. Les visiteurs doivent être assis à l'intérieur du bord extérieur de l'image. L'angle de vision vers le milieu de l'image ne doit pas dépasser 30° depuis le premier rang.



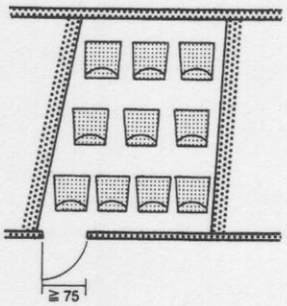
⑤ Temps de réverbération en fonction de la fréquence.



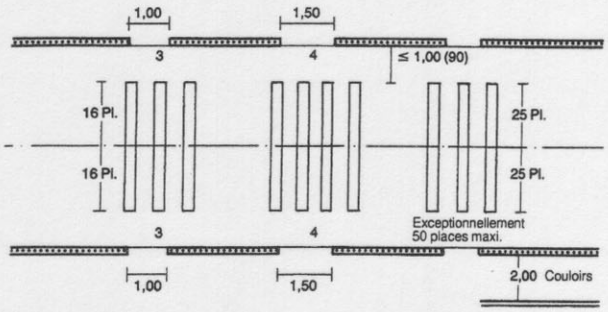
⑥ Temps de réverbération par rapport au volume de la pièce.



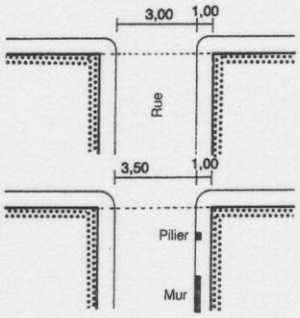
① Espacement des rangées.



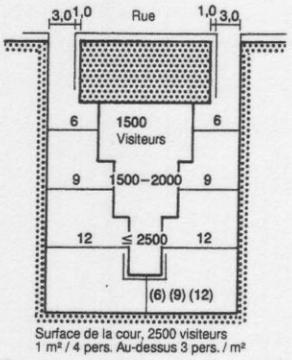
② Les loges peuvent disposer de ≤ 10 chaises amovibles, pour chaque personne ≥ 0,65 m² surface.



③ Sièges.

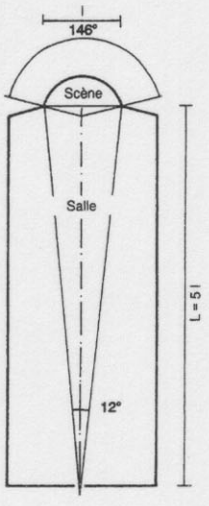


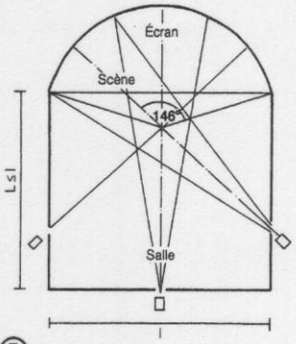
④ Accès et traversées.



Surface de la cour, 2500 visiteurs
1 m² / 4 pers. Au-dessus 3 pers. / m²

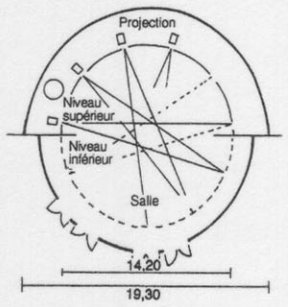
⑤ Distances aux limites du terrain.





⑦

⑥—⑦ Salles différentes pour films plats et films panoramiques.



⑧ Circarama. Écran rond (360°) sur lequel 11 projecteurs synchronisés passent une image cohérente. Ex. : Expo de Bruxelles

Disposition

La déclivité du sol admise est de 10%, elle se fait par escaliers avec marches de 16 cm maximum de hauteur dans des allées de 1,20 m de large (fig. 1). Sur chaque côté de l'allée peuvent être disposés 16 sièges (fig. 3).

Acoustique

Les salles de cinéma contiguës doivent être séparées par des cloisons d'env. 85 dB 18 à 20 000 Hz, (p.408, fig. 4).
Surfaces conductrices de son au plafond avec un faible temps de transit différentiel de délai acoustique.
Le temps de réverbération peut augmenter avec un volume croissant de l'espace et diminue des basses aux hautes fréquences de 0,8 à 0,2 secondes (p.424, fig. 6).
Le mur derrière la dernière rangée doit être isolé contre l'écho sur sa surface supérieure.
Les haut-parleurs sont répartis dans la salle de telle manière que la différence d'intensité sonore ne dépasse pas 4 dB entre la première et la dernière rangée.

Reproduction sonore

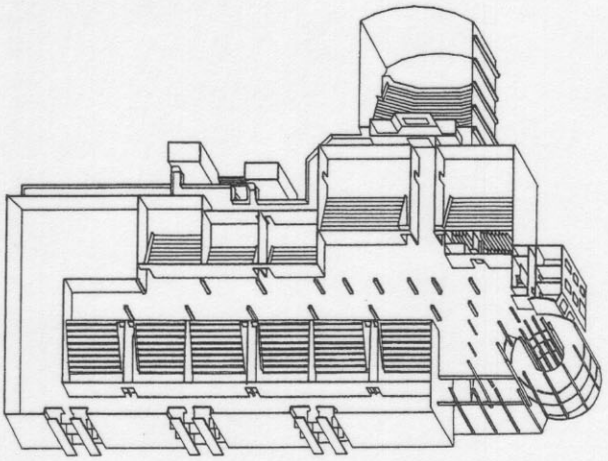
À côté de la reproduction sonore optique en mono, le système optique Dolby-Stéréo en technique 4 canaux est de plus en plus présent, avec 3 combinaisons de haut-parleurs derrière l'écran, quatrième canal avec des haut-parleurs supplémentaires sur le côté et à l'arrière.
Pour films 70 mm en son magnétique six canaux, combinaisons supplémentaires de haut-parleurs derrière l'écran. En vidéotex, il y a derrière l'écran un mur d'absorption phonique selon le système Film Lucas, dans lequel les combinaisons de haut-parleurs sont intégrées.

Caisses :

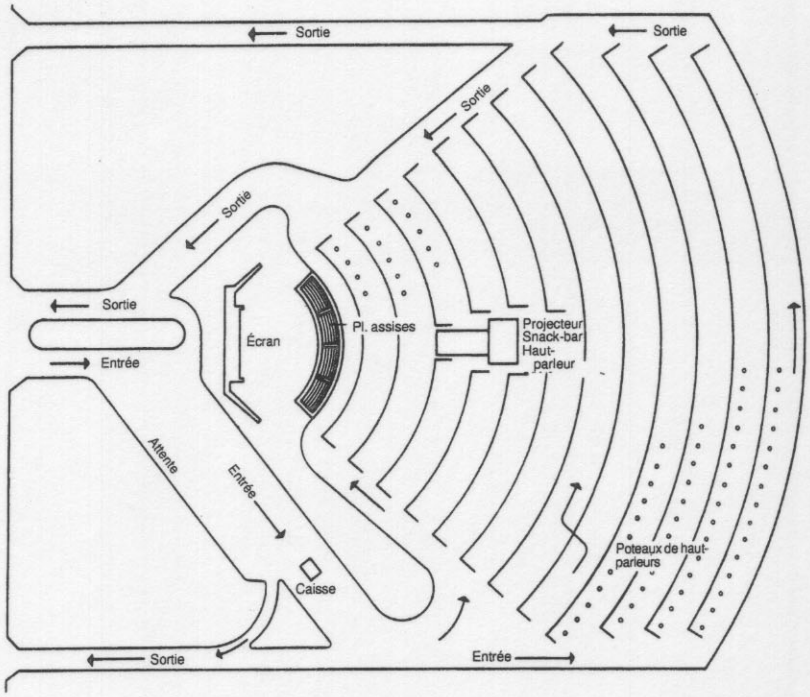
Elles sont relayées par des systèmes de comptabilité et réservations fonctionnant électroniquement.

Grands complexes cinématographiques

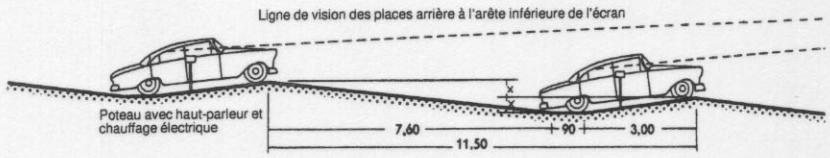
Dans les grandes salles, il existe des loges pour les fumeurs et pour les familles avec enfants, avec une séparation isolée contre le feu et le son, et des systèmes de transmission phonique séparés.
Il existe maintenant de grands cinémas avec plusieurs cabines de projection en combinaison avec de multiples possibilités de transmissions, de loisirs, sports et achats pour toute la famille dans un même lieu. Utilisés aussi pour les séminaires et animations.
À la périphérie des villes avec un nombre de places de parking correspondant. Par exemple : Kinopolis à Bruxelles avec son parc de loisirs, ses 27 salles offrant 7500 places (150 et 700 par salle) et ses écrans allant de 12 x 8 m à 29 x 10 m (fig. 9).



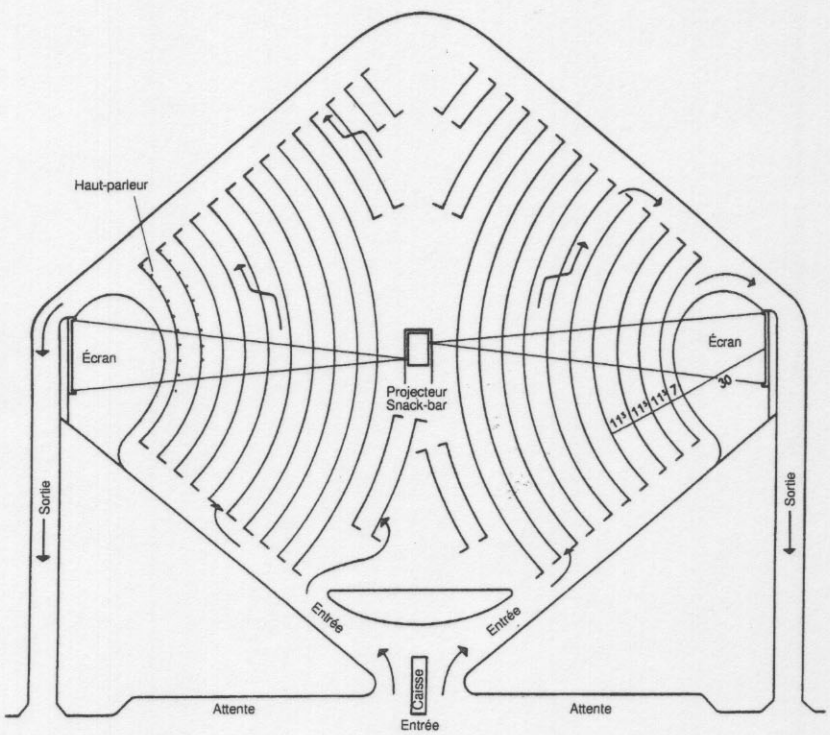
⑨ Kinopolis. Bruxelles — Arch. : Peter de Gelder



① Ciné-parking (drive-in) en éventail avec rampes obliques et cabine de projection basse ne prenant la vue qu'à deux rangées de véhicules.



② Disposition et dimension des rampes, surélévation différente selon la hauteur de l'écran.



③ Ciné double. Une cabine de projection pour deux écrans. Ceci permet de décaler les heures de début de séance de la moitié de la durée du programme. Tous les autres locaux, caisse, bar, toilettes, etc., sont communs.

En Amérique, et plus récemment en Europe, on a ouvert des *drive-in* dans lesquels les spectateurs n'ont pas besoin de descendre de leur voiture. La grandeur est limitée par les rampes. Nombre d'automobiles prévu jusqu'à 1 300, ce qui permet encore une bonne visibilité ; mais le nombre idéal est de moins de 500 voitures (fig. 1).

Autos	Nombre de rampes	Distance entre l'écran et l'arrière de la dernière rampe (m)
500	10	155
586	11	170
670	12	180
778	13	195
886	14	210
1 000	15	225

Situation : Le long d'une autoroute, près d'un poste à essence ou d'une station relais, de manière à éviter que la lumière et le bruit des véhicules en circulation ne dérangent.

Rampes inclinées, en cercle, de façon à surélever l'avant du véhicule et à laisser aux spectateurs assis sur les sièges arrière une bonne visibilité par-dessus les toits des voitures situées plus en avant (fig. 2).

Entrée avec zone d'attente pour éviter l'embouteillage sur la route. Passage pour voitures devant le guichet de vente des billets de manière à ce que ceux-ci puissent être délivrés au conducteur à son volant (fig. 1).

Départ de préférence par devant.

Exécution de l'ensemble de la surface évitant la poussière et les dérapages en cas d'humidité.

Guichets : 1 pour 300 voitures ; 2 pour 600 ; 3 pour 800 ; 4 pour 1 000.

Écran différent selon le nombre de voitures : pour 600 voitures 14,50 x 11,30 m, pour 950 voitures 17 x 13 m. Il est souhaitable de les orienter vers l'est ou le nord, ce qui permet de commencer plus tôt la représentation. Sous nos latitudes, il est préférable de monter l'écran dans un bâtiment fixe.

La hauteur au-dessus du sol dépend de l'inclinaison des rampes et de l'angle de vision. Les écrans inclinés vers le haut diminuent la distorsion. La charpente et l'écran doivent résister à la pression du vent.

Des rangs assis, et des aires de jeu pour les enfants sont souhaitables.

Bâtiment de projection, en général central, à 100 m de distance de l'écran.

La *cabine de projection* contient les projecteurs, le groupe générateur et le système d'amplification du son.

Reproduction sonore de préférence par haut-parleurs utilisés à l'intérieur des véhicules, 2 haut-parleurs par poteau (poteaux distants de 5 m).

Chauffage sur les poteaux des haut-parleurs, raccordement éventuel pour le chauffage intérieur du véhicule.

DISPOSITIONS D'ENSEMBLE

Les stades antiques, d'une splendeur inégalée jusqu'ici (180 000 places au Circus Maximus de Rome) restent nos modèles. Les terrains de football de 70 x 109 m et la piste qui les entoure constituent l'image caractéristique actuelle des terrains de jeux (p.431). La forme de base du terrain est une ellipse, rappelant la forme antique. En règle générale les stades sont partiellement excavés et la terre retirée sert à remblayer le pourtour. Les installations sportives doivent être dotées d'un accès facile, de bonnes liaisons de transport public (arrêts de trains, bus et tramways), de grands parkings, etc. Éviter le voisinage d'industries car les fumées, odeurs et bruits sont indésirables. Rassembler les installations couvertes et à l'air libre pour différentes acitivités sportives et les incorporer dans le plan général de la ville.

L'axe des stades antiques était orienté en fonction des différentes heures de compétition O. E. ou S. N. (fig. 6), en Europe N. E. jusqu'à S. O. de sorte que la plupart des spectateurs aient le soleil dans le dos. C'est pourquoi les accès ouverts se situent à l'est. L'accès aux tribunes se fait par les escaliers situées derrière les caisses (fig. 7). Pour des raisons d'acoustique, Vitruve préconise une pente de 1 : 2, des gradins et des rangées de places debout. Si des haut-parleurs sont utilisés, seule la bonne visibilité est déterminante pour le calcul de la pente.
En fonction de cela, 1 rangée sur 2 du fond (avec des rangées décalées) doit voir au-dessus des spectateurs des rangées de devant correspondantes, ce qui donne une courbe parabolique. Les meilleures conditions de vue sont atteintes sur les côtés longitudinaux d'un segment de cercle.

La largeur des accès et escaliers doit être calculée pour permettre une évacuation rapide des spectateurs. D'après les investigations de C. van Eestern, les 5 000 spectateurs du stade d'Amsterdam (fig. 3) ont besoin de 7 minutes pour le quitter en passant par les escaliers de 9,5 m de large prévus à cet effet, donc 1 spectateur utilise 1 m de largeur d'escalier en

$$9{,}5 \times 420 / 5000 = 0{,}8 \text{ s}$$

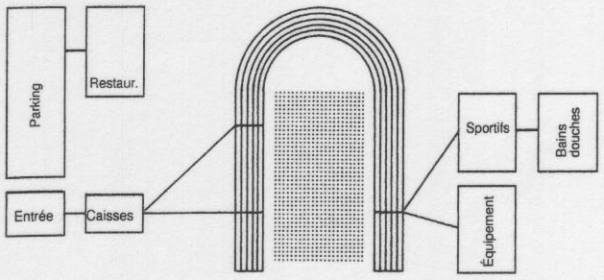
ou bien en 1 seconde, il passe, sur 1 m de largeur d'escalier,

$$5000 / 9{,}5 \times 4{,}20 = 1{,}25 \text{ spectateur.}$$

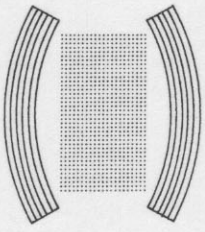
La formule pour déterminer la largeur nécessaire des escaliers pour un nombre donné de spectateurs devant quitter un stade dans un laps de temps déterminé est :

largeur (en m) = nombre de pers. / tps d'écoulement (en s) x 1,25.

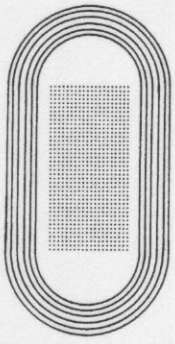
Les sanitaires destinés aux spectateurs doivent être prévus en un lieu facilement accessible. Pour 20 000 spectateurs, un local pour les premiers soins est nécessaire (15 m²) avec une réserve (2 m²) et 2 toilettes avec sas pour les odeurs. Pour les installations de plus de 30 000 spectateurs, prévoir une pièce de 15 m² pour les services de sécurité (police, pompiers), des cabines de 1,5 m² pour les reporters sur la tribune principale avec vue sur le terrain, une salle de distribution de 4 m² et une place de parking pour 4 spectateurs. Les emplacements pour les bus privés sont compris dans cette surface.



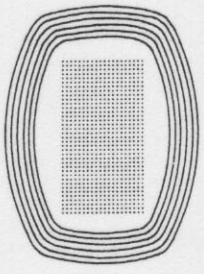
① Système en U.



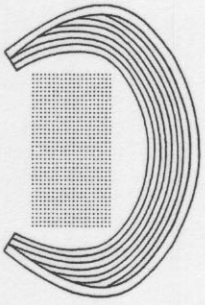
② Etats-Unis : cintré.



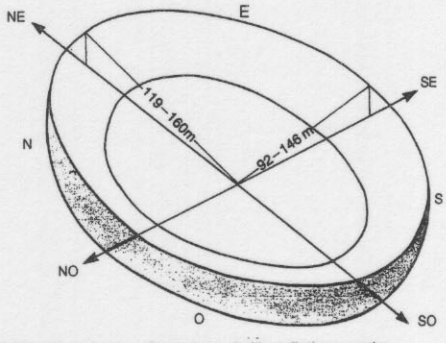
③ Amsterdam : semi-circulaire.



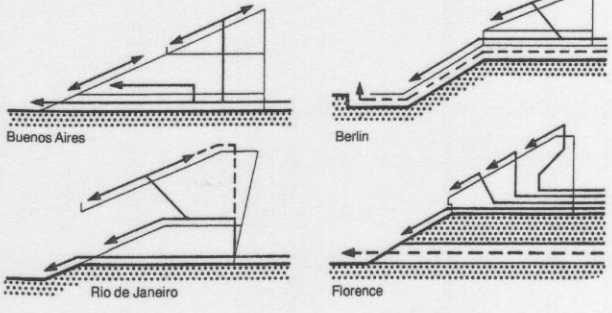
④ Rotterdam : côtés et angles cintrés, uniquement pour le football.



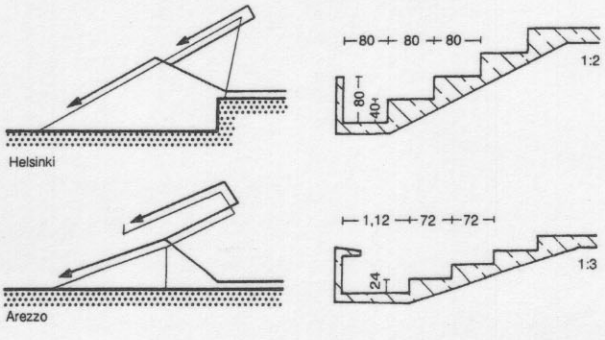
⑤ Budapest : fer à cheval sur axe transversal.



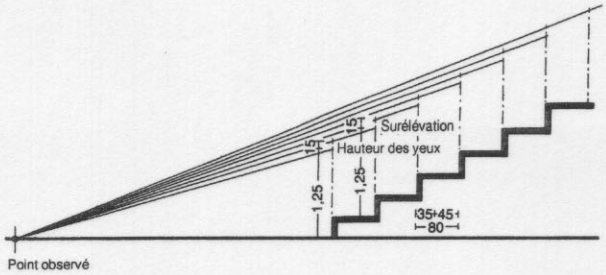
⑥ La visibilité détermine les dimensions de l'installation sportive.



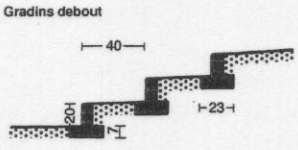
⑦ Sens de circulation de différents stades.



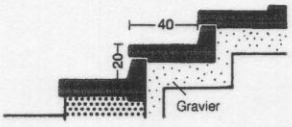
⑧ Profils de tribunes.



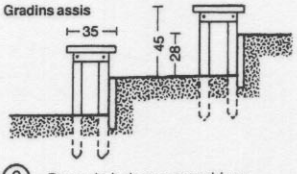
① Construction des lignes de visibilité.



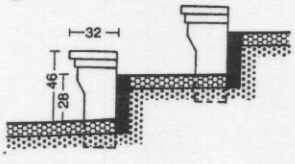
② Blocs de béton déplaçables.



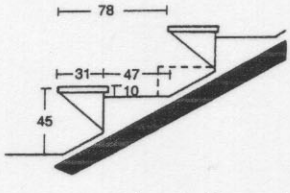
③ Marches et contremarches.



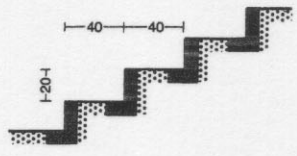
⑥ Banc de bois avec madriers.



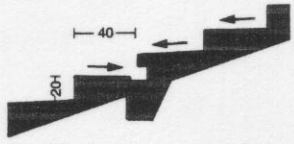
⑦ Sièges surélevés sur socle en béton.



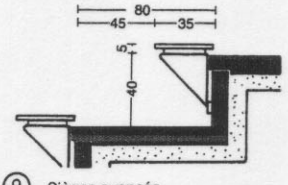
⑧ Plancher oblique en béton armé avec gradins en béton rapporté.



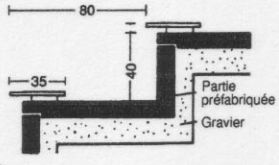
④ Gradins en cornière.



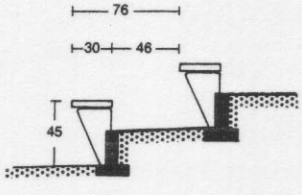
⑤ Béton armé avec pente et évacuation.



⑨ Sièges avancés.



⑩ Gradin en éléments préfabriqués.



⑪ Sur étriers en acier pris dans le béton.

Installations pour spectateurs

En fonction du nombre de places de spectateurs à prévoir, les tribunes ne seront installées que sur les côtés longitudinaux des stades (visibilité favorable car distances pas trop grandes) ou à partir de 10000 places autour de tout le terrain de sport.

Comme la plupart des manifestations ont lieu l'après-midi, les meilleures places sont situées à l'ouest (pas d'aveuglement par la lumière).

Lors d'une répartition des places sur plusieurs rangées, il faut prévoir une surélévation suffisante pour améliorer la visibilité. Pour les installations plus petites, jusqu'à 20 rangées de gradins pour spectateurs debout ou 10 rangées de gradins pour spectateurs assis, on peut prendre pour base une pente linéaire de 1 :2. Dans toutes les autres installations, la pente linéaire doit être remplacée par une pente parabolique. L'étagement des places assises et debout est déterminé grâce aux constructions des lignes de visibilité. La surélévation est de 12 cm pour les places debout et 15 cm pour les places assises (fig. 1).

Places assises

La place nécessaire pour les places assises se calcule comme suit :

Largeur de la place assise		0,5 m
Profondeur de la place assise		0,8 m
dont	surface assise	0,35 m
	surface de circulation	0,45 m

On peut prévoir des rangées assises (bancs) ainsi que des sièges isolés. Les sièges avec dossier présentent un meilleur confort. En fonction de la répartition des accès d'entrée et de sortie, il est admis par rangée sur chaque côté d'une allée

pour des rangées en pente non accentuée :	48 places
pour des rangées en pente accentuée :	36 places

Les zones assises et debout doivent être séparées. Il faut qu'il y ait 1 m de largeur d'issue de secours pour 750 places (escalier, rampe, surface plane).

Places debout

La place nécessaire pour les places debout se calcule comme suit :

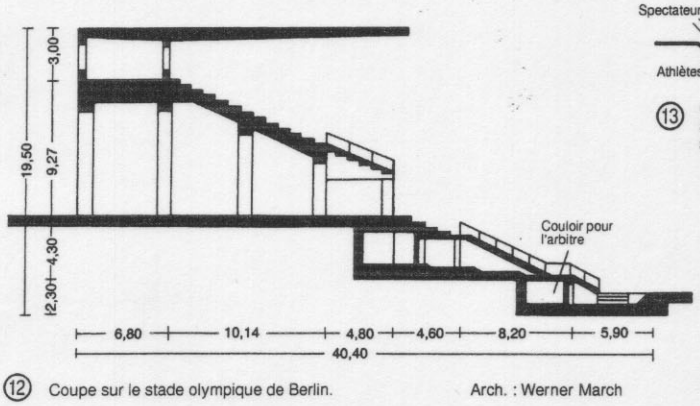
Largeur de la place debout	0,5 m
Profondeur de la place debout	0,4 m

Il faut qu'il y ait 1 m de largeur d'issue de secours pour 750 places (escalier, rampe, surface plane). Pour un remplissage et une évacuation harmonieux et pour éviter les rassemblements dangereux, les secteurs de places debout doivent être dispersés. Ces blocs doivent être délimités et avoir des accès séparés.

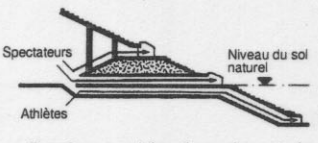
Pour l'extension des installations pour spectateurs, il existe des gradins en cornière de béton pré-coulé (fig. 9 et 10).

Invités d'honneur : Une loge d'honneur couverte peut-être prévue dans les installations les plus grandes, avec chaises amovibles.

Couverture des tribunes : Le plus grand nombre de places possible doit être couvert. On peut augmenter le nombre des places couvertes par superposition des ensembles de tribunes (fig. 12 et 14).

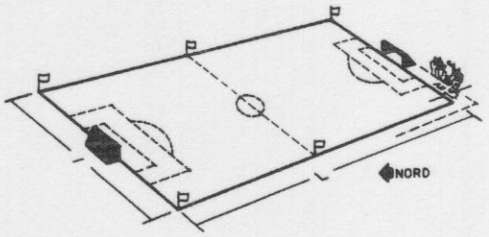


⑫ Coupe sur le stade olympique de Berlin. Arch. : Werner March

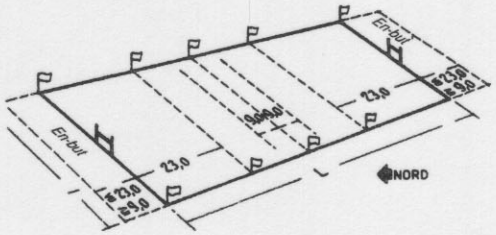


⑬ Coupe schématique d'un stade avec excavation partielle, remblai et superstructure.

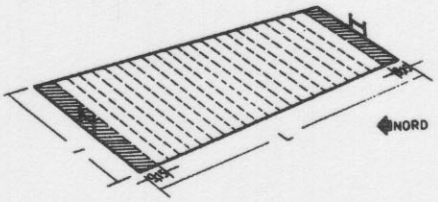
⑭ Coupe sur le stade de Vienne.



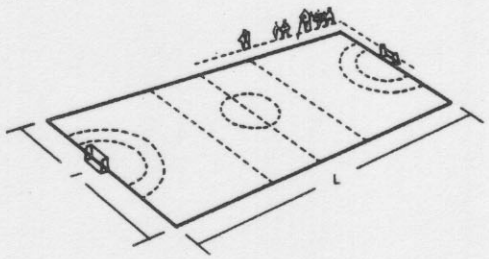
① Football (buts 7,32 x 2,44 m).



② Rugby (buts 5,67 x 3,00 m).

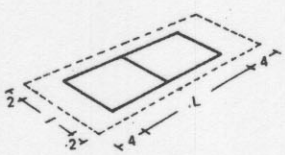


③ Rugby (américain)(buts 5,50 x 3,05 m).

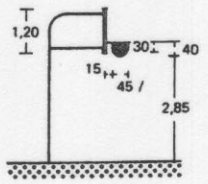


④ Hand-ball (buts 7,32 x 2,44 m).
Hand-ball en salle (buts 3,00 x 2,00 m).

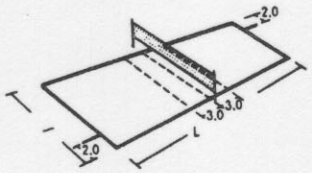
Dimensions des terrains en mètres						
Jeu	maximum		minimum.		Réglementaire	
	L (long.)	l (larg.)	L (long.)	l (larg.)	L (long.)	l (larg.)
① Football	120	90	90	45	105	70
② Rugby	-	-	-	-	100	68,4
③ Rugby (américain)	-	-	-	-	109,75	48,8
④ Hand-ball	110	65	90	55	-	-
Hand-ball en salle	44	22	38	18	-	-
⑤ Hockey	91	55	91	50	91	55
⑥ Balle au panier	-	-	-	-	60	25
⑦ Balle au bond	-	-	-	-	16	8
⑧ Volley-ball	-	-	-	-	18	9
⑨ Balle au poing	-	-	-	-	50	20
⑩ Balle au lancer	160	45	135	39	160	45
⑪ Panier de basket	-	-	-	-	-	--
⑫ Basket-ball	28	15	24	13	26	14
⑬ Barres	30	25	20	20	30	25
⑭ Polo sur roues	15	12	12	9	-	-
⑮ Balle frappée	-	-	-	-	25	70



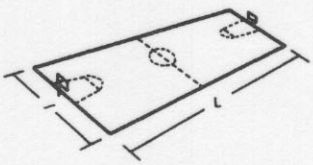
⑦ Balle au bond.



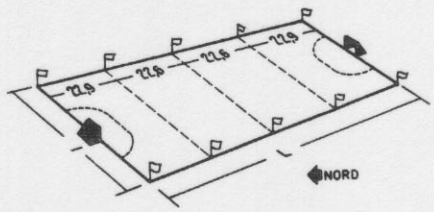
⑪ Panier de basket.



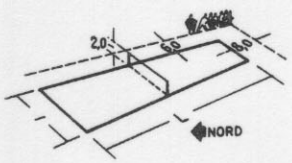
⑧ Volley-ball.



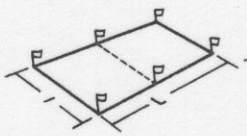
⑫ Basket-ball



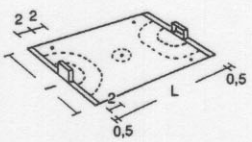
⑤ Hockey (buts 3,66 x 2,14 m).



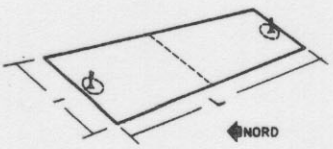
⑨ Balle au poing.



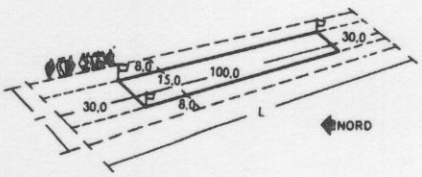
⑬ Barres.



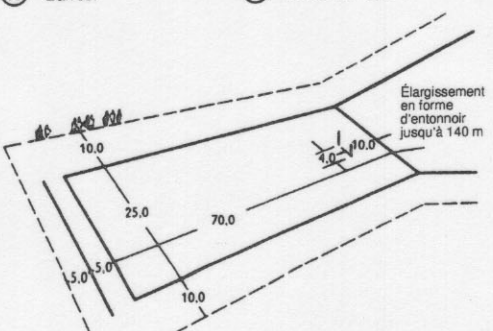
⑭ Polo sur roues.



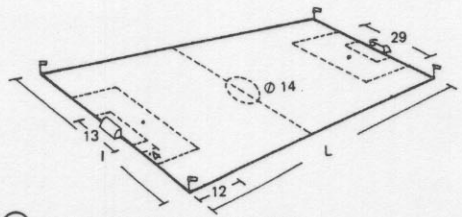
⑥ Balle au panier
(panier Ø 55 cm x 2,50 hauteur).



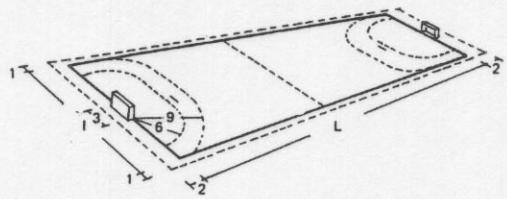
⑩ Balle au lancer.



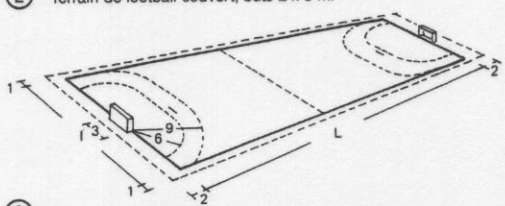
⑮ Balle frappée, marques pour la course 1,50 m hauteur.



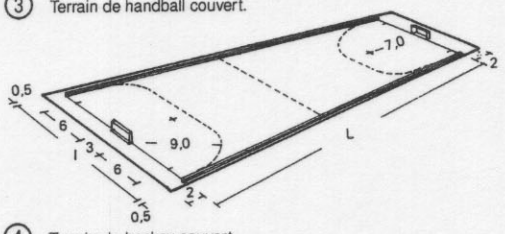
① Petit terrain de football pour écoliers.



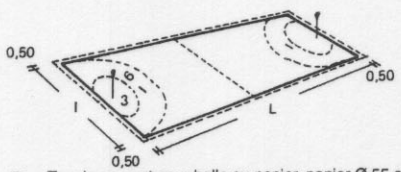
② Terrain de football couvert, buts 2 x 3 m.



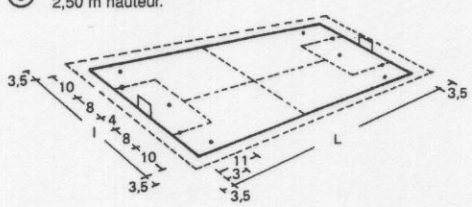
③ Terrain de handball couvert.



④ Terrain de hockey couvert.

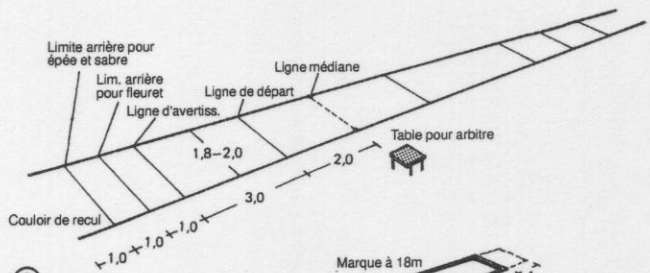


⑤ Terrain couvert pour balle au panier, panier Ø 55 cm, 2,50 m hauteur.

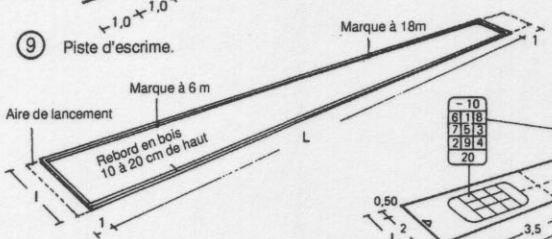


⑥ Polo sur roues sur gazon.

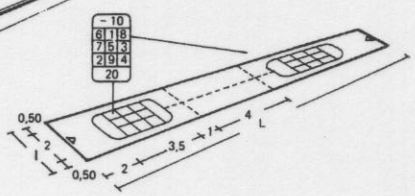
Dimensions des terrains en mètres						
Jeu	maximum		minimum		Réglementaire	
	L (long.)	l (larg.)	L (long.)	l (larg.)	L (long.)	l (larg.)
① Petit terr. de football pour écoliers	70	40	40	20	44	22
② Football en salle	50	25	40	20	44	22
③ Hand-ball en salle	-	-	-	-	44	22
④ Hockey en salle	40	20	36	18	44	22
⑤ Balle au panier en salle	60	25	64	27	-	-
⑥ Polo sur roues (gazon)	-	-	-	-	60	40
⑦ Lancer de fer à cheval	15	3	12	3	-	-
⑧ Jeu de croquet	-	-	-	-	20	4
⑨ Piste d'escrime	24	2	13	1,80	-	-
⑩ Boccia	-	-	-	-	24	3
⑪ Shuffleboard	-	-	-	-	17	3
⑫ J. d'anneau avec filet	12,20	5,50	-	-	18,20	11,50
⑬ Soft-ball	-	-	-	-	18,29	18,29
y compris dégagement de sécurité						



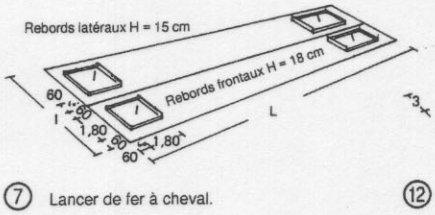
⑨ Piste d'escrime.



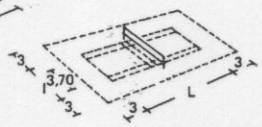
⑩ Boccia.



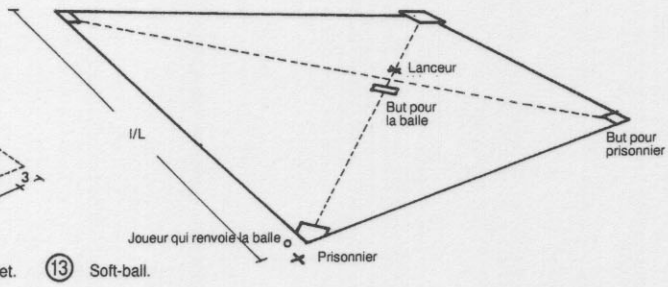
⑪ Shuffleboard.



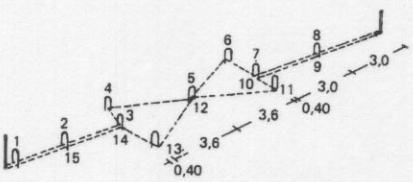
⑦ Lancer de fer à cheval.



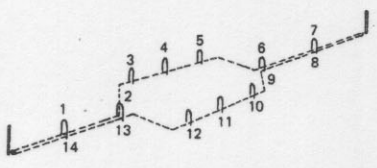
⑫ Jeu d'anneaux avec filet.

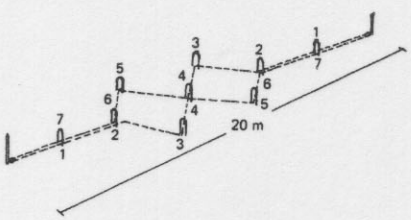


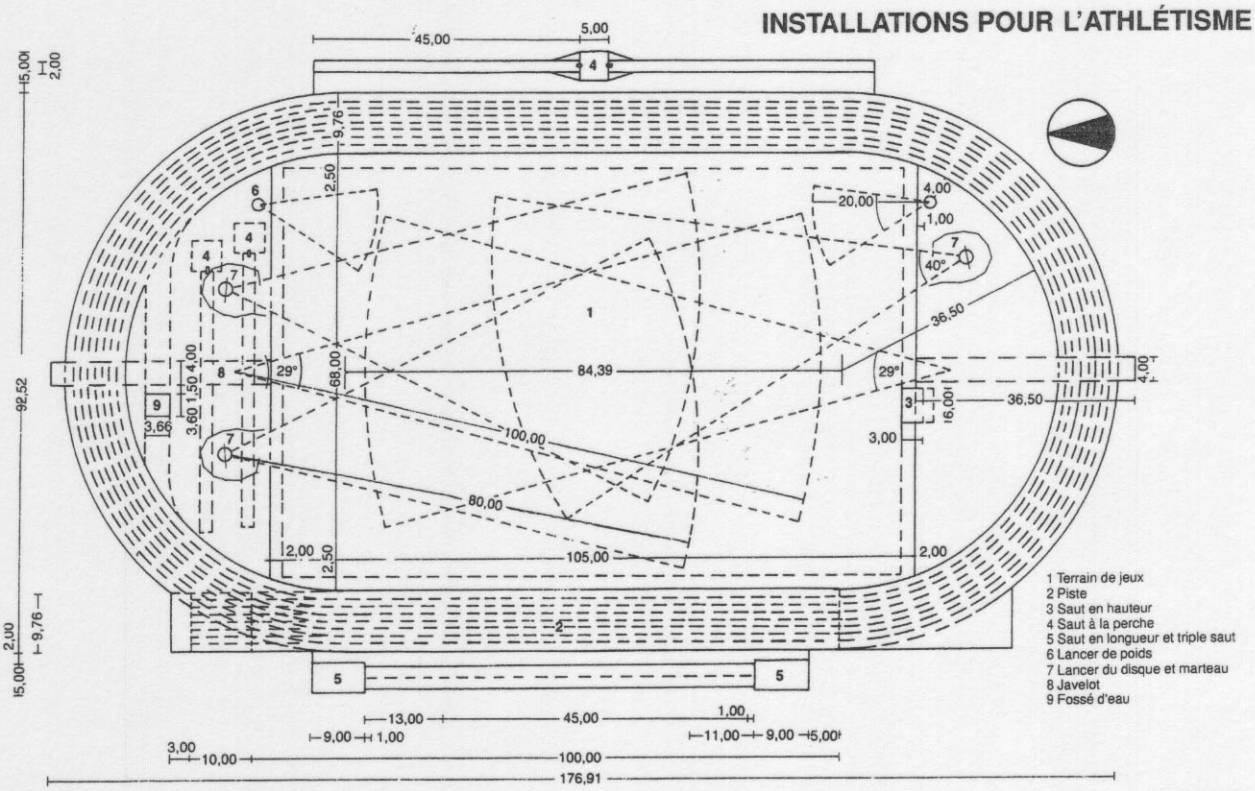
⑬ Soft-ball.



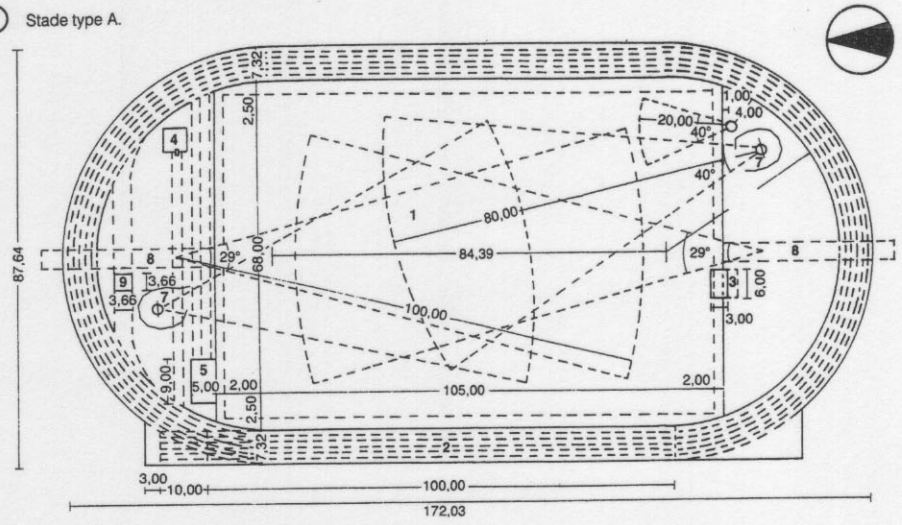
⑧ Terrain de jeu de croquet.



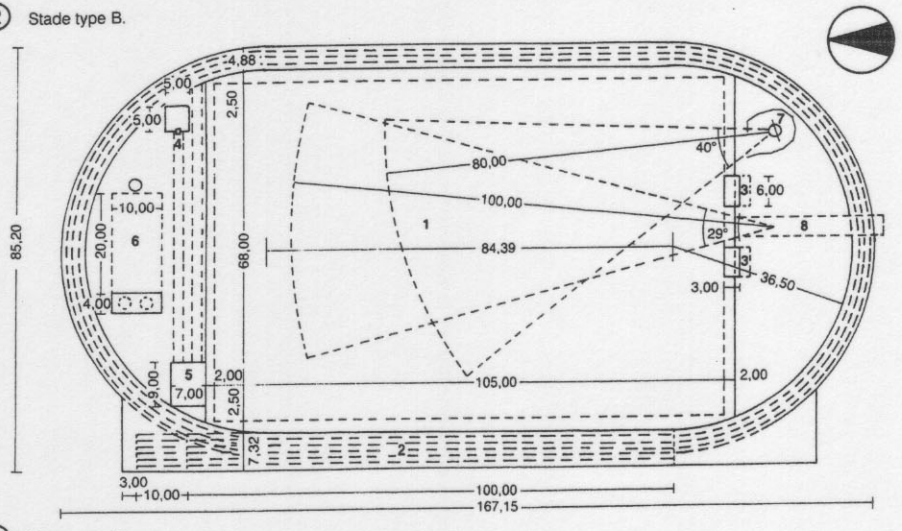




① Stade type A.



② Stade type B.



③ Stade type C.

STADES

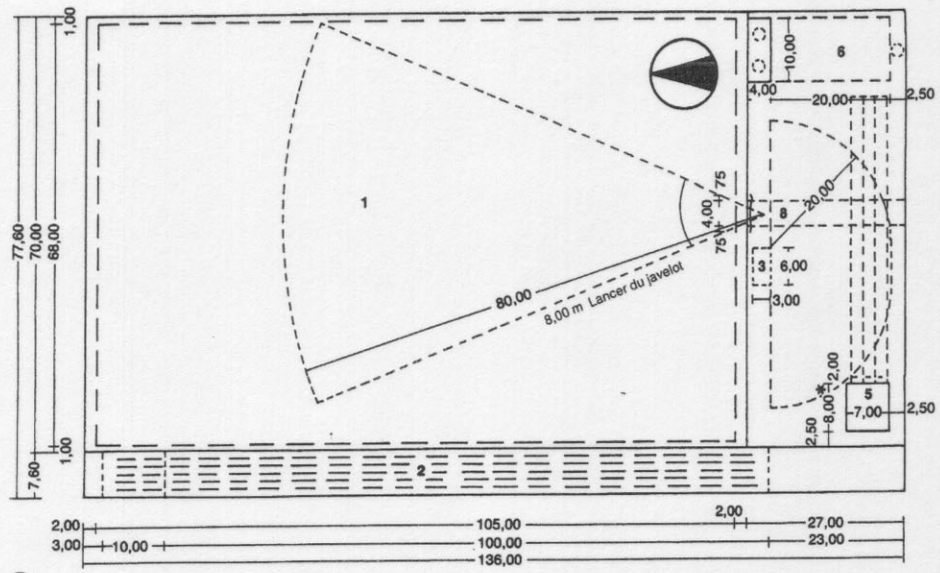
Stade type A
Composé d'une piste arrondie de 8 couloirs, à l'intérieur grand terrain de jeux équipé pour lancer de poids, disques et marteaux, lancer de javelots et saut en hauteur dans la partie sud et dans la partie nord. Un fossé d'eau pour la course de haies dans la partie nord ; le saut à la perche avec piste d'élan des deux côtés est situé à l'est, à l'extérieur de la piste ; on trouve les installations pour le saut en longueur et le triple saut avec deux pistes d'élan à l'ouest, à l'extérieur de la piste.

Stade type B
Composé d'une piste arrondie de 6 couloirs, à l'intérieur grand terrain de jeux équipé pour lancer de poids, disque et marteaux, lancer de javelots et saut en hauteur dans la partie sud ; installations de saut à la perche, de lancer, de saut en longueur et de triple saut avec 3 pistes d'élan ainsi qu'un fossé d'eau pour la course de haies dans la partie nord. Les installations de saut à la perche, en longueur et triple saut peuvent être disposées en dehors de la piste.

Stade type C
Composé d'une piste arrondie de 4 couloirs ; à l'intérieur grand terrain de jeux, installation de lancer de disques et marteaux, lancer de javelots et saut en hauteur dans la partie sud ; saut à la perche, lancer de disques et marteaux, saut en longueur et triple saut avec 3 pistes d'élan ainsi qu'une installation de lancer de poids dans la partie nord.

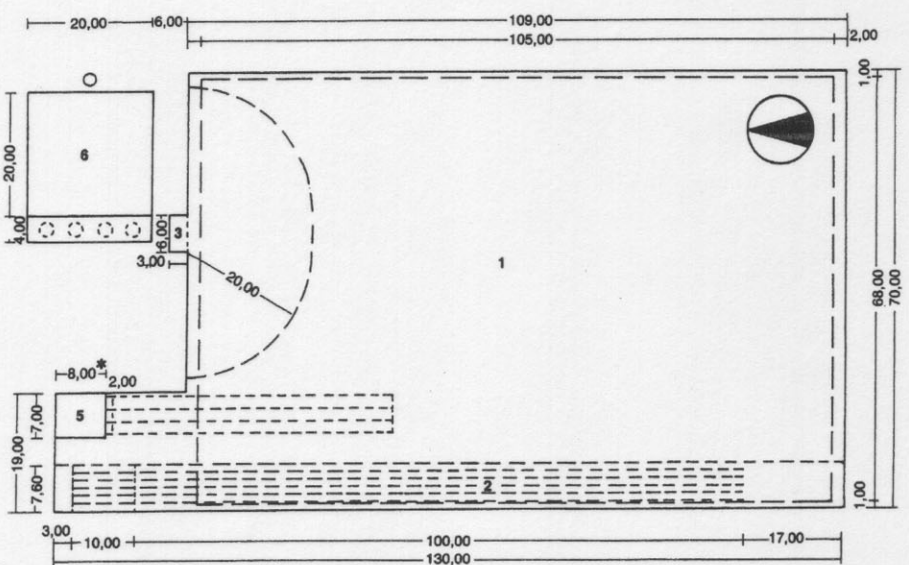
INSTALLATIONS POUR L'ATHLÉTISME

Le stade type D est composé des installations suivantes (fig. 1) :
4-6 couloirs pour les pistes de sprints pour courses en ligne droite et courses de haies droites,
1 terrain 68 x 105 m (70 x 109 m avec zones de sécurité),
1 installation d'entraînement au lancer de poids, lancer vers le sud,
1 triple installation pour le saut en longueur et le triple saut, élan vers l'ouest.
1 installation de saut en hauteur, élan vers le nord,
1 aire pour le lancer de poids, lancer vers le nord,
1 installation de lancer de balle frappée, lancer vers le nord,
1 petit terrain de jeux 27 x 45 m (y compris zone de sécurité).
Le grand terrain de jeux combiné comprend un grand terrain de jeux et des installations d'athlétisme à côté du/ou sur le terrain (fig. 2),
1 terrain de jeux 68 x 105 m (70 x 109 m avec zones de sécurité),
1 installation de saut en hauteur, piste d'élan vers le nord sur le terrain de jeux
1 installation d'entraînement au lancer de poids, lancer vers l'est,
1 aire pour le lancer de poids, lancer vers l'ouest.
Pour l'entraînement dans les disciplines de lancer, l'installation d'un terrain de lancer est recommandée pour des raisons de sécurité. Il est composé d'une surface en gazon (surface de pénétration) à peu près de la taille d'un grand terrain de jeux avec une aire d'élan et de lancer pour le lancer du javelot, du disque et du marteau sur le côté étroit au Sud (fig. 3).

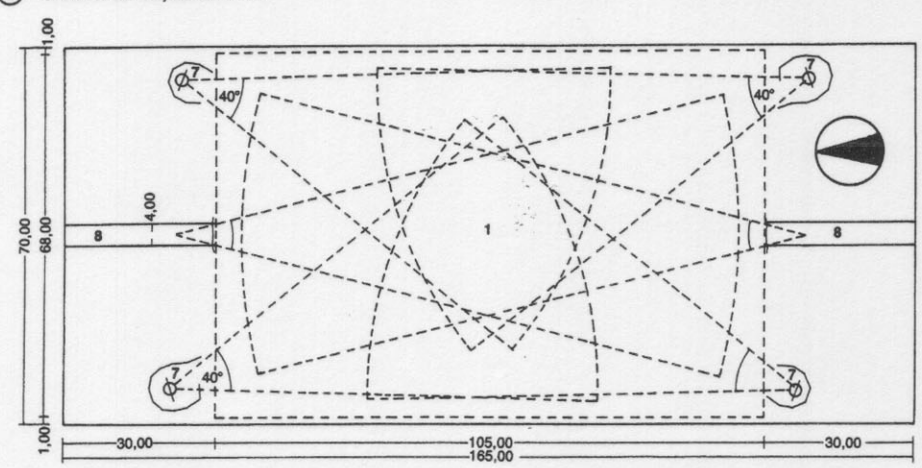


① Stade type D.

1 Terrain de jeux
2 Piste
3 Saut en hauteur
4 Saut à la perche
5 Saut en longueur
6 Lancer de poids
7 Lancer du disque et marteau
8 Lancer du javelot (de balle frappée)

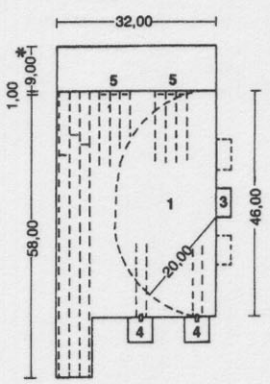


② Grand terrain de jeux combiné.

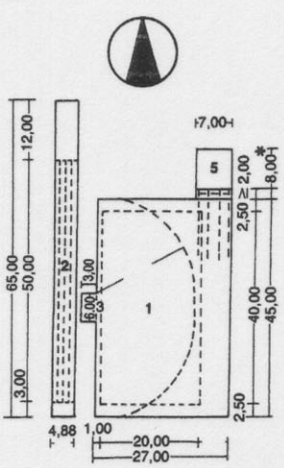


③ Terrain de lancers.

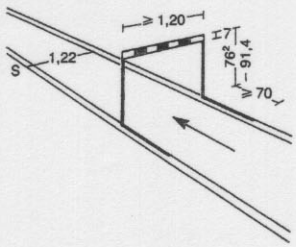
* pour les compétitions = 9,00 m, distance de la ligne de départ 1,00 m
pour l'entraînement = 8,00 m, distance de la ligne de départ 2,00 m (p.433)



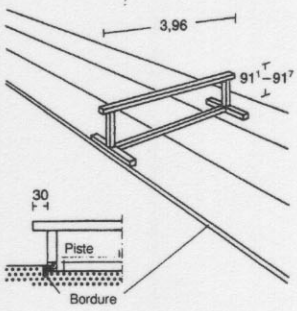
④ Piste d'élan centrale.



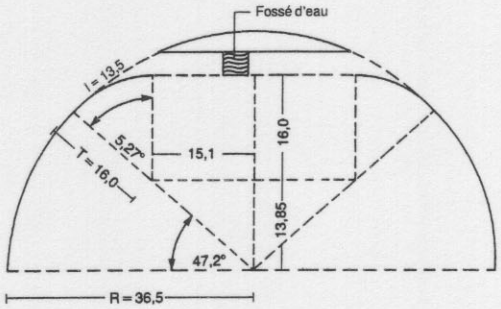
⑤ Petit terrain de jeux combiné.



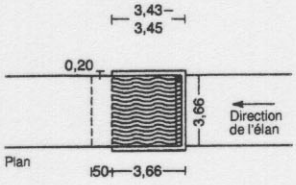
① Haie avec contre-poids.



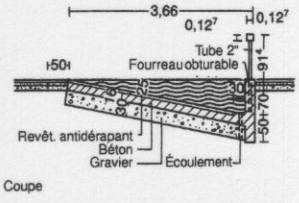
② Obstacle.



③ Piste de course d'obstacles avec rayon de transition de 16 m et fossé d'eau.



④ Piste de course d'obstacles, fossé d'eau.



⑤ Piste de course d'obstacles, fossé d'eau.

Type de piste	Long. aire de départ (en m)	Piste (en m)	Piste de sortie (en m)	Largeur des couloirs[1] (en m)
Piste de sprint	3	110[2]	17	1,22
Piste circulaire	–[3]	400	17	1,22

[1] Pour la piste extérieure une zone de sécurité supplémentaire de 28 cm sans obstacles est nécessaire, mais ne doit pas servir de piste.
[2] La longueur de 110 m provient de la course du 110 m haies, sinon pour les sprints 100 m.
[3] Aire de départ supplémentaire pas nécessaire.

⑧ Dimensions des pistes.

Longueur de la piste	Catégorie	Nombre de haies	Hauteur des haies	Élan	Distance entre les haies	Piste de sortie
400 m	Hommes et juniors	10	0,914 m	45,00 m	35,00 m	40,00 m
400 m	Femmes et cadettes	10	0,762 m	45,00 m	35,00 m	40,00 m
110 m	Hommes	10	1,067 m	13,72 m	9,14 m	14,02 m
110 m	Cadets	10	0,996 m	13,72 m	8,90 m	16,18 m
110 m	Minimes G	10	0,914 m	13,50 m	8,60 m	19,10 m
100 m	Femmes et cadettes	10	0,840 m	13,00 m	8,50 m	10,50 m
100 m	Minimes F (depuis 1984)	10	0,762 m	13,00 m	8,50 m	10,50 m
100 m	Minimes F (depuis 1983)	10	0,840 m	12,00 m	8,00 m	16,00 m
80 m	Lycéens	8	0,840 m	12,00 m	8,00 m	12,00 m
80 m	Lycéennes	8	0,762 m	12,00 m	8,00 m	12,00 m
60 m	Écoliers Écolières	6	0,762 m	11,50 m	7,50 m	11,00 m

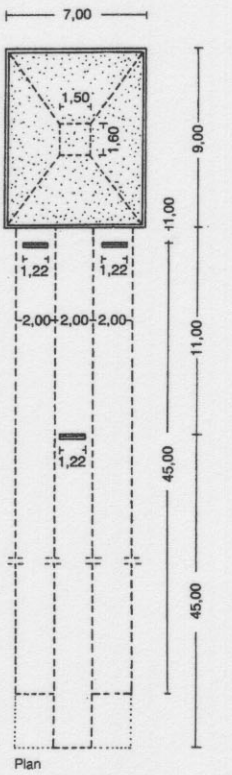
Remarque : Une marge de ± 3 mm sur la hauteur standard correspondante est tolérée.

⑨ Piste de courses de haies (fig. 1).

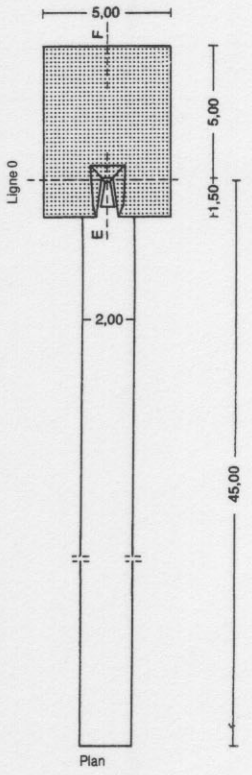
Type d'installation	Élan Longueur (en m)	Élan Largeur (en m)	Fosse (F) ou matelas (M)	Longueur (en m)	Largeur (en m)
Saut en longueur	≥ 45[1]	1,22[2]	F	≥ 8	2,75
Triple saut	≥ 45[3]	1,22[2]	F	≥ 8	2,75
Saut à la perche	≥ 45	1,22[2]	MF	≥ 5	5,00
Saut en hauteur	Demi-cercle ≥ 2,00		M	3	5 - 6

[1] La planche d'appui est située au minimum 1 m avant la fosse, car la distance entre la ligne de saut et la fin de la fosse doit comporter au moins 10 m. Pour les installations de haut niveau la longueur de la fosse est de 9 m.
[2] Pour des installations multiples la largeur des couloirs est de 2 m.
[3] La planche d'appui se situe à 11 m de la fosse (pour les juniors 9 m, pour les sportifs de haut niveau 13 m).

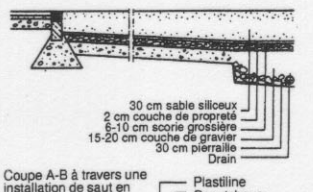
⑩ Dimensions des installations de saut (fig. 6 et 7).

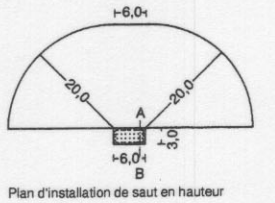


⑥ Installation de saut en longueur et triple saut.



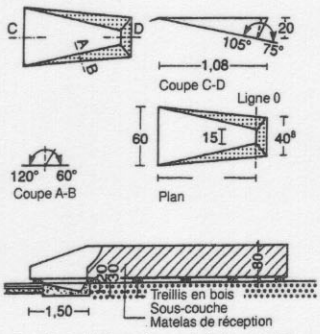
⑦ Installation de saut à la perche (fig. 12).



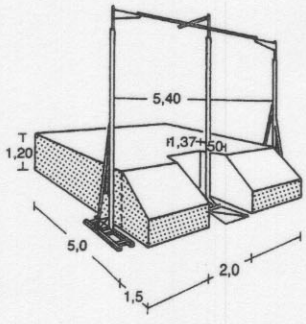


⑪ Installation de saut en longueur et triple saut.

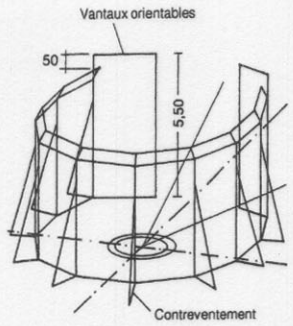
⑬ Installation de saut en hauteur.



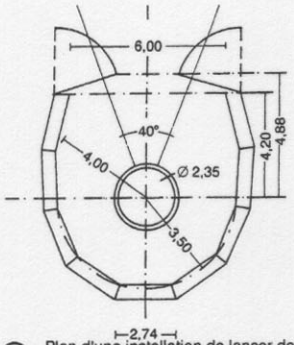
⑫ Installation de saut à la perche. Coupe E-F



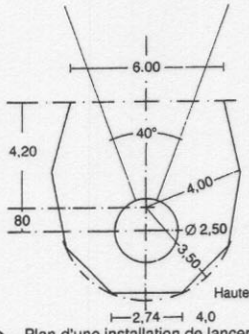
⑭ Portique de saut à la perche et matelas de réception.



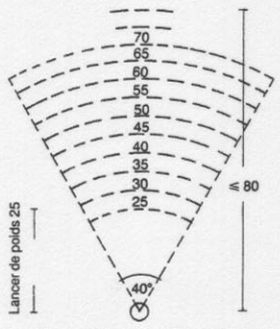
① Vue latérale d'une installation combinée de lancer de marteau.



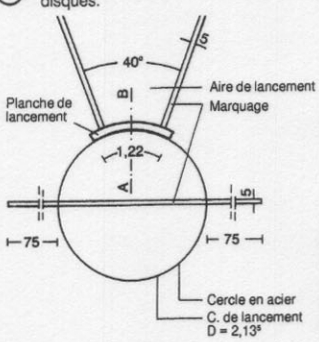
② Plan d'une installation de lancer de marteau.



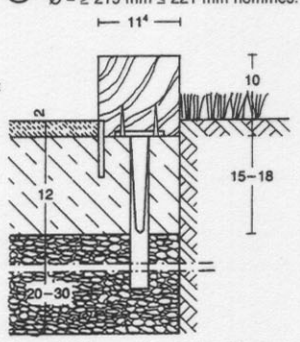
③ Plan d'une installation de lancer de disques.



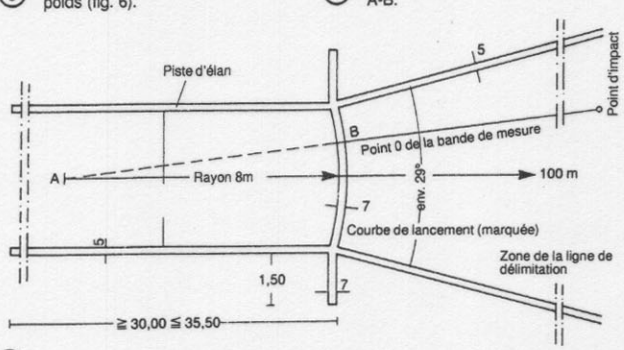
④ Installation de lancer de disque Ø = ≥ 219 mm ≤ 221 mm hommes.



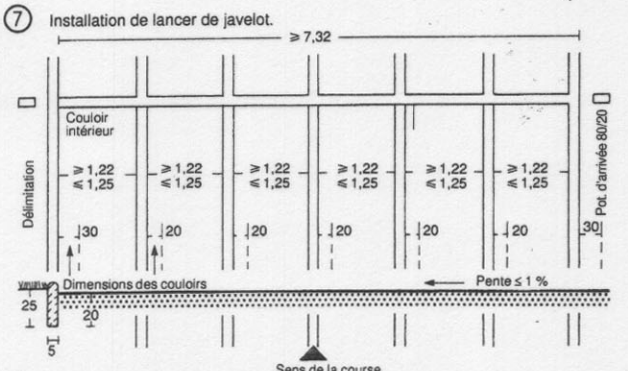
⑤ Cercle de lancement pour lancer de poids (fig. 6).



⑥ Planche pour lancer de poids coupe A-B.



⑦ Installation de lancer de javelot.



⑧ Dimensions des pistes : stade type B.

Les mesures indiquées (fig. 9) correspondent à la réglementation sur les compétitions et doivent être respectées. Des modifications sont possibles dans les installations de sport de loisir.

Réaliser les installations de lancer de marteaux comme les installations de lancer de disques (fig. 1 à 4) mais donner au cercle de lancement un diamètre de 2,135 m seulement. Prévoir un grillage de protection pour les compétitions, sinon construction plus simple avec grillage de protection pour le lancer de disques (fig. 3).

Les installations de lancer de javelot sont constituées d'une piste d'élan et d'une aire de lancer (fig. 7). Largeur de la piste d'élan 4 m, longueur généralement de 36,5 m (minimum 30 m). La piste d'élan est séparée de l'aire de lancer par une ligne de lancer marquée définitivement (courbe de lancement).

Les installations de lancer de poids sont constituées d'un cercle de lancer et d'une aire de lancer (fig. 4 à 6). Longueur normale d'installations de lancer de poids 20 m, pour le sport de haute compétition 25 m.

Type d'installation	Surface du lancer (en m)	Zone de réception Angle	Long. (en m)
Lancer du disque	Cercle Ø = 2,50[1]	40°	80
Lancer du marteau	Cercle Ø = 2,135	40°	80
Lancer du javelot	Longueur d'élan = 36,50[2]		
	Largeur piste d'élan = 4	env. 29°	100
Lancer du poids	Cercle Ø = 2,135	40°	jusqu'à 25

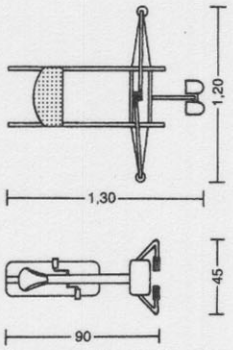
[1] aussi utilisable pour le lancer du marteau par ajout d'un cercle profilé
[2] ≥ 30 m

⑨ Dimensions d'installations de lancer.

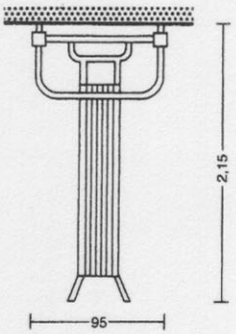
Les exemples suivants I à V de classification de surface utile (4 m²/habitant) pour différentes zones d'attraction, ne sont à considérer que comme points de repère.

Exemple I : terrain de sport pour une zone d'attraction de 5 000 hab.	
1 stade type D	10 554 m²
2 petits terrains 27 x 45 m	2 430 m²
1 terrain d'entraînement	4 500 m²
2 terrains de loisirs	250 m²
1 pelouse de jeux et gymnastique	1 000 m²
1 aire d'entraînement	1 400 m²
Surface utile totale	env. 20 000 m²
Exemple II : 7 000 habitants	
1 stade type D	10 554 m²
1 grand terrain 70 x 109 m	7 630 m²
2 petits terrains 27 x 45 m	2 430 m²
aires de loisirs	3 000 m²
1 pelouse de jeux et gymnastique	1 000 m²
1 piste d'entraînement	2 300 m²
1 piste pour patins à roulette	800 m²
Surface utile totale	env. 28 000 m²
Exemple III : 7 000 habitants	
1 stade type B	14 000 m²
1 grand terrain 70 x 109 m	7 630 m²
3 petits terrains 27 x 45 m	3 645 m²
1 aire de jeux et gymnastique	1 000 m²
1 aire d'entraînement	1 400 m²
Surface utile totale	env. 28 000 m²
Exemple IV : 15 000 habitants	
1 stade type B	14 000 m²
3 grands terrains 70 x 109 m	22 890 m²
7 petits terrains 27 x 45 m	8 505 m²
surfaces de jeux et de loisirs	6 000 m²
1 piste d'entraînement	3 300 m²
1 aire d'entraînement	1 400 m²
1 terrain de jeux d'entraînement	1 000 m²
2 pelouses de jeux et gymnastique	2 000 m²
Surface utile totale	env. 60 000 m²
Exemple V : 20 000 habitants	
1 stade type B	14 000 m²
1 grand terrain en combiné	8 400 m²
4 grands terrains 70 x 109 m	30 520 m²
10 petits terrains 27 x 45 m	12 150 m²
surfaces de loisirs	6 000 m²
1 piste d'entraînement	3 300 m²
1 aire d'entraînement	1 400 m²
1 terrain de jeux d'entraînement	1 000 m²
2 pelouses de jeux et gymnastique	2 000 m²
Surface utile totale	env. 80 000 m²

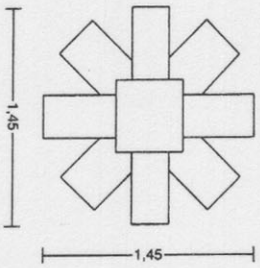
⑩ Exemples de programmes pour zones d'attraction de 5 000 à 20 000 habitants.



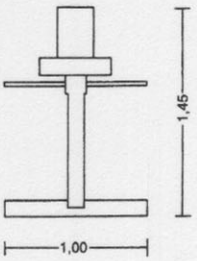
① Rameur et vélo d'intérieur.



② Planche pour abdominaux avec monture pour tractions et échelles.



③ Centre d'exercices multiples.



④ Appareil de traction.

Domaine	Appareils ou installations	Exercices	Capacité et / ou habileté motrices	Motif d'entraînement
A	Stations d'entraînement général	une articulation	Force Motricité / Souplesse	Forme Condition
B	Stations d'entraînement spécial	plusieurs articulations	Force Dextérité	Forme Condition
C	Surf. de pression (soulever) (barre fixe multipress ou isométr.)	plusieurs articulations	Force Dextérité Coordination	 Condition
D	Petits appareils traditionnels	une et plusieurs articulations	Force Souplesse	Forme
E	Appareils d'entraînement spéciaux et surface libre d'échauffement (gym,etc)	plusieurs articulations une et plusieurs articulations	Endurance Coordination Souplesse Coordination	Forme Condition Forme Condition

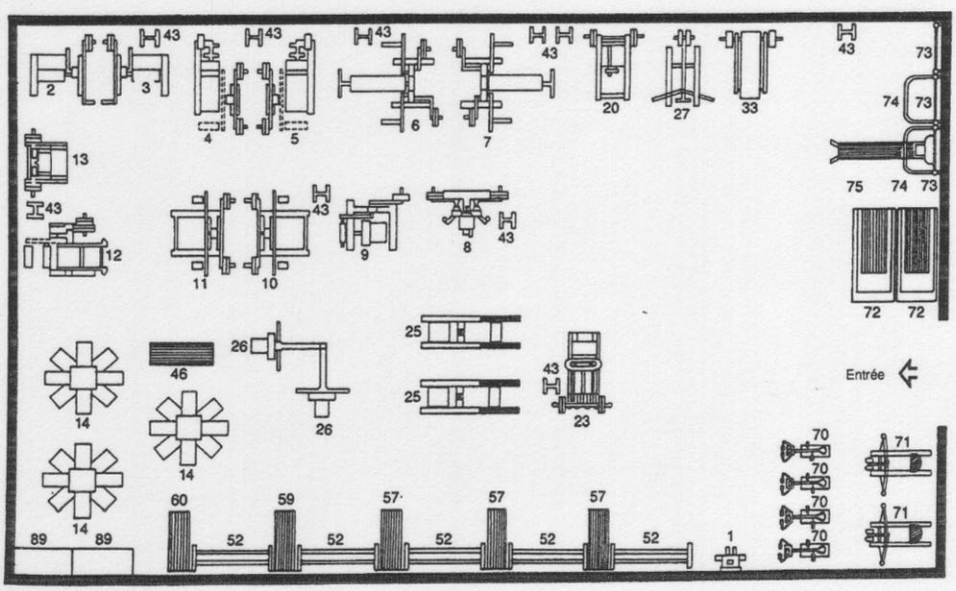
⑤ Répartition des appareils en différents domaines.

Zone	Salle de musculation			Liste des appareils
	40 m²	80 m²	200 m²	
A			1	1 Handroller
		2/3*	2	2 Station pour biceps
			3	3 Station pour triceps
		4/5*	4	4 Machine à dorsaux I
			5	5 Machine à dorsaux II
		6/7*	6	6 Machine à latissimus I
			7	7 Machine à latissimus II
		8	8	8 Station pour la poitrine
		9	9	9 Station pour le tronc
		10/11*	10	10 Station I pour les hanches
			11	11 Station II pour les hanches
		12	12	12 Station pour les jambes
		13	13	13 Station pour les pieds
	14 (2×)		14 (3×)	14 Centre d'exercices multiples
B			20	20 Appareil de pression
			23	23 Appareil de pression des jambes
		25	25 (2×)	25 Station abdominaux
		26	26 (2×)	26 Appareil de traction
			27	27 Appareil de suspension fléchie
			33	33 Dorsaux haltères au sol
C		43 (4×)	43 (10×)	43 Petit support de disque
	46 (2×)	46 (2×)	46	46 Banc d'entraînement
D	50	50	50 (3×)	50 Haltères en bracelet
	51	51	51 (3×)	51 Haltères courts
	52	52	52 (5×)	52 Support pour haltères courts **
			53	53 Barre pour haltères d'exercice
		56		56 Banc pour pousser
		57	57 (3×)	57 Banc oblique I
		58		58 Banc oblique I I
			59	59 Banc allround
		60	60	60 Banc d'entraînement multiple
		61		61 Haltère compact
		62		62 Support pour haltères**
E	70 (3×)	70	70 (4×)	70 Vélo ergométrique
	71 (2×)	71 (3×)	71 (2×)	71 Rameur
	72		72 (2×)	72 Tapis roulant
	73	73 (2×)	73 (3×	73 Échelles
	74	74 (2×)	74 (2x)	74 Monture pour tractions
	75	75	75	75 Planche pour abdominaux
		78		78 Punching-ball
	79 (2×)	79 (2×)	79 (3×)	79 Expander-impander
	80 (2×)	80 (2×)	80 (2×)	80 Corde à sauter
	81 (2×)	81 (2×)	81 (3×)	81 Deuser-band
	82 (2x)	82 (2×)	82 (3×)	82 Haltères pour les doigts
	83 (2×)	83 (2×)	83 (3×)	83 Appareil Bali
		85 (2×)	85 (3×)	85 Haltères hydrauliques
	89	89	89 (2×)	89 Armoire pour appareils

* Les appareils 2 et 3, 4 et 5, 6 et 7 ainsi que 10 et 11 peuvent chez certains fabricants être utilisés pour 2 fonctions.

** Dans les représentations à titre d'exemple, les supports nécessaires pour les disques des haltères ou les haltères de poignets, courts ou compacts sont représentés. Ils existent sur le marché sous des formes très différentes et c'est pourquoi ils devraient toujours s'accorder avec le nombre d'haltères et disques d'haltères à reposer.

⑦ Recommandations d'installations pour salles de musculation.

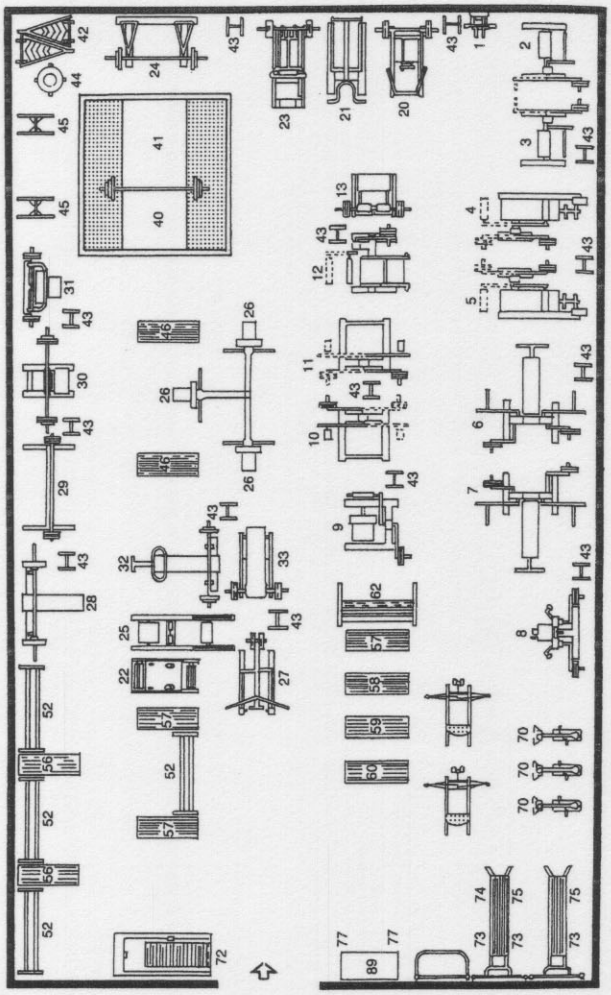


⑥ Exemple d'une salle de musculation d'environ 200 m².

1 Handroller
2 Station pour biceps
3 Station pour triceps
4 Machine à dorsaux I
5 Machine à dorsaux II
6 Machine à latissimus I
7 Machine à latissimus II
8 Station pour la poitrine
9 Station pour le tronc
10 Station I pour les hanches
11 Station II pour les hanches
12 Station pour les jambes
13 Station pour les pieds
14 Centre d'exercices multiples
20 Appareil de pression
23 Appareil de pression des jambes
25 Station abdominaux
26 Appareil de traction
27 Appareil de suspension fléchie
33 Haltères au sol latissimus
43 Petit support de disque
46 Banc d'entraînement
52 Support pour haltères courts
57 Banc pour haltères d'exercice I
59 Banc allround
60 Banc d'entraînement multiple
70 Vélo ergométrique
71 Rameur
72 Tapis roulant
73 Échelles
74 Monture pour tractions
75 Planche pour abdominaux
89 Armoire pour appareils

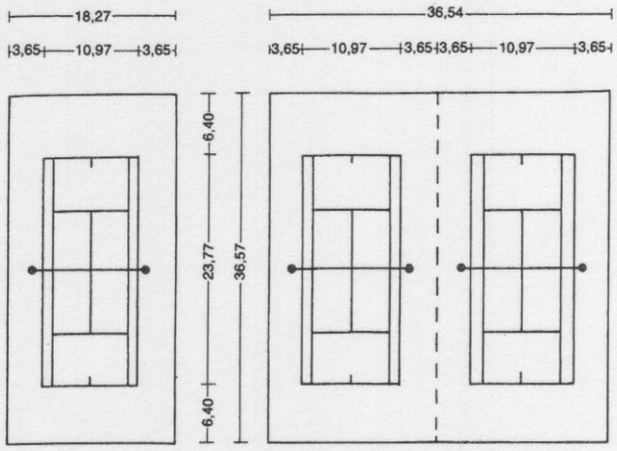
Il faut partir d'une salle d'au moins 200 m² pour 40 à 45 personnes. *Recommandations à titre d'exemple (fig. 2)* : Hauteur libre pour toutes les pièces : 3,0 m. Les salles de remise en forme et de musculation devraient avoir une largeur de 6 m. Longueur de la pièce moins de 15 m, car sinon la vue d'ensemble est perdue lors de l'entraînement. La plus petite unité de 40 m² convient pour 12 personnes.

Domaines	App. N°	Désignation de l'appareil	Mouvements	Surface de rangement en cm
A	1	Handroller	Plier la main, tendre la main	
	2	Station pour les biceps	Plier le bras	135/135
	3	Station pour les triceps	Tendre le bras	135/135
	4	Machine à dorsaux I	Lever le bras devant le corps	190/110
	5	Machine à dorsaux II	Baisser le bras devant le corps	190/110
	6	Machine à latissimus I	Baisser et lever le bras latéralement	200/120
	7	Machine à latissimus II	Joindre et écarter les bras devant le corps	200/120
	8	Station pour le buste	Rapprocher les bras repliés devant le corps	165/100
	9	Station pour le tronc	Étirer le tronc, plier le tronc	135/125
	10	Station I pour les hanches	Baisser la jambe, monter la jambe	175/125
	11	Station II pour les hanches	Soulever la jambe, replier la jambe	175/125
	12	Station pour les jambes	Tendre la jambe, plier la jambe	125/155
	13	Station pour les pieds (appareil pour les mollets)	Tendre le pied, plier le pied	140/180
	14	Centre d'exercices multiples	Différents mouv. de base de jambe et de plus. articulations	selon les les cas
B	20	Appareil de pression I	Tendre le bras à l'horizontale (position debout)	120/140
	21	Appareil de pression II	Tendre la bras à la verticale et/ou entraîn. du mollet position debout	70/160
	22	Appareil Hackenschmidt	Tendre la jambe sur une surface inclinée	90/140
	23	Appareil de pression des jambes	Tendre la jambe à l'horizontale (position assise)	120/160
	24	App. de flexion des jambes (avec install. de disques)	Tendre la jambe à la verticale) (position debout)	200/ 90
	25	Station abdominaux	Différents exercices pour la musculation du ventre et du dos	65/200
	26	Appareil de traction	Différents mouvements de base pour une ou plusieurs articulations	100/140
	27	Appareil de traction	Plier et tendre le bras à la verticale (tirer ou pousser)	120/155
	28	Banc de pression I	Tendre les bras à la verticale (pousser le banc en pos. couchée)	200/120
	29	Appareil pour les haltères (machine multipress)	Pousser le banc, flexions de genou, pousser en position debout et exercices de traction (tous les exerc. avec les poids appropriés)	200/100
	30	Banc de pression II (banc incliné pour halt. longs)	Pousser le banc incliné (en position assise)	185/100
	31	Curl-bank	Plier les bras	150/ 70
	32	Banc de pression III	Pousser le banc (sur le dos incliné vers le bas)	160/170
	33	Haltères au sol latissimus	Plier le bras, ramener vers le corps le tronc en avant	120/130
C	40	Matelas de pression avec couche de caoutchouc	Tous les exercices avec l'haltère libre (flexion des genoux, exercices de pression et de poussée)	300/300
	41	Barre d'haltères d'entraîn.		200
	42	Grand support de disques		50/100
	43	Petit support de disques		30/ 30
	44	Bac de magnésie		0/ 38
	45	Support pour flexion du genou (par 2)		35/ 70
	46	Banc d'entraînement		40/120
	47	Disques entièr. en caoutchouc (10, 15, 20, 25 kg)		
	48	Disques avec rebords en caoutchouc vulcanisé (15, 20, 25 kg)		
	49	Disques en fonte (1,25; 2,50; 5, 10, 25, 50 kg)		
D	50	Haltères au poing	Différents exercices pour une ou plus. articulations avec haltères au poing, compacts et longs	
	51	Haltères courts		
	52	Support pour haltères courts		140/130
	53	Barre d'haltères d'exercices		185
	54	Barre de flexion des genoux (rembourrée)		200
	55	Barre		140
	56	Banc de pression amovible		40/120
	57	Banc incliné I		40/120
	58	Banc incliné II		40/120
	59	Banc tout autour		40/120
	60	Banc d'entraînement multifonctionnel (réglable en 12 positions)		
	61	Haltères compacts		
	62	Support pour haltères		145/80
E	70	Vélo d'intérieur	Endurance, coordination appareils n° 70 à 76	40/90
	71	Rameur	Plier le bras	120/140
	72	Tapis roulant d'endurance		80/190
	73	Échelles		100/15
	74	Monture pour tractions		120/120
	75	Planche à suspendre pour abdominaux		100/180
	76	Appareil pour soulager la colonne vertébrale		70/150
	77	Appareil pour tester ressort (force du saut)	Souplesse, coordination appareils n° 77 à 88	
	78	Punching-ball		
	79	Expander-impander extenseurs		
	80	Corde à sauter		
	81	Bande deuser		
	82	Haltères pour doigts		
	83	Appareil bali		
	84	Haltères en forme de poids		
	85	Haltères hydrauliques		
	86	Vestes en plomb		
	87	Poids pour bras / jambes		
	88	Glace		
	89	Armoire de rangement des appareils		50/110

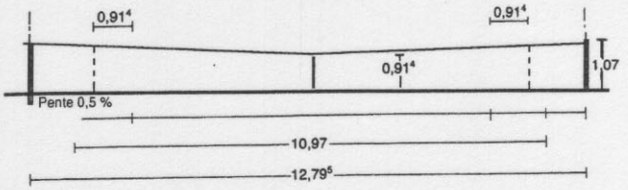


② Exemple d'une salle de remise en forme de 200 m².

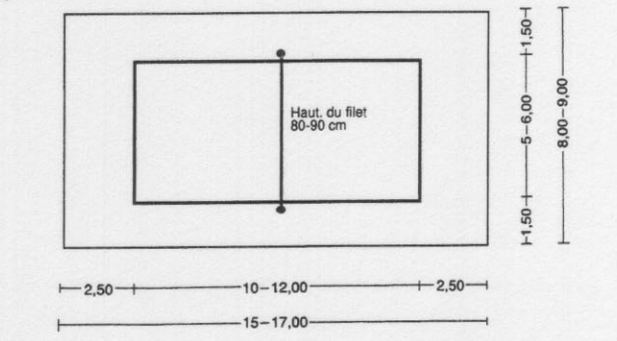
① Liste des instruments d'entraînement pour mise en condition et musculation.



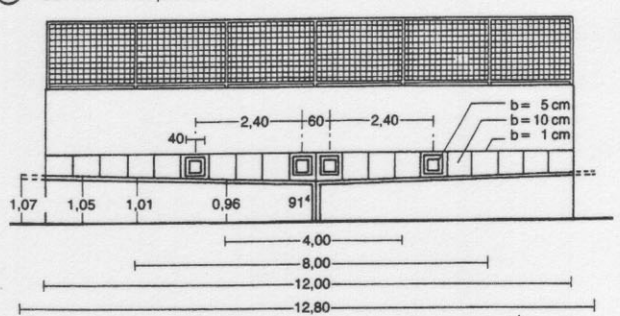
① Court de tennis pour tournois.



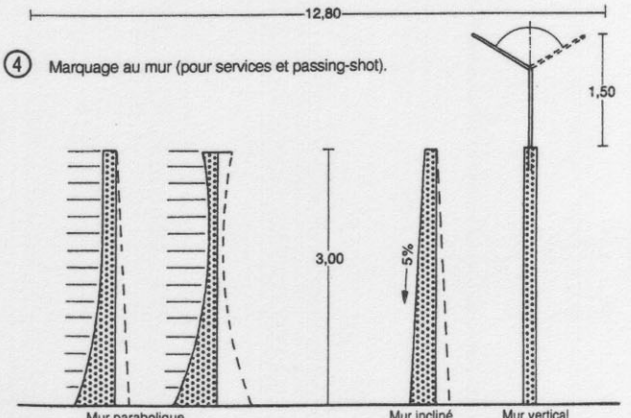
② Le filet.



③ Court de tennis pour enfants.



④ Marquage au mur (pour services et passing-shot).



⑤ Forme de murs d'entraînement.

Double (fig. 1 et 2)	10,97 x 23,77 m
Simple	8,23 x 23,77 m
Dégagement latéral	≥ 3,65 m
Dégagement latéral tournois	4,00 m
Dégagement de fond	≥ 6,40 m
Dégagement de fond (tournois)	8,00 m
Entre deux courts	7,30 m
Hauteur du filet au milieu	0,915 m
Hauteur du filet aux poteaux	1,06 m
Hauteur du grillage	4,00 m

Grillage métallique de 2,5 mm d'épaisseur avec mailles de 4 cm.

Détermination des besoins en courts de tennis

Nombre de joueurs de tennis actifs actuellement entre 1,6 et 3 % de la population. Chiffre proportionnel (terrain/joueur) pour les nouvelles installations 1 : 30, règle de base pour le calcul du nombre de terrains nécessaires :

$$\text{Courts nécessaires (T)} = \frac{\text{Nombre d'habitants x 3}}{\text{100 x 30}}$$

Surface nécessaire pour les courts

Valeur de base : par terrain de tennis, 20 m² de surface nécessaire pour les courts pour enfants (fig. 3).

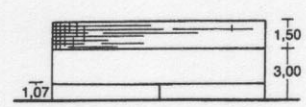
Besoins en places de parking : fonctionnement normal (sans spectateurs), 4 places pour voitures par court de tennis .

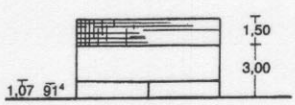
Dimensions du terrain : surface nette (surface utilisable pour le sport) identique au court de tennis et aux surfaces de mur d'entraînement et de jeu pour enfants. Par expérience, on prend une surface de terrain comptant 60% à 80% d'ajout à la surface nette.

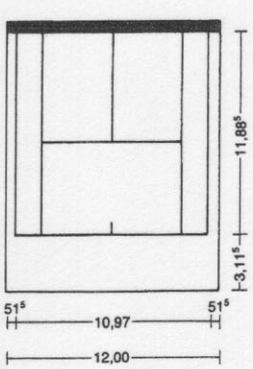
Orienter si possible les courts nord-sud, mais ouest est mieux qu'est. Il n'est pas recommandé de mettre plus de deux courts l'un à côté de l'autre. S'ils sont l'un derrière l'autre, mettre un écran visuel impérativement.

Éclairage artificiel : 10 m de hauteur sur les côtés latéraux.

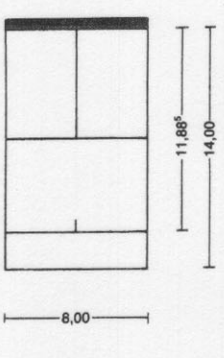
Lors de l'élaboration du programme, établir un projet qui autorise la réalisation de futures tranches sabns gêner le fonctionnement des installations existantes. Planifier dès le début les futurs besoins en logements (personnel d'entretien des terrains, entraîneur, gérant) ainsi que des garages. Les terrains de tennis ne doivent pas être des corps étrangers dans leur environnement. Ils doivent s'y intégrer.



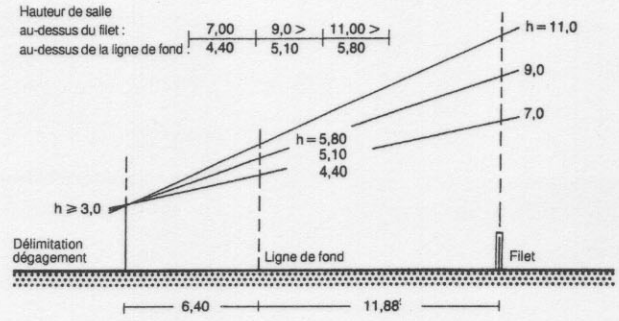




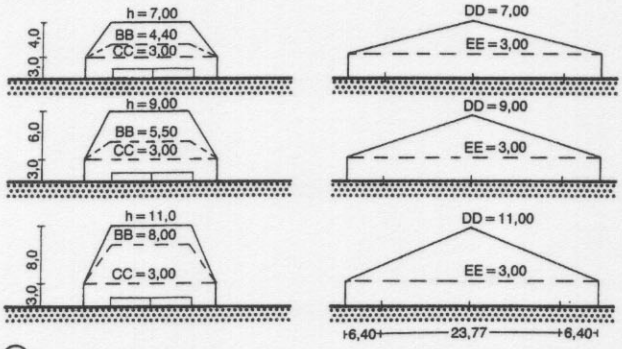
⑥ Mur d'entraînement (double) dimensions recommandées pour les murs de tennis + aires de jeu devant le mur.



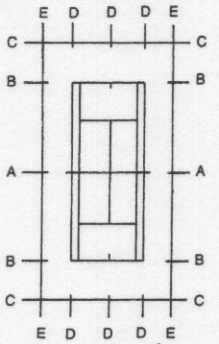
⑦ Mur d'entraînement (simple).



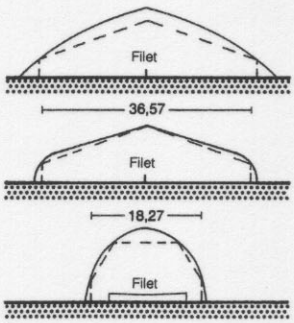
① Hauteur des salles.



② Coupes transversales et longitudinales des types de salle.



③ Schéma du plan de base.



④ Dimensions et formes de salles.

Les hauteurs de salles de tennis sont déterminées internationalement. Une hauteur de 10,67 est exigée selon les règles de la coupe Davis. Une hauteur de 9 à 11 m est recommandée, alors que 9 m suffisent en règle générale (fig. 1). Dans les salles de gymnastique et les salles de sport, il est possible de jouer au tennis même avec une hauteur de salle de 7 m. La hauteur de la salle est mesurée au pied du filet jusqu'à l'arête inférieure de la poutre maîtresse. Elle doit être de 10,97 m sur toute la largeur du court. Hauteur minimale de 3 m à l'extrémité du dégagement. Vue d'ensemble sur les coupes transversales et longitudinales des types de salles (fig. 2).

Types de salle : salle démontable, salle fixe, salle transformable. Dimensions intérieures de la salle 18,30 x 36,60 m (fig. 6). Comme les dimensions des courts et dégagements prescrits sont fixées internationalement, on obtient :

salle de tennis 2 courts $\frac{ST2C}{(S + D)}$

(2 x 18,30) x (1 x 36,60) = 36,60 x 36,60

Au-dessus de 3 courts $\frac{ST3C}{(S + D)}$ on obtient une surface de salle analogue de 54,90 x 36,60 m. Les dimensions donnent le cas idéal d'une utilisation sportive. Si l'on vise des « salles de tennis économiques », il est possible de réduire la surface couverte, mais une utilisation équivalente n'est plus possible.

L'utilisation est la suivante :

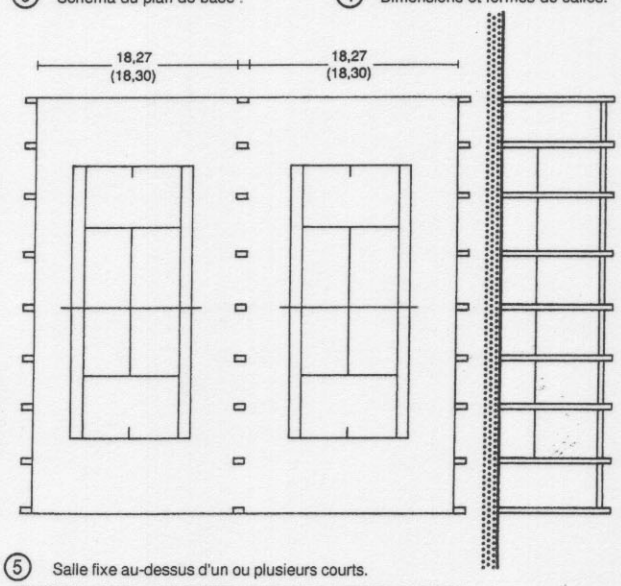
1. sur deux courts, compétition en « simple »
2. sur un court, compétition en « double »
3. sur deux courts comme installation d'entraînement de loisirs, 2 simples ou 1 simple/1 double.

En tenant compte des possibilités d'économies, on obtient la taille suivante : $\frac{ST3C}{1S + 1D}$ soit 32,40 x 36,60 m.

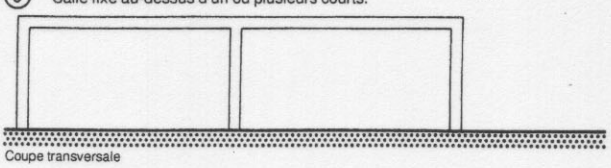
Ce qui donne sous forme de tableau :

Type de salle	Courts	S	D	Largeur	Longueur	Utilisation C*	pas C*
1	1	1	1	18,30	36,60	S/D	–
2	2	2	2	36,60	36,60	2S/2D	
2 Économ.	2	2	2	33,90	36,60	2S/1S/1D	2D/2S
3	3	3	3	54,90	36,60	3S/3D	–
3 Économ.	3	3	3	49,50	36,60	3S/2D	3D/3S
2a	2	1	1	33,90	36,60	1S/1D	–
2a Économ.	2	1	1	32,40	36,60	1S/1D	–

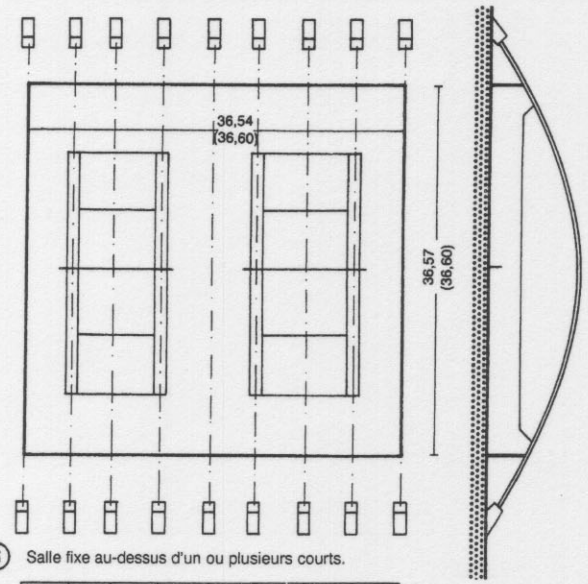
C* = aux normes de compétition



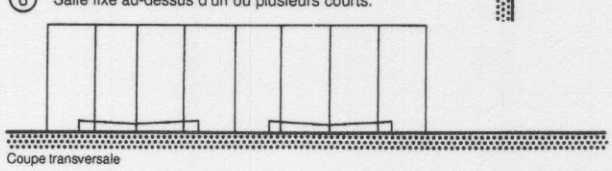
⑤ Salle fixe au-dessus d'un ou plusieurs courts.



Coupe transversale



⑥ Salle fixe au-dessus d'un ou plusieurs courts.

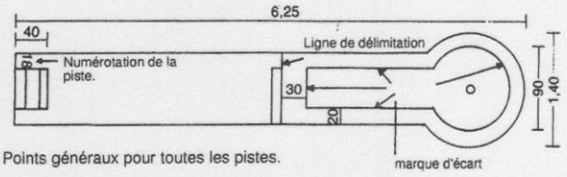


Coupe transversale

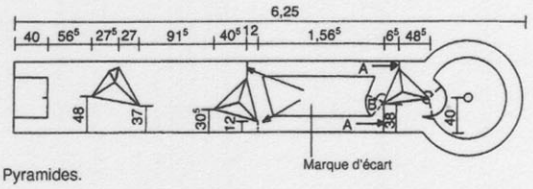
Le terrain de golf sur pistes est composé de 18 pistes clairement délimitées (à l'exception du tir magistral) qui doivent être numérotées et correspondre à la règlementation de leur système.
Pour une piste adaptée à la compétition il faut :

le terrain de jeu proprement dit,
la délimitation de la piste (souvent des bandes),
les marques pour les coups d'envoi,
un ou plusieurs obstacles (peuvent manquer),
la ligne de délimitation (peut manquer),
les marques d'écart (peuvent manquer),
l'arrivée,

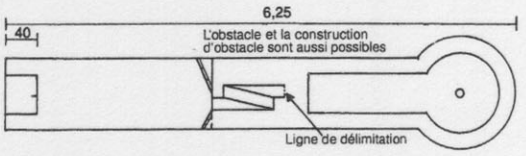
le cas échéant d'autres parties spécifiques au système et/ou marquages.
Le terrain de jeu doit avoir une largeur minimale de 0,80 m et une longueur de 5,50 m. Les surfaces de jeu conçues à l'horizontale doivent être de niveau (niveau à bulle d'air de 90 cm).
Si la délimitation de la piste n'est pas déterminée par des bandes, elle doit être marquée autrement (à l'exception du tir magistral). Les bandes doivent être conçues de telle sorte qu'elles permettent un jeu calculé. Doter chaque piste d'une marque pour le coup d'envoi.
Le marquage doit être normalisé à l'intérieur d'un terrain pour un système de pistes déterminé. Les obstacles doivent être pratiques dans leur installation et leur forme. Il est indispensable de les réaliser de façon fixe en correspondance avec leur but sportif. La position d'obstacles non fixes doit être marquée.



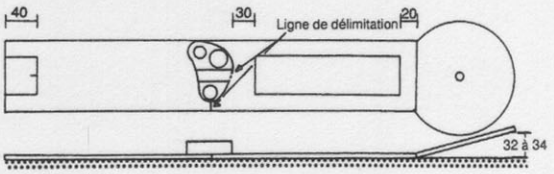
① Points généraux pour toutes les pistes.



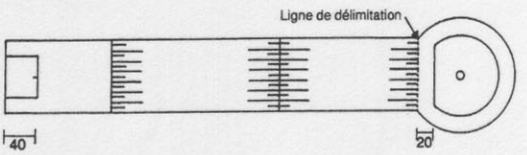
② Pyramides.



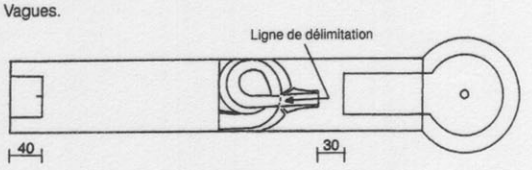
③ Salto (avec angle de barrage).



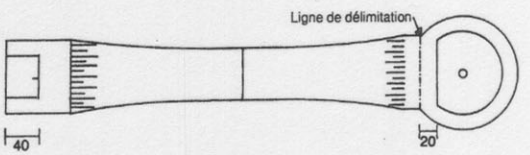
④ Cercle en biais avec rognon.



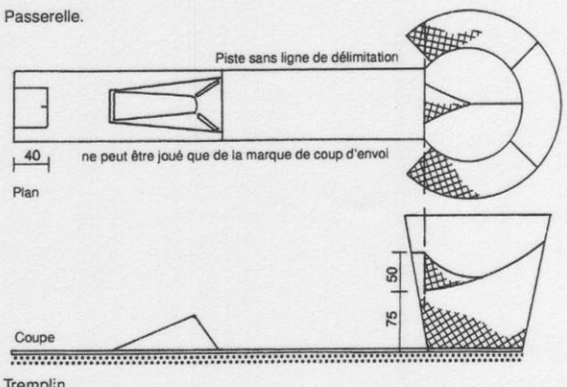
⑤ Vagues.



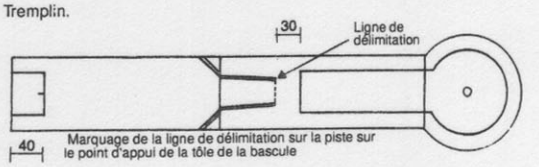
⑥ Boucle couchée.



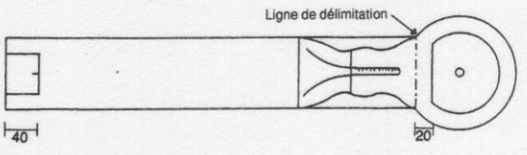
⑦ Passerelle.



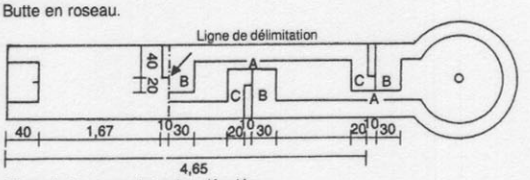
⑧ Tremplin.



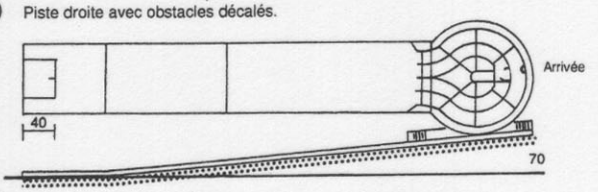
⑨ Bascule avec traverse.



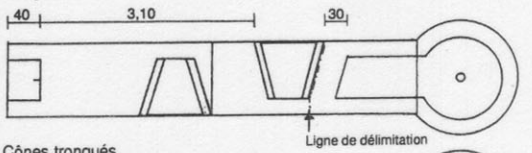
⑩ Butte en roseau.



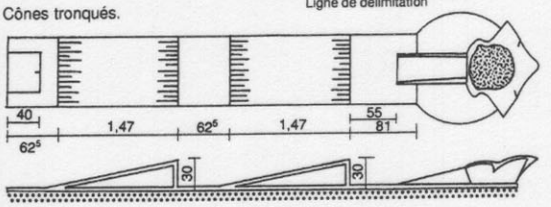
⑪ Piste droite avec obstacles décalés.



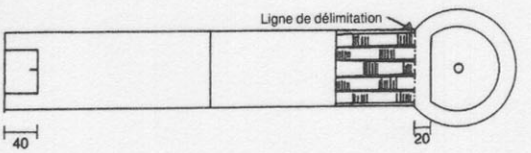
⑫ Labyrinthe.



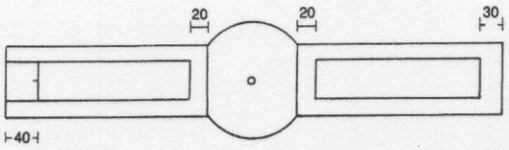
⑬ Cônes tronqués.



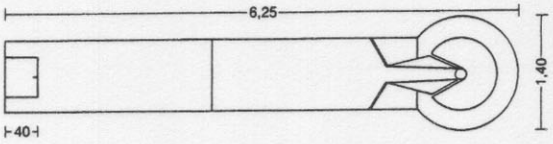
⑭ Doubles clavettes (piste sans ligne de délimitation).



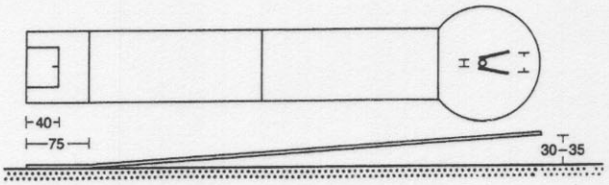
⑮ Passages irréguliers.



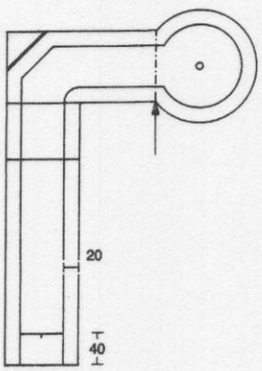
⑯ Cercle central - Piste sans ligne de délimitation.



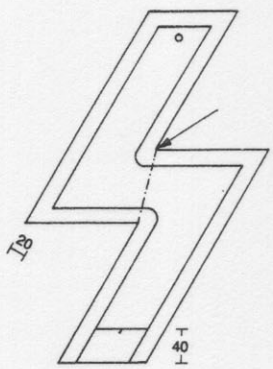
⑰ Volcan - Piste sans ligne de délimitation. Ne peut être joué que du départ.



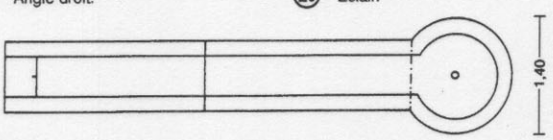
⑱ Pente abrupte avec obstacle en « V » - Piste sans ligne de délimitation. Ne peut être joué que du départ.



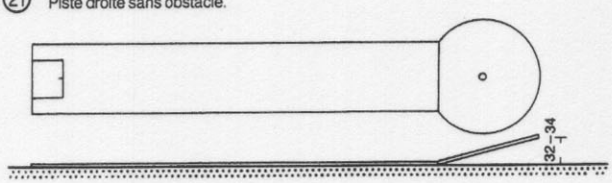
⑲ Angle droit.



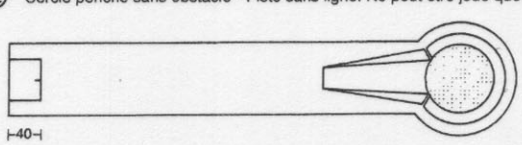
⑳ Éclair.



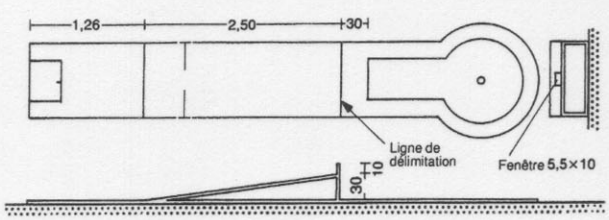
㉑ Piste droite sans obstacle.



㉒ Cercle penché sans obstacle - Piste sans ligne. Ne peut être joué que du départ.



㉓ Plateau rond - Piste sans ligne - Ne peut être joué que du départ.



㉔ Clavette montante avec passage centré (fenêtre).

Chaque obstacle doit se différencier des autres situés sur le même terrain, non seulement par son aspect, mais aussi par la technique du jeu. Un jeu calculé doit être possible.

La ligne de délimitation marque la fin des premiers obstacles. Pour les pistes sans obstacle, elle indique à quelle distance la balle doit être envoyée à partir de la ligne de coup d'envoi, pour rester dans le jeu. Si l'obstacle occupe toute la largeur de la piste, la ligne de délimitation sera identique à la fin de l'obstacle. Les pistes qui ne sont jouables que depuis la ligne de coup d'envoi n'ont pas de ligne de délimitation.

Placer les lignes de délimitation et les marques de sorte que la bordure du marquage vers le coup d'envoi soit identique à la fin de l'obstacle.

Les marques d'écart : là où l'on peut déposer ou déplacer la balle se trouvant dans le jeu, des marques doivent être présentes. La marque indique jusqu'où la balle peut être conduite.

L'arrivée doit pouvoir être atteinte en un seul coup depuis la ligne de coup d'envoi. S'il s'agit d'un trou, son diamètre ne doit pas dépasser 120 mm.

Pour le mini-golf système, le golf miniature ou le golf étoile, la limite est de 100 mm.

Les marques doivent être apposées sur chaque piste. On joue avec des clubs de golf et des balles de golf. Sont autorisés tous les clubs utilisés au golf ou objets similaires. La face du club ne doit pas dépasser 40 cm². Les balles de golf sur pistes ou golf de tous types de matériaux sont admises. Diamètre de la balle est compris entre 37 mm et 43 mm.

Les balles en bois, métal, verre, fibre de verre, ivoire ou tout autre matériau similaire ainsi que les boules de billard ne sont pas reconnues comme balles de golf sur pistes.

Les pistes de golf miniature présentent les dimensions normalisées suivantes : longueur de la piste 6,25 m, largeur de la piste 0,90 m, diamètre du cercle final 1,40 m (p.439, fig. 1).

Mini-golf

Réalisé par le suisse Bogni au début des années 50, composé de 17 pistes en béton (12 m de long) et une piste de tir magistral (d'au moins 25 m de long). Les pistes en béton sont encadrées de tubes d'acier. Les obstacles sont en pierre naturelle.

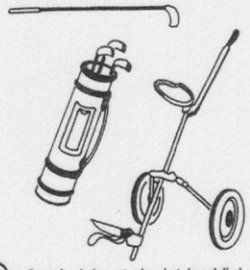
Cobigolf

C'est l'un des systèmes de pistes les plus difficiles avec pour caractéristique les « petites portes » placées devant. Le terrain est aussi composé de 18 pistes qui existent aussi bien en grand format (12 à 14 m de long) qu'en petit format (longueur 6 à 7 m).

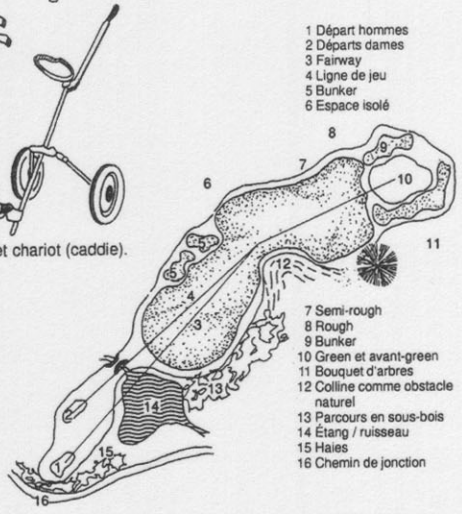
Golf étoile

Un terrain de golf étoile est composé de 18 pistes. 17 pistes en béton avec une arrivée en demi-cercle et la dernière piste est en étoile. D'où le nom de cette forme de jeu. La longueur des pistes est de 8 m, la largeur 1 m, le diamètre du cercle d'arrivée 2 m.
Les pistes sont limitées par des tubes sous forme de bandes. La marque de coup d'envoi consiste en un cercle de 30 cm de diamètre. Le trou d'arrivée a 10 cm de diamètre.

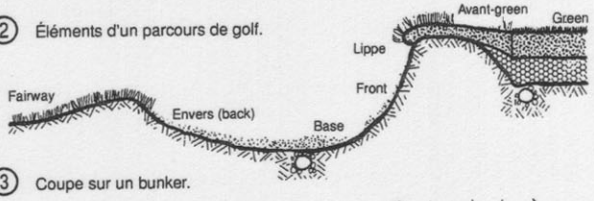
Tous les types de golf sur piste ont des obstacles normalisés et sont choisis et construits selon des critères sportifs.
C'est pourquoi chaque piste peut être jouée avec « AS » (en un coup), parce que le but de chaque joueur de golf sur piste est de surmonter chaque piste avec le minimum de coups.
18 points : faire toutes les pistes avec un « AS » a déjà été réalisé plusieurs fois.



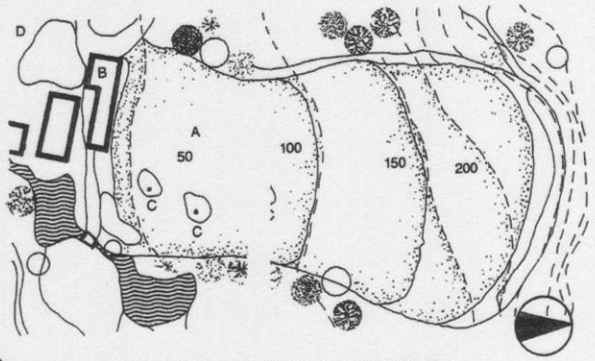
① Sac à clubs et chariot (caddie).



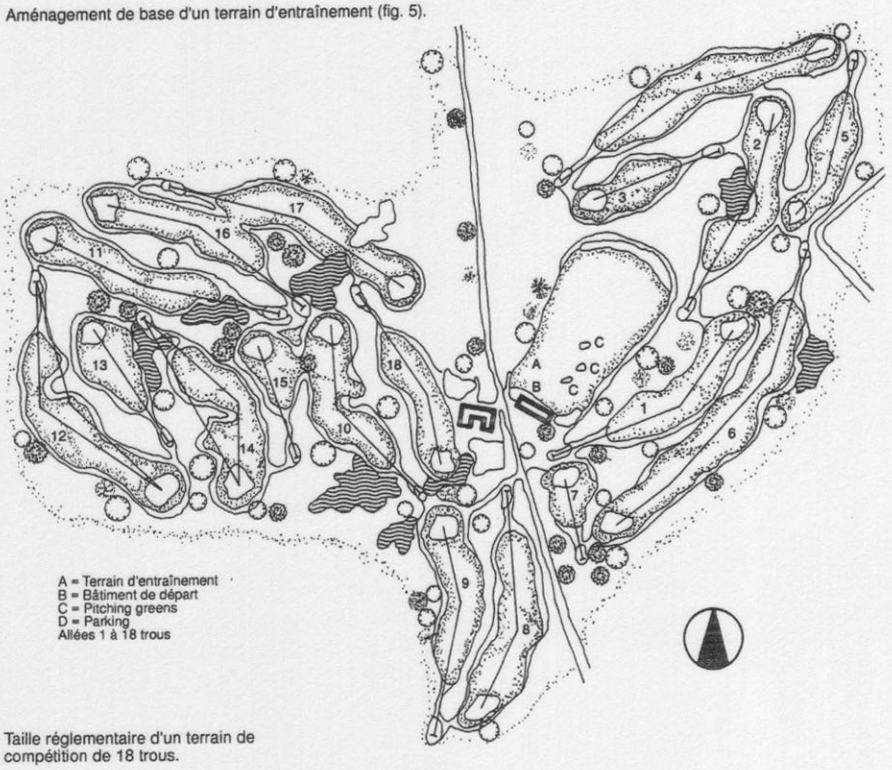
② Éléments d'un parcours de golf.



③ Coupe sur un bunker.



④ Aménagement de base d'un terrain d'entraînement (fig. 5).



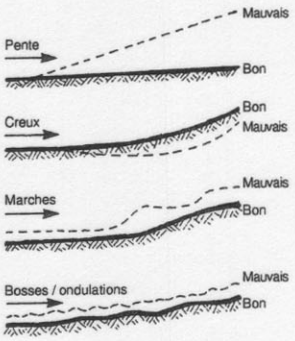
⑤ Taille réglementaire d'un terrain de compétition de 18 trous.

Les parcours se situent le plus souvent sur un terrain accidenté faiblement pentu entre des bois, clairsemés ou parsemés de bouquets d'arbres, avec des obstacles naturels (ruisseaux, étangs), des tranchées et collines ou dans les dunes au bord de la mer. La taille des terrains est fonction du nombre de couloirs (trous) et de leur longueur (distance entre l'aire de départ et le trou).

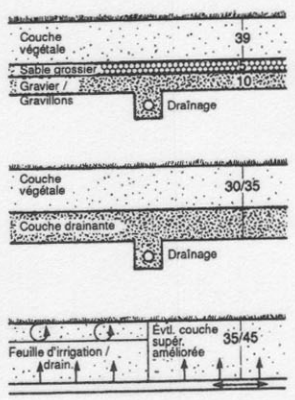
En général, les terrains de golf ne peuvent être comparés aux espaces sportifs « normalisés » et standardisés. De nos jours, les terrains de golf ne peuvent être construits pratiquement que dans des régions campagnardes, c'est-à-dire sur un terrain anciennement agricole ou forestier. La conception d'un terrain de golf nécessite un expert ayant des connaissances de paysagiste, de golfeur, d'écologiste, de pédologue, de technicien de la culture, d'économiste, etc. Avant même que la conception en elle-même ne commence, des recherches de base doivent être entreprises. Zone d'attraction du terrain prévu : nombre d'habitants nécessaires pour un parcours de 9 trous à 30 minutes en voiture maximum, environ 100 000 pour pouvoir atteindre le chiffre viable de 300 membres d'un club de golf.

Les espaces d'entraînement forment une partie importante de tout terrain de golf. On différencie : les prés d'entraînement, les greens d'entraînement, les greens d'approche (fig. 4). Le pré d'entraînement doit si possible être plat et présenter une largeur d'au moins 80 m pour donner la possibilité à environ 15 golfeurs de s'entraîner en même temps. La longueur doit être de 200 m minimum, mieux 225, et être agencée de telle sorte que les couloirs voisins ne soient pas gênés. L'emplacement idéal se situe à côté du club house. Le green d'approche doit avoir une surface minimale de 300 m² et être modelé en conséquence. L'obstacle de sable pour coups d'essai doit avoir au moins 200 m² et des profondeurs différentes.

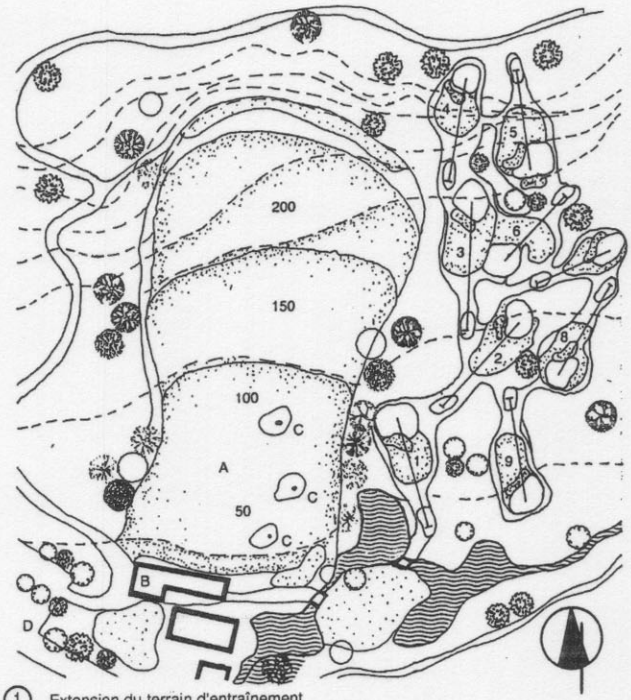
La conception d'un terrain de golf doit toujours partir du principe que la finalité est un terrain de 18 trous, c'est-à-dire qu'une surface d'au moins 55 ha (mieux 60 ha) doit être à disposition à longue échéance. Pour qu'il y ait la possibilité sur les parcours à 18 trous de ne faire qu'un demi-parcours (9 trous), le premier coup de départ et le 9e green ainsi que le 10e coup de départ et le 18e green doivent se trouver autant que possible à proximité du club house (fig. 5).



⑥ Aménagement de surface. Modelage des greens.



⑦ Types de réalisations usuelles de greens.



① Extension du terrain d'entraînement.

Les terrains d'entraînement (fig. 1)
Ils servent à l'entraînement en jeu court ou à l'initiation du golf. Un centre de golf, en tant que dimension sportive autonome, peut être installé par exemple sur un terrain de 10 hectares. Il doit comprendre un terrain d'entraînement, un green de rapprochement, un green d'approche et un terrain de 9 trous (par 3) (fig. 1). On différencie les longueurs suivantes pour les différents parcours et le par qui en résulte.

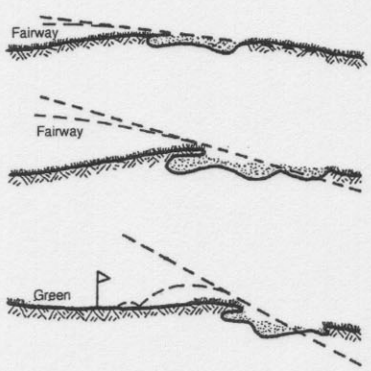
Par	Longueur des parcours	
	pour hommes	pour dames
3	jusqu'à 228 m	jusqu'à 201 m
4	229 à 434 m	202 à 282 m
5	à partir de 435 m	à partir de 383 m

Les longueurs standard reconnues pour les terrains de golf se situent entre standard 60 pour une longueur de 3749 m et standard 74 pour une longueur de 6492 m.

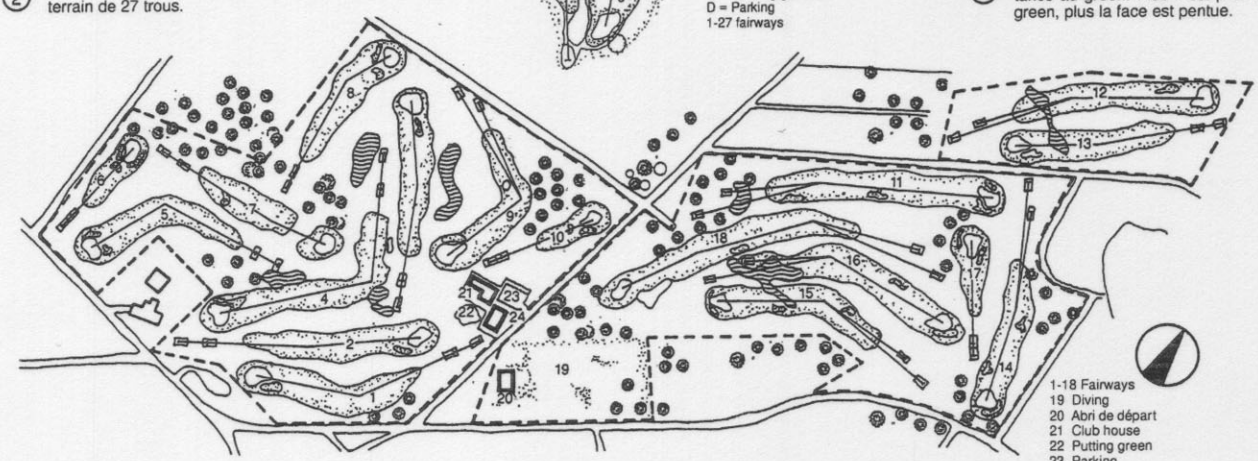
Installations sur un terrain de golf
Au début du terrain se situe le départ dont la taille n'est pas fixée. Il doit comprendre environ 200 m² avec une largeur suffisante. Des fairways de 30 à 50 m de large et de 100 à plus de 500 m de long. En fin de parcours, on trouve le green d'au moins 400 m², le plus souvent de 500 à 600 m². Les avant-greens ne sont pas habituels partout. Largeur minimale : 2,5 m. Roughs de hauteur variable au bords des fairways et répartis sur tout le terrain. Les bunkers, obstacles artificiels les plus construits, ont le désavantage de ressembler à des corps étrangers dans certains paysages.



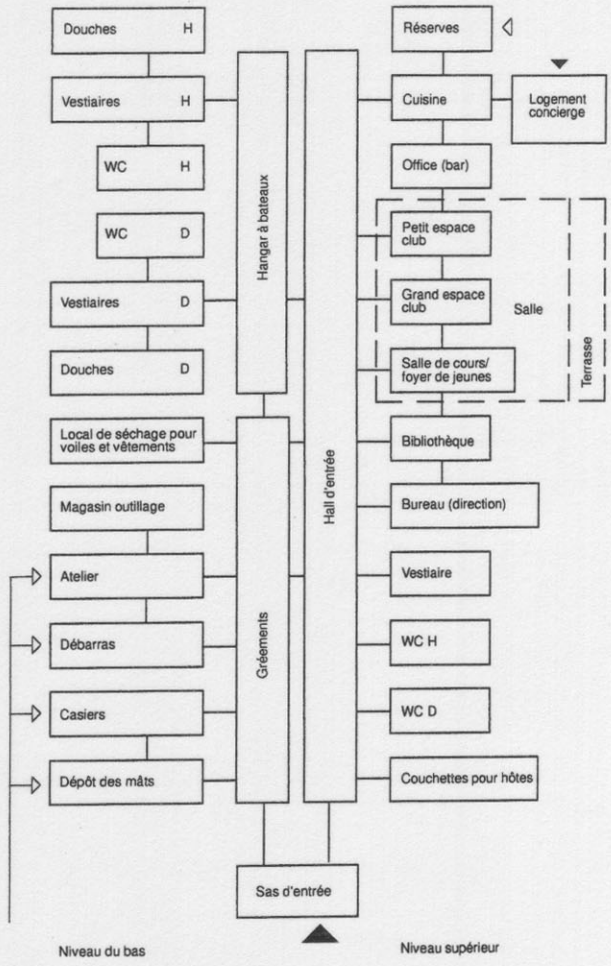
② Extension du terrain réglementaire en terrain de 27 trous.



④ Élaboration d'un bunker - Profondeur et forme dépendant de la distance au green. Plus il est près du green, plus la face est pentue.



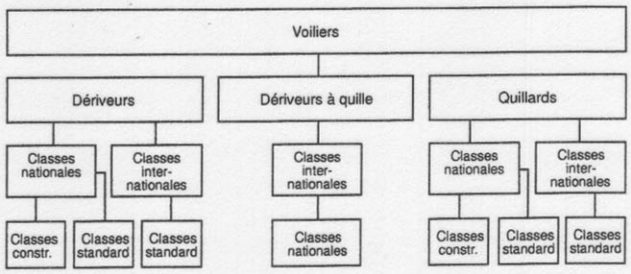
③ Exemple d'un terrain de 18 trous.



① Schéma de fonctionnement d'un club-house.

Le mouillage à quai (port) ou à sec pour les voiliers et bateaux à moteur fait partie intégrante d'une installation nautique ainsi que le hangar à bateaux avec ou sans entrepôt pour bateaux. Les grandes installations de yachting sont appelées ports de plaisance. Hauteurs des eaux raisonnables, on compte 4 à 5 voiliers ou 6 bateaux à moteur par hectare de surface d'eau.

Les profondeurs d'eau nécessaires dans les ports dépendent des types de bateau. Habituellement profondeur de 1 250 mm (yoles, dériveurs) et 4000 à 5000 mm (quillards). Un niveau d'eau sans fluctuation est idéal pour la construction d'un port et la sécurité des bateaux.



Classes olympiques

Finn (solitaire), 470 (dériveur/sol. et double), FD (dériveur), Star (quillard/2 équ.), Soling (quillard/3 équipiers), Tornado (catamaran/2 équ.), Europe (dériveur/sol.), Laser (dériveur/sol.), Planche à voile

Classes internationales

Quillards :

Dragon, E 22, H Boat, Tempest, 5,50 m

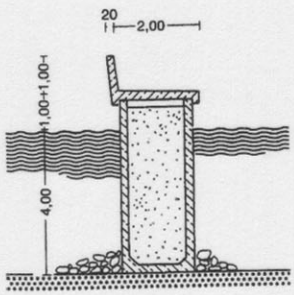
Dériveurs :

Contender, Enterprise, Europe, Fireball, Flying Junior, 420, Yole OK, Optimist, 14 pieds, Cadet, 505, Laser, Lightning, Snipe, Vaurien

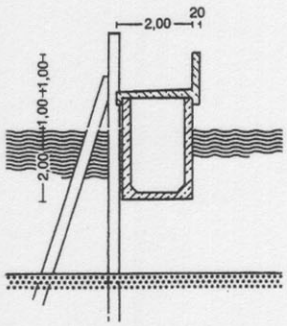
Multicoques :

Dart, classe A, classe C

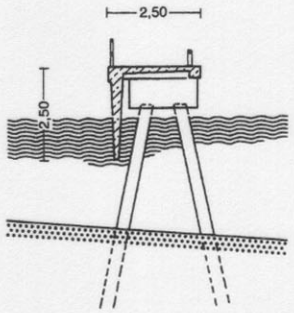
② Aperçu des types et classes de voiliers.



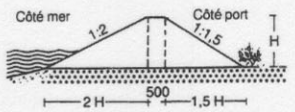
③ Caisson en éléments préfabriqués de béton armé avec remplissage de sable.



④ Ponton flottant, en éléments préfabriqués de béton armé.

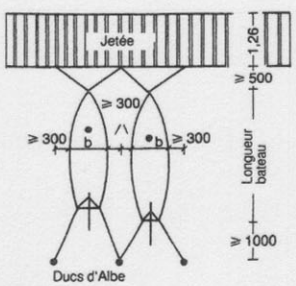


⑤ Paroi plongeuse en éléments préfabriqués de béton armé.

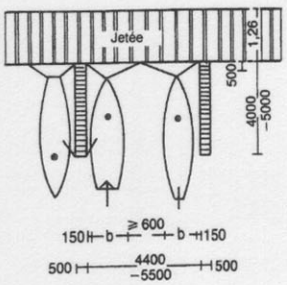


Hauteur H m	Largeur de base m
1	4,00
2	7,50
3	11,00
4	14,50
5	18,00
6	21,50

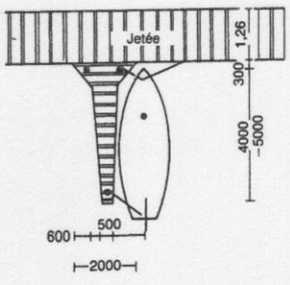
⑥ Coupe transversale sur jetée ou môle (dimensions).



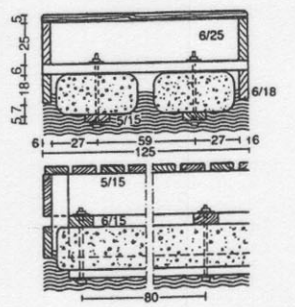
⑦ Amarrages de bateaux : amarrage des bateaux entre jetée et ducs d'Albe.



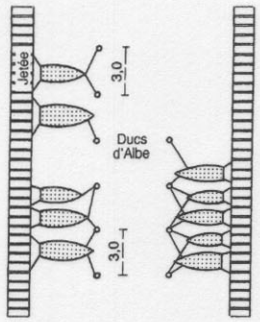
⑧ Amarrages des bateaux : amarrage en diagonale des bateaux, jetée et passerelle.



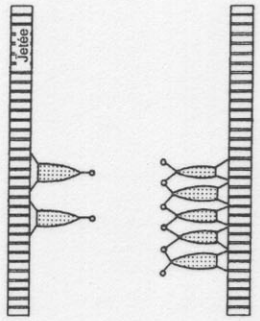
⑨ Amarrages des bateaux : amarrage des bateaux entre jetée et passerelle en forme d'Y.



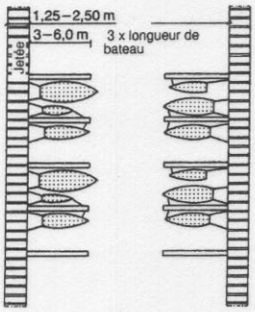
⑩ Jetée flottante avec boudins en polystyrène expansé (coupe transversale et longitudinale).



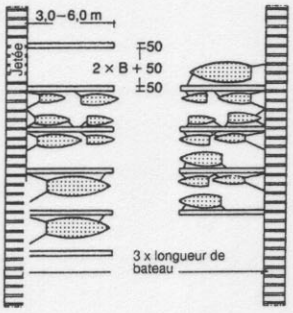
① Mouillage pour bateaux de sport à Rotterdam (p. 443, fig. 7).



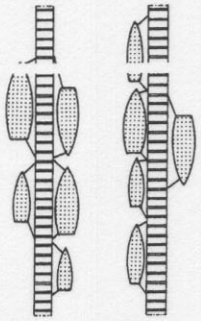
② Mouillage en Méditerranée.



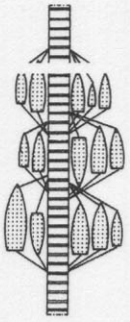
③ Mouillage dans les eaux américaines.



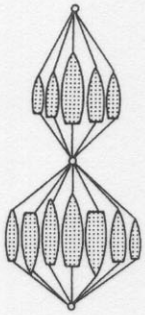
④ Mouillage à Port Hamble.



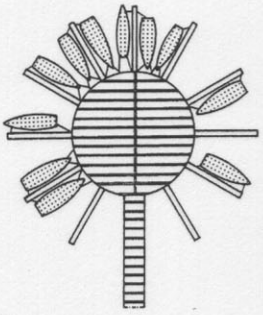
⑤ Mouillage pour bateaux de sport à Granville.



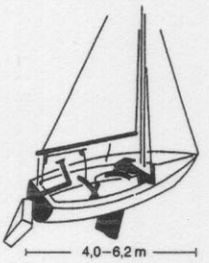
⑥ Mouillage à La Rochelle.



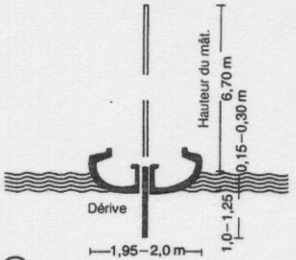
⑦ Mouillage à Yarmouth.



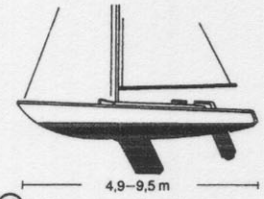
⑧ Mouillage à San Francisco.



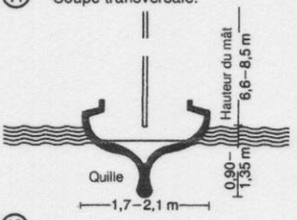
⑩ Yole.



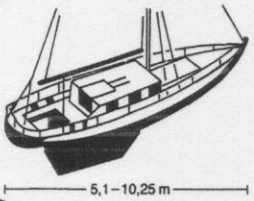
⑪ Coupe transversale.



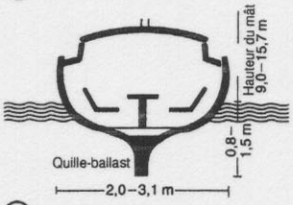
⑫ Bateau ouvert à quille.



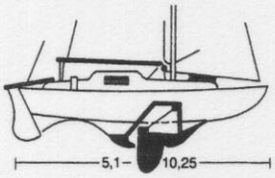
⑬ Coupe transversale.



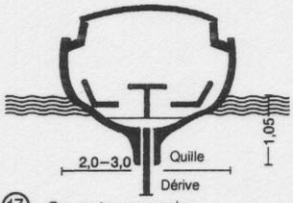
⑭ Croiseur à quille.



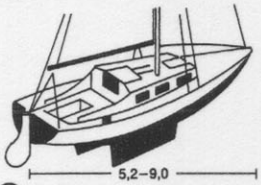
⑮ Coupe transversale.



⑯ Croiseur à quille et dérive.



⑰ Coupe transversale.



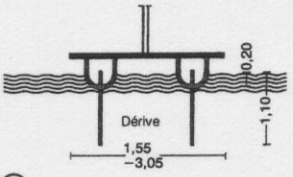
⑱ Croiseur biquille.



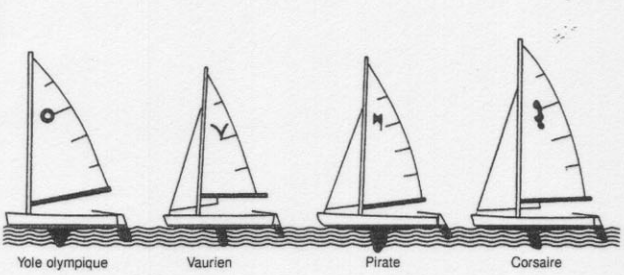
⑲ Coupe transversale.

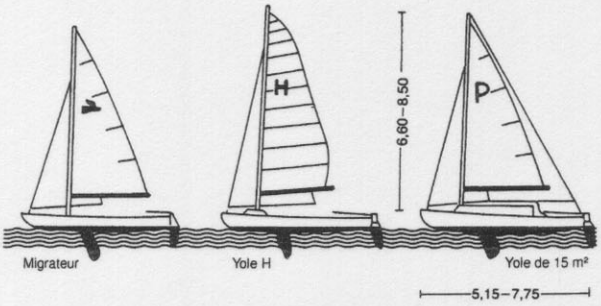


⑳ Catamaran ouvert.

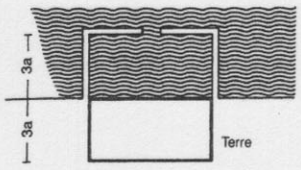


㉑ Coupe transversale.

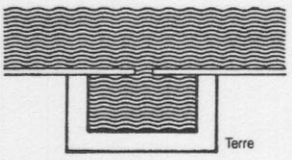




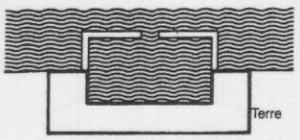
⑨ Types de bateaux rencontrés dans les ports.



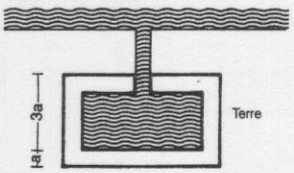
Construit dans la mer



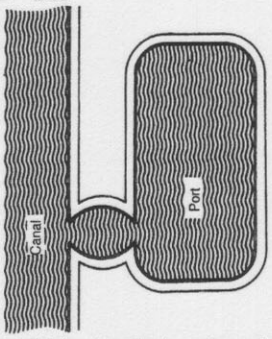
Construit dans la terre



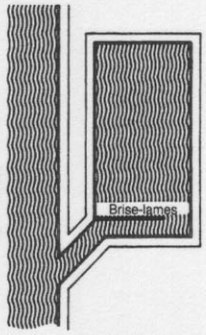
① Construit dans la mer et dans une anse.



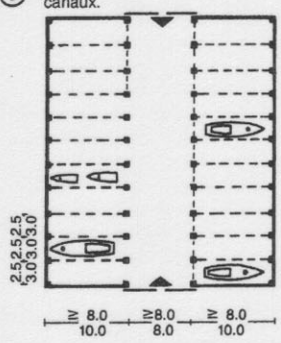
② Avec un canal vers la mer.



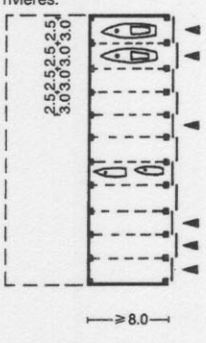
③ Entrée et sortie de port par des canaux.



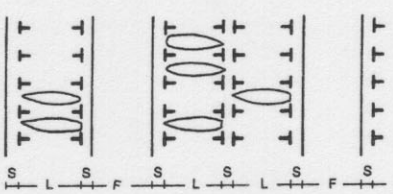
④ Entrée et sortie de port par des rivières.



⑤ Schéma d'un hangar à bateaux. Portes frontales.



⑥ Schéma d'un hangar à bateaux. Portes sur un ou deux côtés latéraux.



⑦ Taille des mouillages à terre de différentes classes internationales de voiliers.

Lors du choix de l'emplacement, prêter attention à la fréquence et au mode de formation des glaces, pour éviter des destructions dues à la dilatation et aux poussées de la glace. Chaque bateau nécessite un mouillage dans le port qui s'adapte à son utilisation (entraînement, week-ends, vacances, etc). Il en résulte des mouillages au port, des mouillages à terre, des mouillages dans les hangars. Surface pour les bateaux et installations correspondantes. Mouillage au port de 90 m² à 160 m², mouillage à terre de 100 à 200 m². C'est-à-dire une surface totale de 200 à 360 m². Prévoir au minimum une place de parking par mouillage.

La direction du vent dominant et des vagues est déterminante pour l'entrée au port. Les mouvements des vagues sont affaiblis par des digues (môles) (fig. 1 à 4). Les accès (entrées et sorties) doivent correspondre en largeur pour les voiliers au minimum à la longueur des mouillages avoisinants.

L'entrée de port abordable à la voile dans toutes les directions du vent, devrait avoir après l'entrée du port, un rayon de giration de 35 m à 60 m de diamètre. La construction des môles et les renforcements des rivages, jetées, moyens de transport des bateaux et emplacements a une influence considérable sur les possibilités d'utilisation des installations de voiles dans des conditions climatiques très diverses (p.443). Les môles - appelés aussi digues - sont une protection contre les vagues et empêchent l'ensablement par les courants.

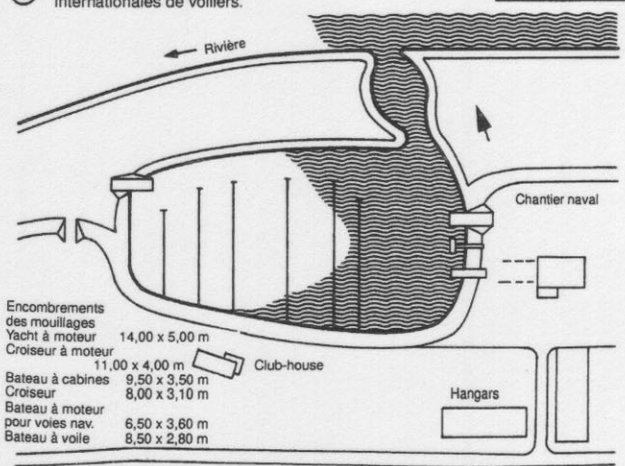
Les môles en pierres sont construits avec des mœllons, des pierres naturelles broyées, des éléments préfabriqués en béton dans des formes géométriques particulières (par ex. tétrapodes) qui s'imbriquent lors de la pose (p.443, fig. 6).

Les murs de palplanches sont, avec les môles en pierres, les plus répandus et sont faits de profilés en acier encadrés. Durée de vie 20 à 30 ans.

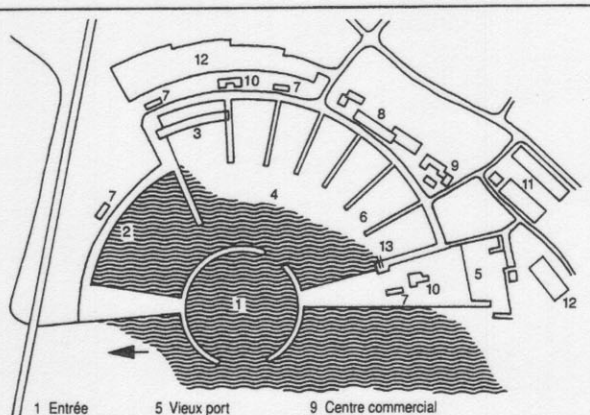
Les pontons flottants en acier, béton armé, tuyaux remplis d'air et objets flottants en polystyrène expansé (p.443, fig. 10) sont utilisés comme môles et jetées. Les pontons en acier et béton armé qui plongent d'environ 2 m s'adaptent au niveau de l'eau et permettent d'obtenir le calme nécessaire.

Les caissons (p.443, fig. 3) sont préfabriqués en béton armé, immergés sur place et remplis de sable ou de gravier.

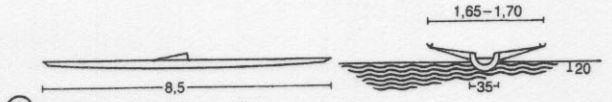
Catégories de bateaux	Taille des bateaux		Grandeur de mouillage nécessaire		Distance de sécurité	Larg. de pass. nécessaire
	Longueur	Largeur	Longueur (L)	Largeur (l)	(S)	(F)
Finn	4,50	1,51	4,50	= 3,00	env. 1,00	5,00
Flying Dutchman	6,05	1,80	6,00	= 3,00	env. 1,00	6,50
Star	6,92	1,72	7,00	= 3,50	env. 1,50	7,50
Dragon	8,90	1,90	9,00	= 4,00	env. 2,00	9,50
Classe 5,50 m	10,40	1,90	10,50	= 4,00	env. 2,00	11,00



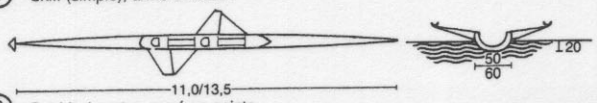
⑧ Exemple d'un port de bateaux de sport.



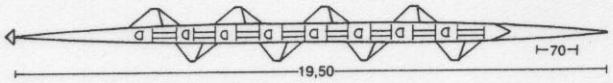
⑨ Exemple d'un port de plaisance.



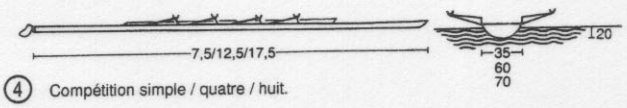
① Skiff (simple), armé en scull.



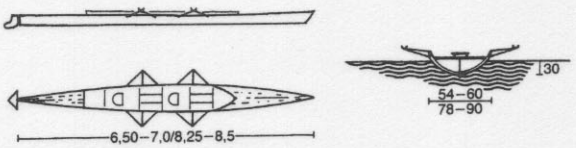
② Double / quatre, armé en pointe.



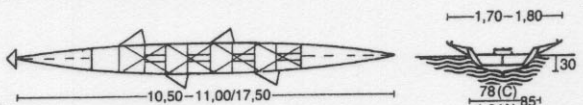
③ Huit de pointe.



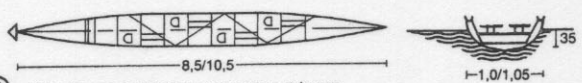
④ Compétition simple / quatre / huit.



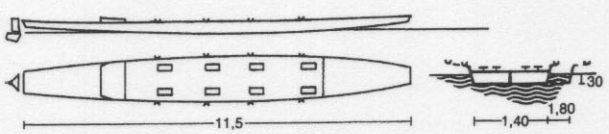
⑤ Simple / double armé en scull.



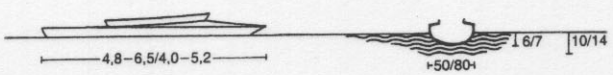
⑥ Quatre / huit armé en pointe.



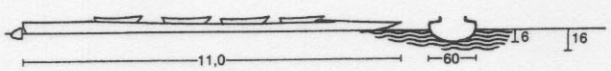
⑦ Yole de mer double / quatre, sans outriggers.



⑧ Barque.



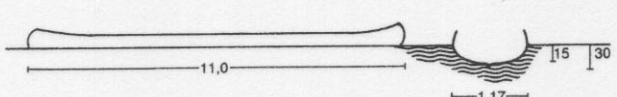
⑨ Kayak avec double rame, simple / double.



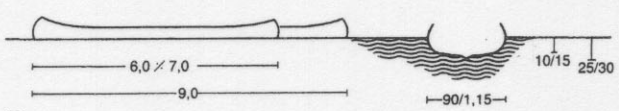
⑩ Quatre.



⑪ Canoë avec pagaie.



⑫ Canoë de compétition, huit avec barreur.

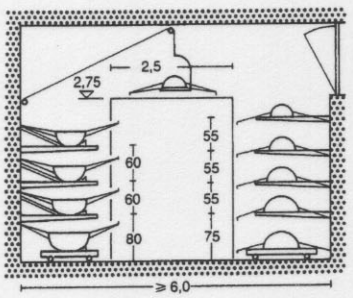


⑬ Canoë de randonnée, 6 et 10 avec barreur.

Les bateaux à avirons sont essentiellement des bateaux d'équipe et sont souvent la propriété d'un club. On les trouve comme les kayaks et les canoës le plus souvent sur des voies d'eau sans obstacles, avec du courant et prisées pour le paysage qu'elles offrent. Hangar à bateaux avec fenêtres et impostes vers le Nord, pour éviter le soleil. Portails d'accès des bateaux ≥ 2,50 x 2,75 m. Largeur du hangar ≥ 6,00 m. Longueur du hangar adéquate 30 m, hauteur du hangar si possible 4,0 m (fig. 14). Avirons 3,80 m de longueur. Largeur de la pelle ≥ 15 à 18 cm. Entreposés près de l'entrée, horizontalement sur des étagères ou mieux encore suspendus à des anneaux au-dessus d'une cavité (en fonction de la hauteur du hangar). Entre hangar et jetée ≥ 20 à 30 m de largeur de rive pour le nettoyage et la préparation des bateaux est nécessaire, avec robinets et parking pour véhicule transportant les bateaux. Si possible des aires de gazon ou forêt à proximité pour camper.

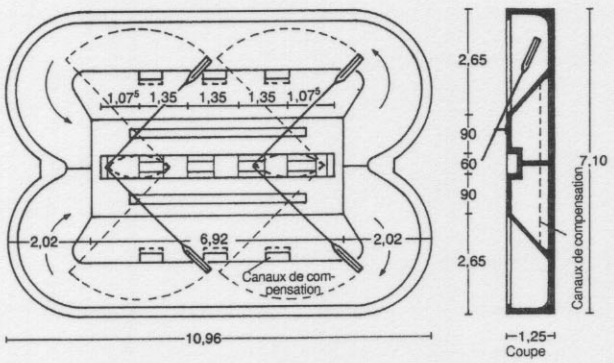
Bassin pour entraînement avec des avirons raccourcis (fig. 16). S'il s'agit d'un huit, alors dimension du bassin 12,60 x 7,60 m. Bassins uni- ou bilatéraux. Courant comme en eau libre grâce à une circulation d'eau.

Situer les installations si possible en relation avec une salle de sport ou une piscine et leurs vestiaires.

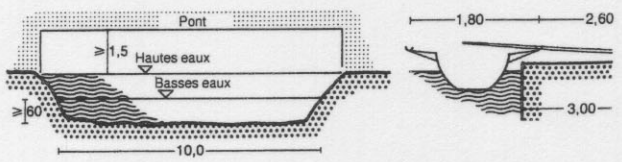


⑭ Coupe sur hangar à bateaux.

⑮ Portants à bateaux tous les 2,00-2,50 m.

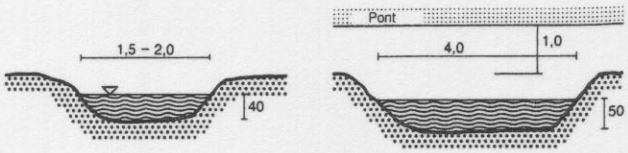


⑯ Bassin bilatéral pour avirons.



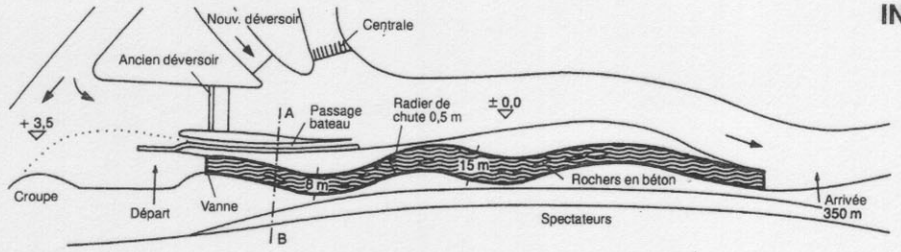
⑰ Chenal.

⑱ Appontement.

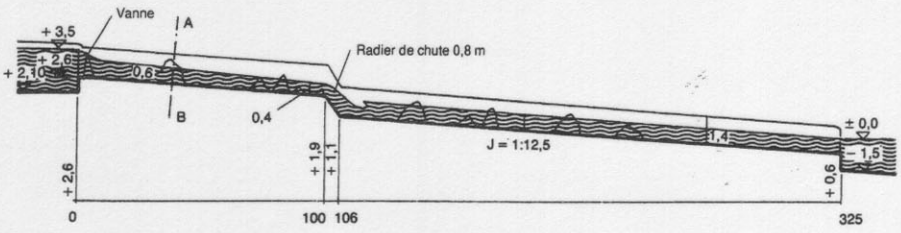


⑲ Chenal pour sport de randonnée, niveau minimal.

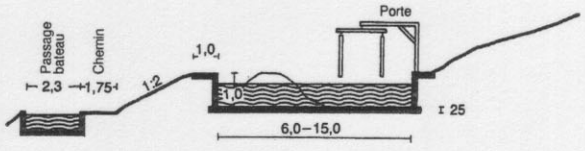
⑳ Pour sport de randonnée, normal.



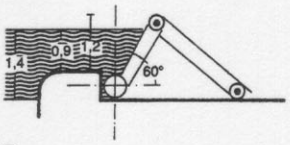
① Parcours de régate pour le slalom en canoë.



② Coupe longitudinale.



③ Coupe transversale A-B.

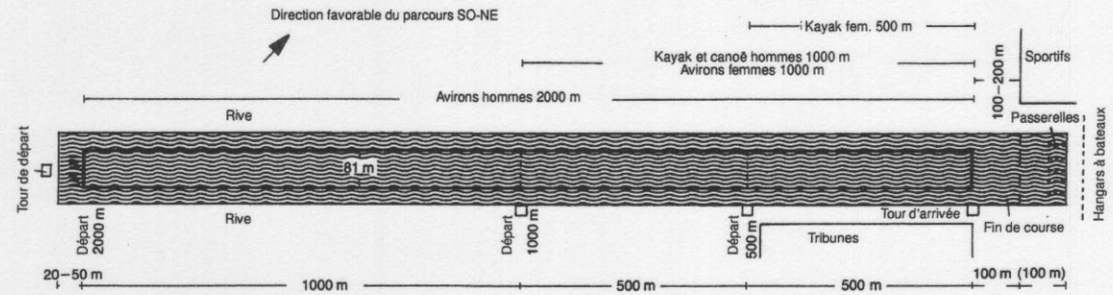


④ Vanne de retenue d'eau.

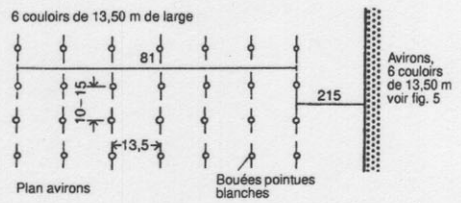
Exigences pour les parcours d'entraînement des régates pour le canoë et le slalom.

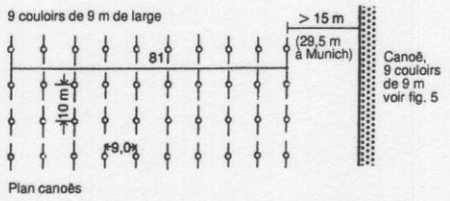
Installations naturelles
Elles se situent sur des parcours abrupts (1:100 et plus de pente) : des voies d'eau nationales qui ne servent pas au trafic général ou des rivières similaires d'au moins 10 m³/s de débit (naturel ou contrôlé par un barrage en amont), également dans les remous de moulins ou de centrales, 8 m de large, avec ou sans obstacles (construction de portes) (fig. 3).

Installations artificielles
Installation olympique de 550 m de long. Rigole de béton armé avec obstacles sous forme de rochers en béton sur une dénivellation de 6 m, radier de chute, jusqu'à 32 portes, répondent aux exigences des parcours de régates et d'entraînement pour les avirons et le canoë (fig. 5).

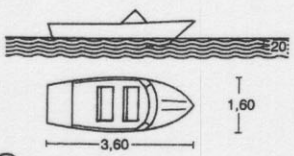


⑤ Parcours de régate Munich (dimensions internationales) pour avirons et canoës.

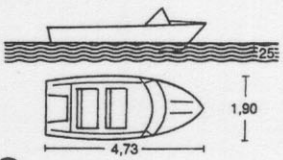




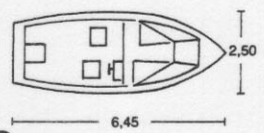
BATEAUX À MOTEUR



⑥ Bateau de sport.



⑦ Runabout.

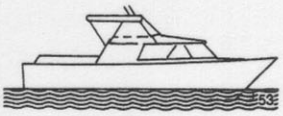


⑧ Croiseur.

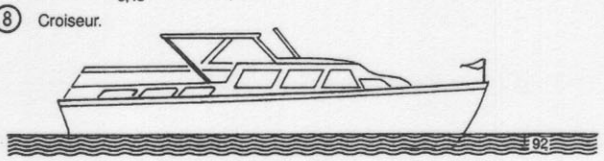




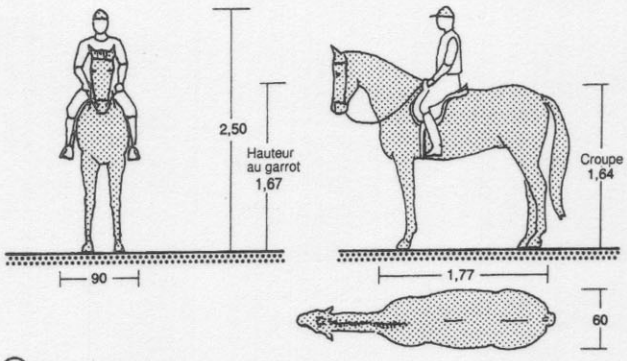
⑨ Bateau à cabine.



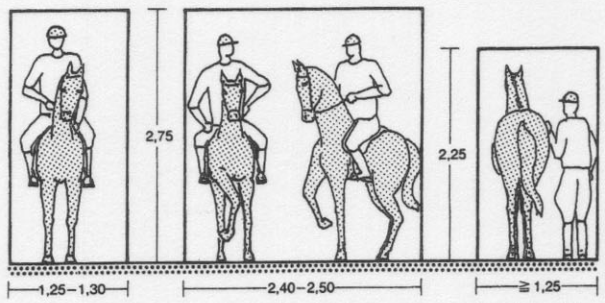
⑩ Croiseur à moteur.



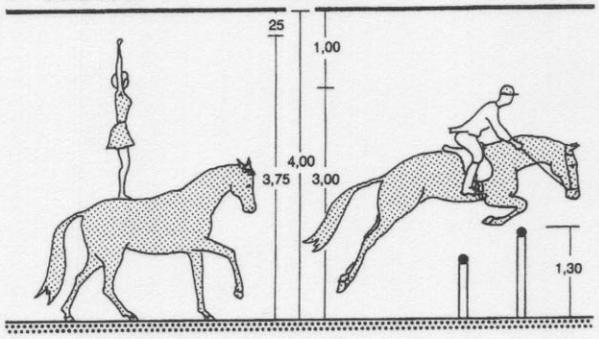
⑪ Yacht.



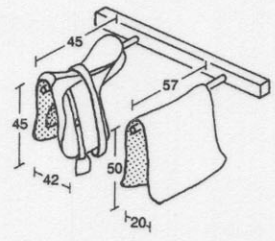
① Dimensions du cheval et du cavalier.



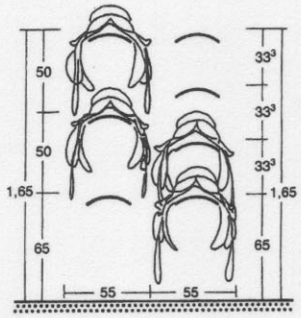
② Entrée d'un cheval monté. ③ Portail / passage dans l'écurie. ④ Cheval et cavalier.



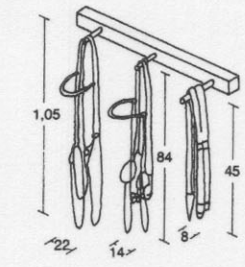
⑤ Espace pour voltige. ⑥ Espace pour manège.



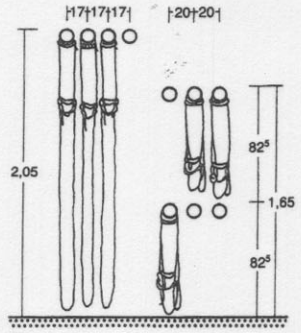
⑦ Selle avec couverture.



⑧ Mur d'accrochage des selles.



⑨ Brides.



⑩ Mur à bridons.

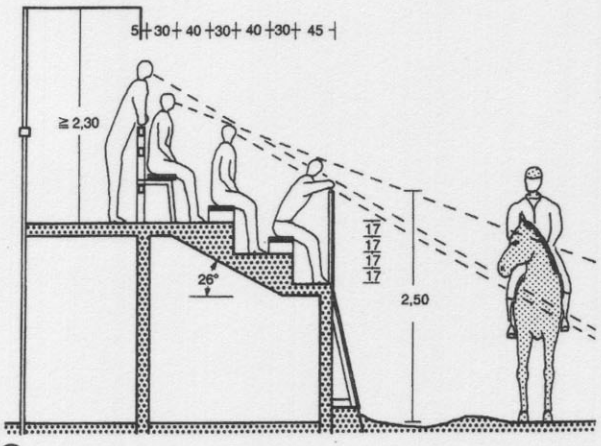
Le centre équestre doit se trouver autant que possible à proximité d'un terrain d'équitation.

Les zones de grande humidité du sol et de l'air, comme on les trouve souvent dans les vallons ainsi que les endroits à l'abri du vent, rendent difficile l'aération nécessaire. Les collines et les zones ventées sont préférable. Déclivité de la pente des bâtiments et des manèges et carrières moins de 10%.

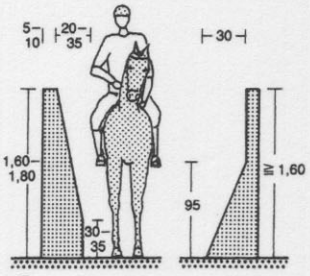
La sellerie doit si possible avoir la forme d'un grand rectangle, avec beaucoup de surface murale et une largeur de 4,0 à 4,5 m. Les selles sont accrochées sur trois rangées décalées les unes au-dessus des autres (fig. 8). La sellerie et le local avec les produits d'entretien doivent pouvoir être chauffés et bien aérés. Hauteur libre minimum du manège et de la voltige 4,00 m (fig. 5 et 6). On ne peut définir précisément le nombre de places nécessaires pour les spectateurs. Le spectateur ne devrait pas regarder les chevaux de trop haut. La solution la mieux adaptée est un passage périphérique pour les spectateurs (fig. 13). Première rangée assise, deuxième rangée debout. Derrière suffisamment de place pour 2 personnes se croisant. Pour une piste de 20 m x 40 m, on a une répartition d'environ 200 places assises et debout. Dimensionner l'entrée principale de sorte qu'un camion de taille moyenne puisse passer : 3,00 m de large, 3,80 m de haut. Entrées annexes au moins 1,20 m de large, au moins 2,80 m de haut. Les portes doivent s'ouvrir vers l'extérieur.

La bande en fin de piste a plusieurs raisons d'être (fig. 12). Elle simplifie le dressage des chevaux et garantit le cavalier contre les blessures. Pente de la partie oblique par rapport à la verticalité ≥ 20°.

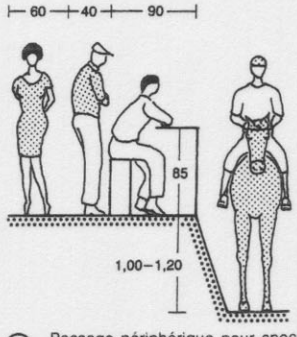
Les fenêtres vitrées doivent être protégées par du grillage à mailles serrées en dessous de 2 m du sol du manège. Piste d'échauffement de 1000 m² environ suffisante pour 10 chevaux. Souvent deux chevaux par jour et semaine.



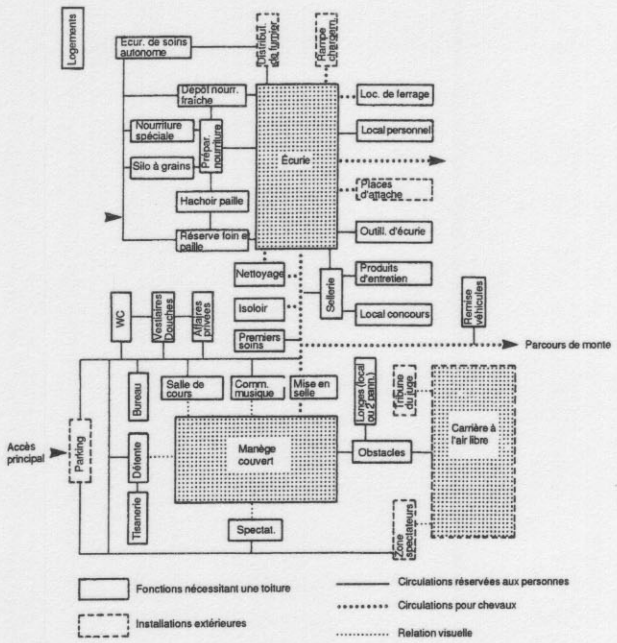
⑪ Tribunes avec pourtour.



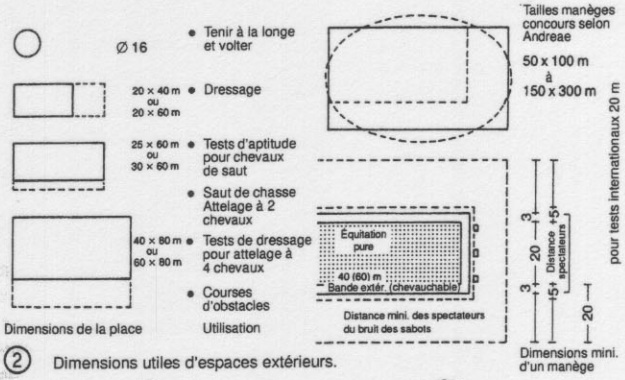
⑫ Profils de bandes.



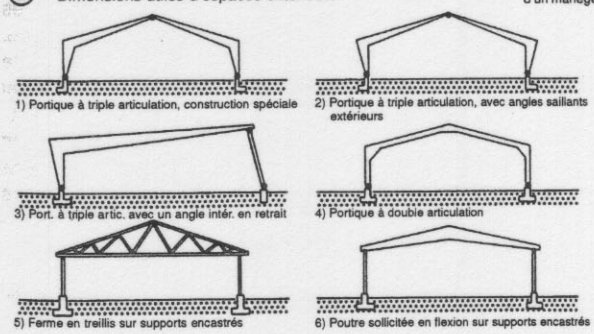
⑬ Passage périphérique pour spectateurs.



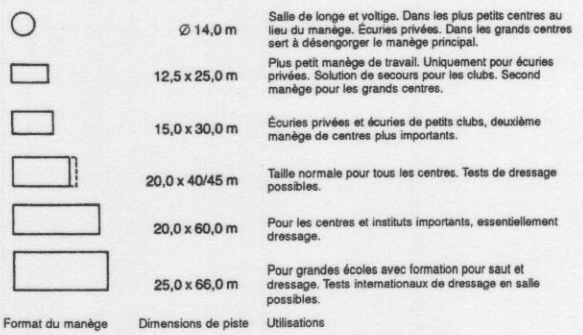
① Schéma des relations internes entre les espaces d'un centre équestre.



② Dimensions utiles d'espaces extérieurs.



③ Coupes transversales.



④ Dimensions intérieures de manèges

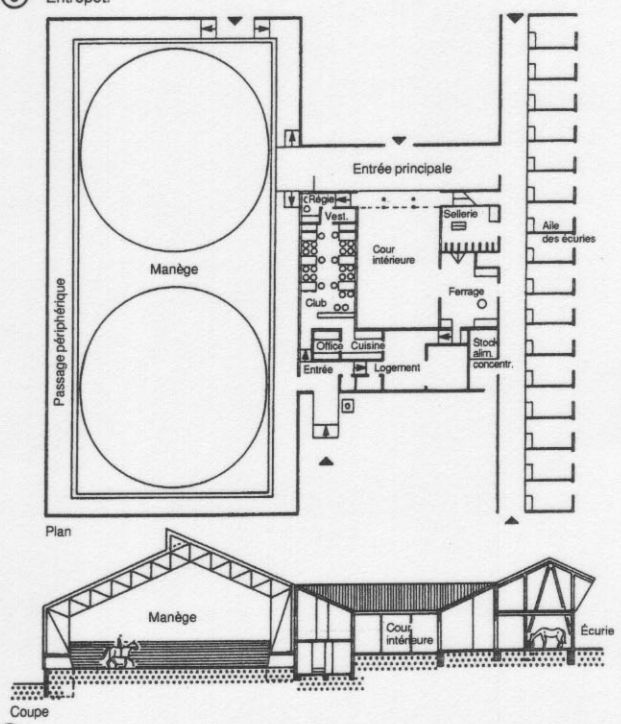
En principe, le fonctionnement des différents centres équestres est sensiblement le même, à part les variations dues à des particularités de fonctionnement ou des données locales. Les programmes de construction se différencient avant tout par l'importance du centre (nombre d'écuries). Ce dernier point est déterminant pour les dimensions des différents locaux et le regroupement éventuel de différentes fonctions (fig. 1). Le programme de base étant les locaux pour loger, soigner et nourrir les chevaux, toujours réunir ces fonctions. Un manège pour continuer l'équitation par mauvais temps est indispensable. Prévoir logements pour les soigneurs, l'écuyer ou le professeur d'équitation en relation avec l'installation.

L'axe longitudinal de la piste de saut doit être situé Nord-Sud pour ménager le cheval et le cavalier (fig. 4), car la majeure partie des obstacles doit être sautée dans la direction de l'axe principal de la carrière. Pour les manèges de concours situés Nord-Sud, on place la tribune du jury et celle des spectateurs derrière le côté Ouest de la piste, car les grands sauts ont lieu l'après-midi. Dimension minimum d'une carrière (surface d'équitation uniquement) 20 x 40 m (fig. 2).

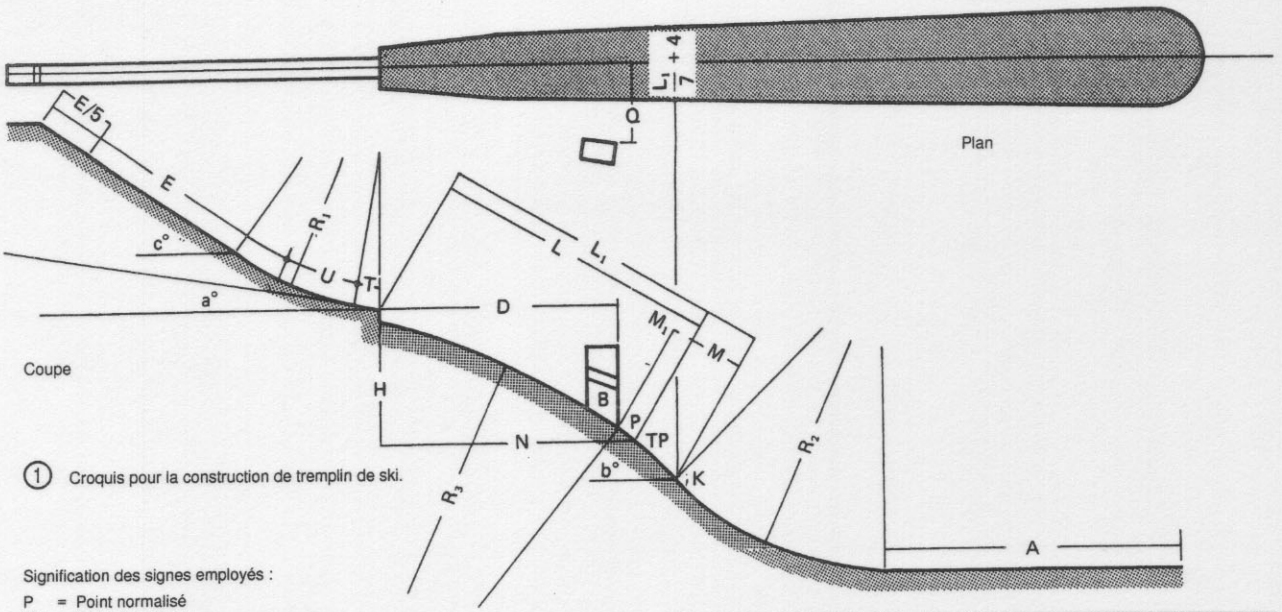
Pour les dressages à partir de la catégorie M et les tests d'aptitudes multiples, une surface d'équitation de 20 x 60 m est exigée. La surface annexe d'équitation doit avoir en plus une bande extérieure latérale d'équitation de ≥ 3,0 m et à l'entrée ≥ 5,0 m pour que la piste ait une taille brute de 26 x 48 m (fig. 2). Lors des concours distance minimum des spectateurs par rapport au martèlement des sabots : 5 m. Pour tests internes 20 m.

Produits entreposés		Équivalence de 100 kg (en m³)	Ration journalière par cheval (en kg)	Réserve à stocker par cheval		
				Nombre de mois	kg	m³
Avoine (grains)		0,22	5	1	150	0,33
Foin	Serré en longueur	1,00–1,18	8	12	2.900	29–34
	Pressé avec fil de fer	0,59				17
Paille	Serré en longueur	1,43–2,00	env. 20 pour litière de paille pure dans les boxes	3	1.825	26–37
	Pressé avec ficelle	1,05–1,18				19–22
	Pressé avec fil de fer	0,42–0,50				8–9
	Haché en morceaux de 100 mm	2,22–3,33	environ 15		1.375	31–16
Entrepôt utilisable pour nourriture par cheval						

⑤ Entrepôt.



⑥ Centre équestre à Gerolstein/Eifel. Arch. : Schnitzer



① Croquis pour la construction de tremplin de ski.

Signification des signes employés :

- P = Point normalisé
- TP = Point du tableau
- K = Point critique (fin de la piste de ralentissement et début de la courbe de fin de course)
- B = Fin de bombement de la piste de saut
- M = Piste de ralentissement (distance de P à K)
- M_1 = Distance de P à B
- L = Distance entre l'arête du tremplin P et B
- L_1 = Distance entre l'arête du tremplin et K
- H = Projection verticale de L
- N = Projection horizontale de L
- H/N = Rapport entre l'horizontale et la verticale
- a = Inclinaison du plateau du tremplin
- b = Inclinaison de la piste de saut au point de norme (P) jusqu'au point critique (K)
- c = Inclinaison de la piste d'élan
- R_1 = Rayon de l'arc de la piste d'élan jusqu'au plateau du tremplin
- R_2 = Rayon de l'arc du saut jusqu'à la piste de fin de course
- R_3 = Rayon de l'arc du plateau du tremplin jusqu'à la piste de saut
- T = Longueur du plateau
- U = Partie de la piste d'élan (accélération) dans laquelle la vitesse n'augmente plus
- E = Partie de la piste d'élan (accélération dans laquelle la vitesse augmente)
- F = Longueur totale de l'élan (F = U + E + T)
- A = Longueur de la piste de fin de course
- Vo = Vitesse sur plateau de tremplin en m/s
- D = Distance horizontale de l'arête du plateau à la partie inférieure de la tour du jury
- Q = Distance de l'axe de la piste de saut à l'arête avant la tour du jury

Petits tremplins														
E						L								
c	c	c				8–10°		7–9°		6–8°			← a	
30°	35°	40°	U	T	Vo	H/N = 0,50	0,48	0,46	0,44	0,42	0,40	0,38	b	↓
26	23	21	4,5	3,3	15	20,0	19,5	19,0	18,5	18,0	17,5	17,0	30–34°	
32	28	25	5,1	3,5	16	25,5	24,8	24,0	23,3	22,5	21,8	21,0	30–35°	
39	32	28	5,8	3,7	17	31,0	30,0	29,0	28,0	27,0	26,0	25,0	33–36°	
46	37	32	6,5	4,0	18	36,5	35,3	34,0	32,8	31,5	30,3	29,0	33–36°	
52	43	37	7,2	4,2	19	42,0	40,5	39,0	37,5	36,0	34,5	33,0	34–37°	
59	49	42	8,0	4,4	20	47,5	45,8	44,0	42,3	40,5	38,8	37,0	34–37°	

② Mesures.

Normes pour les parties les plus importantes d'un tremplin

H/N = 0,48 jusqu'à 0,56

Le point normalisé d'un tremplin est ainsi défini :

- P = L_1 - M où les normes pour M sont :
- M = 0,5 à 0,8 Vo pour tremplins jusqu'à P = 70 m
- M = 0,7 à 1,1 Vo pour tremplins jusqu'à P = 90 m
- M_1 = 0 à 0,2 Vo
- R_1 = 0,12 Vo^2 à 0,12 Vo^2 + 8 m
- R_2 = 0,14 Vo^2 à 0,14 Vo^2 + 20 m
- R_3 = Un profil de l'avancée est choisi, correspondant le mieux à la courbe de vol
- T = 0,22 Vo
- U = 0,02 Vo^2
- A = 4 à 5 Vo pour fin de course horizontale
- D = 0,5 à 0,7 X L_1 à l'arête intérieure de la tour
- Q = 0,25 à 0,50 x L_1

Exemple : En fonction du terrain les données suivantes sont attribuées pour L_1 et H/N, par exemple H/N = 0,54 ; c = 35° ; L = 87 m.
Dans le tableau vous trouverez : L = 87 et dans la colonne de gauche Vo = 26 ; à même hauteur sous c = 35°, E = 90 m, U = 14 et T = 5,7 ; F = E + U + T = 90 + 14 + 5,7 = 109,7 m.
Un tremplin qui s'écarte des dimensions ci-dessus peut être agréé par la FIS mais dans ce cas, le constructeur du tremplin doit fournir des justificatifs écrits.

Moyens et grands tremplins											
E						L					
c	c	c				9–12°			8–10°		← a
30°	35°	40°	U	T	Vo	H/N = 0,56	0,54	0,52	0,50	0,48	b ↓
62	52	44	8,8	4,6	21				53,0	51,0	35–37°
71	58	49	9,7	4,8	22	65,3	63,0	60,8	58,5	56,2	
80	65	54	10,6	5,1	23	71,5	69,0	66,5	64,0	61,5	36–38°
89	72	60	11,4	5,3	24	77,7	75,0	72,2	69,5	66,7	
99	80	67	12,5	5,5	25	84,0	81,0	78,0	75,0	72,0	37–39°
111	90	74	14,0	5,7	26	90,2	87,0	83,7	80,5	77,2	
124	100	81	15,0	5,9	27	96,3	93,0	89,5	86,0	82,5	38–40°
137	110	88	16,0	6,2	28				91,5	87,7	

③ Mesures.

La distance de la balustrade de la cabine la plus basse du jury à l'horizontale « d » située à travers l'arête du tremplin va de D x tan 16° jusqu'à tan 20°. Les cabines devraient être placées en escalier dans l'oblique formée par la ligne allant de l'arête du plateau jusqu'à la fin du point « d ». L'arête supérieure du plancher des différentes cabines se situe de 1 m à 1,20 m sous la balustrade. L'oblique de la tour par rapport à l'axe de la piste devrait être de 7 à 10°, afin que le jury puisse bien observer la totalité du saut et de la réception.

Sur la piste d'élan, il doit y avoir le plus possible de points de départ répartis harmonieusement sur une longueur E/5, dont la distance devrait comporter 1 m à la verticale. Point de départ le plus bas = E – E/5.

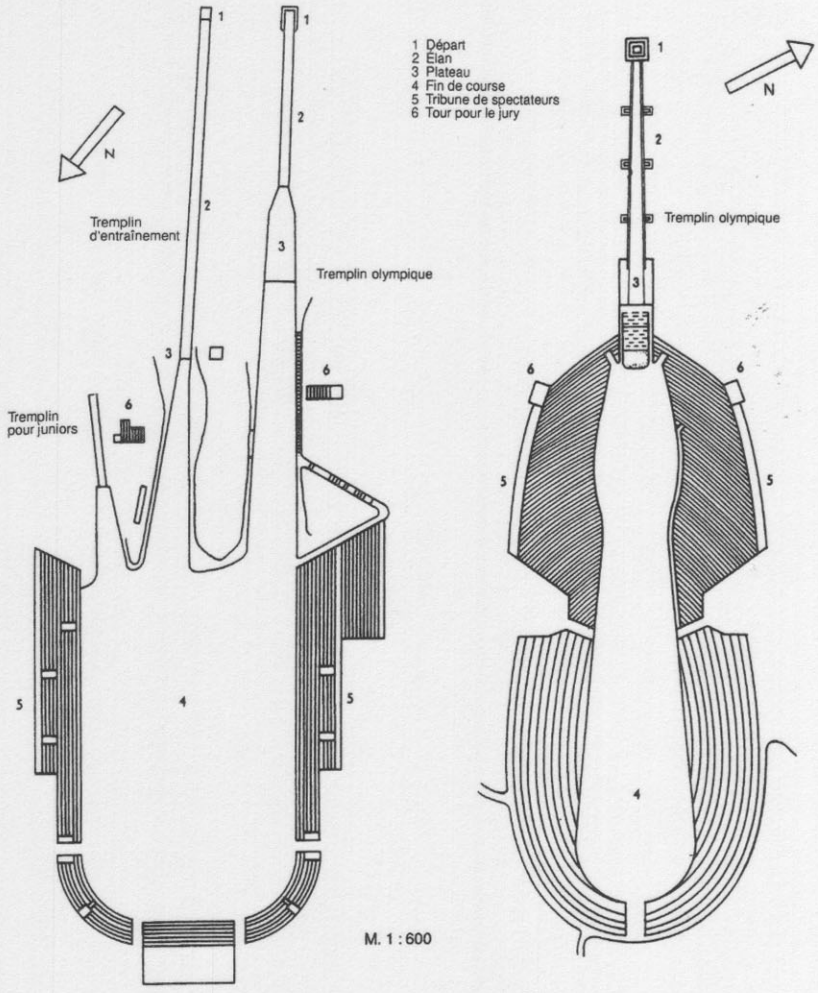
Largeur minimale de la piste de saut à K = $L_1/7 + 4$ m.

Remarques :

Toutes les pentes sont indiquées dans l'ancienne répartition (360°). Quand les passages sont paraboliques, R_1 et R_2 sont les plus petites courbures de ces paraboles.

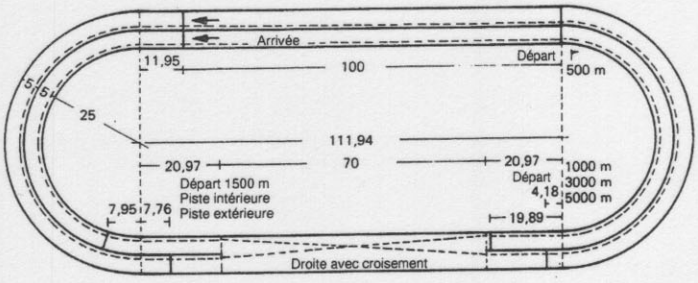
Pour la piste d'élan naturelle, les parties les plus utilisées doivent être marquées tous les deux mètres pour faciliter la détermination exacte du point de départ. La pente du plateau ainsi que plusieurs points de la courbure entre la piste d'élan et le plateau sont retenus des deux côtés par des profils fixes, afin que des non-experts puissent installer avec exactitude le bon profil lors de la construction du tremplin.

Il est recommandé d'apposer des marques de profil des deux côtés le long du profil de la piste de saut jusqu'à la piste de fin de course. Celles-ci permettent la fabrication du profil exact de la neige, surtout pour une grande quantité de neige. En règle générale, les tremplins dont L est supérieur à 50 m ne devraient pas être construits avec une vitesse de moins de 21 m/s. Les tremplins avec L supérieur à 90 m ne sont pas agréés par la FIS (à l'exception du vol à ski).

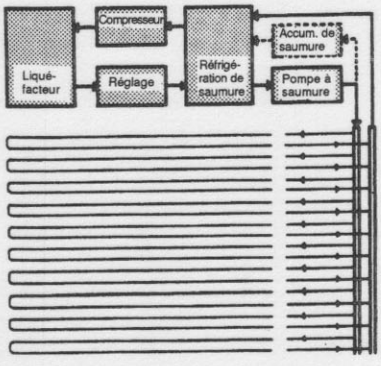


① Garmisch-Partenkirchen.

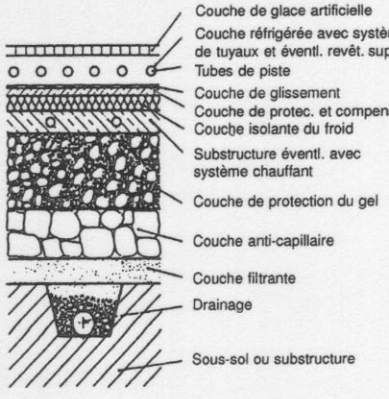
② Holmenkollen.



③ Piste standard de vitesse de 400 m de long.



④ Patinoire artificielle. Schéma d'une installation de réfrigération (fonctionnant à la saumure).



⑤ Disposition des tubes.

Pour patinage, hockey sur glace (tir sur glace excepté), sur lacs et fleuves glacés et sur les piscines à l'air libre (bordure suffisamment solide pour résister à la pression de la glace).

Patinoire par pulvérisation d'eau sur cours de tennis, pistes de patins à roulettes et autres grandes surfaces (bordure d'environ 10 à 15 cm). Eau pulvérisée sur 2 cm d'épaisseur, drainage pour l'écoulement de l'eau.

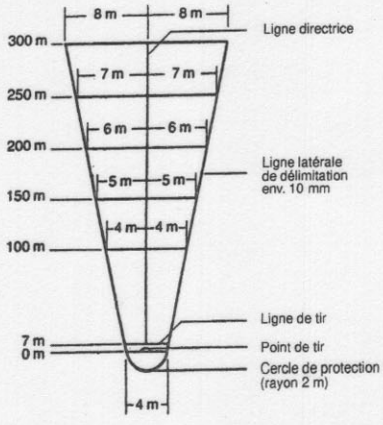
Patinoire artificielle (fig. 4 et 5) avec système de tubes réfrigérants, 2,5 cm sous la chape. Système de pompage avec saumure congelée ou chambres à air froid (généralement système à compression d'ammoniaque).

Piste de vitesse normalisée de longueur supérieure à 300 m, quelquefois 333,5 m, normalisée 400 m, comptée à 50 cm du bord intérieur de la piste. Rayons de courbure piste intérieure ≥ 25 m, croisements ≥ 70 m. La patinoire doit comporter deux pistes (fig. 3).
Piste de vitesse 400 m
2 x parties droites = 2 x 111,94 = 223,89 m

Piste de bob avec virages fortement relevés à l'aide de blocs de glace. Installer si possible les spectateurs à l'intérieur de la courbe, sinon édifier devant eux des murs de protection en neige ou en bottes de paille.

Piste de luge sur les pentes N-NO-NE, si possible dans les dépressions. Longueur 1 500 à 2 500 m, pente 15 à 25 %, largeur au moins 2 m. Arrêt sur terrain plat ou à contre-pente, relever les virages, protéger les obstacles à l'aide de bottes de paille ou murs de neige. Ne pas monter sur la piste mais à côté.

Piste de lancer (fig. 6).



⑥ Piste de lancer.

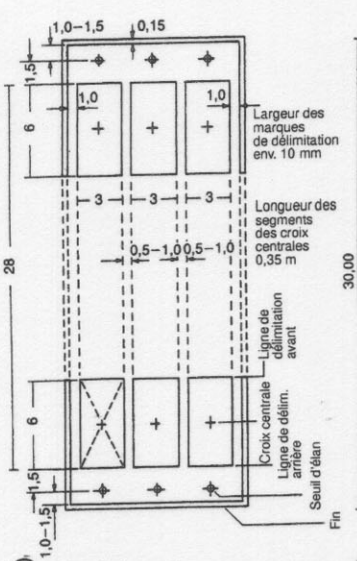
PATINOIRES

Tir sur glace (fig. 1) : longueur de la piste 42 m; largeur 4 m (30 x 3 m est aussi possible). Pistes intercalées (bandes) 1 m, au bout des pistes ≥ 60 cm. Border l'aire de départ et l'aire de visée sur trois côtés de barrières de bois facilement franchissables.

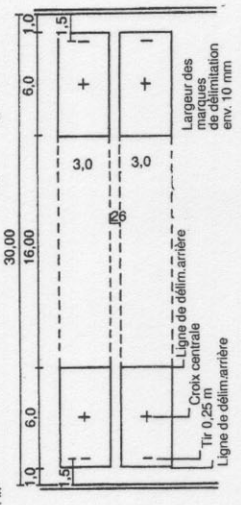
Curling (fig. 3) : longueur de la piste 42 m; cercle d'arrivée / de visée (Tee) diamètre 3,65 m. Jusqu'au centre du cercle d'arrivée 38,85 m. Raccourci à 29,26 m sur mauvaise glace. Pierre de curling : poids ≤ 19,958 kg. Circonférence ≤ 91,4 cm, hauteur au moins 1/8 de la circonférence.

Hockey sur glace : aire de jeu 30 x 61 m. But / porte 1,83 de large, 1,22 de haut, contournable par derrière. Le terrain nécessite des barrières de 1,15 à 1,22 de hauteur (bois ou plastique) (fig. 4).

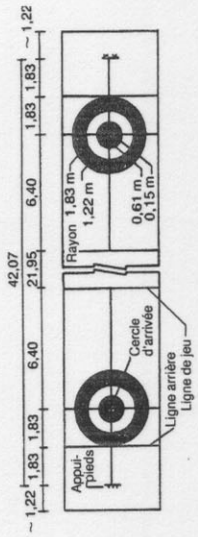
Patinage artistique : surface rectangulaire ≥ 56 x 26 m, ≤ 30 x 60 m. Combinaison de **patinoire à roulettes** en été et **patinoire sur glace** en hiver. Système de tubes réfrigérants 2,5 à 5 cm sous la surface de la piste (impossible avec Terrazzo) (fig. 6).



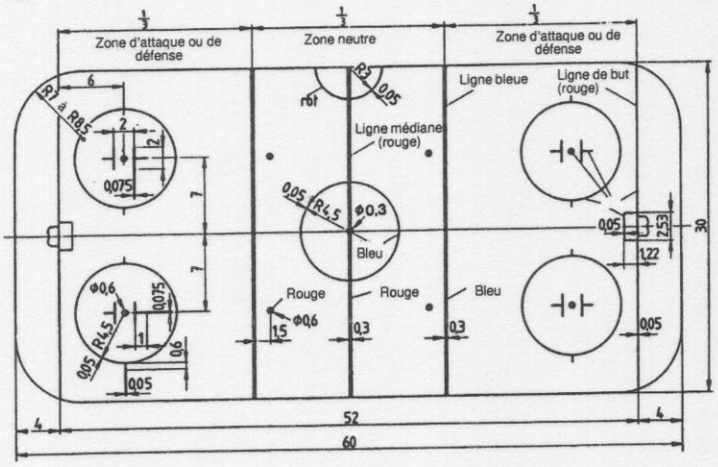
① Piste de tir sur glace.



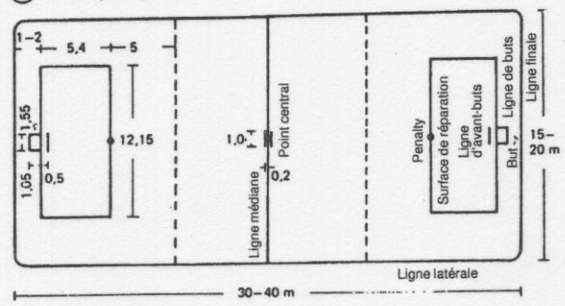
② Pistes dans patinoires artificielles.



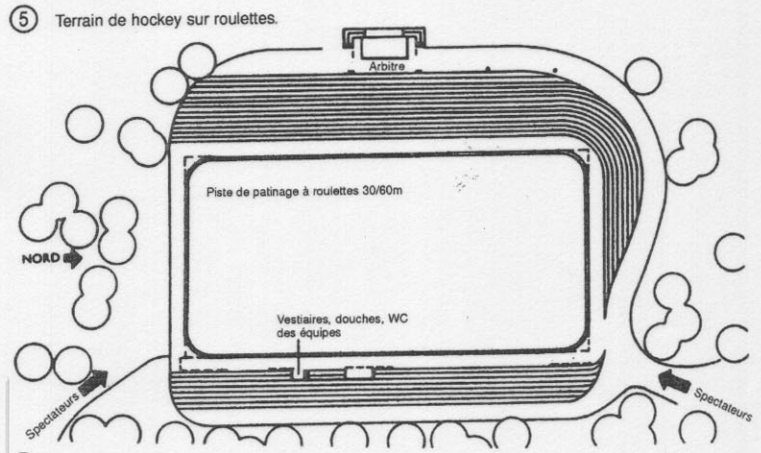
③ Piste de curling.



④ Hockey sur glace.



⑤ Terrain de hockey sur roulettes.



⑥ Patinoire artificielle et piste de patins à roulettes.

PISTES DE PATINS À ROULETTES

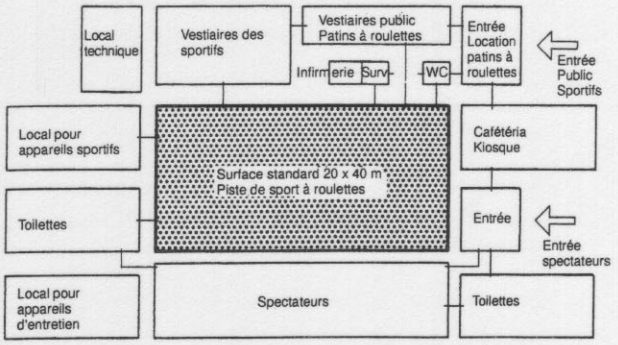
1. Pistes de sport	
Hockey sur roulettes	15 x 30 à 20 x 40 m
Patinage artistique	25 x 50 m
2. Pistes de jeu	10 x 10 à 20 x 20 m

Planche de rebondissement 25 cm de haut, 3 cm au-dessus de la piste, 80 cm de la balustrade sur tous les côtés, 2 m fil de fer à mailles sur les côtés étroits (pour attraper la balle) pourtour autour de la surface de déambulation 1,2 m; 5 à 10 cm plus bas, joints moins de 5 à 6 mm, déclivité inférieure à 0,2 %, eau de surface dans des rigoles ou fossés, couche contre le gel plus de 20 cm (fig. 5).

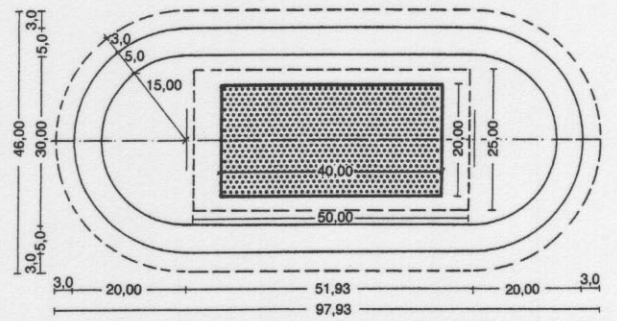
Constructions

1. Plaques de fibrociment, 15 mm; posé sur bois ou lit de sable.
2. Pistes de béton, 10 à 15 cm selon la texture du sous-sol, si possible sans joints, éventl. joints aveugles fendus 2 à 3 cm de large, joint tous les 25 à 30 m, largeur de la fente ≥ 15 mm.
3. Chape en béton dur, ≥ 8 mm sur sous-couche fraîche de béton, (si possible 2 cm de mortier de ciment, comme tampon égalisateur entre la chape et le sous-béton).
4. Chape en ciment avec agrégats 1 à 10 mm.
5. Terrazzo meulé, ≥ 15 mm, bande de joint en laiton, alliage léger ou plastique, uniquement pour les pistes intérieures.
6. Pistes en asphalte coulé, sous-structure fixe comme d'habitude.

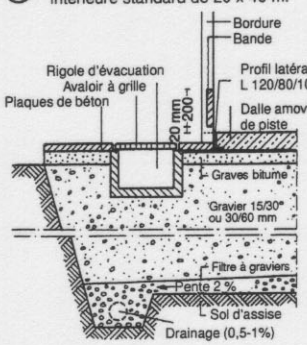
PISTES POUR PATINS À ROULETTES



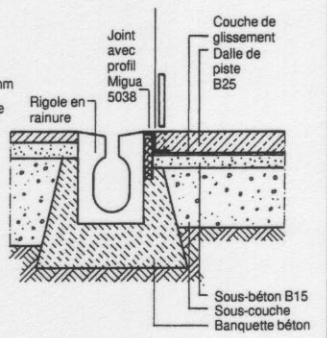
① Schéma du fonctionnement d'une piste de vitesse pour patins à roulettes.



② Dimensions d'une piste de vitesse de patins à roulettes de 200 m avec surface intérieure standard de 20 x 40 m.



③ Exemple d'une structure en couches avec drainage pour sol cohérent.

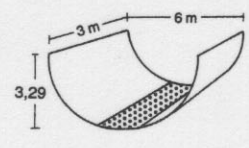


④ Bordure d'une dalle de piste sans point fixe et sans interruption vers pourtour.

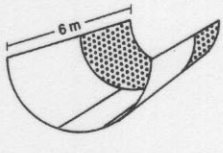
Répartition de l'espace. Surface standard 20 x 40 m (fig. 2).
Locaux pour sportifs : 2 (4) vestiaires de groupes avec bancs de 8 m et crochets pour vêtements (hockey sur roulettes, 4 vestiaires collectifs).
Pour hockeys sur roulettes, au besoin 4 cabines supplémentaires de 3 m².
2 salles de douches avec 4 douches, zone de séchage, 2 lavabos, 2 sèche-cheveux et 1 siège WC. 4 pièces de séchage (uniquement pour le hockey à roulettes) de 6 m² chaque. 1 pièce pour arbitre et entraîneur environ 9 m².
Pièces pour la piste publique de vitesse sur roulettes.
Entrée par cartes ou tourniquet ou caisse manuelle environ 40 m².
Zone pour se changer et se harnacher avec casiers pour vêtements et bancs. Vestiaires pour les séances publiques faisant en même temps fonction de zone de harnachement. Casiers pour vêtements et longueur de banc, par exemple, 20 x 40 m de surface pour activité sportive. Utilisation annuelle : 30 casiers simples, 60 casiers triples, longueur de banc 20 m.
1 cabinet de toilettes pour femmes avec 2 sièges WC, entrée séparée avec lavabos, 1 cabinet de toilettes pour hommes avec 2 sièges WC, 3 urinoirs, entrée séparée avec lavabos, 1 infirmerie 9 m², 1 pièce de location de patins à roulettes 12 m² (en rapport avec la caisse).
1 local de surveillance, régie et distribution pour installations électriques et sonores 8 m². Vestiaire 1 à 2 personnes, douche, lavabos, toilettes et vestiaires, 1 atelier 4 m², 1 entrepôt matériel sportif (gros matériel) 15 m², 1 entrepôt matériel sportif (petit matériel) 6 m², appareils d'entretien 12 m², chaufferie 10 m², local électricité 4 m², local branchements 3 m².

Possibilités d'utilisation	**Surface** nécessaire en m	**Remarques**
Patins à roulettes pour public, Patins à roulettes artistique, danse à roulettes et hockey à roulettes	20 x 40 m	**Surface standard** Surface minimum pour hockey sur roulettes 17 x 34
Patins à roulettes pour public, Patins à roulettes artistique, danse à roulettes et hockey à roulettes	20 x 50 m	En cas de besoin particulier
Patins à roulettes pour public, Patins à roulettes artistique, danse à roulettes, hockey à roulettes, patins à roulettes vitesse, et sport sur glace	30 x 60 m	En général uniquement lors d'une utilisation simultanée de surface pour patins à glace 110 m - Piste courte pour course à roulettes possible sur surface 30 x 60 m
Patins à roulettes vitesse Longueur de piste : Largeur de piste	 200 m 333,5 m 400 m 5 m	**Piste standard** Uniquement si utilisation simultanée de pistes vélos ou pistes de vitesse patins à glace

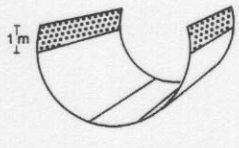
⑤ Possibilités d'utilisation et dimensions des surfaces de sport.



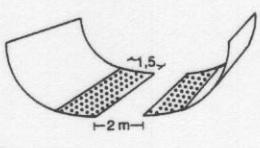
⑥ Piste de skate amovible « halfpipe fermée ».



⑦ « Longue halfpipe ».



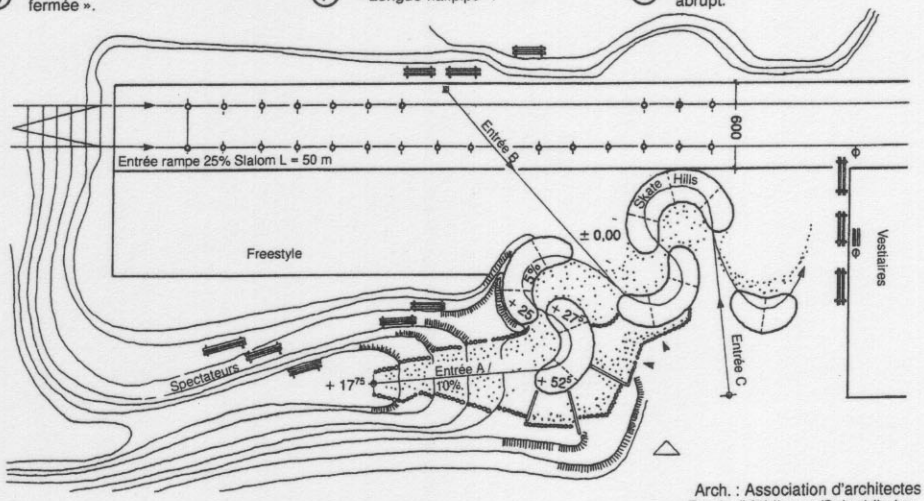
⑧ « Halfpipe chaude » avec raccord abrupt.



⑨ « Halfpipe séparée ».

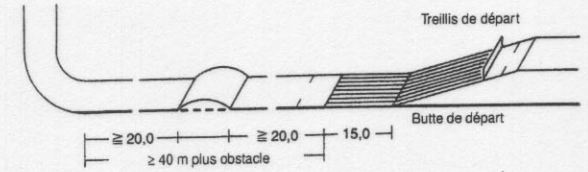
SKATEBOARD

Arrivé des États-Unis en 1975, le skateboard est de la même famille que le patin à roulettes. Les surfaces pour sports à roulettes conviennent au skateboard. Surface nécessaire pour une installation minimale : 200 m².
Lieux appropriés
1. Routes déjà existantes, cours de récréation, terrains jeux, patinoires, routes fermées à la circulation, zones libres de parkings, cours et arrière-cours.
2. Après réalisation d'un revêtement approprié, les centres sportifs, les parcs publics et les espaces verts.
« Champion Ramps » pistes de skateboard « halfpipe » amovibles combinés de 2 moitiés de cuves (fig. 6 à 9). Un seul type de mise en œuvre pour Halfpipe.

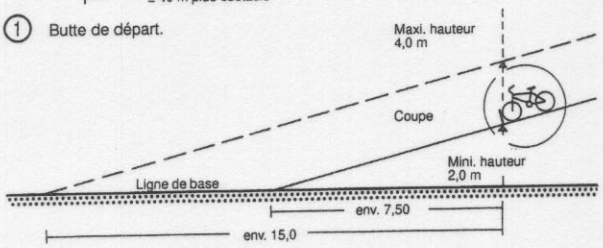


⑩ Installation pour skateboard à Munich-Ostpark.

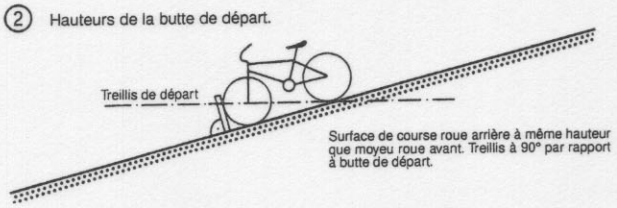
Arch. : Association d'architectes Franke/Mühlbauer/Schmidhuber, Munich



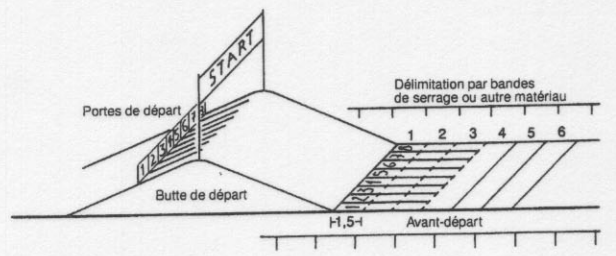
① Butte de départ.



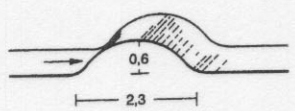
② Hauteurs de la butte de départ.



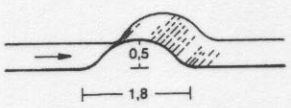
③ Détail de coupe.



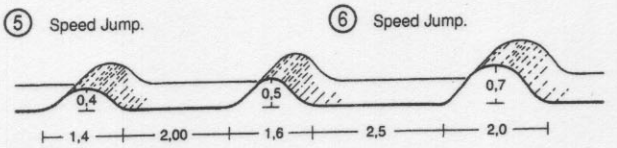
④ Butte de départ avec zone d'avant-départ.



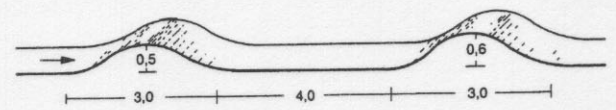
⑤ Speed Jump.



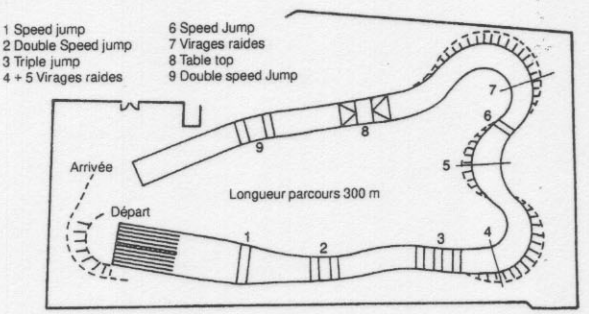
⑥ Speed Jump.



⑦ Triple Jump (ou combinaison triple).



⑧ Double speed Jump.



⑬ Piste de la coupe du monde 1987 à Bordeaux.

Taille minimale d'un terrain pour VTT 50 x 60 m. Dimensions maximales pour spectateurs 100 x 200 m. Respecter les distances de sécurité pour pistes en sens inverse, 4 variantes pour parcours de VTT sont possibles en fonction des données locales.

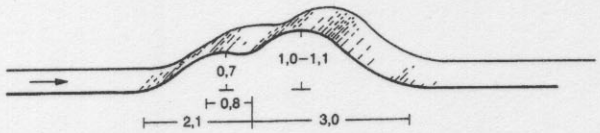
Piste C, piste B, piste A nationale, piste A internationale.

Piste C : longueur minimale 200 m. Largeur de la butte de départ 5 m, 4 couloirs de départ.

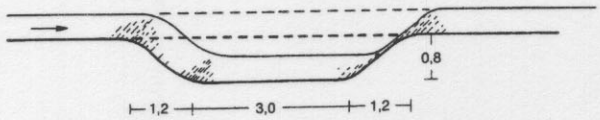
Piste B : 250 m, largeur de la butte 7 m, 6 couloirs de départs. Temps de parcours minimal 30 secondes.

Piste A nationale : longueur minimale 270 à 320 m, largeur de la butte de départ 9 m, 8 couloirs de départ. Temps de parcours minimal 35 secondes.

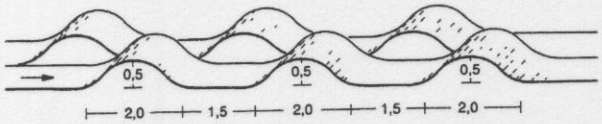
Piste A internationale : longueur minimale 300 m, largeur butte de départ 9 m, 8 couloirs de départ. Revêtement fixe dans la ligne droite de départ. Le temps de parcours doit pouvoir être atteint par coureur moyen de 15 ans. Les marquages latéraux ne doivent pas être en matériaux fixes (pierres, béton, bois ou similaires). Protection suffisante par pneus de voitures ou bottes de paille. Délimitations fixes d'une distance mini. d'1 m. Séparation avec les zones pour spectateurs par bandes volantes. A l'intérieur de la zone, pas de spectateurs. Sur parcours en pente, 40 km/h maximum. Les virages et obstacles peuvent être érigés au fil du parcours selon le choix.



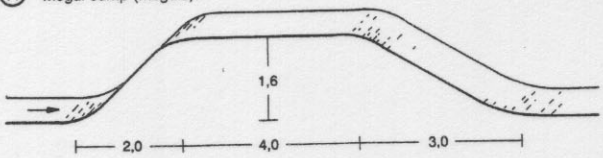
⑨ Step Jump.



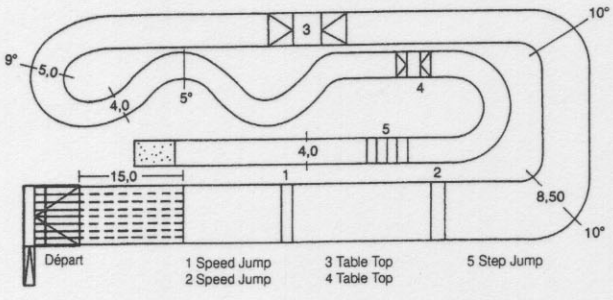
⑩ Canon Jump.



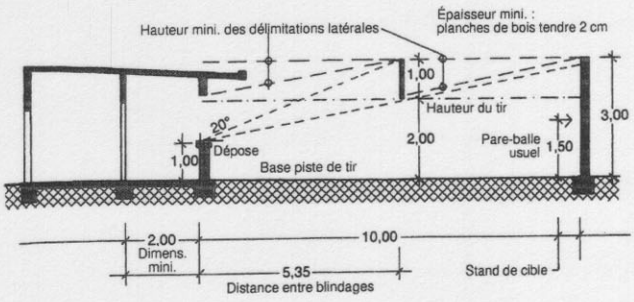
⑪ Mogul Jump (Moguls).



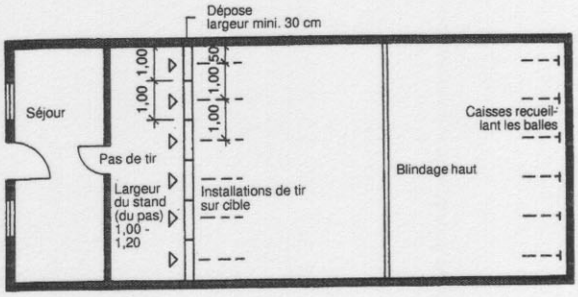
⑫ Table Top.



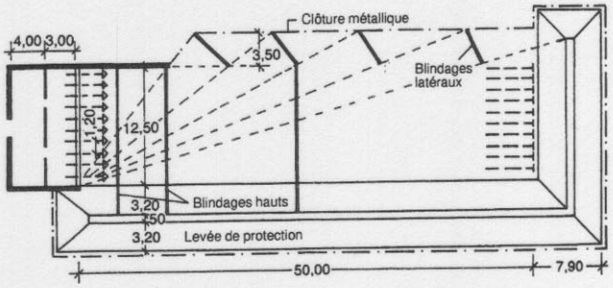
⑭ Piste de VTT du IFMA 1984 à Cologne.



① Coupe (fig. 2).



② Stand pour pistolet à air comprimé (et CO_2) stand de tir couvert, couloir de tir à l'air libre.



③ Stand de petit calibre pour tir sur cible.

Les stands de tir sont de préférence situés en forêt, dans un vallon fermé par un ressaut naturel formant but de tir, loin des routes et parcs. Stand de tir aussi dans des locaux, par ex. en relation avec salles de sports et salles polyvalentes. Stands de carabines à air comprimé, stands de pistolets et petits calibres sont les plus usuels (fig. 1 à 5 et p. 430).

Programme de tir.

Tir au fusil : fusil à air comprimé 10 m xx, carabine d'intérieur 15 m, fusil petit calibre 50 m x, fusil standard petit calibre xxx, fusil pour cibles 100, fusil gros calibre 300 m, fusil standard GK 300 m.

Tir au pistolet : pistolet à air comprimé 10 m xx, pistolet olympique à tir rapide 25 m x, pistolet de sport 25 m xxx, pistolet standard 25 m, pistolet libre 50 m x.

Tir au pigeon artificiel : ball-trap x, skeet x.

Cible en mouvement : pigeons d'argile, 10 m et 50 m x.

Tir à l'arc : conditions de salles, conditions internationales xx, arc d'extérieur.

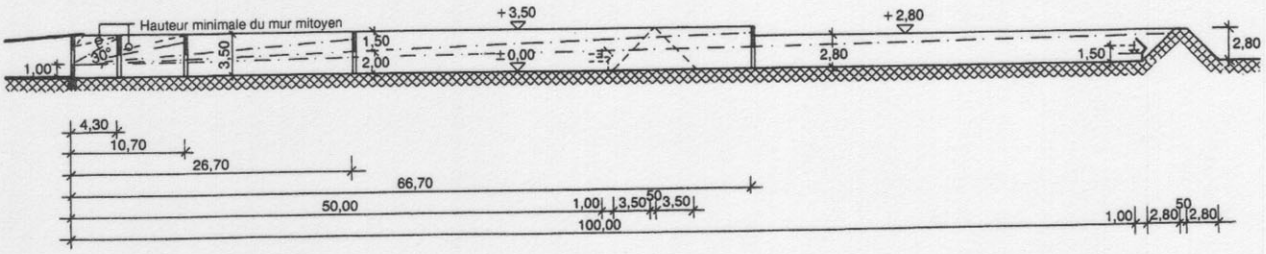
Tir à l'arbalète : conditions nationales, internationales 10 et 30 m.

Tir avec armes à canon se chargeant par la bouche : conditions nationales.

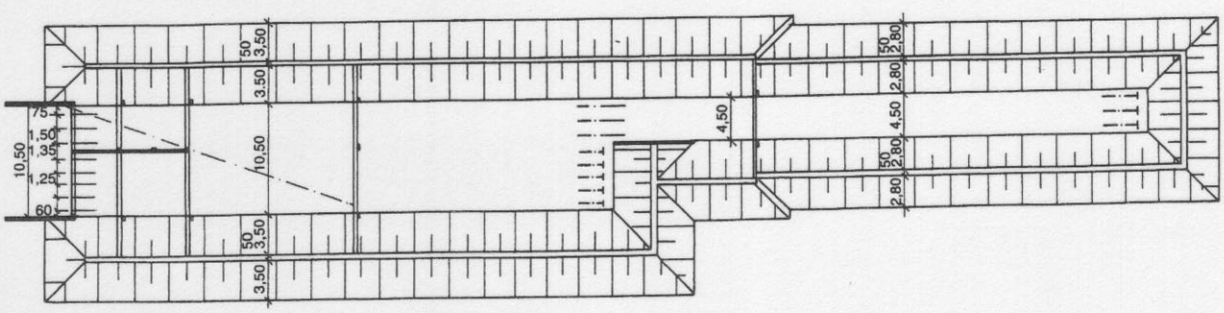
Concours nationaux : x = pour les hommes, xx = pour femmes et hommes, xxx = uniquement pour femmes.

Outre le permis de construire, il faut obtenir une autorisation spécifique en raison des nuisances éventuelles occasionnées par le bruit.

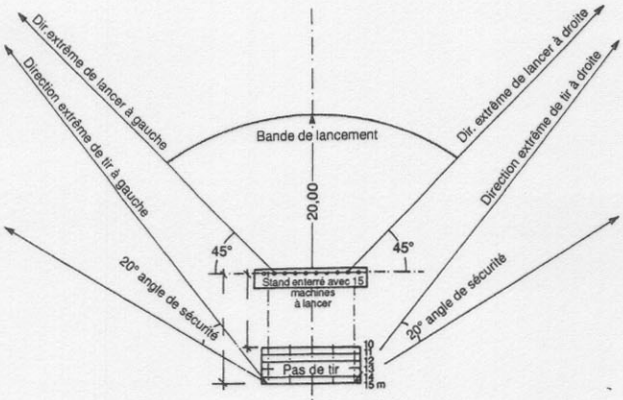
Les constructions de sécurité tels blindages hauts, sécurités latérales (murs ou remblais), fin de piste de tir, doivent être réalisées avec des matériaux agréés ou testés par expert.



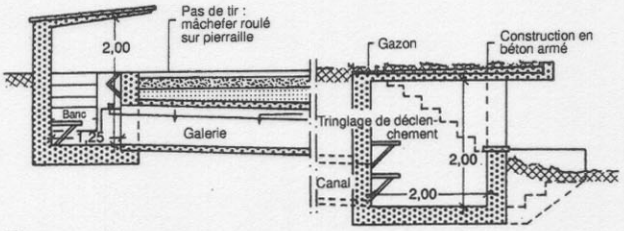
④ Coupe transversale (fig. 5).



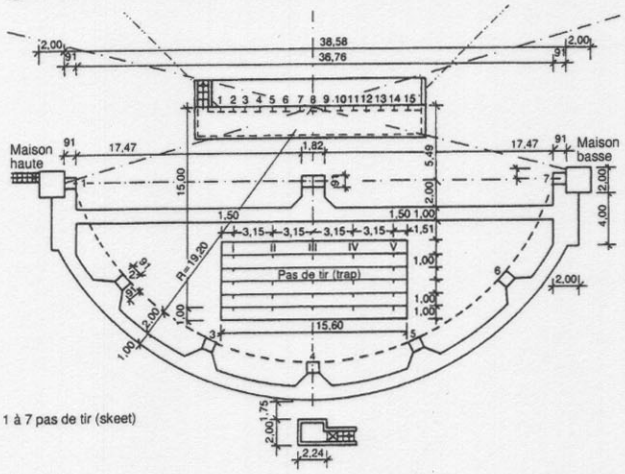
⑤ Stand combiné 100 m pour tous calibres et stand 50 m pour petits calibres.



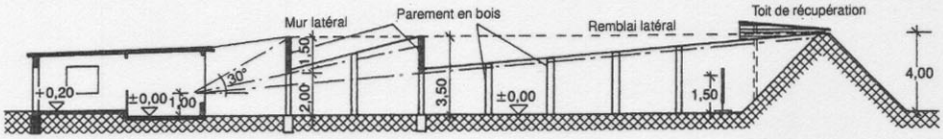
① Stand de tir aux pigeons d'argile .



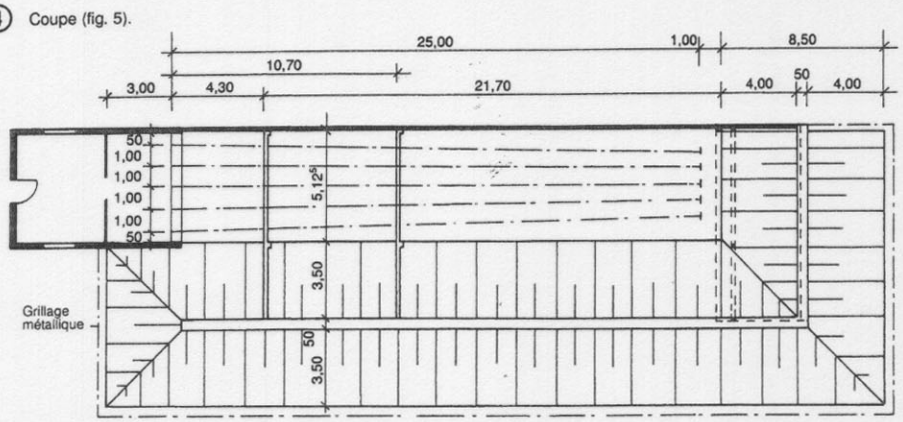
② Coupe sur un stand de tir aux pigeons d'argile.



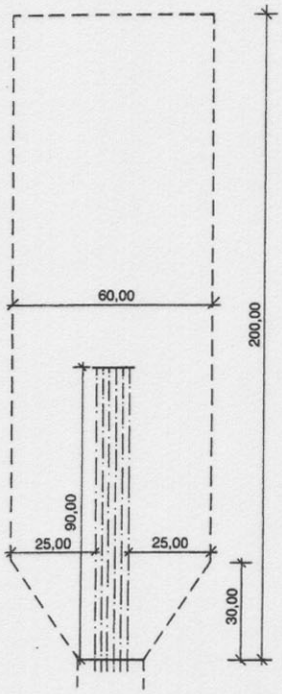
③ Stand de tir combiné (trap et skeet).



④ Coupe (fig. 5).



⑤ Stand 25 m pour armes à poing (pistolets et revolvers tous calibres). Mur latéral prolongé à gauche, remblai de terre prolongé à droite (on peut aussi choisir un mur ou un remblai pour les deux côtés).



⑥ Zone de sécurité d'un stand de tir à l'arc avec six couloirs de tir.

Dispositif de sécurité :

La longueur du tir d'un projectile est déterminée par l'angle de sortie le plus approprié.

Il faut assurer théoriquement un angle de 20° en partant du tir pour les stands de carabines à air comprimé et à CO_2, et angle de 30° pour des stands de fusils et stands d'armes à poing.

Pour l'arbalète haute et les stands de tir à l'arc, des décrets différents sont applicables. Les zones menacées doivent être abritées par des constructions de sécurité. Les constructions de sécurité sont les blindages hauts, la sécurité latérale (murs ou remblais en terre, fermeture de l'extrémité de la piste de tir). L'installation de stands de tir doit être faite de sorte à exclure (aussi bien à l'intérieur, les participants au tir, qu'à l'extérieur, le voisinage) toute mise en péril de personnes.

Les réglements contre les troubles du voisinage doivent être respectés. Le choix du terrain est donc primordial pour le coût de l'opération. Un expert en stands de tir devrait toujours être consulté.

Il faut particulièrement tenir compte de : distance aux terrains constructibles ou en voie de construction et aux maisons habitées, direction de tir prévue (nord, nord-est), composition du sol, situation du terrain.

Peut-on ou doit-on s'écarter des réglements ? Installations pour le ravitaillement et l'évacuation, situation par rapport au réseau routier, desserte routière (même future), parkings, zones de vacances et loisirs. Procédure d'approbation et d'autorisation.

La répartition et la taille d'une installation de stands de tir doivent prévoir la possibilité de futures extensions à peu de frais. Lors de la conception d'installations à l'air libre, prendre toutes mesures pour l'insonorisation et l'isolation phonique.

SALLES DE SPORT

POUR GYMNASTIQUE ET JEUX

On distingue les salles multifonctionnelles, les salles de jeux et les salles polyvalentes.

Les bases de planification prennent en compte les règlements sur les compétitions des fédérations en vue de la meilleure intégration possible des différents sports (fig. 1).

La surface nécessaire du terrain dépend de la surface pour le sport et les locaux d'entretien. En règle générale, pour un programme global non encore déterminé, la surface nécessaire peut être trouvée grâce à la règle empirique : Surface de sport nécessaire x 2 + surfaces de démarcation nécessaires aux délimitations de terrains + surface nécessaire au parquage des voitures.

Dimensions des salles (fig. 1) : Une salle divisible est préférable à cause de multiples possibilités d'utilisation en plusieurs salles simples.

Locaux pour manifestations sportives : Entrée avec caisse, vestiaires pour spectateurs et le cas échéant local pour produits d'entretien et appareils en plus de l'entrée (fig. 2), par spectateur 0,1 m².

Places pour spectateurs et invités d'honneur, presse, radio et télévision : Selon les besoins, par siège y compris le passage à proximité immédiate :

par siège pour journaliste : 0,50 x 0,4 à 0,45 m,
par cabine de reporter : 0,75 x 0,8 à 0,85 m,
par cabine de speaker : 1,80 x 2,0 m,
par plate-forme de caméra : 2,00 x 2,0 m.

1 place de vestiaire pour 3 spectateurs. Par place de vestiaire (inclus 1 m de longueur de comptoir pour 30 places de vestiaire. 1 toilettes pour 100 spectateurs, dont 40 % siège WC pour dames, 20 % pour hommes et 40 % urinoirs, par siège, y compris entrée : 2,5 m² ; par urinoir y compris entrée : 1,0 m². Caisse, cafétéria, police, pompiers, administration, locaux de rangement et dépôt, salle pour presse : selon les besoins.

Type de salle	Dimensions (en m)	Surface utilisable pour le sport (en m²)	Jeux en salle[1]	Nombre des terrains d'entraînement	Nombre des terrains de compétition
Salles multifonctionnelles					
Salle individuelle	15 x 27 x 5,5	405	Badminton Basket-ball Volley-ball	4 1 1	
Salle triple	27 x 45 x 7[3][4] séparable en 3 parties (15 x 27)[5]	1 215	Badminton Basket-ball Football Handball Hockey Volley-ball	12 3 3	5[6] 1 1 1 1 1
Salle quadruple	27 x 6 x 7[3] séparable en 4 parties (15 x 27)[5]	1 620	Badminton Basket-ball Football Handball Hockey Volley-ball	16 4 4	7[6] 2 1 1 1 1
le cas échéant aussi salle double	22 x 44 x 7[3][4] séparable en 2 parties (22 x 28 + 22 x 16 ou 22 x 26 + 22 x 18[5])	968	Badminton Basket-ball Football Handball Hockey Volley-ball	6 3	5[6] 1 1 1 1 1
Salles de jeu					
Salle simple	22 x 44 x 7[3][4]	968	Badminton Basket-ball Football Handball Hockey Volley-ball	6 3	5 1 1 1 1 1
Salle triple	44 x 66 x 8[3] séparable en 3 parties (22 x 44)[5]	2 904	Badminton Basket-ball Football en salle 20 x 40 30 x 60 Handball Hockey Volley-ball	24 9	15 4[6] 3 1 3 3 3
Salle quadruple	44 x 88 x 9[3] séparable en 4 parties (22 x 44)[5]	3 872	Badminton Basket-ball Football en salle 20 x 40 40 x 80 Handball Hockey Volley-ball	32 5[6] 12	25[6] 4 4 1 4 4 4

[1] Jeux en salle usuels sans prise en compte d'habitudes nationales ou régionales.
[2] Dimensions correspondant aux règles des fédérations internationales ; peuvent être éventuellement réduites au niveau national.
[3] Dans les zones en bordure la hauteur de la salle peut être réduite en tenant compte des exigences liées au type de sport.
[4] S'il y a plusieurs salles sur un même emplacement ou dans une zone de planification, la hauteur d'une partie de ces salles peut, en fonction de l'utilisation prévue, être réduite à 5,5 m.
[5] En soustrayant l'épaisseur des cloisons de séparation.
[6] Nombre maximal, sans prendre en compte les cloisons de séparation.

① Dimensions des salles.

Local	Dimensions	Surface utilisable pour le sport (en m²)
Salle d'entraînement condition et musculation	dépend des installations hauteur mini. 3,5	35 jusqu'à 200
Salle de remise en forme	dépend des installations hauteur mini. 2,5	20 jusqu'à 50
Salle de gymnastique	10 x 10 x 4 jusqu'à 14 x 14 x 4	100 jusqu'à 196

③ Dimensions des salles de sport annexes.

[1] Hauteur minimale du local généralement 2,5 m.
[2] Surface nécessaire par sportif : 0,7 à 1,0 m² (base de calcul : 0,4 m de longueur de banc par sportif, 0,3 m de profondeur de siège ; distance minimale 1,5 entre bancs se faisant face ou entre bancs et murs - recommandé 1,8 m).
[3] 1 douche pour 6 sportifs, mais au minimum 8 douches et 4 lavabos et lave-pieds par pièce. Douche y compris passage au moins 1 m², passage 1,2 m de large.
[4] Local pour entraîneur, arbitre et le cas échéant premiers soins avec cabine de change et douche. Local individuel de premiers soins de 8 m². Lors d'une disposition adéquate le local pour le professeur peut être utilisé pour la régie.
[5] Comme l'équipement en appareils peut varier localement, le local pour les équipements doit pouvoir être agrandi par rapport aux dimensions minimales indiquées. Aucune partie d'une salle multifonctionnelle ne doit avoir un local pour équipements de moins de 6 mètres.
[6] Séparé en 2 unités spéciales avec la moitié de l'équipement.
[7] Profondeur du local en règle générale 4,5 m, maximum 6 m.
[8] Profondeur du local en règle générale 3 m, maximum 5,5 m.
[9] En cas de besoin.
[10] Le cas échéant deux locaux plus grands avec nombre plus élevé de douches et lavabos.

Type de salle	Entrée	Vestiaires (mini. 20 m²)[2]	Douches (mini. 15 m²)[3]	Toilettes			Entraîneur[4] (mini. 12 m² ; sans fonction de premiers soins mini. 8m²)	Local matériel		Local produits d'entretien (mini. 5 m²)	Gardien (mini. 10 m²)
				par vestiaires	Entrée			Salle polyvalente	Salle de jeux		
	m²	Nombre minimal	Nombre	Nombre minimal	Nombre minimal D	H	Nombre minimal	m² minimum[5]	m² minimum[5]	Nombre minimal	Nombre
Salle individuelle	15	2	1[6]	1	1	1	1.	60[7]	20[8]	1	1[9]
Salle double	30	2	2	1	1	1	1	90[7]	-	1	1[9]
Salle triple	45	3[10]	3[10]	1	1	1	2	120[7]	60[8]	1	1
Salle quadruple	60	4[10]	4[10]	1	1	1	3	150[7]	80[8]	1	1

② Locaux annexes pour le sport.

Type de sport	Surface de sport utile nette				Zone supplémentaire sans obstacle sur les		Surface de sport brute sans obstacles mesures standard		Hauteur libre de la salle[1]
	Dimensions autorisées		Dimensions standard						
	Longueur	Largeur	Long.	Largeur	côtés latéraux	cotés frontaux	Long.	Largeur	
	m	m	m	m	m	m	m	m	m
Badminton	13,4	6,1	13,4	6,1	1,5	2,0	17,4	9,1	9[2]
Basket-ball	24 –28	13 –15	28	15	1[3]	1[3]	30	17	7
Boxe	4,9–6,1	4,9–6,1	6,1	6,1	0,5	0,5	7,1	7,1	4
Balle au poing	40	20	40	20	0,5	2	44	21	(7)
Football	30 –50	15 –25	40	20	0,5	2	44	21	(5,5)
Haltérophilie	4	4	4	4	3	3	10	10	4
Handball	40	20	40	20	1[4]	2	44	22	7[5]
Hockey	36 –44	18 –22	40	20	0,5	2	44	21	(5,5)
Judo	9 –10	9 –10	10	10	2	2	14	14	(4)
Balle au panier	28	15	28	15	1	1	30	17	(5,5)
Sports artistiques	12	12	12	12	1	1	14	14	(5,5)
Gymnast. artistique	52	27	52	27	–	–	52	27	8
Cyclo-balle / polo sur roue / cyclisme artist.	12 –14	9 –11	14	11	1	2	18	13	(4)
Gymnastique rythmique	13[6]	13[6]	13[6]	13[6]	1	1	15	15	8[2]
Lutte	9 –12	9 –12	12	12	2	2	14	14	(4)
Hockey sur roulettes	34 –40	17 –20	40	20	–	–	40	20	(4)
Patinage artistique / Danse sur roulettes	40	20	40	20	–	–	40	20	(4)
Danse sportive	15 –16	12 –14	16	14	–	–	16	14	(4)
Tennis	23,77	10,97	23,77	10,97	3,65	6,4	36,57	18,27	(7)
Tennis de table	2,74	1,525	2,74	1,525	5,63	2,74	14	7	4
Trampoline	4,57	2,74	4,57	2,74	4	4	12,57	10,74	7
Volley-ball	18	9	18	9	5	8	34	19	12,5[2]

[1] Chiffres entre parenthèses : dimensions recommandées ; [2] pour une rencontre nationale 7 m suffisent ; [3] pour des installations avec spectateurs jouxtant le terrain si possible 2 m [4] place supplémentaire nécessaire pour table du chronométreur et bancs de rechange (éventuellement dans le local des équipements sportifs) [5] dans une zone en bordure de 3,3 m de la surface nette de jeu, une diminution régulière de 5,5 m est autorisée ; [6] pour compétitions nationales 12 m.

① Dimensions des terrains de sport pour utilisation en compétition.

Équipement	Zone de sport total sans obstacles[1] long. x largeur x hauteur (en m)	Distance de sécurité[2] (en m)			
		latérale	à l'avant	à l'arrière	entre appareils
Gymnastique au sol	14x14x4,5	–	–	–	–
Cheval-d'arçons	4x4x4,5	–	–	–	–
Cheval à sauter	36[3]x2x5,5	–	–	–	–
Anneaux fixes[4]	8x6x5,5	–	–	–	–
Barres parallèles	6x9,5x4,5	4,5[5][6]	4[5]	3[5]	4,5
Barres fixes	12x6x7,5[7]	1,5	6	6	–
Barres asymétriques	12x6x5,5	1,5	6	6	–
Poutre	12x6x4,5	–	–	–	–
Anneaux libres[4]	18x4x5,5	1,5[5] (2) A	10,5[5] (7,5) A	7,5[5]	1,5[5]
Corde	–	1,5	4,5 (4) A	4,5 (4) A	1,5 (0,8) A
Échelles	–	4,5[5]	4,5[5]	4,5[5]	7
Trapèze	–		4,5[5][6]	4,5	4,5

[1] Pour le sport de compétition ; [2] pour le sport scolaire et de grande diffusion (entre équipements intégrés et murs ou autres équipements intégrés) ; [3] longueur de l'élan 25 m, longueur des équipements 2 m, longueur de fin de course 9 m ; [4] distance des axes de corde 0,5 m ; [5] mesuré à partir de l'axe du poteau de l'équipement ou sa hauteur, bout de la barre ou axe de la corde ; [6] réduction possible à 4 m vers les murs ou 3,5 m vers les rideaux ; [7] pour compétitions nationales 7 m suffisent : A = Autriche.

② Zone sans obstacles et distances de sécurité des équipements sportifs incorporés.

Locaux annexes en plus de l'entrée (p.457, fig. 2).

Par visiteur : 0,1 m².

Vestiaires par visiteur : 1 place. Par place de vestiaire : 0,05 à 0,1 m² (y compris longueur 1 m pour comptoir pour 30 places de vestiaire).

Nombre de toilettes par visiteur : 0,01

dont 40 % siège WC femmes
20 % siège WC hommes
40 % urinoirs

Dépôt pour tables et chaises. Par visiteur : 0,05 à 0,06 m².

Estrades et autres installations scéniques par mètre carré de surface de scène : 0,12 m². Caisse et autre selon les besoins. Ravitaillement gastronomique : surface par distributeur 1,0 x 0,6 à 0,8 m.

Kiosque avec Buvette 8 à 12 m², 10 à 12 m² pour dépôt.

Cafétéria/restaurant par place assise : 1,5 à 2,7 m² dont en tout pour les consommateurs : 1 à 1,5 m², pour cuisine et 0,5 à 1,2 m² pour entrepôts.

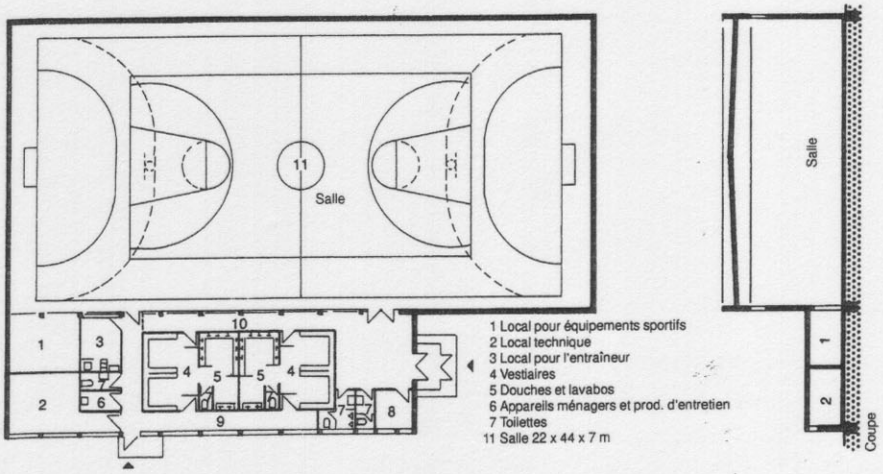
Comptoir pour self-service : pour 50 places, 1 m de comptoir, pour service : 100 places, 2 m de comptoir.

Petite scène = 100 m². Garderobe pour artistes, pièce polyvalente pour discussions, cours, conférences, loisirs. Salle de jeux pour jeux de table, billard, etc. Salle de lecture, piste de bowling : selon les besoins.

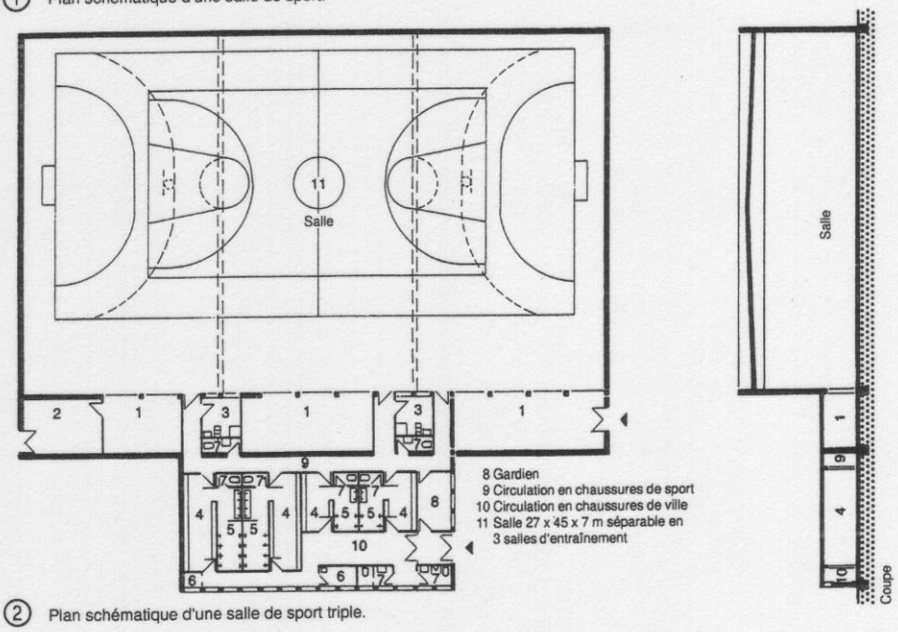
Des locaux techniques sont à prévoir pour les salles de sport et installations sportives à l'air libre ne disposant pas de leurs propres bâtiments de fonction. Des locaux pour l'équipement sportif et l'entretien doivent être prévus dans le programme de la salle de sport.

Local d'équipement extérieur = 0,3 m² par 100 m² de surface utilisable pour le sport (surface nette) = 15 m². Local d'entretien d'équipement pour appareils manuels = 0,04 m² pour 100 m² ; surface libre brute = 8 m² ; pour machines = 0,06 m² pour 100 m² ; surface libre brute = 12 m².

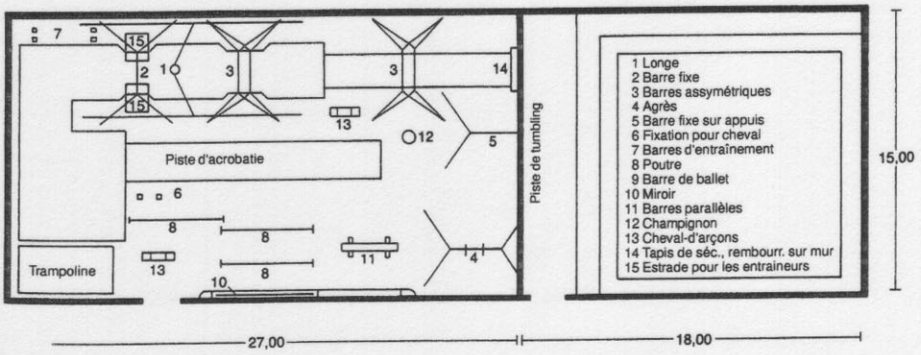
Dans le cas d'un entretien assuré par une personne extérieure ou un entretien centralisé pour lequel les machines sont emportées et rapportées, on peut se passer du dernier local cité.



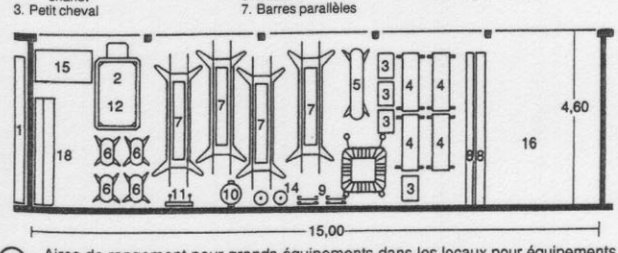
① Plan schématique d'une salle de sport.



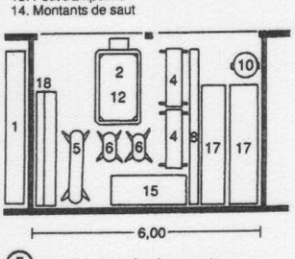
② Plan schématique d'une salle de sport triple.



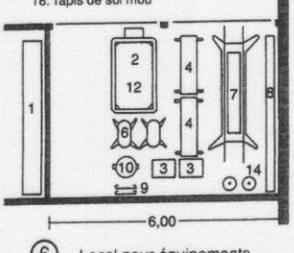
③ Salle 15 x 27 m avec gymnastique au sol 15 x 18.



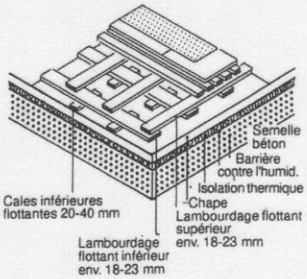
④ Aires de rangement pour grands équipements dans les locaux pour équipements sportifs des salles de sport 15 x 27.



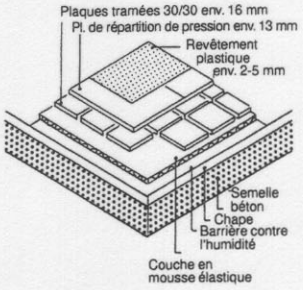
⑤ Local pour équipements.



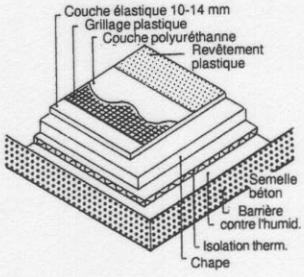
⑥ Local pour équipements.



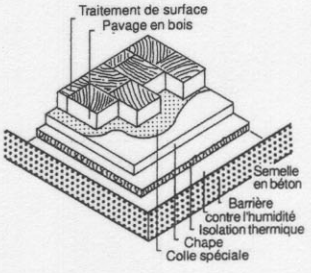
⑦ Construction d'un sol flottant.



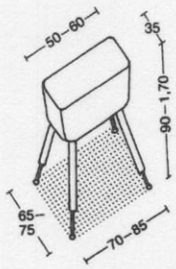
⑧ Construction d'un sol élastique.



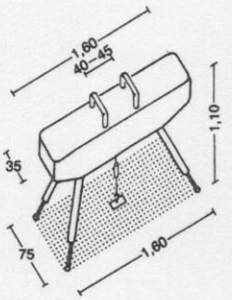
⑨ Construction d'un sol élastique.



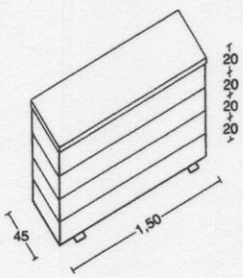
⑩ Construction d'un pavage en bois posé sous pression avec traitement de surface.



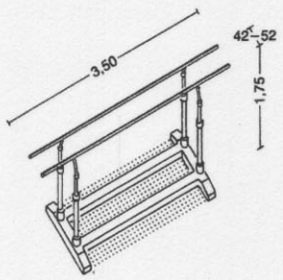
① Mouton.



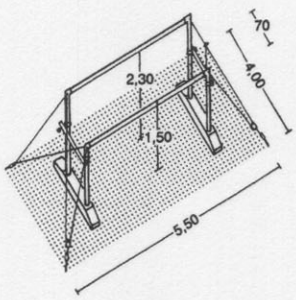
② Cheval-d'arçons.



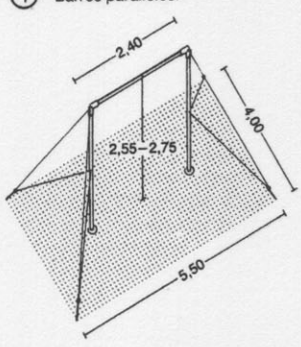
③ Plints de saut.



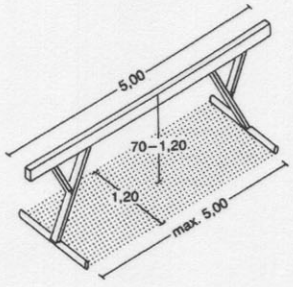
④ Barres parallèles.



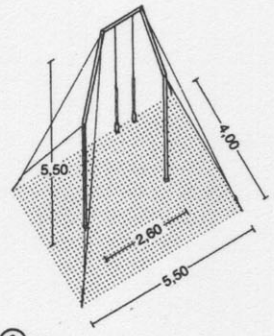
⑤ Barres asymétriques.



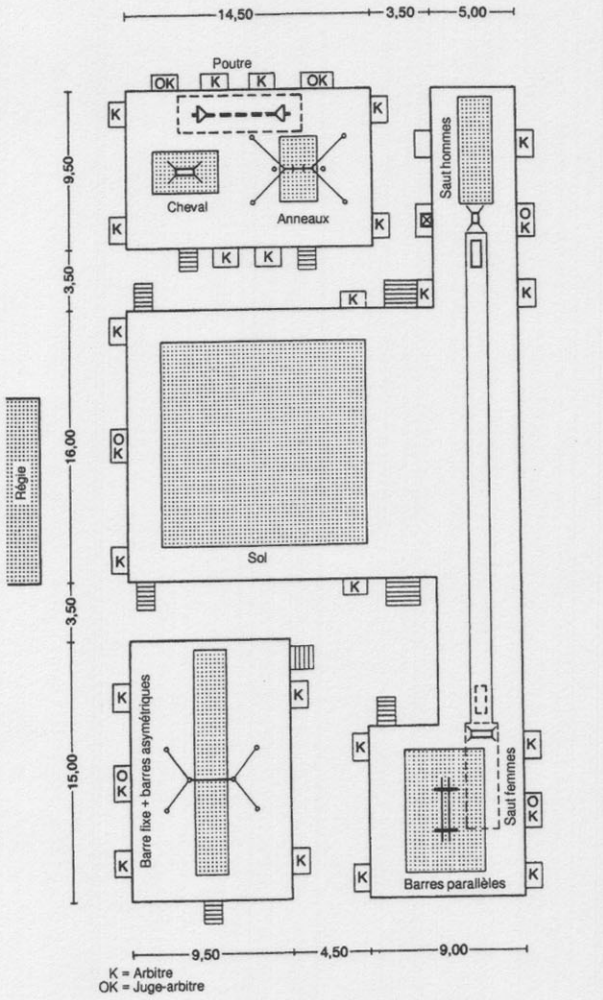
⑥ Barre fixe.



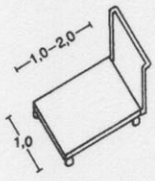
⑦ Poutre.



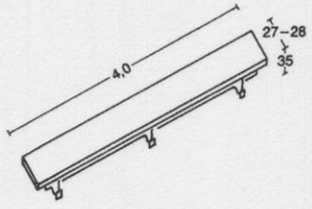
⑧ Portique à anneaux.



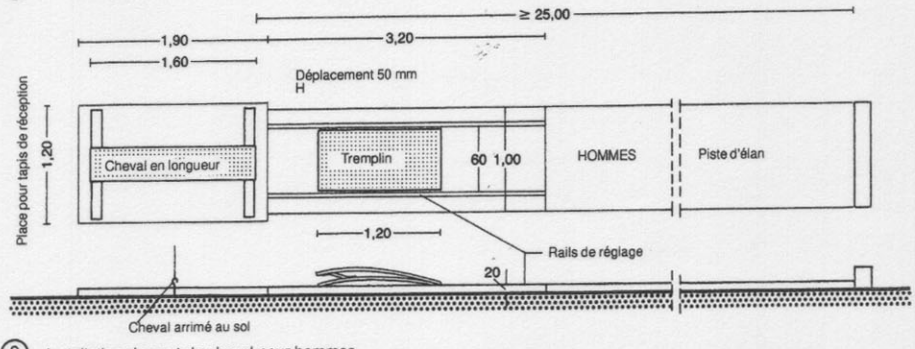
⑩ Podium de compétition, surface nécessaire, dimensions des différentes parties du podium, répartition des places pour arbitres.



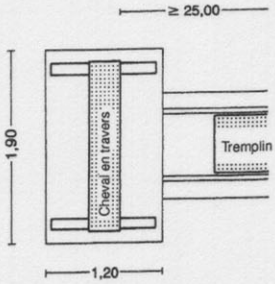
⑪ Chariot à tapis.



⑫ Banc de gymnastique.



⑨ Installation de saut de cheval pour hommes.



⑬ Installation de saut de cheval pour femmes.

Installations sportives

SALLES DE GYMNASTIQUE ET JEUX

Les installations pour spectateurs (fig. 1 à 4) sont possibles sous forme de tribunes fixes ou mobiles : pour les petites installations jusqu'à 10 rangées de gradins, on peut partir d'une ascension linéaire des gradins (hauteur 0,28 à 0,32 m). Dans toutes les autres installations, il faut prévoir une ascension parabolique (hauteur des yeux places assises 1,25 m, place debout 1,65 m). Hausse de la ligne de visibilité pour les places assises 0,15 m, pour les places debout, 0,12 m. Distance entre les rangées places assises 0,80 à 0,85 m (fig. 2 et 3). Places debout 0,40 à 0,45 m. Point visuel de référence 0,50 m au-dessus du marquage extérieur du terrain.

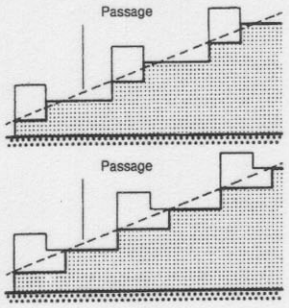
Protéger les places pour les spectateurs derrière les buts avec des filets mobiles, ainsi que les places pour spectateurs dans les étages et galeries lors des entraînements de jeux de balles. Pour les pièces « entrée, vestiaires, sanitaires, entraîneur, salles de sport annexes et salle », la séparation des circulations en zones pour chaussures de ville et chaussures de sport est recommandée (fig. 9 à 12).

Les salles de douches doivent pouvoir être directement accessibles depuis les vestiaires. Entre la partie humide de la douche et le vestiaire, une zone de séchage doit être prévue. Les salles de douches divisées en deux doivent être reliées avec les deux vestiaires avoisinants de telle sorte que de chaque vestiaire, une ou les deux salles puissent être utilisées (fig. 9 à 12).

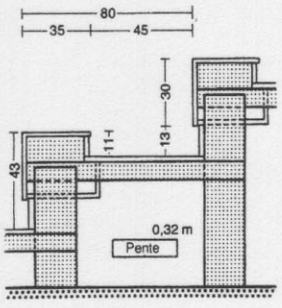
Une pièce pour l'entraîneur doit se trouver à proximité des vestiaires. Local premiers soins au même niveau que la salle de sport, peut être intégré à la pièce de l'entraîneur.

Les tribunes peuvent être accessibles par le haut ou par le bas. L'accès par le bas est plus intéressant financièrement (on économise les escaliers et les accès), mais désavantageux pour le fonctionnement de la manifestation car les visiteurs passant au pied des tribunes dérangent les sportifs et les visiteurs déjà présents (fig. 3). Les côtés libres doivent comporter des dispositifs de protection d'1 m de hauteur, mesure prise à partir du passage.

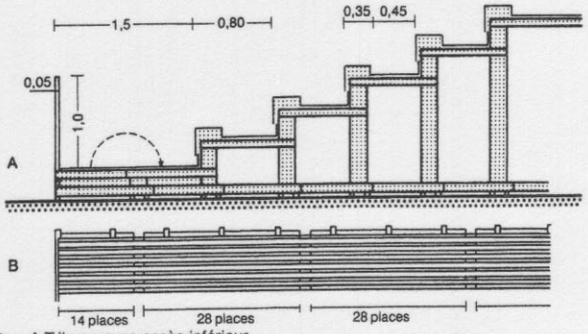
La configuration des plafonds et murs se raccordant au rideau de séparation doit être telle qu'une fois le rideau baissé, il n'y ait pas de ponts sonores (fig. 5 à 8).



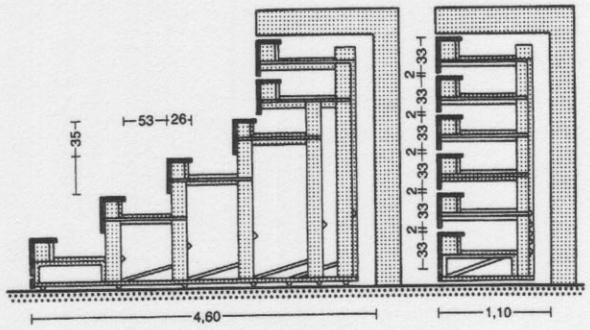
① Coupe schématique sur passage entre gradins.



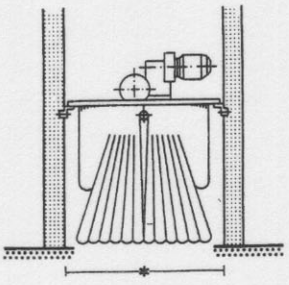
② Coupe sur une rangée de gradins avec passage à l'arrière.



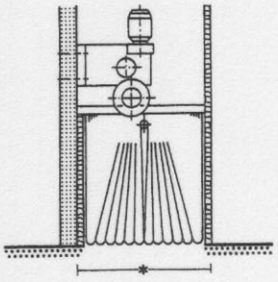
③ A Tribune avec accès inférieur.
B Tribune avec accès supérieur.



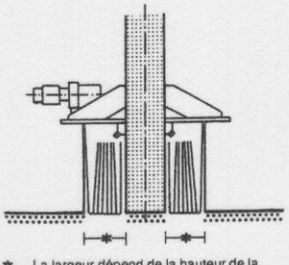
④ Tribune escamotable L ≤ 6,0.



⑤ Disposition du rideau de séparation entre deux poutres.

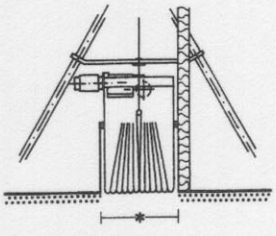


⑥ Disposition du rideau sur le côté d'une poutre, avec trémie absorbante.

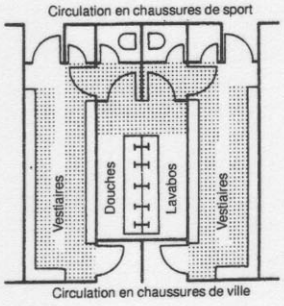


* La largeur dépend de la hauteur de la salle et de l'épaisseur du matériau.

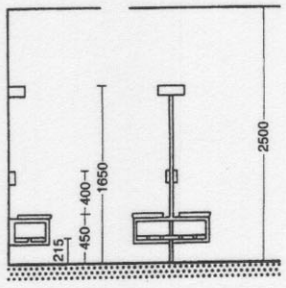
⑦ Disposition du rideau de séparation des deux côtés de la poutre.



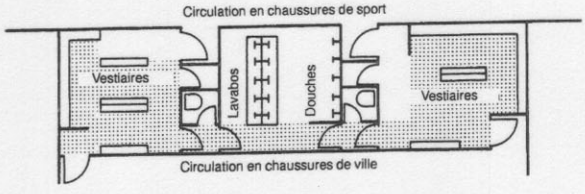
⑧ Rideau de séparation avec système de drapage comme isolant phonique à l'intérieur d'une structure portante de la salle.



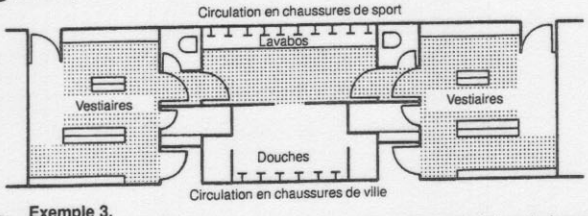
⑨ **Exemple 1.**



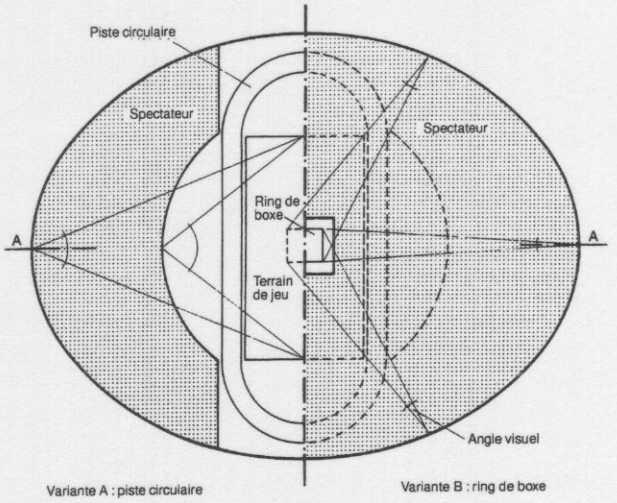
⑩ Banc de vestiaires sous forme de cloison et banc double.



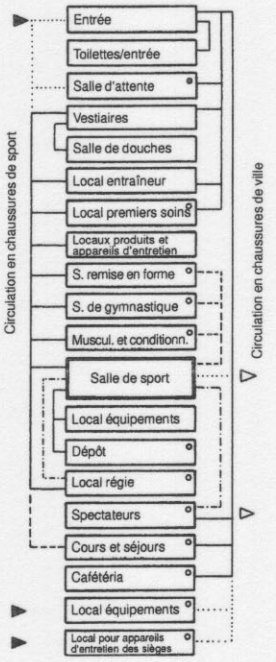
⑪ **Exemple 2.**



Exemple 3.
⑫ Trois solutions proposées pour la zone des vestiaires et des sanitaires (sol recouvert de grilles en PVC).



① Système de répartition des spectateurs.



② Schéma de répartition des salles.

Légende de la figure 2

- ▶ - accès immédiat
- ▷ - éventl. issue de secours supplémentaire
- —— - accès principal
- -·- - contact visuel
- - - - accès alternatif
- ····· - accès auxiliaire
- ● - pièces supplémentaires pour salles multiples
- ○ - pièces supplémentaires et installations en fonction des données et besoins locaux

Utilisation flexible de la salle

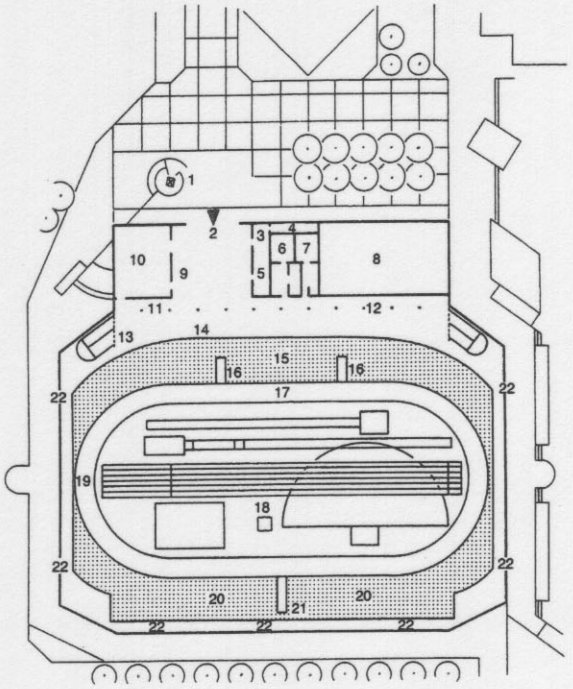
(fig. 3)

1. tennis, 2. handball, 3. athlétisme, 4. boxe, 5. sport scolaire. Des rideaux de séparation résistants aux balles, avec filets sur les côtés avant divisent la surface intérieure en quatre unités de la taille d'une salle de sport scolaire. En comptant la salle d'échauffement devant la zone d'entraînement, sous la tribune télescopique, la grande salle de sport offre ainsi aux écoles et aux associations 6 lieux d'entraînement. Conditions de compétition pour le sport de haut niveau, ainsi que des conditions d'exercices et d'entraînement pour le sport scolaire et associatif.

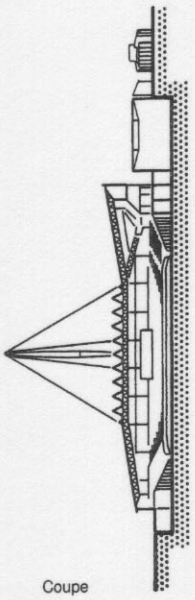
Données techniques sportives

(fig. 4)

Piste circulaire 200 m (compétition), 130 m + 100 m droite pour sprint (entraînement), 600 m droite (entraînement), 400 m virage (entraînement), lancer de poids, disque et saut en hauteur.



③ Plan de la salle de l'Europe à Karlsruhe. Arch. : Schmitt, Kasimir, Blanke

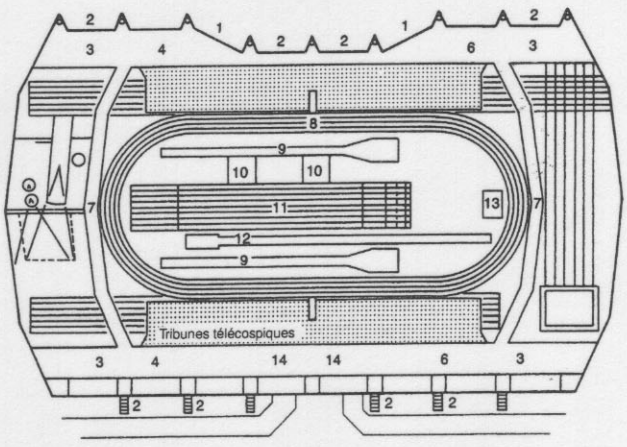


Coupe

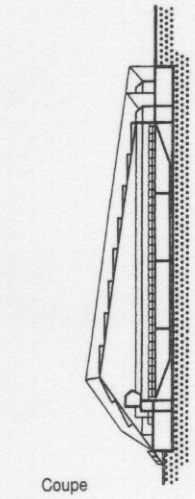
Légende de la figure 3

Plan du niveau d'entrée

1 Entrée des sportifs
2 Entrée et foyer pour les spectateurs
3 Administration
4 Caisses
5 Vestiaires
6 Toilettes hommes
7 Toilettes femmes
8 Pièce à l'air libre / salle d'échauffement
9 Informations
10 Cours et séjours
11 Accès au sous-sol
12 Distribution de boissons
13 Montée vers l'estrade / tribune
14 Salle de distribution avec affichage et annonces
15 Tribune fixe
16 Passage vestiaires / salle
17 Piste 200 m
18 Salle de sport
19 Grand tableau d'affichage
20 Tribune mobile
21 Affichage du jeu
22 Pourtour de la salle avec sorties de secours



④ Plan de la salle d'athlétisme Dortmund. Esq. et plan : Hochbauamt Dortmund



Coupe

Légende de la figure 4

Plan du niveau d'entrée

1 Entrée avec caisses,
2 Sorties / sorties de secours,
3 Foyer,
4 Distribution de boissons,
5 Téléphone,
6 Escalier vers toilettes des spectateurs,
7 Pourtour sous forme de passerelle au-dessus de la zone de sport,
8 Piste circulaire 200 m,
9 Installation saut à la perche,
10 Installation saut en hauteur,
11 Piste de sprint,
12 Saut en longueur,
13 Lancer de poids,
14 Accès à la régie.

Lutte

Dimensions des nattes pour les compétitions 5 x 5 m, pour les championnats nationaux et les compétitions internationales plus de 6 x 6 m, si possible 8 x 8 m, pour les championnats internationaux et jeux olympiques 8 x 8 m. Le milieu de la natte est repéré par un cercle de 1 m de diamètre avec une bande de 10 cm de large.

Épaisseur des nattes : 10 cm, dessus mou. Bandes de protection tout autour, si possible de 2 m de large, sinon bandes de délimitation avec une pente de 45°. Distinguer une largeur de 1,20 m de la bande de protection par coloration dans l'épaisseur de la natte. Dans les combats nationaux, les bandes de protection ont 1 m de large. Hauteur de la plate-forme de moins de 1,1 m; pas de piquets d'angle ni de cordages.

Haltérophilie

Piste 4 x 4 m; si possible sur bois dur; marquage à la craie, plancher non élastique, emplacement rigide pour l'athlète.

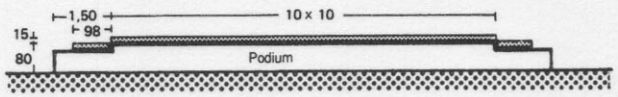
Plus grand diamètre des disques inférieur à 450 mm.

Poids des disques pour levage d'une main : 15 kg.

Poids des disques pour levage des deux mains : 20 kg.

Judo

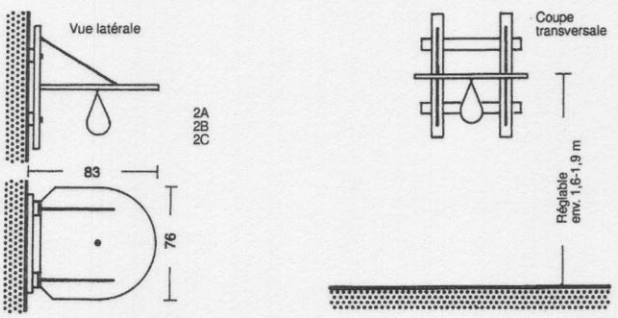
Il faut prévoir une surface de combat comprise entre 6 x 6 m et 10 x 10 m ou bien plus de 6 x 12 m, recouverte d'un tatami souple et rebondissant. La surface de combat doit être supérieue à 10 x 10 m pour les championnats nationaux et les compétitions internationales. Les matelas rembourrés ne sont pas autorisés. Il est préférable de surélever le tatami de 15 cm. La ligne de séparation entre la surface de combat et le pourtour doit être nettement visible (fig. 1).



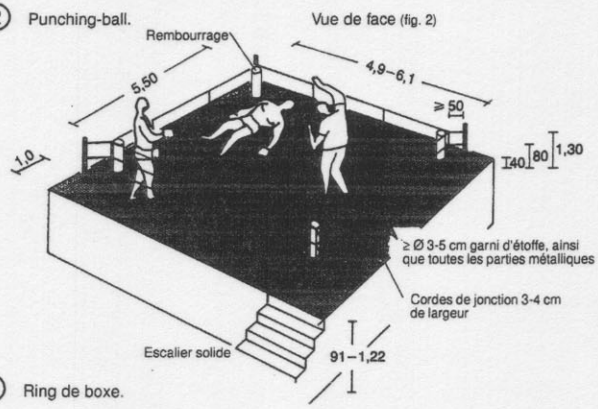
① Surface de combat installé sur un podium pour judo.

Boxe

Dimensions du ring selon les recommandations internationales : 4,9 x 4,9 m à 6,1 x 6,1 m (5,5 x 5,5 courant). Seuls les rings élevés dans lesquels le podium dépasse de chaque coté de 1 m de large sont courants. Dimension totale du podium : 7,5 x 7,5 m à 8 x 8 m.



② Punching-ball.



Vue de face (fig. 2)

③ Ring de boxe.

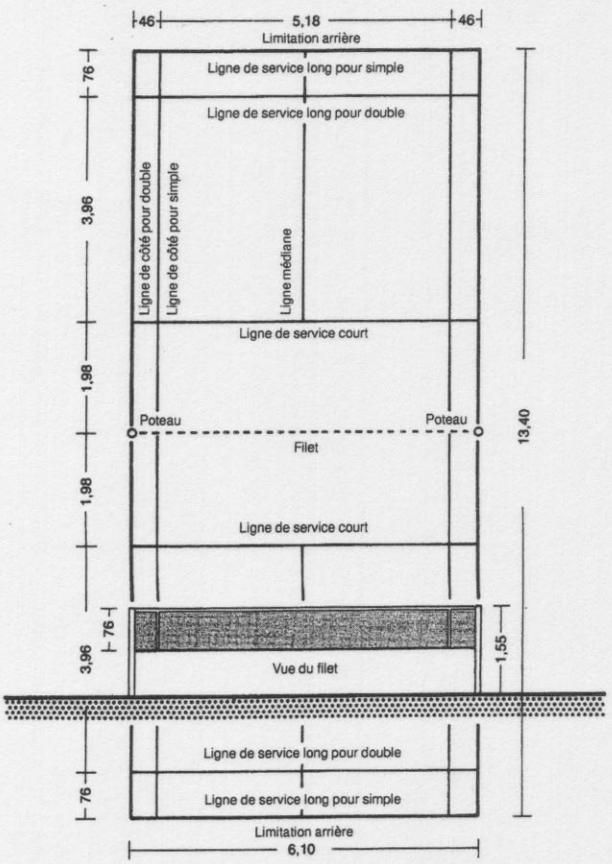
Badminton

Le court double est normalisé, le court simple n'est utilisé que faute de place.

Distance latérale entre courts	≥ 0,3 m
Entre courts et délimitation de la salle	≥ 1,5 m
Distance arrière entre courts	≥ 1,3 m
Couloir de sécurité, sur le coté suivant les cas	1,25 m
Coul. de sécurité devant et fond du terrain suivant le cas	2,50 m

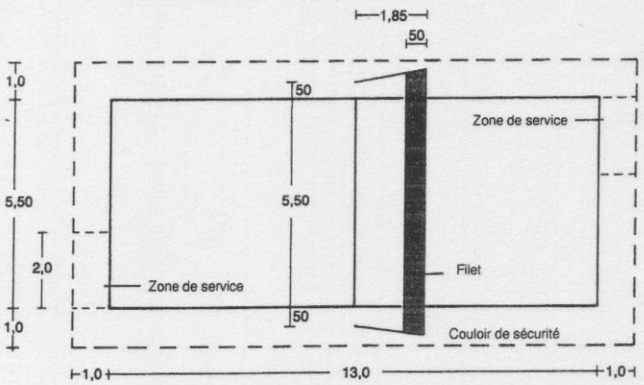
Placer les spectateurs derrière la ligne de démarcation.

Hauteur de la salle : 8 m jeux internationaux; 6 m au-dessus de la ligne de démarcation arrière. Hauteur du filet au poteau 1,55 m; au milieu 1,525 m; largeur du filet 76 cm (fig. 4). Surface du sol légèrement élastique. *Éclairage* : de préférence sans fenêtres mais par le dessus (évite l'éblouissement), plus de 300 lux.

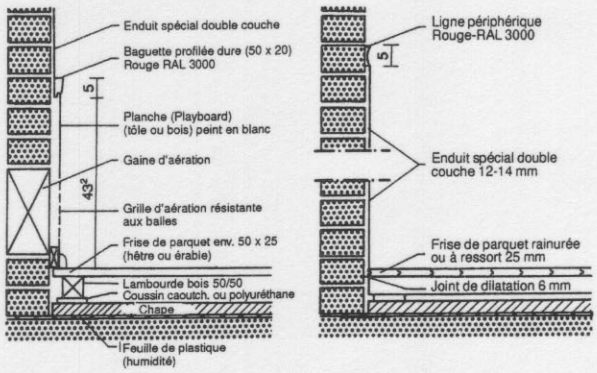


④ Badminton.

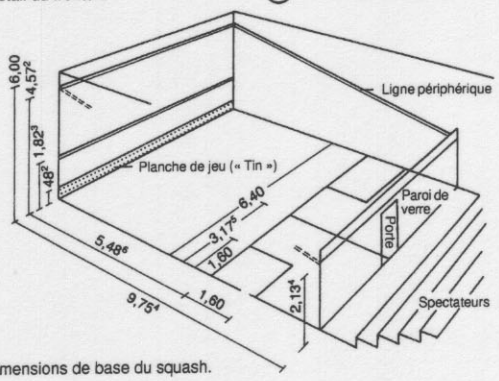
Jeu de volant. Dimension du terrain de jeu 5,5 x 13,0 m et 9,0 x 18,0 m.
Hauteur du filet au niveau des poteaux de 1,70 à 2,00 m, au milieu 1,68 à 1,85 m.
Dimension du terrain pour les parties à deux joueurs 4,4 x 10 m.



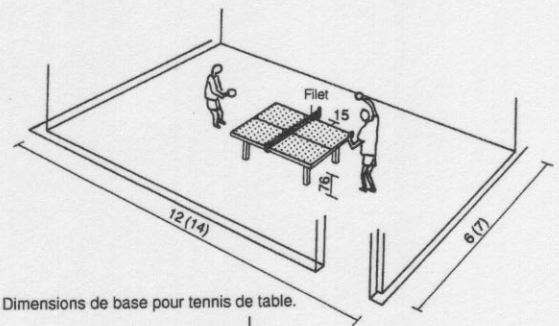
⑤ Terrain de jeu de volant.



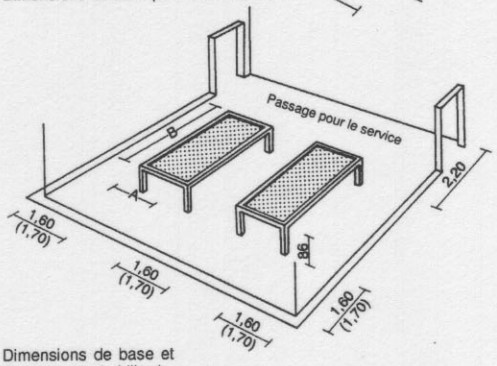
① Détail du fronton. ② Détail du mur latéral.



③ Dimensions de base du squash.



④ Dimensions de base pour tennis de table.



⑤ Dimensions de base et écartements du billard.

Squash

Construction habituelle d'un terrain de squash : Murs massifs avec parements en enduit spécial, éléments préfabriqués en béton, constructions préfabriquées de charpente en bois avec plaques d'habillage, terrains de squash assemblables.

Grandeur du terrain	9,745 x 6,40 m
Hauteur du terrain	6,00 m

Murs arrières vitrés pour les spectateurs.

Sols : légèrement élastiques en bois clair (érable ou hêtre) bonne adhésion en surface. Lames du plancher parallèles aux murs latéraux. Frises de parquet à rainure ou à ressort appropriées 25 mm d'épaisseur et une couche de vitrification.

Murs : enduit lisse spécial. « Tin » en tôle métallique de 2,5 mm ou contre-plaqué avec revêtement en tôle peint en blanc (fig. 1 à 3).

Tennis de table

Les tournois ont lieu uniquement en salle.

Tables horizontales, vert mat avec limites en blanc	152,5 x 274 cm
Hauteur de la table au-dessus du plancher	76 cm
Épaisseur des plateaux	≥ 2,5 cm
Longueur du filet au milieu de la table	183 cm
Hauteur du filet sur toute la longueur	15,25 cm

La dureté des plateaux doit être telle qu'une balle normale tombant d'une hauteur de 30 cm rebondisse jusqu'à 23 cm.

Le court doit avoir au moins 6 x 12 m et pour les compétitions internationales 7 x 14 m, délimité par des parois de toile de lin de 60 à 65 cm de haut derrière lesquelles se trouvent les spectateurs (fig. 4).

Billard

Situation des pièces : Niveau supérieur ou sous-sol très clair.

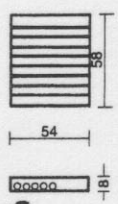
Encombrement : Dépend de la taille des billards (fig. 5 à 8).

En privé, on emploie habituellement	Grandeurs IV, V et VI
Dans les cafés et les clubs	Grandeurs IV et V
Dans les salles et académies de billard	Grandeurs I, II et III
Écartement des tables I et II entre elles	≥ 1,70 m
Écartement des tables III à V entre elles	≥ 1,60 m
À augmenter si possible entre tables et murs.	

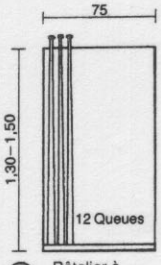
Du coté où passent les garçons et où se tiennent les spectateurs, il faut prévoir de la place pour les chaises et les tables des consommateurs (voir les Restaurants).

Surface du mur pour râteliers à queues et règles du jeu : 1 râtelier pour 12 queues 150 x 75 cm hors tout.

Éclairage : Si possible, de petites lampes répartissant la lumière en totalité et uniformément sur toute la surface du jeu.
La hauteur habituelle de la lampe au-dessus de la table est de 80 cm.



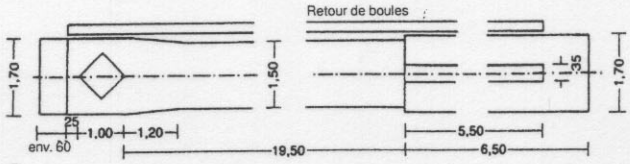
⑥ Boulier.



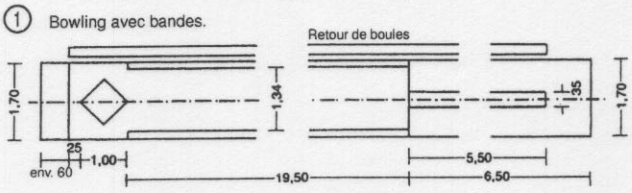
⑦ Râtelier à queues.

Dimensions habituelles en cm		I	II	III	IV	V	VI
Dim. intérieures (surf. de jeu)	A	285×142⁵	230×115	220×110	220×100	200×100	190×95
Dimensions extérieures	B	310×167⁵	255×140	245×135	225×125	225×125	215×120
Encombrement		575×432⁵	520×405	510×400	500×395	490×390	480×385
Poids en kg		800	600	550	500	450	350

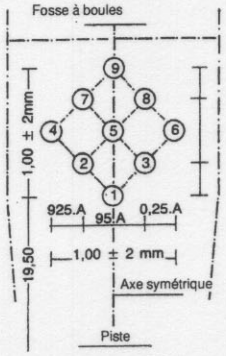
⑧ Grandeurs habituelles de billards.



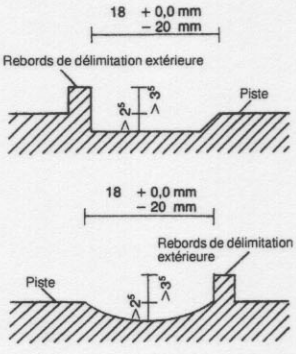
① Bowling avec bandes.



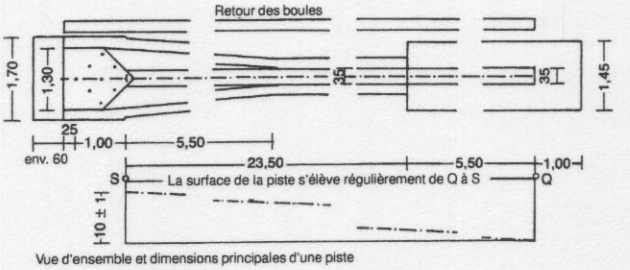
② Bowling avec rigoles.



③ Répartition et désignation des quilles.

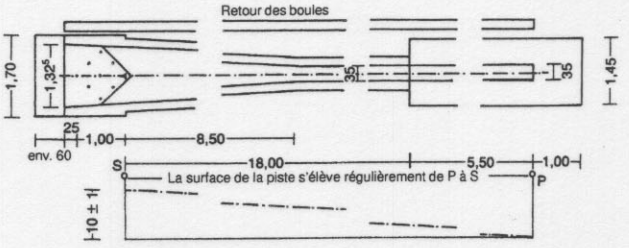


④ Possibilités de réalisation des rigoles.

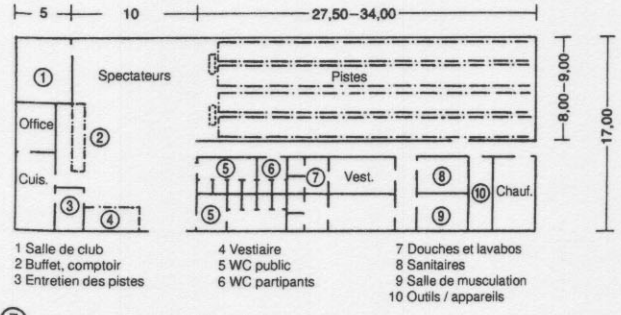


Vue d'ensemble et dimensions principales d'une piste

⑤ Bowling en madriers.



⑥ Vue d'ensemble et dimensions principales d'une piste en ciseaux.

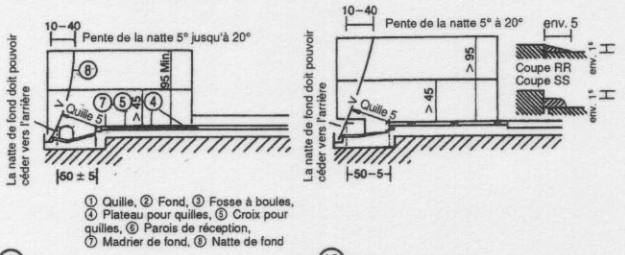


1 Salle de club
2 Buffet, comptoir
3 Entretien des pistes
4 Vestiaire
5 WC public
6 WC partipants
7 Douches et lavabos
8 Sanitaires
9 Salle de musculation
10 Outils / appareils

⑦ Exemple d'une installation de bowling.

Chaque piste de bowling comprend les zones suivantes :

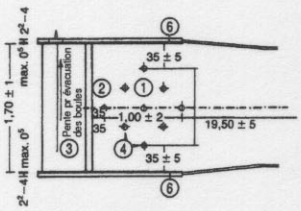
1. Zone d'élan dans laquelle après quelques pas d'élan la boule est lancée.
2. Zone de passage de la boule qui représente la surface réelle du trajet de la boule.
3. Fosse de réception dans laquelle se trouvent les quilles alignées et dans laquelle tombent les boules et les quilles touchées.



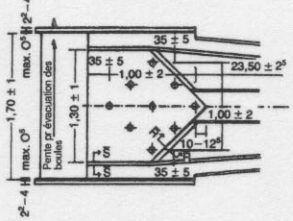
① Quille, ② Fond, ③ Fosse à boules, ④ Plateau pour quilles, ⑤ Croix pour quilles, ⑥ Parois de réception, ⑦ Madrier de fond, ⑧ Natte de fond

⑧ Coupe (fig. 9).

⑩ Coupe (fig. 11).



⑨ Position normalisée des quilles.

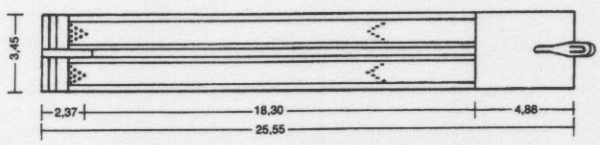


⑪ Zone des quilles.

La piste de bowling en asphalte est une piste spéciale qui, par son revêtement particulier, impose les plus grandes exigences vis-à-vis des joueurs. La piste est constituée d'une allée de 19,50 m de long et 1,50 (pour une délimitation par bandes) ou 1,34 m (pour une délimitation par rigoles) en asphalte ou plastique (fig. 1 à 4).

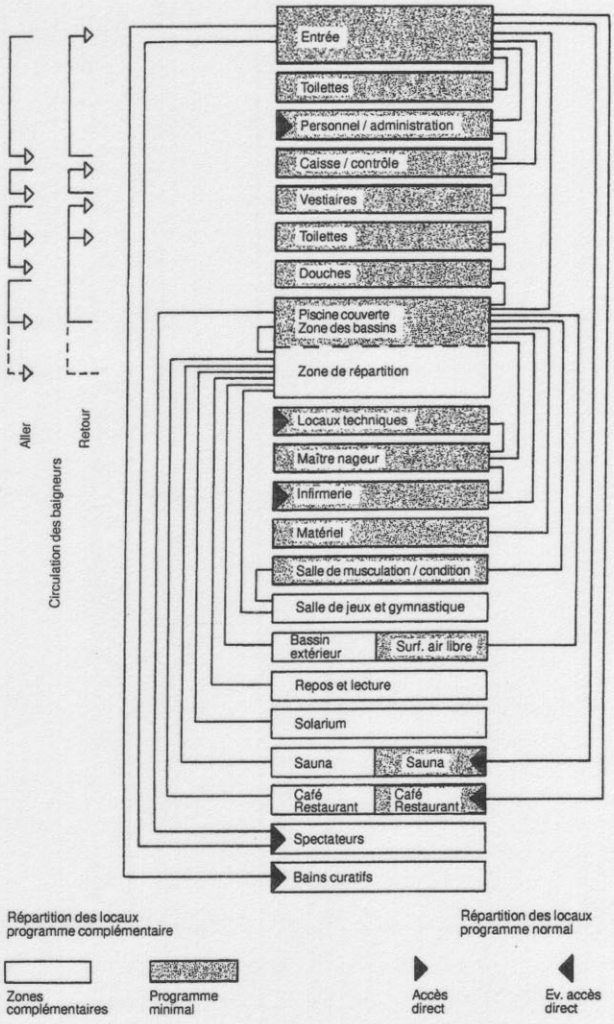
La piste en madriers, la piste de bowling qui était à l'origine en bois, peut aussi être fabriquée en plastique (fig. 5). La particularité de la piste en madriers est une pente montante de 10 cm entre le madrier d'élan et la première quille. L'allée de 23,50 m de long et 0,35 m de large est une piste en madrier évidée.

La piste en ciseaux est une piste en bois (ou en plastique) (fig. 6) s'élargissant après 9,5 m jusqu'à 1,25 m.



⑫ Piste de bowling double.

Piste de bowling (fig. 12)
Zone d'élan d'une piste de bowling dans toute la largeur (104,1 m à 106,5 m) en parquet finement poli. Allée en parquet poli ou laqué.
Boules de bowling 21,8 cm de diamètre. Poids minimal 7 257 g et trois trous pour les doigts.
Boule de piste en asphalte ou en ciseaux, 16 cm de diamètre, pesant de 2 800 à 2 900 g.
Boule de piste en madriers, 16,5 cm de diamètre, pesant de 3 050 à 3 150 g. Les boules sont en plastique massif.
Quilles en bois dur (hêtre blanc) ou en plastique, dimensions normalisées.
Butée aussi en bois (recouvert de plastique) ou en plastique conformément à la réglementation.



Valeurs indicatives pour piscines couvertes

Depuis une valeur de 0,025 m² de surface d'eau par habitant (zones d'attraction de faible densité), jusqu'à 0,01 m² surface d'eau par habitant (zones d'attraction de forte densité) (fig. 2), on obtient généralement un accord entre les exigences de la population voisine, les écoles et les clubs sportifs.

Surface du terrain (sans les places de parking)

Pour les piscines couvertes, 6-10 m² par mètre carré de la surface d'eau prévue. Pour des surfaces d'eau importantes, une plus petite valeur est suffisante. Pour surfaces à l'air libre supplémentaires (terrasses, solariums, gazon) 10 à 20 % en plus de la surface du terrain obtenue.

Parkings pour voitures : par place 25 m².
En cas d'installations pour spectateurs : 1 place de parking supplémentaire pour 10-15 places de spectateurs.

Un terrain plan ou incliné jusqu'à 15° rend possible la planification de piscines couvertes sur terrain plat. Condition pour une planification optimale du point de vue économique et fonctionnel. Une inclinaison du terrain plus importante, entraîne le plus souvent des coûts de construction plus élevés et des désavantages fonctionnels.

Les bases pour chaque planification de bassin sont :

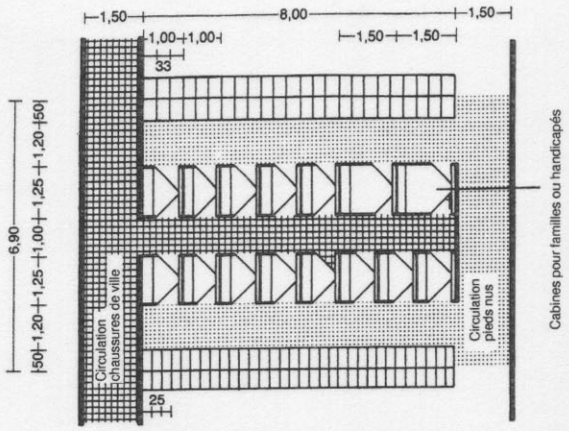
Analyse des effectifs : Installation de bains, sport, loisirs.
Analyse des besoins : Surface totale de l'eau, possibilités de combinaisons, points centraux d'utilisation.
Zone d'attraction : Zone de distance pour collectivités, écoles et associations.
Détermination de l'emplacement : Bonne infrastructure centrale. Assurance de constructibilité et de viabilisation du terrain.

① Piscine couverte - schéma de répartition des locaux.

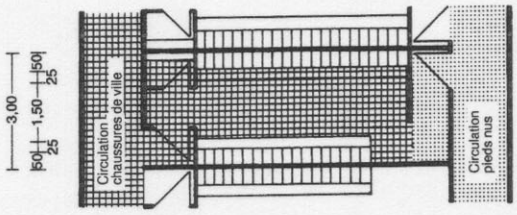
Zone d'attraction Habitants	Type de bassin [2]	Unités de planification Unité de base Taille du bassin (m ou m²)	S (m²)	Alternative 1 Taille du bassin (m ou m²)	S (m²)	Alternative 2 Taille du bassin (m ou m²)	S (m²)	Installation de plongeoirs [3]	Facteurs de mesure du programme (volume et surface) Unités indicatives	Unités d'étude	Surface du terrain (sans surface d'encombrement) [m²]
1	2	3		4		5		6	7	8	9
jusqu'à 5000	selon les données locales										
5000 à 10000	VB PB	10,00 × 25,00 jusqu'à 15	250 15 265					1B + 3B	150	2	2500
10000 à 20000	VB NSB PB	10,00 × 25,00 8,00 × 12,50 jusqu'à 20	250 100 20 370	12,50 × 25,00 10,00 × 12,50 jusqu'à 20	313 125 20 395	1B + 3P 8,00 × 12,50 jusqu'à 20	100 20 433		3000 200	3	jusqu'à 3500
20000 à 30000	VB NSB SPB[4] PB	12,50 × 25,00 8,00 × 12,50 jusqu'à 25	313 100 25 438	12,50 × 25,00 8,00 × 16,66 jusqu'à 25	313 133 25 471	12,50 × 25,00 8,00 × 12,50 10,60 × 12,50 jusqu'à 25	313 100 133 25 571	1B+3P o. 1B+ 3B+1P+3P+5P 1B + 1P Comb. + 3B + 3P Comb. 5P	250	3 4	3500 à 4000
30000 à 40000	VB NSB SPB[4] PB	21,50 × 25,00 8,00 × 12,50 10,60 × 12,50 jusqu'à 30	313 100 133 30 576	12,50 × 25,00 8,00 × 16,66 10,60 × 12,50 jusqu'à 30	313 133 133 30 609	16,66 × 25,00 8,00 × 16,66 12,50 × 11,75 jusqu'à 30	417 133 147 30 727	1B + 1P Comb. + 3B + 3P Comb. 5P	300	4	4000 à 4500
40000 à 50000 [1]	VB NSB SPB[4] PB	16,66 × 25,00 8,00 × 16,66 12,50 × 11,75 jusqu'à 35	417 133 147 35 732	16,66 × 25,00 8,00 × 16,66 16,90 × 11,75 jusqu'à 35	417 133 199 35 784			2 × 1B, 2 × 3B, 1P + 3P + 5P	400	4	4500
plus de 50 000	D'autres piscines couvertes de l'unité de planification précitée correspondant à la taille des zones d'attraction correspondantes.										

Remarques : [1] Le cas échéant pour les besoins scolaires utilisation accrue ; [2] Abréviations : PB = Pataugeoire : NSB = Bassin non nageurs; VB = Bassin vario; SPB = Bassin pour plongeoirs; [3] Abréviations : B = tremplin ; P = Plate-forme; 1-10 = Points de plongée en mètres ; [4] Dimensions en tenant compte des mesures individuelles de sécurité technique ; grandeur des bassins = largeur des bassins (côté plongeoirs) x longueur du bassin (sens du plongeon).

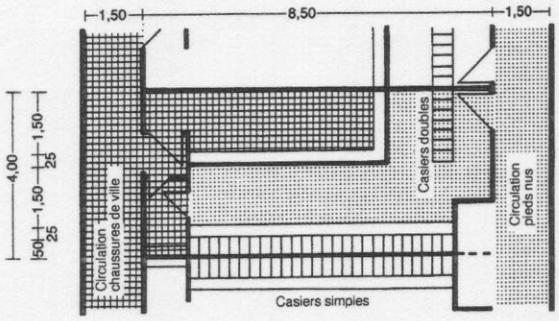
② Unités de planification pour piscines couvertes.



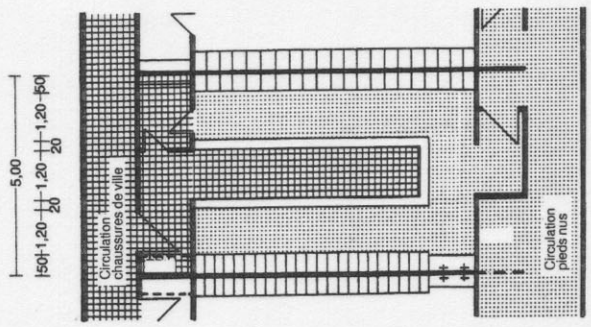
① Cabines de déshabillage avec casiers-vestiaires.



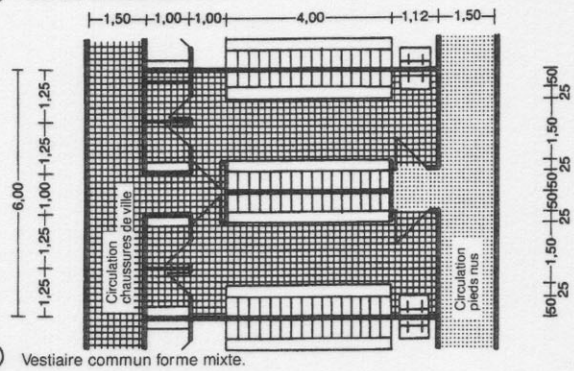
② Vestiaire commun sans banc.



③ Vestiaire commun avec banc.



④ Vestiaire commun avec banc.



⑤ Vestiaire commun forme mixte.

Zone sanitaires

Détermination des vestiaires selon unités de valeur indicatives.

Selon valeurs indicatives, durée de baignade de 1,50 heure, sauf en fonctionnement de pointe. Sur les lieux de vacances, il peut être nécessaire de doubler le nombre de casiers.

Valeurs indicatives : 0,6 à 0,8 unité de casier par unité de valeur. Nombre de places de vestiaires 0,15 à 0,2 par unité de valeur, dont 0,6 à 0,08 unité de cabine de déshabillage par unité de valeur.

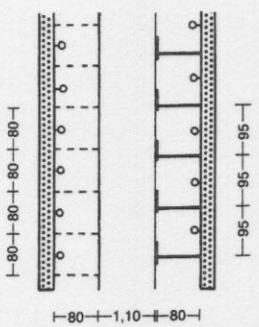
Cabines pour familles ou handicapés : 10% des cabines de déshabillage. Rapport place de déshabillage et casiers 1/4. Toutes les grandes installations ont au moins deux vestiaires communs.

Place de vestiaires : par vestiaire commun au moins 30 casiers. Place de déshabillage : au minimum 7,50 m de longueur de banc. Rapport place de déshabillage et casiers jusqu'à 1/8.

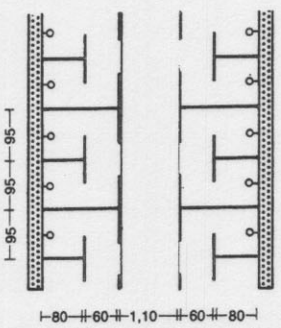
Nombre d'emplacements sanitaires par unité de valeur : planifier 0,03 coiffeuses avec sèche-cheveux, 0,015 lieux de désinfection des pieds, 0,015 bassin et bac à essorer, pièce pour produits d'entretien 1 à 2 m² dans la zone de déshabillage. Hauteur sous plafond 2,50 m. Lieu de désinfection des pieds : 0,75 m de large, 0,50 m de profondeur.

Dimensions dans la zone de déshabillage : vestiaire 1,00 m de large entre axes, 1,25 m de profondeur, 2,00 m de hauteur (fig. 1).

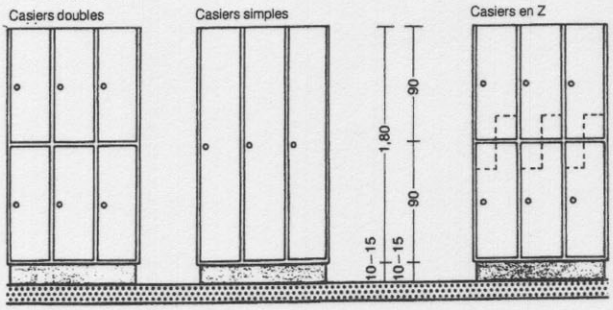
Vestiaire pour handicapés avec fauteuil roulant : 2,00 m de large entre axes, 1,00 m de profondeur, 2,00 m de haut, largeur de passage de la porte 0,8 m. Casiers (fig. 8) 0,25 m ou 0,33 m de large (dimension de l'axe), 0,50 m de profondeur libre, 1,80 m de haut ou 0,90 m de haut pour casiers doubles. Pour handicapés, casiers 0,40 m de large. Uniquement en casiers simples.



⑥ Rangée de douches ouvertes et de douches avec écran contre éclaboussures.

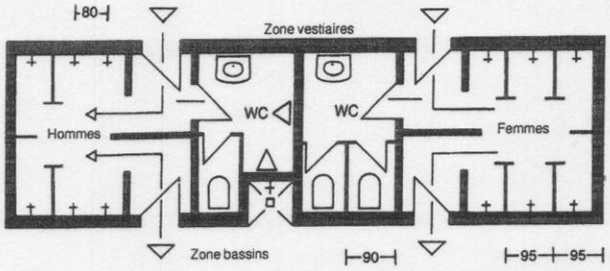


⑦ Rangée de douches avec écran visuel.

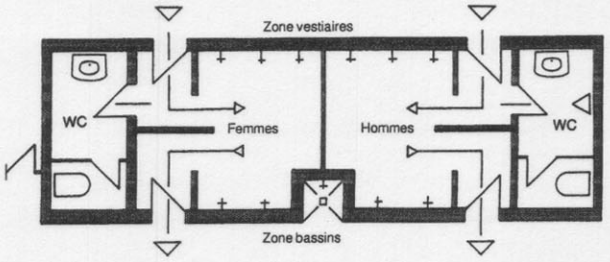


⑧ Casiers de vestiaires (exemples).

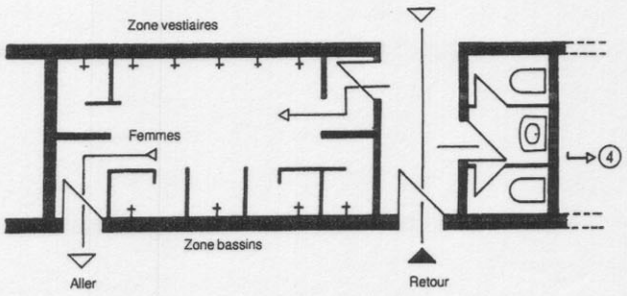
Installation sportives



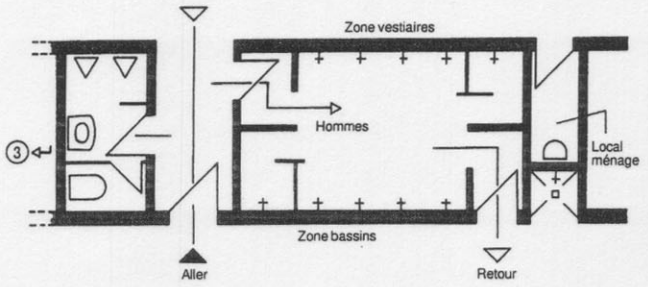
① Bloc sanitaire (exemple).



② Bloc sanitaire (salle de douches divisée).



③ Bloc sanitaire (femmes).

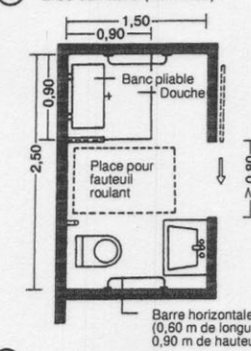


④ Bloc sanitaire (hommes).

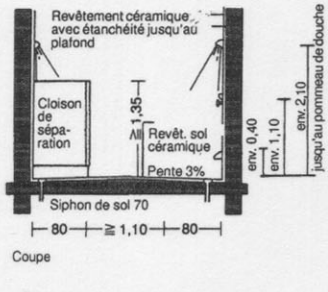
La zone sanitaire comprend des douches et toilettes non mixtes. Située entre les vestiaires et les bassins. Installer les toilettes de sorte que le visiteur soit obligé après leur utilisation de traverser les douches avant de pénétrer dans la zone des bassins (fig. 1 à 5). Des toilettes accessibles depuis la zone des bassins ne sont pas autorisées. Un chemin de retour direct entre les bassins et les vestiaires est vivement recommandé.

Valeurs indicatives : installation de base, 1 salle de douches au moins, une pour hommes et une pour femmes avec au moins dix douches. Pour les piscines couvertes de 100-150 m² de surface d'eau, 1 salle de douches divisée avec 5 douches pour hommes et 5 douches pour femmes suffit (fig. 2). On attribue à la salle de douches pour femmes des toilettes comprenant 2 sièges WC, pour les hommes, 1 siège WC et 2 urinoirs (fig. 1).
Pour les dimensions les mesures minimales suivantes font référence (fig. 1 à 4).

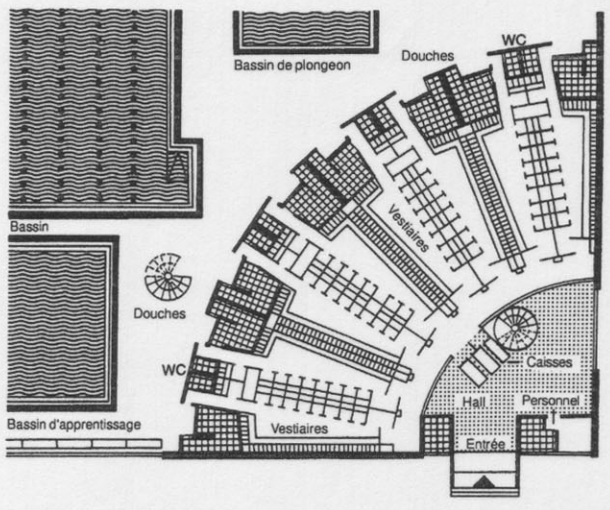
Douche sans cloison : (rangée de douches ouvertes)	Dimensions entre axes 0,80 m largeur 0,80 m profondeur
Douche avec cloison : (rangée de douches avec écran contre éclaboussures	Dimensions entre axes 0,65 m largeur 0,80 m profondeur 1,45 m hauteur
Douche avec cloison en forme de double T : (avec écran contre éclaboussures et regards)	Dimensions entre axes 0,80 m ou 0,95 largeur 1,40 m profondeur 1,45 m hauteur
Largeur de l'allée entre deux rangées de douches	1,10 m
Siège WC avec porte : (ouverture vers l'intérieur)	0,90 m largeur 1,40 m profondeur 2,00 m hauteur
Siège WC avec porte : (ouverture vers l'extérieur)	0,90 m largeur 1,20 m profondeur 2,00 m hauteur
Urinoirs (stalles) : (mesures entre axes)	0,50 m largeur 0,60 m profondeur
Urinoirs (cuvettes) : (mesures entre axes)	0,75 m largeur 0,80 m profondeur
Hauteur de montage Hauteur de montage pour enfants	moins de 0,70 m moins de 0,45 m
Lavabos :	0,60 m largeur 0,80 m profondeur
Hauteur de montage	env. 0,80 m
Hauteur de la pièce : hauteur libre minimale recommandée	2,50 m 2,75 m



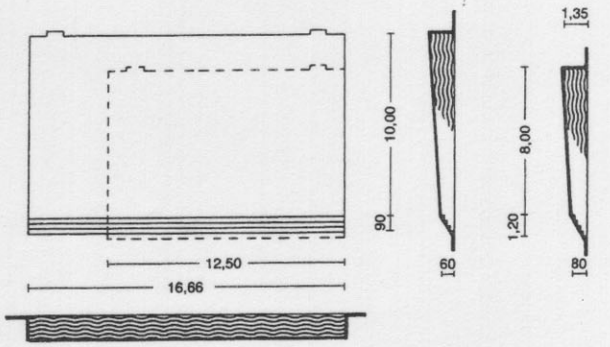
⑤ Cabine sanitaire pour handicapés.



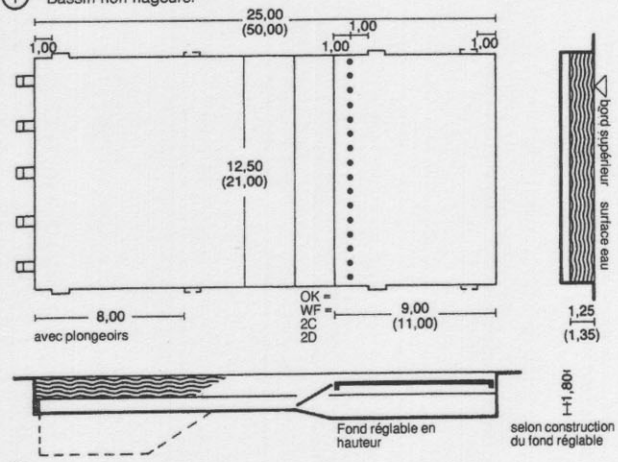
⑥ Salle de douche (schéma).



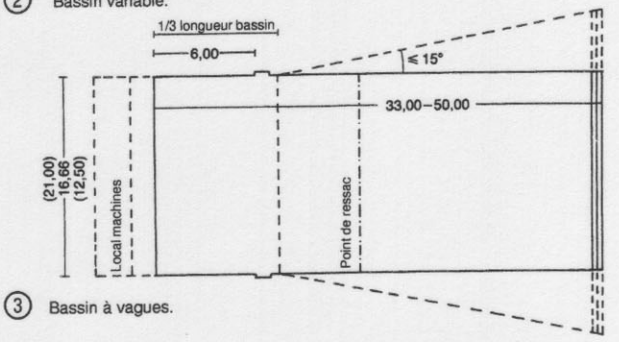
⑦ Vestiaire avec WC et caisse automatique. Arch. : D. Loewer



① Bassin non nageurs.



② Bassin variable.



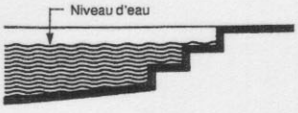
③ Bassin à vagues.



④ Coupe sur bassin à vagues.



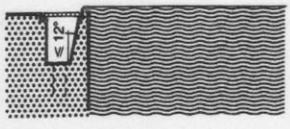
⑤ Coupe sur bassin combiné nageurs et vagues.



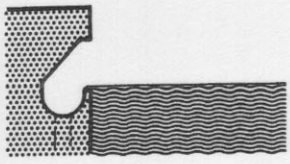
⑥ Variante point A avec marches.



⑦ Forme variable du bassin.



⑧ Goulotte sur plage zurichoise.



⑨ Goulotte sur paroi de Wiesbaden.

Domaine du bassin : types de bassin et dimensions.

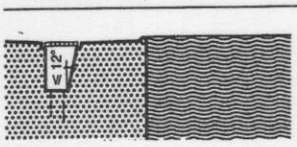
Bassins	Larg. (m)	Long. (m)	Prof. d'eau ou remarques	Hauteur libre mini.du local
Pataugeoire	15 à	25 m²	0,00-0,40/0,60	2,50 m
Bassin non	8,00	12,50	0,60/0,80 à	3,20 m
nageurs (fig. 1)	10,00	16,66	1,35 m	
Bassin variable	8,00	25,00	pour sols réglables	
(fig. 2)	10,00	50,00	0,30 à 1,80 m	
	12,50		dans la partie nageurs :	
	16,66		1,80 m	4,00 m
	21,00		dans la partie plongeurs :	
	25,00		profondeur mini. de l'eau	
Bassin nageurs	16,66	25,00		4,00 m
	21,00	50,00		
	25,00			
Bassin à vagues	12,50	mini.	Prof. de l'eau au départ :	
	16,66	33,00	0,00 m (si marche	
	21,00		maxi. 0,30 m)	4,00 m
	jusqu'à		Prof. de l'eau à l'arrivée :	
	25,00		en fonction de l'utilisation du bassin et du type de machine à vagues	

Pourtour du bassin - Les plages sont en principe au même niveau que l'eau.	Largeur (m)
Dans la zone d'entrée principale vers la piscine :	3,00
Dans la zone d'entrée principale entre marches du bassin et mur de la piscine :	2,50
Dans la zone des plots de départ :	3,00
Dans la zone des plongeoirs :	4,50
(derrière le plongeoir d'1 m passage libre mini. 1,25 m)	
Dans l'accès aux pataugeoires :	2,00
Bassin non nageurs - côté escaliers :	2,50
Bassin non nageurs - côté étroit :	2,00
Entre le bassin du plongeoir, des nageurs ou bassin variable et le bassin non nageurs ou la partie non nageurs d'un bassin variable :	4,00
Entre bassin nageurs ou partie nageurs d'un bassin variable et bassin plongeurs :	3,00
autres largeurs pour une surface en dessous de 300 m²	minimum 1,25
au-dessus de 300 m²	minimum 1,50

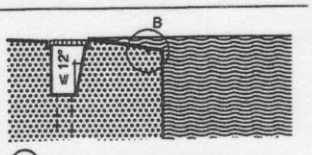
Hauteur sous plafond autour du bassin :		2,50 m
Local du maître nageur	Surface nécessaire : mini. 6 m²	2,50 m
Infirmerie	Surface nécessaire : mini. 8 m²	2,50 m
Local matériel	jusqu'à 450 m² surface d'eau mini. 15 m²	2,50 m
	au-delà de 450 m² surface d'eau mini. 20 m²	2,50
	Salle de détente pour compétiteurs :	
	6 couloirs de natation = 30 m², 8 = 50 m², 10 = 70 m²	2,50
	Salle de cours et d'association : 30 à 60 m²	2,50
Install. pour spectateurs	Tribunes pour spectateurs : 0,5 siège pour 1 m² de surface de l'eau utilisée pour le sport. Surface nécessaire : pour 1 siège 0,5 m² y compris circulation Vestiaires pour spectateurs : 0,025 m² pour 1 m² de surface d'eau utilisée pour le sport. Toilettes pour spectateurs : les toilettes situées vers le hall d'entrée (dames : 1 siège ; hommes : 1 siège, 1 urinoir) suffisent pour 200 places de spectateurs. Pour des installations pour spectateurs plus grandes pour chaque tranche de 100 spectateurs supplémentaires, 1 toilette supplémentaire (siège ou urinoir). Respecter la relation (dames 2 sièges, hommes, 1 siège, 2 urinoirs).	
Poste de travail pour les médias pour la télévision	Bonne vue sur départ et arrivée (situation dominante) ; 5 à 20 places nécessaires, par place 0,75 x 1,20 m. Pour 4 à 6 places nécessaires, par place 1,20 x 1,50 m.	
Restauration (café, restaurant)	Surface nécessaire par distributeur automatique : 0,5 à 0,8m² Salle : mini. 50 chaises par place 1 à 2 m². Zones de ravitaillement et annexes (supplémentaires) : pour café env. 60% des chaises, pour restaurant env. 100% des chaises dont 20 à 25% pour entrepôt et chambre froide ; 15 à 20% pour emballages, pour cuisine, dressoir, bureau, personnel surface restante. Toilettes : mini. fem. 1 siège WC ; hom. 1 siège WC, 1 urinoir.	

Domaine technique

Surface totale technique (sans réservoir de trop plein, entrepôts, transformateur et station distribution de gaz) : jusqu'à 1 m² de surface d'eau prévue ; pour grandes piscines minoration de 30% possible.



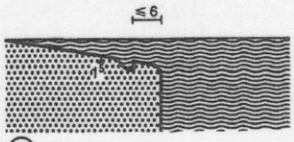
⑩ Goulotte sur plage zurichoise.



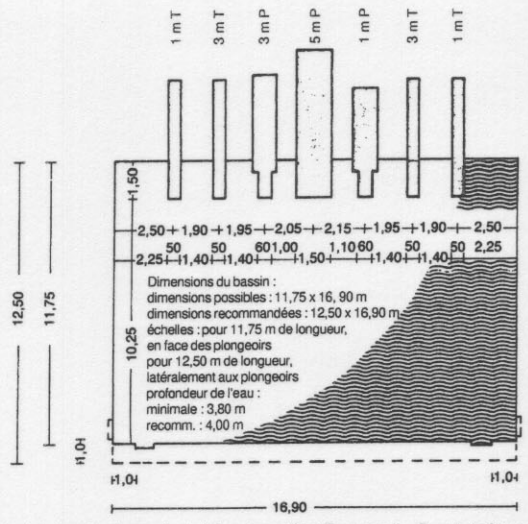
⑪ Goulotte plage finlandaise.



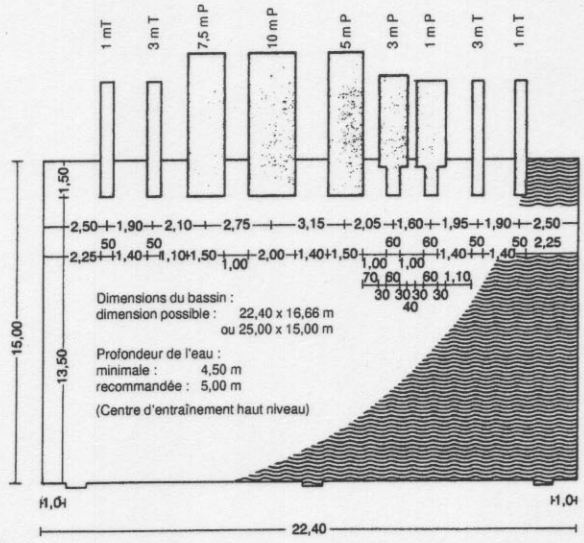
⑫ Goulotte sur plage de St Moritz.



⑬ Point B.

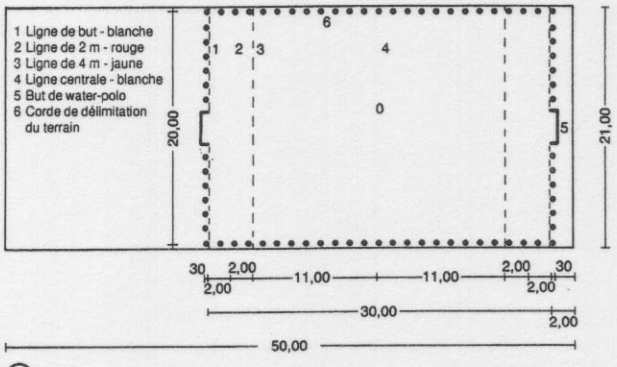


① Installation de plongeoirs 1 à 5 m (complète) T = tremplin, P = plate-forme.

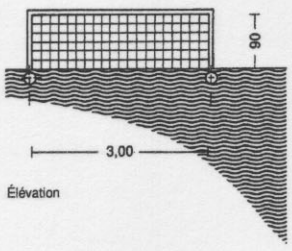


② Installation de plongeoirs 1 à 10 m (complète).

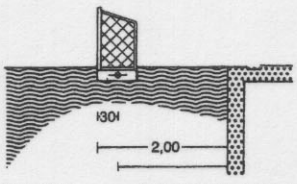
Les plongeoirs servent aux scolaires et au sport de compétition. La plate-forme est la partie fixe du plongeoir 1, 3, 5 et 10 m de hauteur. Les tremplins sont la partie élastique 1 et 3 m de hauteur. La hauteur est mesurée à partir de la surface de l'eau. Tremplins en aluminium, bois ou plastique. Plates-formes planes et antidérapantes. Accès aux plates-formes ou tremplins par des échelles. Prévoir des ascenseurs pour les grandes compétitions. Tous les plongeoirs se situent sur un côté du bassin (fig. 1 et 2). Température de l'eau 24 à 28° C. Pour une meilleure perception de la surface de l'eau, prévoir des pulvérisateurs d'eau ou une installation faisant rider la surface de l'eau.



④ Surface de water-polo.



Élévation



Vue latérale

Variante : pour but courbe dans le bassin des 25 m mini. 70 cm

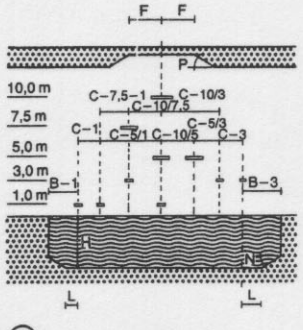
⑤ But de water-polo.

⑥ But de water-polo.

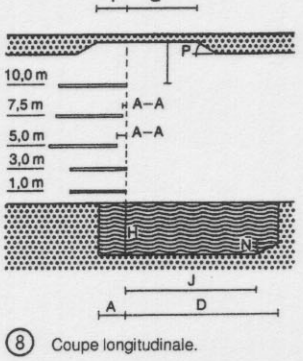
		Longueur/ Largeur	Plongeoir 1 m 4,80/0,50		Plongeoir 3 m 4,80/0,50		Pl.-forme 1 m 4,50/0,60		Pl.-forme 3 m 5,00/0,60		Plate-forme 5 m 6,00/1,50		Plate-forme 7,5 m 6,00/1,50		Plate-forme 10 m 6,00/2,00	
A	de l'aplomb au mur du bassin	comp. dessin	A-1	–	A-3	–	A-1	–	A-3	–	A-5	–	A-7,5	–	A-10	–
		dim. mini.	1,50	–	1,50	–	1,50	–	1,50	–	1,50	–	1,50	–	1,50	–
		dim. recom.	1,80	–	1,80	–	–	–	–	–	1,50	–	–	–	–	–
A – A	de l'aplomb à la plate-forme du bas	comp. dessin	–	–	–	–	–	–	–	–	A-A-5/1	–	A-A-7,5/3	–	A-A-10/5	–
		dim. mini.	–	–	–	–	–	–	–	–	1,25	–	1,25	–	1,25	–
		dim. recom.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
B	de l'aplomb latéralement au mur du bassin	comp. dessin	B-1	–	B-3	–	B-1	–	B-3	–	B-5	–	B-7,5	–	B-10	–
		dim. mini.	2,50	–	3,50	–	2,30	–	2,80	–	4,25	–	4,50	–	5,25	–
		dim. recom.	3,00	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
C	d'aplomb à aplomb	comp. dessin	C-1	–	C-3	C-3/1	–	–	–	–	C-5/3B	C-5/1B	C-7,5/1P	C-10/7,5	C-10/5	C-10/3B
		dim. mini.	1,90	–	1,90	1,90	–	–	–	–	2,10	2,10	2,45	2,75	2,75	2,65
		dim. recom.	2,40/3,00	–	2,40/3,00	2,40/3,00	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
D	de l'aplomb au mur avant du bassin	comp. dessin	D-1	–	D-3	–	D-1	–	D-3	–	D-5	–	D-7,5	–	D-10	–
		dim. mini.	9,00	–	10,25	–	8,00	–	9,50	–	10,25	–	11,00	–	13,50	–
		dim. recom.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
E	de l'aplomb au plafond	comp. dessin	–	E-1	–	E-3	–	E-1	–	E-3	–	E-5	–	E-7,5	–	E-10
		dim. mini.	–	5,00	–	5,00	–	3,00	–	3,00	–	3,00	–	3,20	–	3,40
		dim. recom.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	3,40	–	3,40	–	3,40
F	toit dégagé vers l'arr. et des deux côtés de l'aplomb	comp. dessin	F-1	E-1	F-3	E-3	F-1	E-1	F-3	E-3	F-5	E-5	F-7,5	E-7,5	F-10	E 10
		dim. mini.	2,50	5,00	2,50	5,00	2,75	3,00	2,75	3,00	2,75	3,00	2,75	3,20	2,75	3,40
		dim. recom.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	3,40	–	3,40	–	4,00/5,00
G	toit dégagé de l'aplomb vers l'avant	comp. dessin	G-1	E-1	G-3	E-3	G-1	E-1	G-3	E-3	G-5	E-5	G-7,50	E-7,5	G-10	E-10
		dim. mini.	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	3,00	5,00	3,00	5,00	3,00	5,00	3,20	6,00	3,40
		dim. recom.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	5,00
H	profondeur de l'eau à l'aplomb	comp. dessin	–	H-1	–	H-3	–	H-1	–	H-3	–	H-5	–	H-7,5	–	H-10
		dim. mini.	–	3,40	–	3,80	–	3,40	–	3,40	–	3,80	–	4,10	–	4,50
		dim. recom.	–	3,80	–	4,00	–	–	–	3,80	–	4,00	–	4,50	–	5,00
J	zone de sécurité (prof. de l'eau) de l'aplomb vers l'avant	comp. dessin	J-1	K-1	J-3	K-3	J-1	K-1	J-3	K-3	J-5	K-5	J-7,5	K-7,5	J-10	K-10
		dim. mini.	6,00	3,30	6,00	3,70	5,00	3,30	6,00	3,30	6,00	3,70	8,00	4,00	12,00	4,25
		dim. recom.	–	3,70	–	3,90	–	–	–	3,70	–	3,90	–	4,40	–	4,75
L	zone de sécurité (prof. de l'eau) de l'apl. vers les 2 côtés	comp. dessin	L-1	–	L-3	–	L-1	–	L-3	–	L-5	–	L-7,5	–	L-10	–
		dim. mini.	2,25	–	3,25	–	2,05	–	2,55	–	3,75	–	3,75	–	4,50	–
		dim. recom.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
P	angle maximal d'inclinaison du plafond															

Remarques : si les plates-formes sont plus larges que le minimum prescrit, la moitié de la largeur supplémentaire doit être ajoutée aux mesures axiales correspondantes.

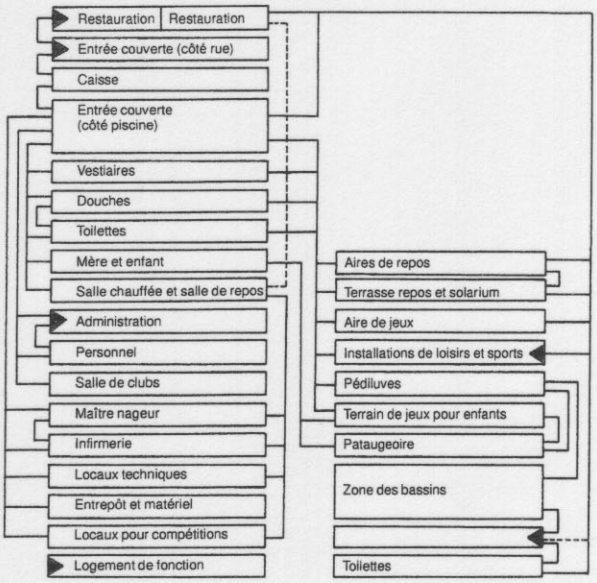
③ Dimensions des plongeoirs (fig. 7 et 8).



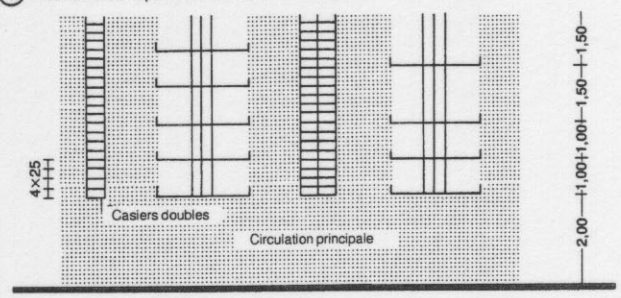
⑦ Coupe transversale.

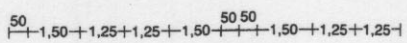


⑧ Coupe longitudinale.

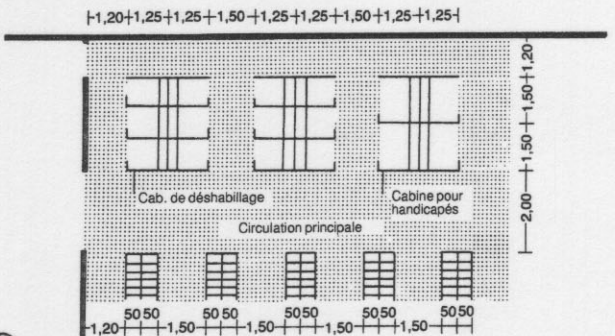


① Schéma de répartition des locaux et surfaces.

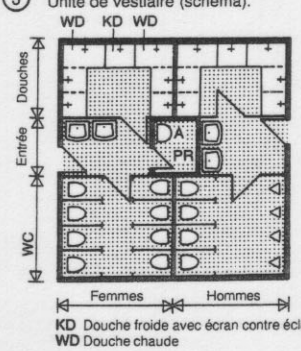




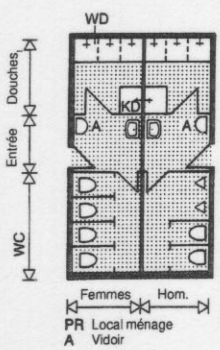
② Unité de vestiaire (schéma).



③ Unité de vestiaire (schéma).



④ Bloc sanitaire pour 2 000 m² de surface d'eau (schéma).



⑤ Bloc sanitaire pour 1 000 m².

Les piscines de plein air sont utilisées principalement pendant les périodes de loisirs et dans les zones aménagées à cet effet. Dans une zone d'attraction à faible densité, le besoin en surface d'eau par habitant est de 0,15 m², et il est de 0,05 m² dans une zone d'attraction à haute densité. Cette relation entre le nombre d'habitants et la surface de l'eau ne tient pas compte des particularités des zones de détente urbaines ou touristiques.

Surface du terrain : 8-16 m² par mètre carré de surface d'eau prévue.

Parking : 1 place pour voiture et 2 places pour vélos pour 200-300 m² de terrain.

Zone d'entrée : 200 m² pour 1 000 m² de surface d'eau dont 50 m² pour entrée couverte y compris caisse et installations de contrôle.

Locaux pour le personnel : jusqu'à 2 000 m² de surface d'eau : 10 m²; au dessus de 2 000 m² : 20 m².

Pataugeoire Surface de l'eau : 100 à 400 m², profondeur de l'eau : 0,00 à 0,50 m, à partir de 200 m² répartition en plusieurs bassins de profondeurs différentes

Bassin non nageurs Surface de l'eau : 500 à 1200 m², profondeur de l'eau : 0,50/0,60 à 1,35 m, éventuellement répartition en plusieurs bassins de profondeurs différentes.

Bassin nageurs Surface de l'eau : 417 à 1250 m², profondeur de l'eau : 1,80 m, grandeur du bassin en fonction du nombre de couloirs.

Couloirs	Largeur du bassin	Longueur du bassin
6	16,66 m	25,00 m
6	16,66 m	50,00 m
8	21,00 m	50,00 m
10	25,00 m	50,00 m

Bassin à vagues Largeur du bassin : 16,66 m 21,00 m 25,00 m
Longueur du bassin : 50,00 m mini. 33,00 m
Profondeur de l'eau au départ : 0,00 m.
Profondeur de l'eau en fin de bassin : en fonction de l'utilisation du bassin et du type de machine à vagues.

Zone d'attraction habitants	Type de bassin [1]	Unités de planification: Grandeurs des bassins	Unités de planification: Surface d'eau (m²)	Plongeoirs [2]	Facteur de mesure du programme (volume et surface) Unités de valeur	Surface du terrain (sans encombrement) (m²)
1	2	3		4	5	6
5000 à 10000	SB SPB [3] NSB PB	16,66 × 25,00 12,50 × 11,75 500 100	417 147 500 100 1164	1B + 3B + 1P + 3P + 5P	1000	8000 à 12000
10000 à 20000	SB SPB [3] NSB PB	16,66 × 50,00 18,35 × 15,00 1050 150	833 275 1050 150 2308	1B + 3B + 1P + 3P + 5P + 7,5P + 10P	2000	20000 à 25000
20000 à 30000	SB SPB [3] NSB PB	21,00 × 50,00 22,40 × 15,00 1350 200	1050 336 1350 200 2936	2 × 1B + 2 × 3B + 1P + 3P + 5P + 7,5 + 10P	2500	30000 à 35000
30000 à 40000	SB SPB [3] NSB PB	21,00 × 50,00 22,40 × 15,00 1550 250	1050 336 1550 250 3186	2 × 1B + 2 × 3B + 1P + 3P + 5P + 7,5P + 10P	3000	40000 à 45000
40000 à 50000	SB SPB [3] NSB WB 2. NSB PB	21,00 × 50,00 22,40 × 15,00 1200 800 300	1050 336 1200 800 300 3686	2 × 1B + 2 × 3P + 1P + 3P + 5P 7,5P + 10P	3500	50000 à 55000
plus de 50000	Autres piscines découvertes des unités de planification ci-dessus ou pour plusieurs installations dans une zone d'attraction, 50 000 en insistant sur le caractère de loisirs.					

[1] Abréviations : PB = pataugeoire, NSB = bassin non nageurs, SB = bassin nageurs, SPB = bassin de plongeon, WB = bassin à vagues.

[2] Abréviations : B = tremplin, P = plate-forme, 1-10 = hauteur du saut en mètres.

[3] Dimensions en tenant compte des mesures individuelles de sécurité technique. Grandeur des bassins = largeur du bassin (côté des plongeoirs) x longueur du bassin (direction du plongeon)

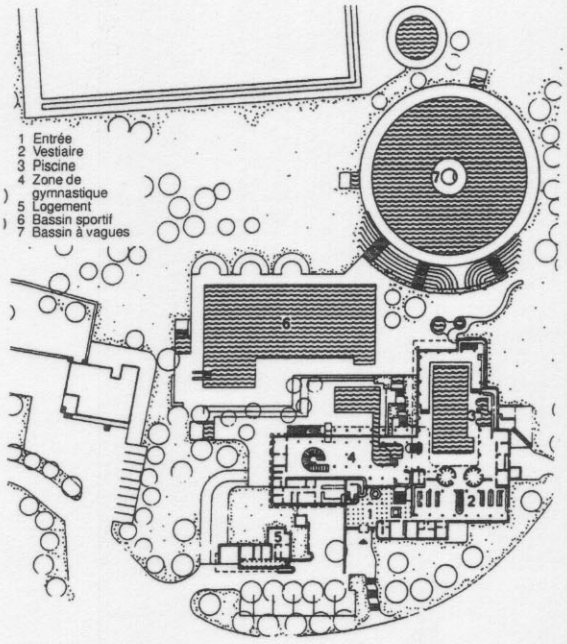
⑥ Unités de planification pour piscine de plein air (exemple).

PRINCIPES GÉNÉRAUX

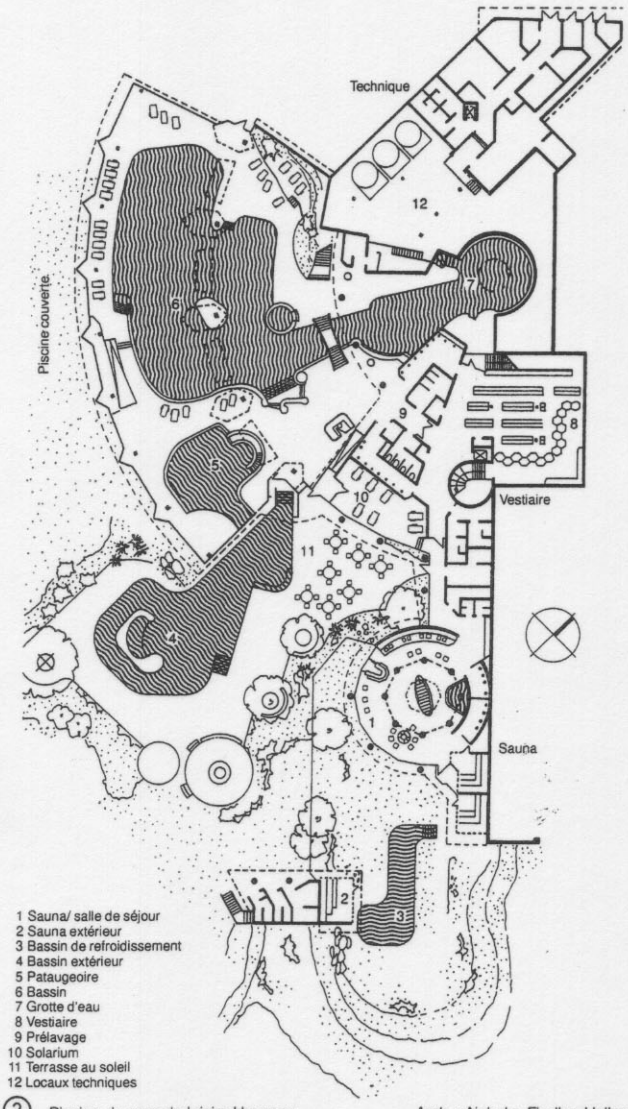
Les combinaisons de piscines couvertes et en plein air permettent selon leurs modes de fonctionnement une large association volumétrique, fonctionnelle et technique des différentes parties de l'installation. En même temps, elles offrent des possibilités d'utilisation plus étendues et ont ainsi une valeur pour les loisirs plus importante que les installations simples.

Les nécessités diverses suivant les saisons impliquent des surfaces d'eau intérieures et extérieures de tailles différentes. Il faut différencier l'utilisation en été, en hiver et pendant les saisons intermédiaires (avant-saison et arrière-saison). Les types de fonctionnement suivants peuvent entrer en ligne de compte : Utilisation simultanée des plans d'eau intérieurs et extérieurs à heures d'ouverture identiques, temps de baignade partiellement illimité (dans la partie extérieure) et tarifs d'entrée différents ; utilisation simple saisonnière, par exemple fermeture d'une partie de l'installation (la partie couverte ou découverte).

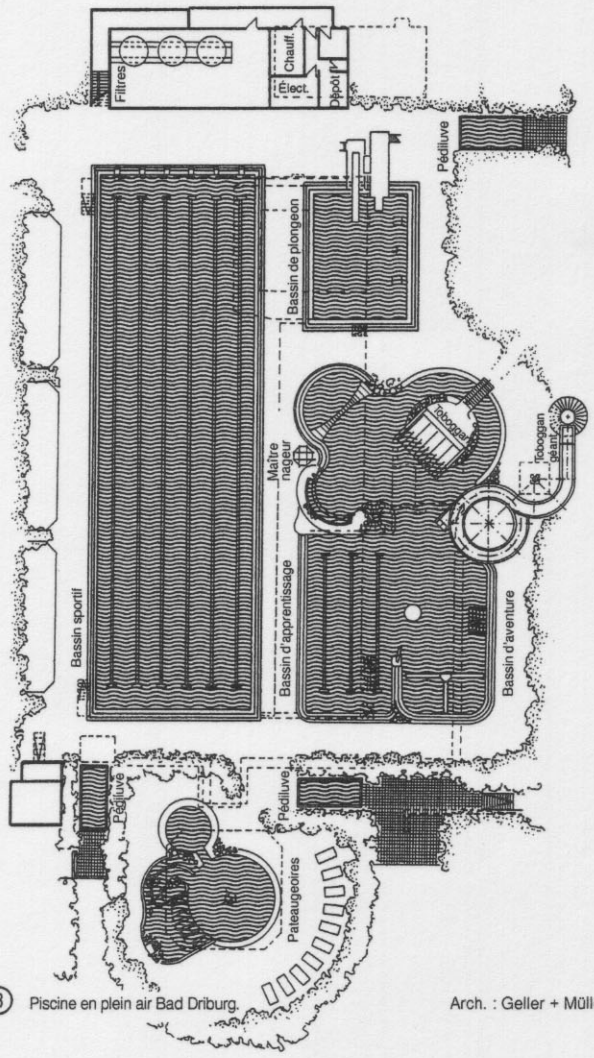
Lors du choix du type de fonctionnement, prendre en compte les aspects suivants : besoin en espace d'eau différent en fonction des zones d'attraction, de tailles différentes pour la partie couverte ou découverte ; besoin en surface supplémentaire de l'une ou l'autre partie résultant de l'importance des centres de détente urbains et centres de détente et de loisirs. Ne pas oublier les particularités locales, par exemple : Villes de cure, centres de compétition, etc. Exemples : figures 1 à 3.



① Le Wellenberg Oberammergau. Arch. : P. Seifert



② Piscine du parc de loisirs Heveney. Arch. : Aichele, Fiedler, Heller



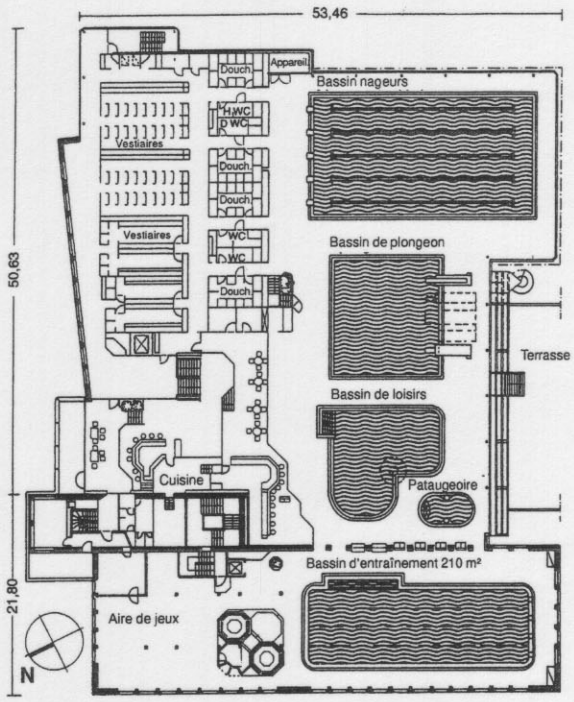
③ Piscine en plein air Bad Driburg. Arch. : Geller + Müller

Les combinaisons de piscines couvertes et à l'air libre peuvent aussi selon les circonstances être créées par l'ajout d'une partie couverte ou à l'air libre. Pour les constructions nouvelles, prévoir d'abord la partie couverte.

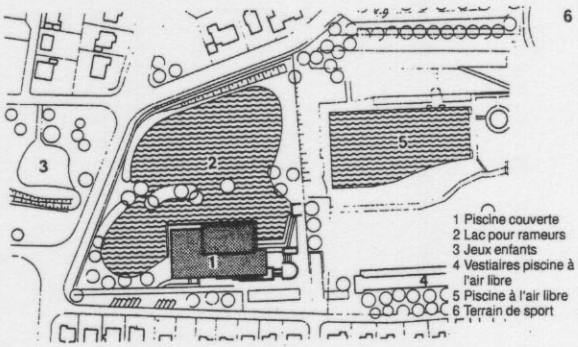
Il faut essayer de créer une relation entre la partie couverte et la partie à l'air libre. Meilleur rendement en demi-saison.
Surveillance centrale et combinaison technique avantageuse.
Zone de séjour avec restauration et autant que possible lien visuel avec les deux types de bassins.

L'accès à la piscine à l'air libre se fait par le hall d'entrée de la piscine couverte. Lors d'une affluence massive, il peut aussi se faire par l'entrée couverte, les caisses et le système de contrôle devraient si possible servir les deux accès.

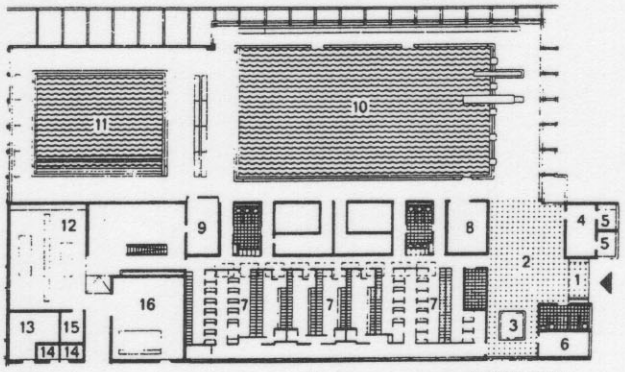
La proximité des bassins de piscine couverte et à l'air libre facilite une utilisation variable. Le lien entre les deux types de piscines, dans lequel il faut inclure le bassin extérieur non nageurs, peut s'effectuer par un passage où l'on peut nager, une entrée couverte avec rayonnement thermique ou une entrée fermée, de façon que le baigneur puisse atteindre un bassin extérieur sans contact avec l'air frais extérieur.



① Piscine municipale de Trêves. Arch. : Müller, Karnaiz & Bock



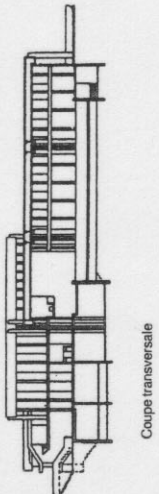
② Piscine couverte et à l'air libre à Stuttgart. Arch. : J. Welz



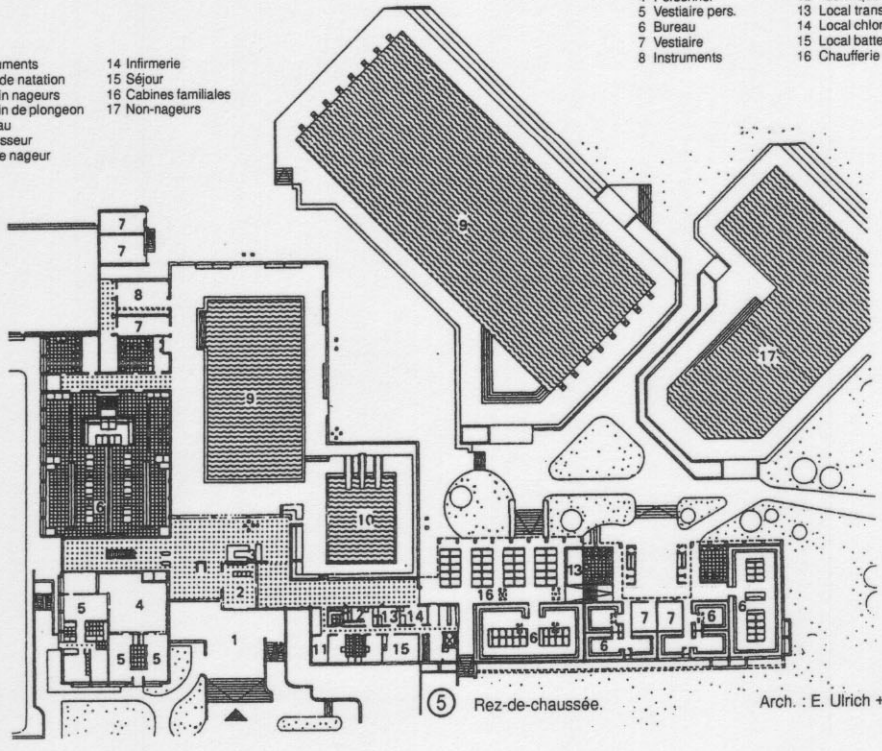
③ Plan de la piscine couverte.

1 Sas
2 Hall d'entrée
3 Caisse
4 Personnel
5 Vestiaire pers.
6 Bureau
7 Vestiaire
8 Instruments
9 Maître nageur
10 Bassin
11 Bassin d'apprentissage
12 Technique - filtre
13 Local transformateur
14 Local chlore
15 Local batterie
16 Chaufferie

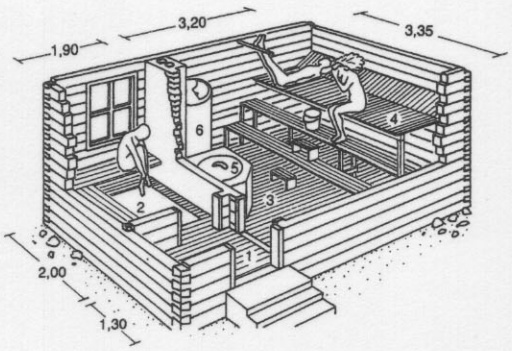
Rez-de-chaussée
1 Entrée couverte
2 Sas
3 Caisse
4 Atrium
5 Logement
6 Vestiaires
7 Instruments
8 Club de natation
9 Bassin nageurs
10 Bassin de plongeon
11 Bureau
12 Professeur
13 Maître nageur
14 Infirmerie
15 Séjour
16 Cabines familiales
17 Non-nageurs



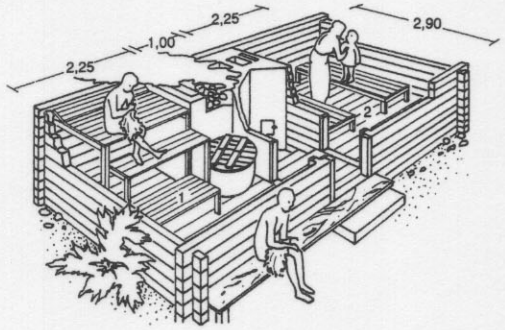
④ Piscines couverte et à l'air libre à Zollikon.



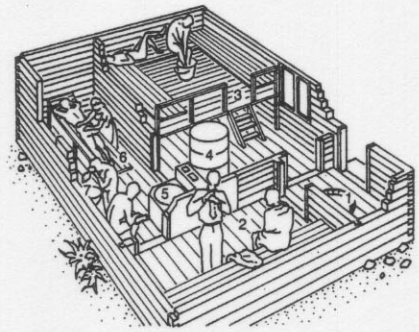
⑤ Rez-de-chaussée. Arch. : E. Ulrich + C. Baum



① Sauna avec vestibule (1), vestiaire (2), salle de bains (3), bancs de repos (4), chaudière (5), fourneau (6), d'après H.J. Viherjuuri.



② Sauna avec vestibule situé entre salle de bains (1) et vestiaire (2), d'après H.J. Viherjuuri.



③ Grand sauna avec vestibule (1), vestiaire (2), estrade dans la salle de bains (3) et fourneau (4) ; salle de massage avec sa chaudière (5), sa table de massage (6), ses cuvettes (7), d'après H.J. Viherjuuri.

Le sauna est plus qu'un soin corporel. C'est, pour beaucoup, une méthode de purification psychique, presque un rite. Le sauna devrait être un composant indispensable de toutes les installations sportives. On compte un sauna pour six personnes en Finlande, avec une fréquentation hebdomadaire. Les installations sont normalisées. Les modèles traditionnels ont fait leurs preuves depuis longtemps. Les saunas sont utilisés en commun par les familles. Il n'y a pas de séparation non plus selon le sexe dans les saunas publics.

Principe

Utilisation alternée d'air chaud et d'air froid, sudation dans un air chaud sec, avec beaucoup de vapeur d'eau pure à intervalles de 5 à 7 min par versements d'un quart de litre d'eau sur des pierres chauffées. La brusque alternance de sécheresse et d'humidité amène une forte tension de la peau ; elle excite et renforce les défenses du corps ; on la favorise encore en entrecoupant le bain chaud par des lavages, douches ou bains froids, suivis de massages et de repos.

La construction est ordinairement en poutres ou en planches. Un bon isolement calorifique des murs est nécessaire, car la différence de température entre l'intérieur et l'extérieur dépasse souvent 100 °C en hiver. La salle de bains doit en conséquence être aussi réduite que possible, moins de 16 m² et de 2,5 m de haut. Le revêtement du bois est noir pour réduire le rayonnement calorifique au plafond et aux murs. Murs massifs en bois tendre à l'exception de l'entourage du poêle. Gradins en lattis (circulation de l'air à différentes hauteurs permettant de s'asseoir ou de se coucher confortablement), le gradin supérieur est environ 1 m en dessous du plafond, longueur 2 m. Les marches et gradins sont en lattes de bois clouées par dessous, afin que le corps ne sente pas les clous chauds ; il faut qu'ils soient amovibles pour le nettoyage. Sol en matériau non glissant, pas de baguette de bois.

Sauna de fumée

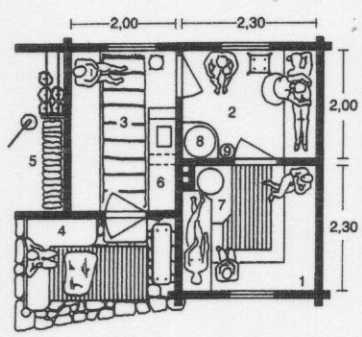
Dans ces saunas, des blocs de pierre sont disposés en 7 couches successives et fortement chauffés par un feu de bois, la fumée se dégage en partie par la porte ouverte. Lorsque les pierres sont portées au rouge, on éloigne le feu, les restes de fumée sont éliminés en versant de l'eau sur le feu et on ferme la porte. Peu après, le sauna est « mûr » pour le bain. C'est ainsi que sont aménagés la moitié des vieux saunas finnois. On apprécie particulièrement l'arôme du bois enduit de fumée et on peut être assuré de la qualité de la vapeur.

Sauna à combustion intégrale

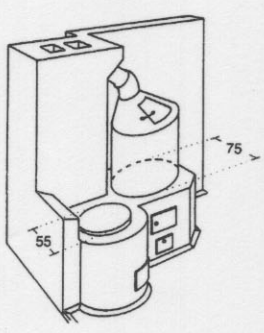
Dans ce type de sauna, la fin du chauffage se fait en dégageant les fumées « vers l'intérieur » lorsque les pierres du poêle ont atteint 500 °C ; la combustion des gaz est alors complète et ne laisse aucune suie. On ferme la clé du poêle même s'il y a encore des flammes dans la chambre de combustion. La température monte rapidement de quelques dizaines de degrés. Avant le bain, on ouvre un moment la porte pour chasser les dernières parcelles volatiles de la combustion, puis on verse un peu d'eau à la louche sur les pierres brûlantes.

Sauna à cheminée

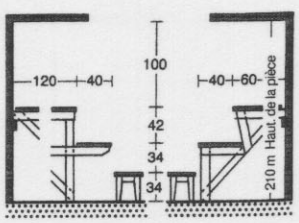
Le fourneau est coiffé d'un manteau de pierre ou de tôle qui conduit les gaz de combustion à la cheminée. La chaudière est alimentée par une porte qui se trouve dans la salle de bains ou dans le vestibule. Lorsque les pierres sont chaudes, on ferme la porte du fourneau et on ouvre la clé d'aération du manteau de la cheminée pour introduire l'air chaud ou pour verser l'eau sur les pierres.



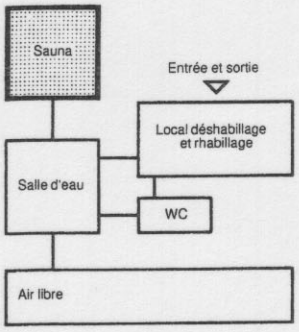
④ Sauna de arch. : E. Sukonen : salle de bains (1), salle de massage et de toilette (2), vestiaire (3), véranda (4), bûcher (5), placard (6), fourneau (7), chaudière (8), baquet (9).



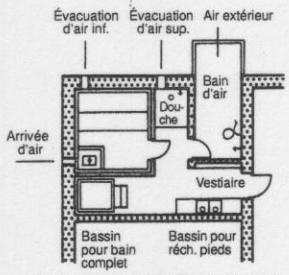
⑤ Fourneau de sauna finlandais avec chaudière (est aussi utilisé pour laver le linge).



⑥ Formes des bancs de repos pour bains de vapeur et saunas selon normes finlandaises.

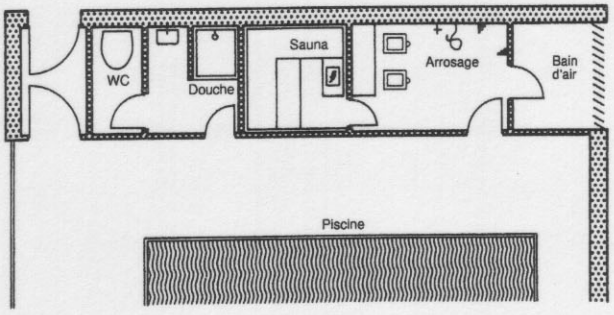


① Schéma de fonctionnement d'un sauna privé.



Les bassins pour réchauffer les pieds sont indispensables. On peut se passer du bassin pour bain complet.

② Sauna intégré à une maison.



③ Sauna dans une piscine couverte.

Séance de sauna en 3 phases de 8 à 12 min. Une séance de sauna dure 120 min. Local pour se rafraîchir (douche, jet d'eau, bassin d'immersion) (fig. 2, 3, 11 et 12) et bain d'air (fig. 3). Mieux, eau froide naturelle, lac ou baie marine.

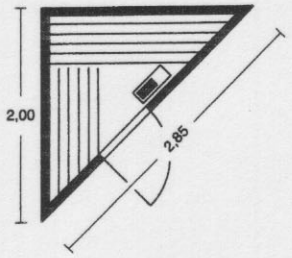
Bain d'air. L'air frais et pur remplace l'air chaud. Le corps se refroidit. Protéger des regards (fig. 2 et 3). Possibilité de s'asseoir. Refroidissement par eau soit avec tuyau de jet d'eau sans robinet, soit bassins avec environ 1 m³ d'eau froide (fig. 11 et 12). Nécessaire : bassins pour réchauffer les pieds avec possibilité de s'asseoir. Pas d'activité physique (gymnastique - natation).

Vestiaire (commun ou cabines) : Nombre de clients doublé les jours de pointe (fig. 14). Prévoir des salles supplémentaires de repos et de massage dans les saunas publics (fig. 10). Pour 30 clients environ, 2 postes de massage et 1 salle de repos, à l'écart de la zone d'activité, pouvant contenir le tiers des personnes.

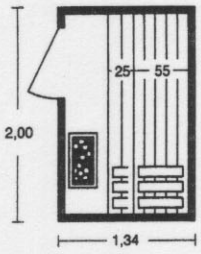
Températures ambiantes : Vestiaire 20 à 22°C. Lavage avant entrée au moins 24 à 26°C. Salle fraîche (eau froide), pas plus de 18 à 20°C. Salle de repos, 20 à 22°C. Salle de massage, 20 à 22°C.

Dimensions standards : Disponible dans le commerce, saunas complets de dimensions 191/117, 134/200, 160/200, 176/200, 210/200 (fig. 4 à 7).

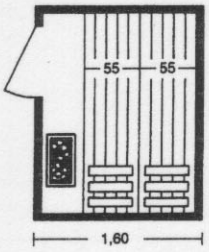
Dimensions et formes spéciales : Il existe des saunas ronds, hexagonaux ou octogonaux. Un plafond de sauna incliné pour l'encastrement sous combles est livrable. Agréable : chauffage indirect du sauna et fourneau de sauna caché (fig. 9).



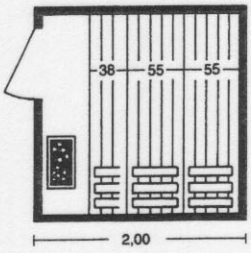
④ Sauna en coin.



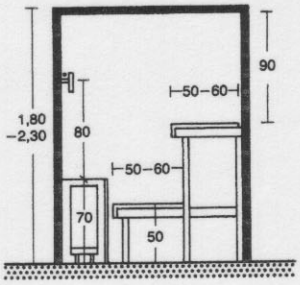
⑤ Sauna pour 1 à 3 personnes.



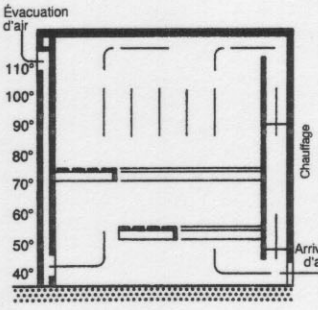
⑥ Sauna pour 2 à 4 personnes.



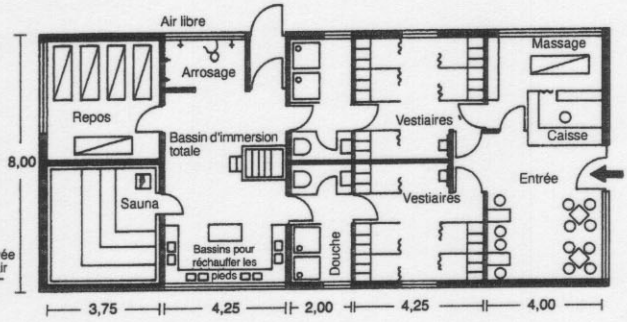
⑦ Sauna pour 3 à 5 personnes.



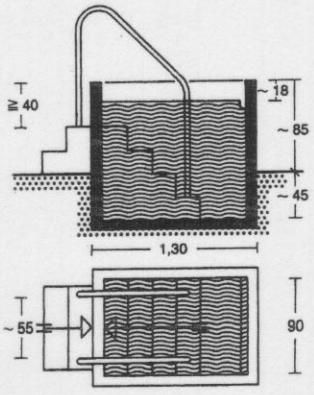
⑧ Coupe.



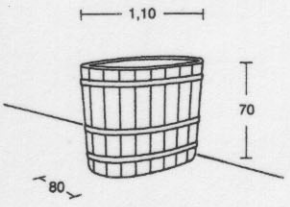
⑨ Coupe d'un sauna avec chauffage indirect (Bemberg).



⑩ Plan d'un sauna pour 30 personnes.



⑪ Bassin d'immersion.



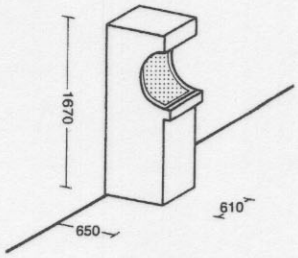
⑫ Baquet d'immersion.

Puissance	Dimensions des appareils de chauffage cm						Diam. cond.	Volume cabines
	1			2				
kW	L	l	H	L	l	H	mm²	m³
3	43	13	50				3×2,5	2–3
4,5	43	26	55	51	33	62	5×2,5	4–6
6	43	26	55	51	33	62	5×2,5	6–10
7,5	43	26	55	51	33	62	5×2,5	8–12
9	43	26	55	51	33	62	5×2,5	10–16
10,5				51	33	62	5×2,5	12–17
12	69	35	62				5×2,5	14–18
15	82	35	62				5×4	16–22
18	82	35	62				5×6	18–24
21	108	35	62				5×6	20–28
24	108	35	62				5×10	25–40

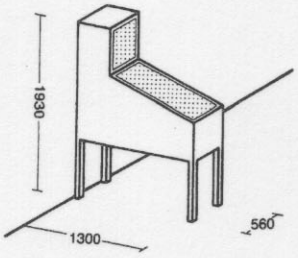
⑬ Données techniques pour sauna.

Surface nécessaire par personne	
Vestiaire	0,8 – 1,0 m²
Lavage avant entrée	0,3 – 0,5 m²
Sauna	10,5 – 0,6 m²
Salle fraîche	1,0 – 1,5 m²
Salle de repos	0,3 – 0,6 m²
Air libre	> 0,5 m²
Massage	6–8 m²/banc
Dimensions des locaux. Ex. 30 pers.	
Vestiaire	24 – 30 m²
Lavage avant entrée	9 – 15 m²
Sauna	15 – 18 m²
Salle fraîche	30 – 45 m²
Salle de massage	12 – 18 m²
Salle de repos	9 – 18 m²
Entrée, toilettes Dégagement	99 – 144 m² + 21 – 35 m²
Bain d'air 20-50 m²	120 – 179 m²

⑭ Surfaces nécessaires et dimensions des locaux.



① Jeu vidéo.



② Flipper.

La mise en service de jeux avec possibilité de gains est réglementée. Un jeu pour lequel il existe des gains en argent ou en marchandises peut être mis en service dans des salles de jeux ou entreprises similaires.

Pour une machine à sous ou à lots, 15 m² sont nécessaires, le chiffre total ne devant pas dépasser 10 appareils (fig. 9).

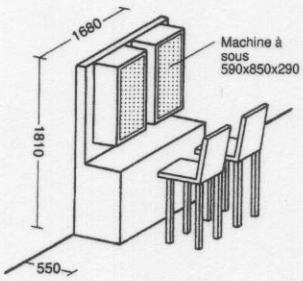
On comptabilise dans la surface de base les débarras, les couloirs, les toilettes, les vestibules et les escaliers à l'exception du perron.

Il faut tenir compte, lors de la construction de salles de jeux, de la réglementation des services concernés.

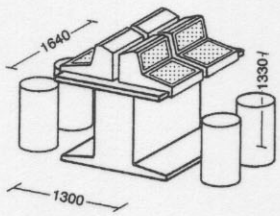
Des appareils récréatifs avec gain de lots peuvent aussi être installés dans des salles de jeux.

Autres jeux uniquement si le gain est financier. Des jeux sans nécessité d'autorisation ne peuvent être organisés dans des salles de jeux. Des salles de jeux annexes peuvent disposer d'installations sanitaires communes (fig. 9).

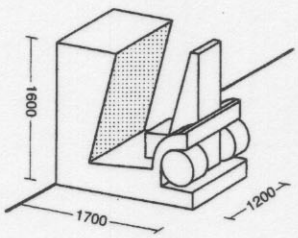
Les salles de jeux « Pachinko » sont fréquentes au Japon (fig. 10 et 11), les billes (boules) gagnées durant le jeu peuvent être échangées à la caisse contre des marchandises.



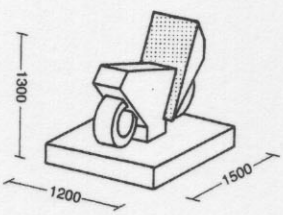
③ Stands de machines à sous.



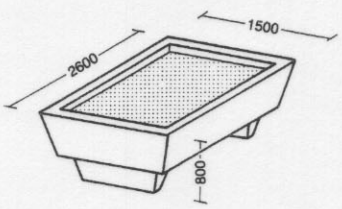
④ Jeu de cartes.



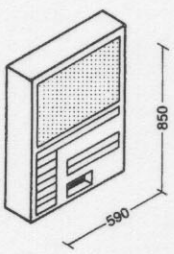
⑤ Simulateur de conduite.



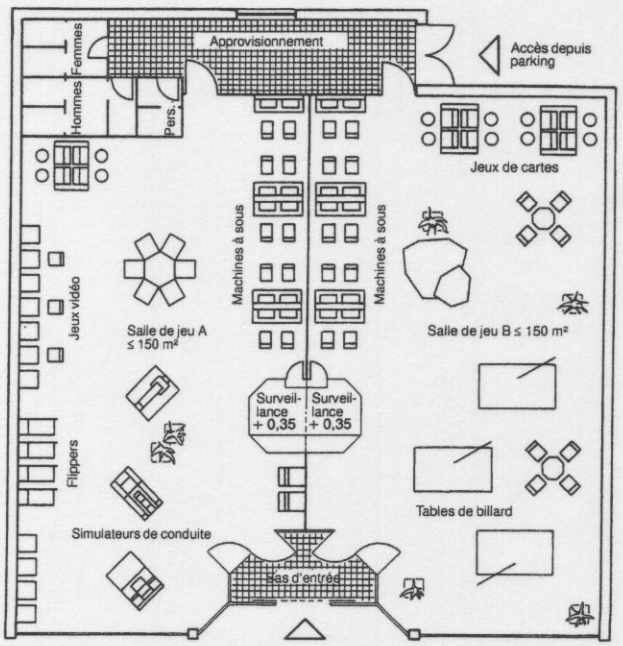
⑥ Simulateur de conduite.



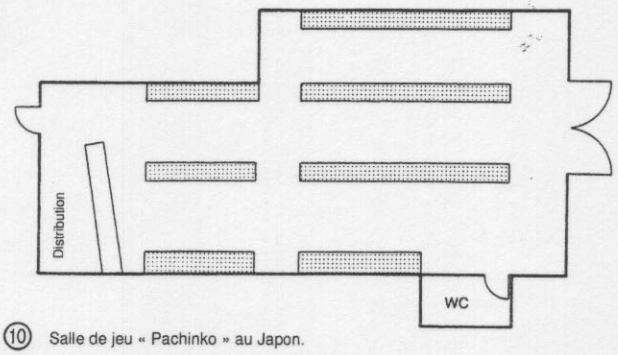
⑦ Table de billard.



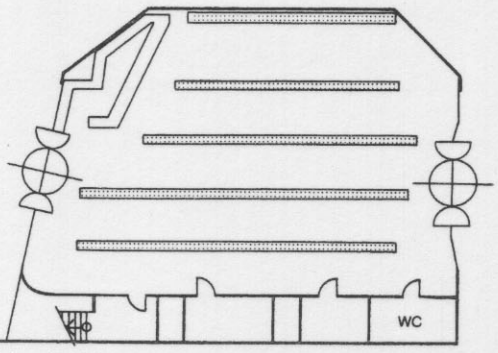
⑧ Machine à sous.



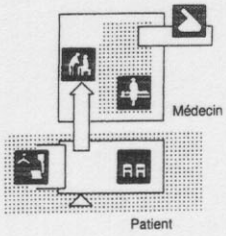
⑨ Plan d'une salle de jeu A + B.



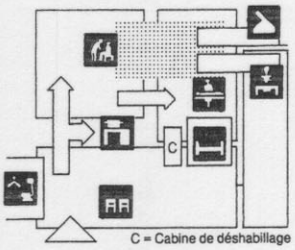
⑩ Salle de jeu « Pachinko » au Japon.



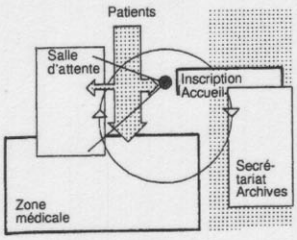
⑪ Salle de jeu « Pachinko » au Japon.



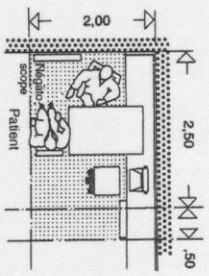
① Cabinet médical solution minimale.



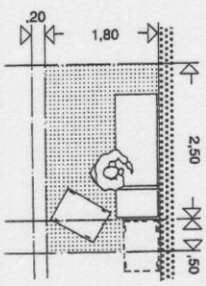
② Cabinet médical solution normale.



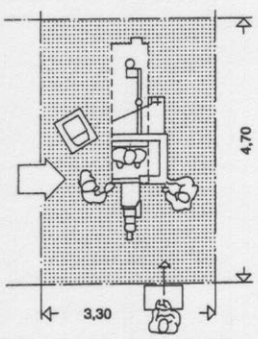
③ L'accueil sert de sas, de guidage et de contrôle du passage des patients.



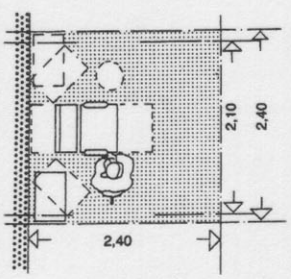
④ Surface minimale pour consultation.



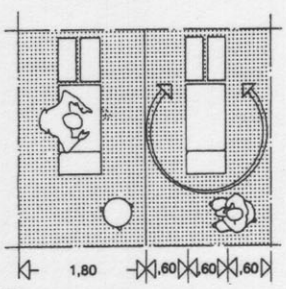
⑤ Surface minimale pour l'auscultation des malades couchés.



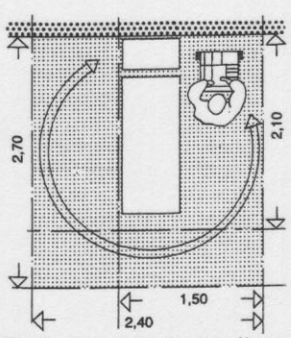
⑥ Champ de radios avec tableau de commande.



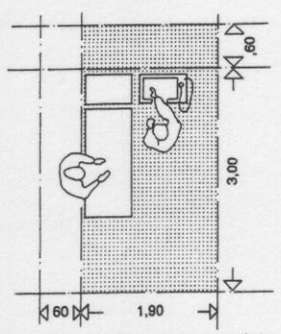
⑦ Surface minimale prise de sang.



⑧ Tables de massage alignées.



⑨ Surface minimale pour électrocardiogramme.



⑩ Surface nécessaire pour échographie.

Cabinet médical

La forme la plus fréquente est celle du cabinet médical de généraliste ou de spécialiste. Caractérisés par des salles d'attente bondées, au décor souvent rudimentaire ou exagérément puriste, ils sont souvent installés sans aucun effort de planification dans des immeubles d'habitation ou de bureaux. La demande croissante de prestations médicales face à la disponibilité restreinte et aux horaires du médecin, ainsi que le souhait de thérapies sur place, rendent nécessaires une optimisation des cabinets médicaux.

Ce sont ces motifs qui obligent un changement de structure tendant vers les cabinets de groupe, les associations de médecins et les cabinets médicaux. Malgré ces tendances bien réelles, les cabinets médicaux nécessitent une planification attentive, car, dans les zones faiblement urbanisées, ils permettent les examens préventifs et les premiers soins médicaux à proximité immédiate des patients.

La forme la plus simple est le cabinet médical dans lequel sont séparées **la zone médicale et la salle d'attente des patients**. Celle-ci est pourvue de vestiaire et de toilettes; la zone médicale, d'une salle ou d'un espace de consultation, d'une salle de soins et d'un laboratoire. Un cabinet ainsi structuré pourrait être même dirigé par un médecin seul.

On augmente la fréquentation en embauchant du personnel qualifié et en scindant la zone médicale en un domaine de consultation et d'auscultation, un autre de soins infirmiers dans une salle accessible de la salle d'attente et un dernier pour les diagnostics.

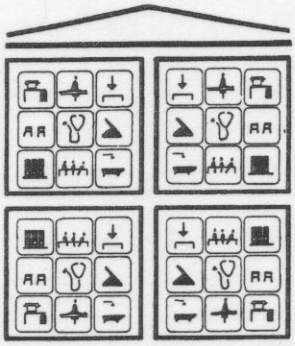
Ce principe correspond à la solution standard pour un cabinet médical. Il peut être complété par l'ajout de **zones de soins sans médicaments** comme la kinésithérapie, ce qui entrainera l'augmentation du personnel spécialisé et des espaces sociaux. D'autres possibilités d'accroissement doivent être calculées très sérieusement, car il apparaît très facilement une divergence entre l'utilisation et les délais d'amortissement. La taille de la salle d'attente est fonction du nombre et de la fréquentation des salles de soin et de la spécialisation du médecin. À proximité de l'entrée, du secrétariat et des toilettes, il faut prévoir un coin vestiaire avec des patères.

La taille de la **réception** est fonction du degré d'automatisation, mais doit comporter au moins 6,00 m². De cet endroit, le personnel doit pouvoir surveiller la salle d'attente, l'entrée et la sortie. Un accès relativement court au secrétariat, aux archives et au domaine médical est rationnel parce que c'est là que se rejoignent les interphones, hauts-parleurs et moyens de transport mécaniques.

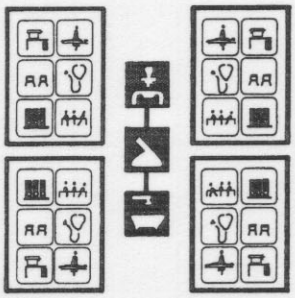
La **salle de consultations** doit avoir au moins 6,00 m². Pièce visuellement et phoniquement isolée, elle est conçue en premier lieu pour les fonctions de consultation, de diagnostic, de thérapie, d'actes médicaux.

Les **salles d'auscultation** divergent dans leur taille par le fait que l'on doit ausculter et soigner un patient assis ou allongé. L'ameublement minimal nécessaire est un siège pour le malade ou une table d'examen, un tabouret réglable et une table d'instruments. Il faut aussi tenir compte d'une liberté de mouvements suffisante pour le médecin et le malade.

La taille d'autres **salles de soins** (thérapie, radios, prises de sang), dépend des instruments spécialisés nécessaires, des appareils, des surfaces de rangement, des chaises et de l'espace nécessaire au personnel. Ces pièces doivent souvent être pourvues de cabines de déshabillage (1,5 m²).

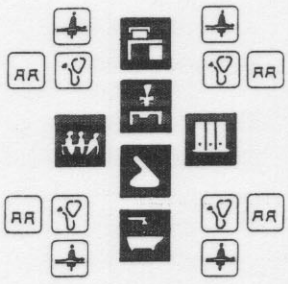


① Schéma d'une maison médicale.

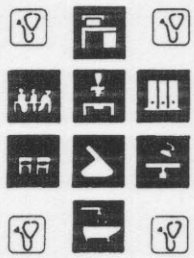


② Groupement d'appareils schématisé.

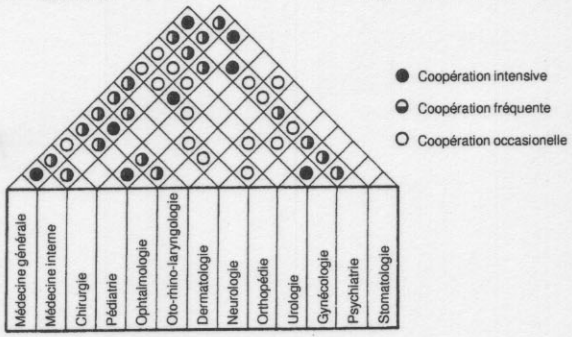
En raison de la tendance continue vers la spécialisation des futurs médecins, une évolution s'opère vers des centres médicaux et de diagnostic, offrant des prestations médicales étendues. Les avantages pour les patients sont : des temps d'attente réduits ; un meilleur auto-contrôle des médecins, ainsi qu'une plus grande facilité d'appel pour une visite à domicile, les désavantages se situant plutôt dans le fait que le patient peut voir réduire sa liberté de choix du médecin, ressentir une atteinte accrue à son intimité. Pour le médecin, les avantages sont les suivants : horaire régulier, échange d'informations professionnelles et donc plus grande sécurité ; à l'inverse, il y a des restrictions dans la liberté individuelle, des conflits d'intérêts, une disponibilité plus réduite du personnel commun ainsi qu'une perte de contact avec le patient. **L'exercice médical de groupe** signifie que deux ou plusieurs médecins sont regroupés en vue d'une activité professionnelle commune avec personnel et locaux communs. À l'opposé de cela, il existe fréquemment des **maisons médicales**, simple juxtaposition ou un empilage de cabinets individuels sans possibilité de rationalisation, et dont l'avantage se situe dans la proximité d'un confrère recommandé. Une autre forme de travail confraternel en commun est **le groupement de moyens médicaux**, dans lequel les médecins traitent leurs malades comme dans un cabinet individuel tout en utilisant les appareils communs avec le personnel qualifié correspondant. L'effet de rationalisation peut être encore augmenté quand, à côté des blocs médico-techniques, d'autres blocs fonctionnels peuvent être regroupés. De tels **groupements de cabinets et de moyens** signifient une économie spatiale conséquente pour une plus grande capacité de production et un confort accru, lorsque, par exemple, des unités fonctionnelles telles que radiographie, laboratoire et soins ainsi que l'administration et les locaux pour le personnel peuvent être utilisés en commun. Il est possible de regrouper les mêmes spécialités ou des spécialités différentes, sachant que ceci n'est faisable que sous réserve d'analyses de fonctionnement et d'études de marché, afin que les salles d'auscultation et de soins puissent être utilisées efficacement par roulement.



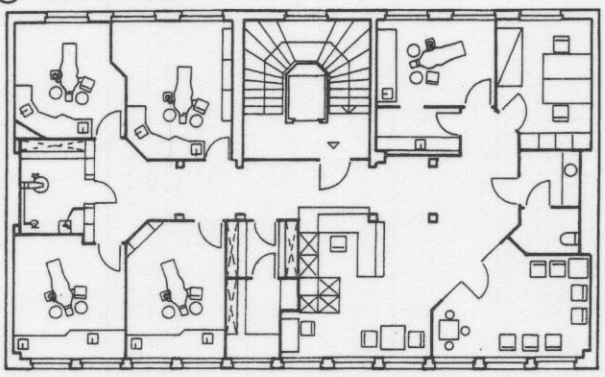
③ Cabinet de groupe avec espaces communs.



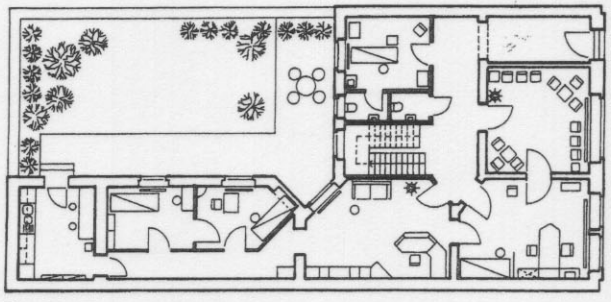
④ Cabinet de groupe avec espaces et organisation communs.



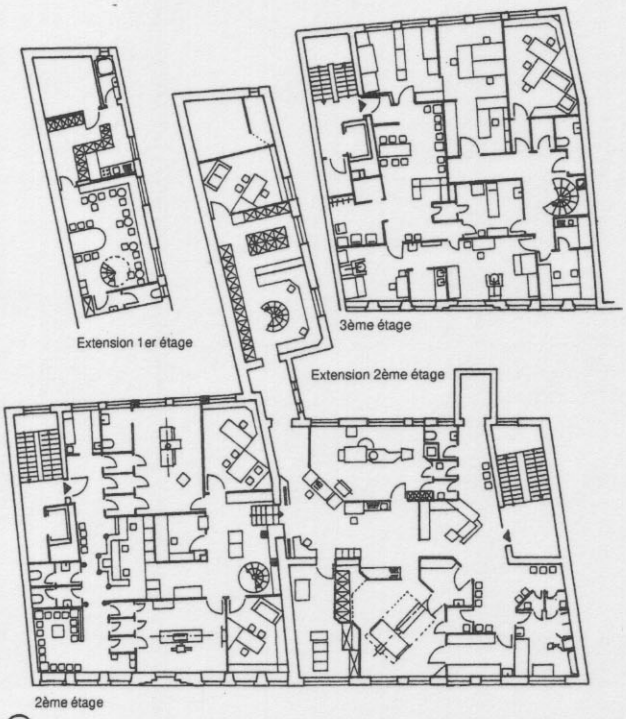
⑤ Schéma de coopération des spécialisations médicales.



⑥ Cabinet dentaire 1er étage. Arch. : M. Goetz



⑦ Cabinet simple de médecin. Arch. : Duo Design

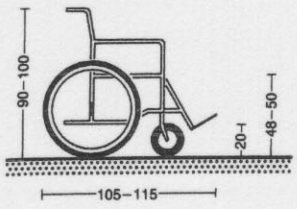


⑧ Institut de radiologie 2ème étage. Arch. : Monz

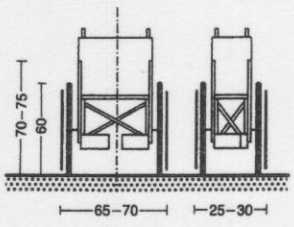
INSTALLATIONS POUR HANDICAPÉS

d'après D.P. Philippen

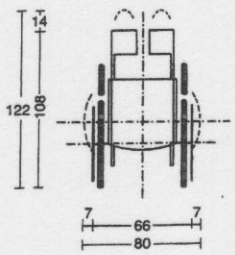
Un environnement qui tient compte des handicapés demande une adaptation des constructions en fonction des appareils qu'ils utilisent et de l'espace nécessaire au déplacement de ces appareils. Le module correspond aux dimensions du fauteuil roulant (fig. 1 à 4) et au volume dans lequel le handicapé peut se mouvoir (fig. 9 à 12). On détermine ainsi les dimensions des pièces, les largeurs des portes et couloirs (fig. 13 à 16). Lorsqu'on réalise un projet d'ensemble, les trajets, vers les WC par exemple, doivent être contrôlés, il faut connaître le nombre de portes, d'interrupteurs, etc., qui sont utilisés. Il faut mettre à profit les ressources techniques : fermetures magnétiques pour les portes. Tous les interrupteurs, distributeurs automatiques, téléphone, distributeurs de papier en rouleau, boutons dans les ascenseurs, toutes les poignées, armatures, fermetures de fenêtres, etc., doivent être à la portée de la main et accessibles le bras tendu ou légèrement incliné (fig. 9 à 12).
Prévoir les cheminements d'accès au bâtiment de 1,20 à 2,00 m de large. Autant que possible trajets courts. Les rampes doivent être autant que possible droites, avec pente de 5% maximum sur une longueur inférieure à 6 m (fig. 5). Largeur de la rampe entre les mains courantes 1,20 m (1,64) (p.480). Couloirs au moins 1,30 m, mieux 2,0 m de large. Largeur de passage des portes 0,95 m. Hauteur des interrupteurs et prises 1,0 m à 1,05 m. Utiliser des boutons poussoirs larges.
Dans les projets d'urbanisme, il faut prévoir de plus la possibilité pour les personnes qui se déplacent à l'aide d'un fauteuil roulant d'accéder aux points fréquentés par tout le monde, par exemple : supermarché, restaurant, bureau de poste, boîte à lettres, banque, bureau d'assistance publique, pharmacie, cabine téléphonique, boucherie, boulangerie, parking, train, arrêt d'autobus, etc.



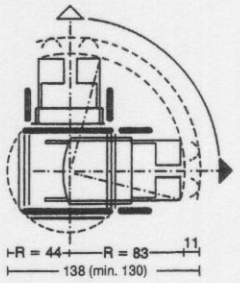
① Fauteuil roulant vue de côté.



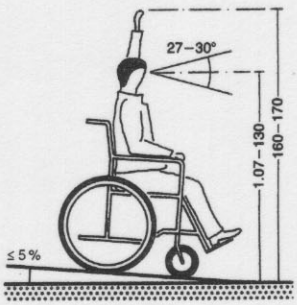
② Vue frontale - Plié.



③ Vue d'en haut.



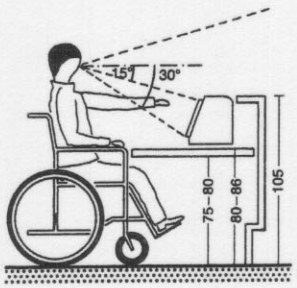
④ Espace de manœuvre.



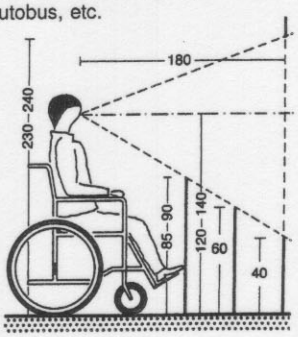
⑤ Fauteuil roulant dans une pente.



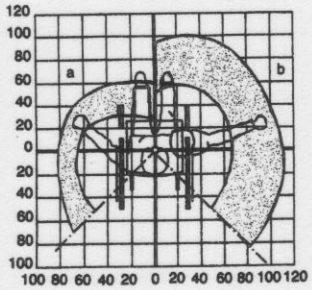
⑥ Dans des escaliers.



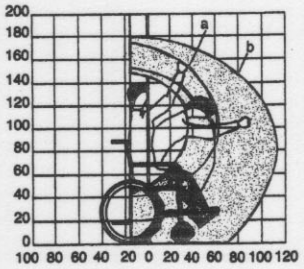
⑦ Poste de travail devant écran.



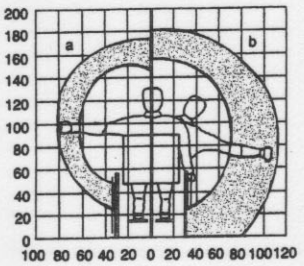
⑧ À la fenêtre.



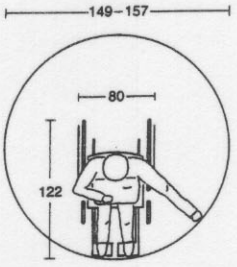
⑨ Vue du dessus.



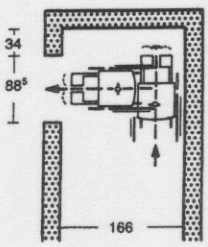
⑩ Vue de côté.



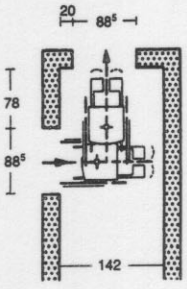
⑪ Vue arrière.



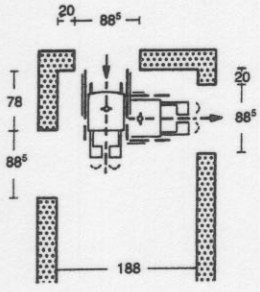
⑫ Espace minimal de rotation.



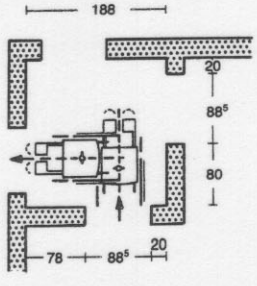
⑬ Passage par une porte.



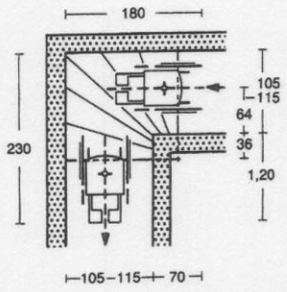
⑭ Par deux portes.



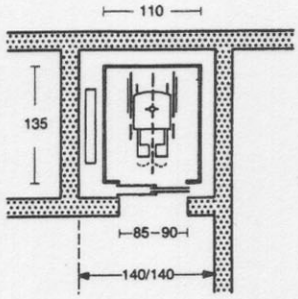
⑮ Par trois portes.



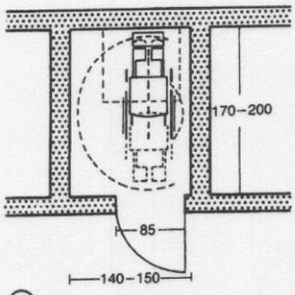
⑯ Par quatre portes.



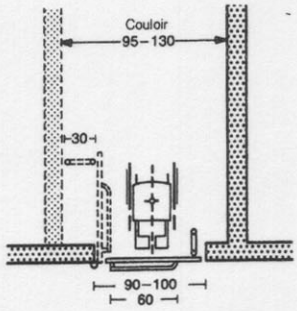
① Espace minimal pour touner dans les escaliers et les couloirs.



② Ascenseur.



③ Cabine téléphonique.



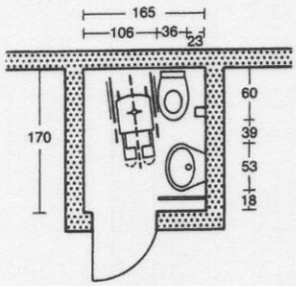
④ Ouverture et fermeture des portes.

Un logement fonctionnel est très important pour les personnes handicapées car, en règle générale, elles y passent plus de temps que les autres. Il est nécessaire pour les fauteuils roulants que les postes de travail aient une surface libre en dessous (fig. 12). La répartition en L ou en U des postes de travail est favorable aux fauteuils roulants (fig. 9 à 10). Pour une rotation de 180°, le fauteuil roulant a besoin de 138 cm en largeur et 170 à 180 cm en longueur. Ce sont ces dimensions qui déterminent la taille et les surfaces de mouvement dans les couloirs (fig. 4) séjours et chambres, entre les meubles dans les cuisines (fig. 9 à 12) et les sanitaires (fig.5 à 8).

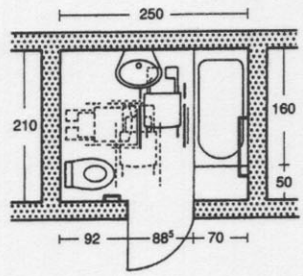
Une aire de manœuvre de 140 x 140 cm peut s'avérer suffisante si la rotation de 180° s'effectue en deux temps, ou si les parties encastrées sont libres jusqu'à 30 cm au-dessus du sol, afin d'être accessibles avec des repose-pieds.

Rangement du fauteuil roulant à l'entrée, à l'intérieur de la maison, prévoir 150 cm de profondeur et 175 cm de largeur.
Sert à passer à l'intérieur sur le fauteuil roulant pour l'extérieur.

Dans le garage, il devrait rester 100 à 125 cm entre la voiture et la porte du garage, afin que la personne handicapée puisse avoir accès au coffre (fig. 15). Les escaliers doivent être munis des deux côtés de mains courantes qui prolongent la dernière marche (fig. 13 et 14). Les escaliers doivent être droits avec marches de 16 x 30 cm. Prévoir des paliers intermédiaires de repos pour des étages trop hauts.



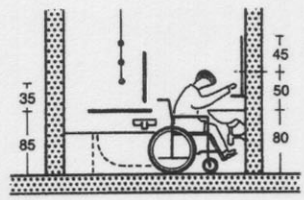
⑤ WC pour handicapé moteur.



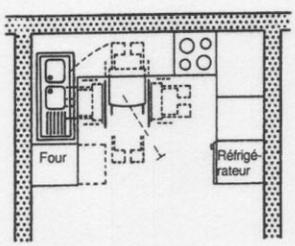
⑥ Dimensions d'une salle d'eau.



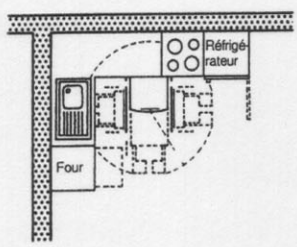
⑦ Coupe transversale.



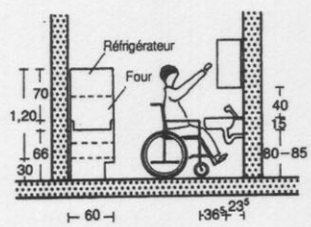
⑧ Coupe longitudinale.



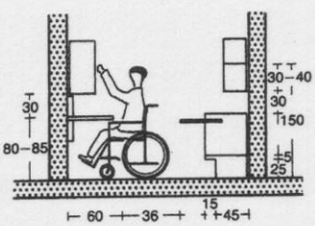
⑨ Cuisine en U.



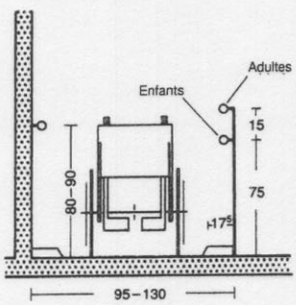
⑩ Cuisine en L.



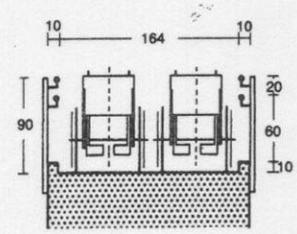
⑪ Dimensions dans la zone évier, four, réfrigérateur.



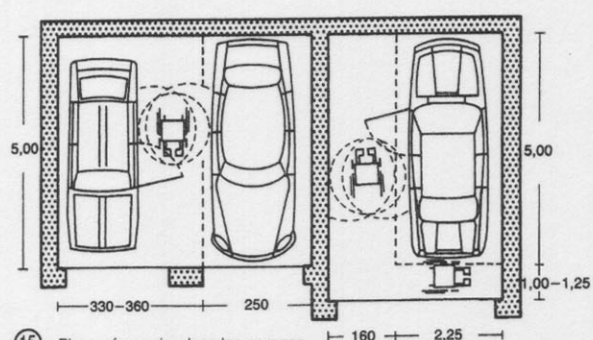
⑫ Dimensions dans les cuisines.



⑬ Dimensions pour couloirs et passages.

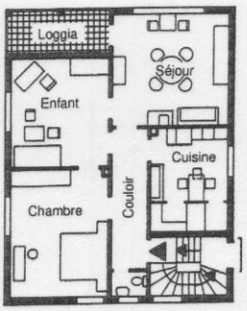


⑭ Coupe sur une rampe.

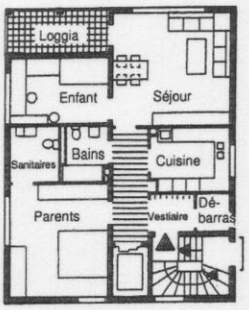


⑮ Place nécessaire dans les garages.

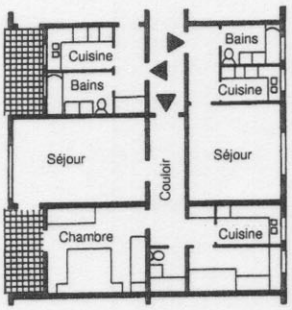
Hôpitaux Maisons de retraite



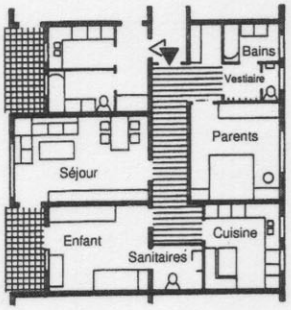
① Maison à 2 logements avant rénovation (Fig.2).



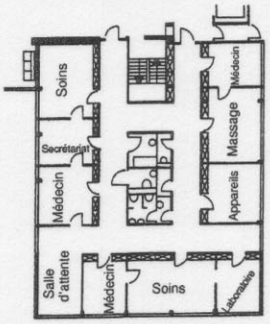
② Après modification en appartement grand invalide.



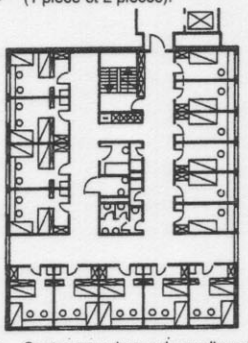
③ Appart. 1 pièce et 2 pièces 1/2 avant modification (enfant non-voyant).



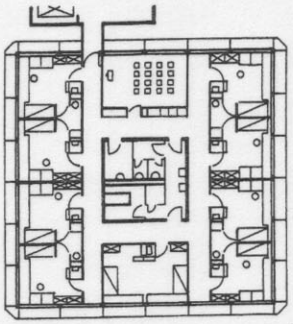
④ Après modification (1 pièce et 2 pièces).



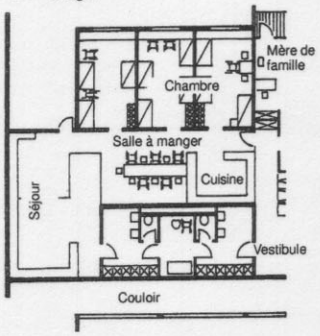
⑤ Centre pour demandeurs d'emploi. Rez-de-chaussée (fig. 6).



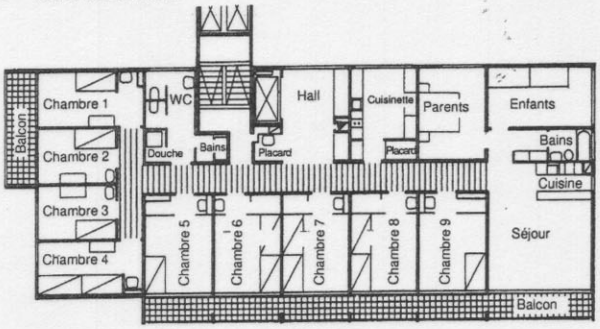
⑥ Centre pour demandeurs d'emploi. Étage.



⑦ Centre pour apprentissage et recherche du travail.



⑧ Foyer école spécialisée Etzenrot.



⑨ Foyer pour invalides Bern-Tscharnergut 1er et 2e étage (fig. 11).

Comme les logements adaptés aux handicapés ne sont pas assez pris en compte dans les projets de constructions nouvelles, des travaux de transformation d'unités de logements déjà existantes en logements adaptés sont très souvent nécessaires. La condition étant une surface de base généreuse et des possibilités simples de travaux correspondants aux handicaps. Parmi les travaux nécessaires, on trouve les **modifications des espaces** avec interventions dans la construction limitées par la statique, la construction, la surface de base; les modifications d'installations et d'éléments d'aménagement dans le domaine sanitaire et domestique, des mesures complémentaires, telles que l'ajout de rampes, d'ascenseurs, d'installations électriques supplémentaires et autres mesures d'aménagement intérieur. L'ampleur d'une modification dépend du degré d'invalidité des habitants, ainsi que de leurs activités à l'intérieur du logement. C'est pourquoi les modifications sont souvent très spécifiques et doivent être déterminées en fonction de la personne handicapée. Il faut prêter attention aux possibilités d'accès par la rue, aux revêtements de sol à changer éventuellement, à la création d'une place de parking pour voiture permettant l'accès en fauteuil roulant.

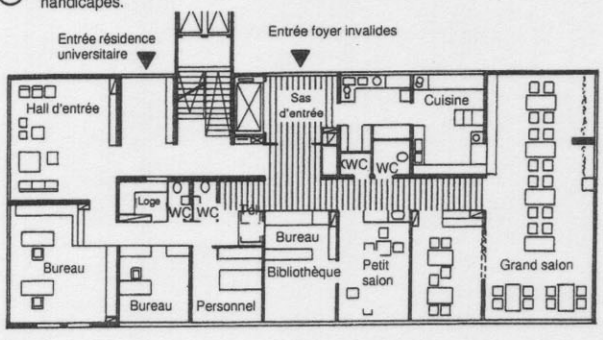
Bâtiments appropriés. Avant de commencer les travaux de modification, il faut opérer une vérification minutieuse du logement existant quant à la répartition des pièces et à la construction. Les appartements au rez-de-chaussée avec une surface de base suffisante sont particulièrement appropriés. Les ajouts de rampe et raccords domestiques techniques qui conduisent à la cave sont meilleur marché.

Proportion des modifications. Il faut différencier trois groupes d'invalides avec exigence minimum correspondante :
- Membres invalides d'une famille (époux, épouse, enfants) qui travaillent à l'extérieur. Les modifications se situent sur l'accès de la maison / l'appartement, l'aménagement d'une liberté de manœuvre suffisante dans le séjour et la chambre, des aménagements spécifiques adaptés dans la salle de bains et les WC.
- Des personnes invalides qui ont un travail à la maison. Là, il faut ajouter des modifications supplémentaires dans la cuisine et l'appartement, pour faciliter les travaux ménagers.
- Les grands invalides qui ne sont que partiellement ou pas du tout autonomes et sont ainsi tributaires d'une aide continuelle. Il faut créer des facilités, particulièrement pour les handicapés moteurs, en ce qui concerne les soins et le transport. Les lits amovibles de façon autonome et les fauteuils roulants modifiables nécessitent beaucoup de place.

Comparaison de taille d'appartements. Alors que les appartements pour personnes agées ne présentent pas d'augmentation de surface par rapport aux appartements normaux (les modifications concernent les largeurs de portes et la grandeur de la surface utile), il faut modifier en conséquence les surfaces habitables en particulier pour les utilisateurs de fauteuils roulants et les non-voyants. La norme revendique pour ce type d'appartement des pièces supplémentaires : sanitaires pour l'utilisateur de fauteuil roulant, séjour supplémentaire pour non-voyants.

Logements	Logement pour handicapés (m²)	Logement normal (m²)
Logement 1 personne	49,99	40,46
Logement 2 personnes	67,69	56,47
Logement 3 personnes	94,80	79,74
Logement 4 personnes	95,26	80,50
Logement 1 personne	53,70	43,93
Logement 4 personnes	101,17	86,38
Logement 3 personnes	103,23	88,33

⑩ Exemples de surfaces avant / après modification en logements appropriés aux handicapés.



⑪ Foyer pour invalides Bern-Tscharnergut rez-de-chaussée.

INSTALLATIONS POUR HANDICAPÉS

LOGEMENTS

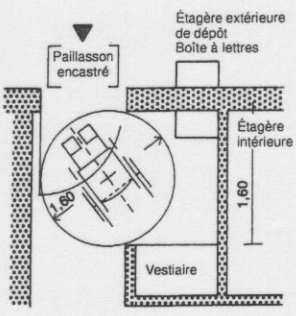
Accès. Dans les constructions de logements en location, l'accès par les couloirs est la solution la plus répandue. Il faut donc éviter un maximum d'angles et de coins, un couloir droit est adéquat. Pour les pavillons, il faut prévoir des dimensions suffisantes pour le sas d'entrée, prévoir vestiaire et dépôt d'objets. La surface minimale pour les couloirs d'entrée devrait être de 1,50 x 1,50 m, pour une porte tambour à un seul battant 1,70 x 1,60. Un équipement particulier pour des colocataires non voyants tel que l'interphone à l'entrée du logement et à la porte d'entrée est important.

Habitat. Prendre soin dans les pièces de séjour de laisser une liberté de mouvement suffisamment grande pour les fauteuils roulants. Deux ou trois autres handicapés moteurs devraient avoir suffisamment de place lors de leur visite, car les handicapés ont habituellement des relations très étroites entre eux. Il faut prévoir pour les non-voyants une pièce supplémentaire pour la littérature en braille et des magnétophones. L'espace nécessaire pour les livres et revues en braille est environ 3 fois plus élevé que pour les livres habituels. Des handicapés vivant seuls ont besoin de plus d'espace que des handicapés vivant en communauté. Pour des pièces de séjour avec coin repas, les surfaces minimales sont de :
dans des logements pour une personne 22 m² - pour 2 à 4 personnes 24 m² - pour 5 personnes 26 m² - pour 6 personnes 28 m². S'il faut prévoir un poste de travail supplémentaire, agrandir la surface de base d'au moins 2 m².

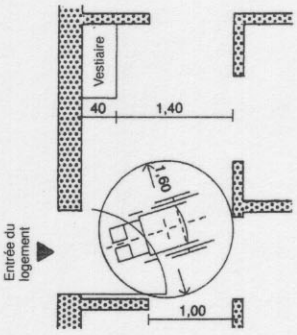
Cuisine. Une planification fonctionnelle est d'une grande importance pour la cuisine, parce que les capacités des handicapés peuvent ainsi être utilisées au maximum. Les fonctions principales telles que la conservation, la préparation, la cuisson et le rinçage doivent être reliées les unes aux autres de façon appropriée et si possible sans rupture. Le poste de cuisson, la surface principale de préparation et les robinets doivent être rapprochés le plus possible. Les surfaces de rangement doivent être accessibles au handicapé moteur, ne pas prévoir d'armoires hautes. La portée horizontale de la main est d'environ 60 cm, la zone verticale d'activité se situe entre 40 et 140 cm. La hauteur de travail optimale doit être fonction du handicapé, elle est d'environ 85 cm.

Pavillons. Le pavillon isolé à un seul niveau ainsi que la maison intégrée sur 1 niveau avec cour et jardin sont les habitations les plus adéquates pour les handicapés. Là il est facile de réaliser les exigences d'une construction adaptée aux handicapés : entrée de plain-pied, pas de dénivellation entre les différentes pièces de la maison et le jardin, éventuellement absence de portes entre les pièces, aménagement fonctionnel des pièces. Le pavillon sur deux niveaux est aussi adapté aux fauteuils roulants, en intégrant des moyens de transport verticaux adaptés (ascenseur).

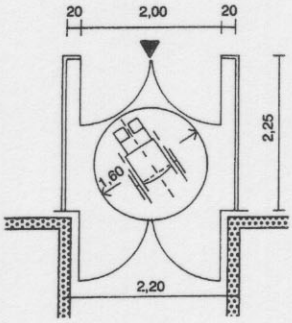
Immeubles. L'intégration de logements pour handicapés dans des immeubles normaux est la solution la plus sociale, la formation de ghetto pouvant ainsi être évitée. La solution économique et fonctionnelle de transformation de logements normaux en logements adaptés aux handicapés est pratiquement impossible, ces logements doivent être planifiés dès la construction. La situation la plus favorable pour un logement pour handicapé est au rez-de-chaussée, afin d'éviter le transport vertical.



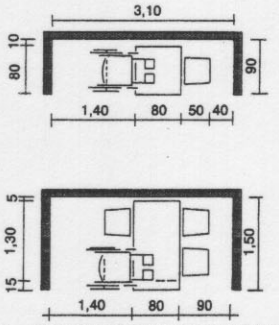
① Entrée basse avec vestiaire bas.



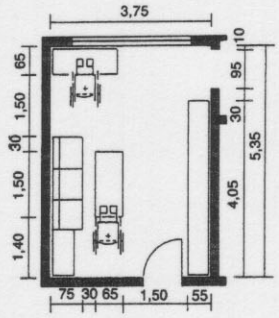
② Entrée latérale.



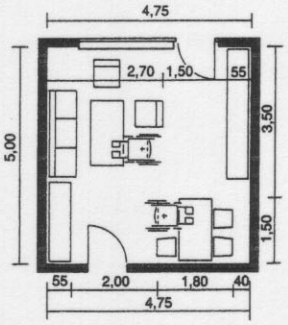
③ Sas avec deux portes à 2 vantaux.



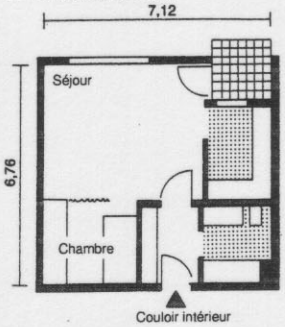
④ Disposition du coin repas pour 2 à 4 personnes.



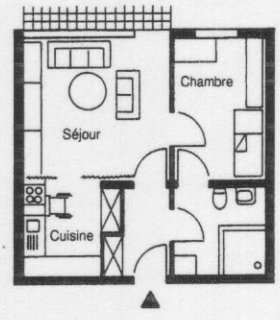
⑤ Séjour sans coin repas pour 4 personnes (20,60 m²).



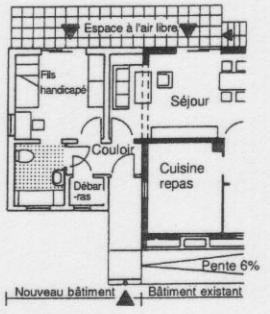
⑥ Séjour avec coin repas pour 4-5 personnes (23,75 m²).



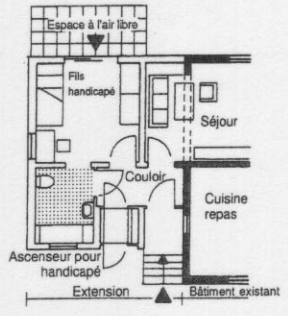
⑦ Logement 1 pièce pour handicapé moteur.



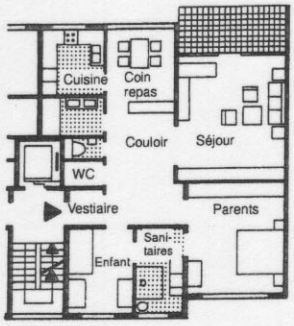
⑧ Logement 2 pièces.



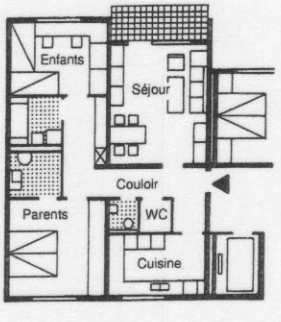
⑨ Extension d'une maison pré-existante pour 2 familles, avec rampe pour la dénivellation.



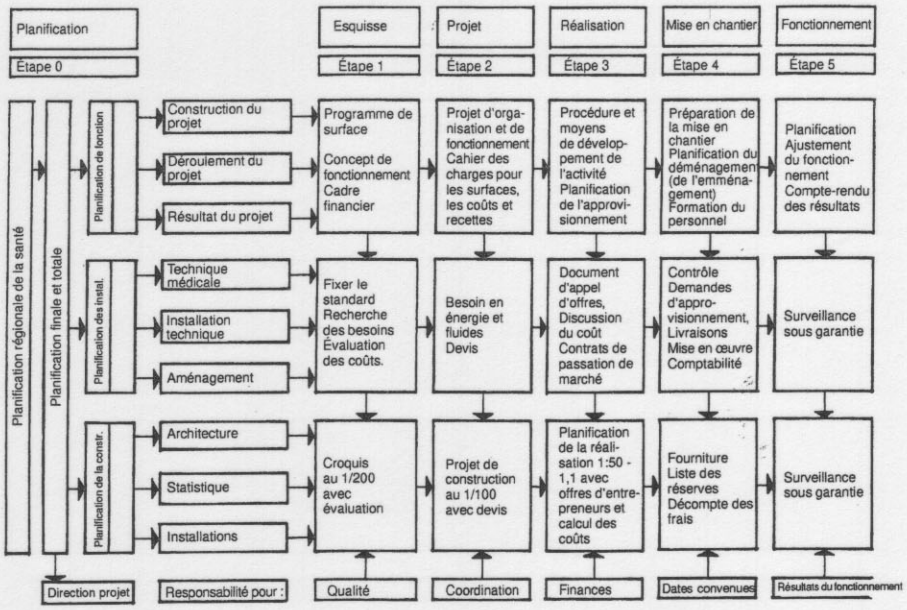
⑩ Construction d'un ascenseur pour handicapé.



⑪ Logement de 3 personnes adapté aux handicapés.



⑫ Logement de 4 personnes adapté aux handicapés.



① Domaines et étapes de planification pour la construction d'un hôpital.

Planification de fonctionnement
Les coûts d'investissement dans un hôpital sont particulièrement élevés, c'est pourquoi une planification de fonctionnement subtile et un programme économique en surfaces pour la réduction des frais de fonctionnement et de personnel doit être pris en considération avant toute chose. La planification de fonctionnement est discutée dans la phase de programmation initiale en commun avec le maître d'ouvrage, les médecins, les architectes, les spécialistes et l'administration de l'hôpital, pour réduire le risque de mauvaises décisions d'investissements et de coûts de fonctionnement défavorables. La collaboration préalable et totale de l'architecte avec l'administration et les ingénieurs spécialisés (planificateurs d'hôpitaux, hygiénistes) est importante. En se fondant sur la planification de l'exploitation, les plans déterminent la construction et la forme, ainsi que les systèmes d'installation et d'extension, et combinent la planification de l'aménagement avec les exigences médico-techniques et celles de l'équipement.

Généralités
Les établissements de soins sont destinés aux traitement et soins de patients atteint de maladies aiguës ou chroniques.
On peut en différencier les caractéristiques médicales et curatives par la nature et l'ampleur, par le nombre de spécialités, la taille des différentes sections et installations de traitement : assistance grâce aux spécialisations de la médecine curative; prévention (prophylaxie) et suivi médical (rééducation) de la médecine préventive et curative; examens (diagnostics) et traitement (thérapie); intensité des soins et standing des chambres, et aussi selon l'assistance sociale et religieuse, la formation et la recherche.
Alors qu'auparavant, les hôpitaux étaient volontairement planifiés comme établissements médico-chirurgicaux, on constate de nos jours une orientation vers l'humanisation des établissements. Les hôpitaux modernes ont plutôt un aspect d'hôtel, une atmosphère conviviale est plus importante que de fausses apparences d'hygiène.

Structure
L'hôpital général s'organise en secteurs de soins, d'examens et de traitement, d'hôtellerie et d'élimination des déchets, d'administration et de technique.
On prévoit les logements, éventuellement l'enseignement et la recherche, ainsi que des activités annexes. Les domaines cités sont délimités à l'intérieur de l'enceinte. Les opinions divergent quant à la répartition des différents domaines. Ce qui est important, c'est de respecter des liaisons courtes horizontales et verticales pour un cloisonnement maximal des sections isolées.
La répartition de différents postes d'activité est en rapport direct avec les formes de constructions choisies.

Types
Les hôpitaux sont répartis en hôpitaux très petits (jusqu'à 50 lits), petits (jusqu'à 150 lits), normaux (jusqu'à 600 lits) et grands. Ces derniers temps on a construit moins de très petits et de grands hôpitaux, une répartition en surface plus étendue d'hôpitaux de taille normale semble indiquer une tendance. Les administrateurs peuvent être publics, d'intérêt public ou privés, un mélange de ces représentations peut avoir lieu. Les hôpitaux sont répartis suivant leur fonction en hôpitaux généraux, spécialisés et hôpitaux universitaires (CHU).

Hôpitaux universitaires
Ils desservent un grand secteur et peuvent être comparés aux académies de médecine ainsi qu'à quelques hôpitaux généraux. Ils sont spécialement bien équipés pour les diagnostics et la thérapie et se consacrent parallèlement à la recherche et à l'enseignement. Intercaler auditorium et salles de démonstrations de telle sorte que le trafic ne soit pas gêné par les auditeurs.
Le rôle spécifique et les exigences particulières des hôpitaux universitaires nécessitent un programme spécialement conçu.

Hôpitaux spécialisés
Ils sont spécialisés dans certains genres de traitements ou certains groupes de maladies :
Hôpitaux pour urgences (accidents), cliniques de rétablissement, cliniques orthopédiques, cliniques gynécologiques. Par ailleurs il existe des centres soignant la tuberculose, le cancer, les maladies mentales et nerveuses, etc.
Les passages entre les établissements de cure, de soins, de rééducation ou de repos se font sans problème.

Nombre de lits nécessaires
De nos jours pour 1000 habitants, on a le nombre suivant de malades par an :

Hôpitaux en tout	199,2	Hôpitaux d'urgence	173,8
		Hôpitaux spéciaux	25,4

Pour 1000 habitants on a le nombre de lits suivant :

Hôpitaux en tout	11,1	Hôpitaux d'urgence	7,6
		Hôpitaux spécialisés	3,5

Durée moyenne de séjour d'un malade en jours :

Hôpitaux en tout	18,0	Hôpitaux d'urgence	13,9
		Hôpitaux spécialisés	48,2

Programme

La complexité d'un projet d'hôpital nécessite une planification systématique pour atteindre une hétérogénéité et une flexibilité en dépit de la taille du projet et du grand nombre de gens qui y participent. La construction d'un hôpital englobe toute une série de fonctions : logements, recherche (dans les hôpitaux universitaires), enseignement, industrie, stockage, administration.

À cause de la diversité des dimensions des pièces et des installations, il faut suivre une méthodologie adéquate de planification compte tenu de la multiplicité des fonctions.

L'équipe de planification composée d'architectes, de médecins, d'infirmières, d'ingénieurs spécialisés, de représentants de l'administration, doit travailler en étroite collaboration durant toute la durée du projet et de la construction, car certaines informations données lors du projet de la réalisation et de la période de fonctionnement qui s'en suit deviennent obsolètes du fait de l'évolution et se révèlent en partie insuffisantes ou erronées.

8 à 10 ans s'écoulent entre les premières réflexions sur la construction d'un hôpital et sa mise en route. Ce laps de temps correspond à une génération d'équipement médico-technique, ce qui accentue le risque de vieillissement du bâtiment à occuper s'il y a utilisation d'une méthode conventionnelle de construction et de planification.

Chaque poste de fonctionnement (une soixantaine) d'un grand hôpital peut être modifié pour des raisons d'hygiène, d'organisation de travail, médico-techniques ou autres durant la période de planification ou de construction de l'hôpital.
C'est là que le programme des surfaces établi doit pouvoir être suffisamment flexible.

Les raisons des corrections du programme peuvent être les suivantes :

- changements dans les habitudes de travail des utilisateurs,
- changement des types de maladies,
- évolution des connaissances médicales,
- progrès dans la technique médicale,
- modification dans l'enseignement de la médecine,
- découvertes économiques,
- réformes dans la politique de la santé,
- modifications dans la législation sur les hôpitaux,
- modifications dans le droit relatif aux constructions.

De plus, il faut prendre en compte les normes existantes, les dispositions des associations de prévention des accidents du travail ainsi que les décrets de police avec d'éventuelles modifications.

Durée d'utilisation

La construction, les équipements et les installations ont des durées d'utilisation différentes. Après la période de planification et construction on obtient en règle générale les durées d'utilisation suivantes :

• Installations et équipements	8 à 15 ans
• Extension (achèvement extérieur)	20 à 30 ans
• Gros-œuvre	30 à 75 ans

En fonction de cela, les installations et l'équipement ainsi que l'extérieur sont renouvelés plusieurs fois durant la durée totale de fonctionnement.

Rentabilité

La modification des utilisations ainsi que les différents vieillissements influent sur la méthodologie lors de la conception de la construction.

Il faut tenir compte lors de l'étude de rentabilité de ces critères en même temps que des facilités de liaison, de la bonne organisation du travail et du regroupement fonctionnel des locaux.

Coût de la construction

Le pourcentage de la part du coût des différents postes dans le coût total de la construction est de l'ordre de :

• Ossature	15 %
• Aménagements intérieurs	11 %
• Revêtement extérieur	6 %
• Installations techniques	58 %
• Frais annexes	10 %

La qualité fonctionnelle de l'ossature relativement bon marché dans le cadre de la durée de vie d'un bâtiment est d'autant plus réelle qu'il y a moins de contraintes résultant de la statique et de la technique domestique (appuis, murs porteurs, puits de jour) qui sont des contraintes pour la distribution des locaux existants ou les modifications éventuelles.

Le volume pour des hôpitaux généraux se situe entre 140 et 240 mètre cube par lit de malade, mais ne devrait pas dépasser 300 mètre cube par lit.

Règles pour le projet

La condition pour la réalisation sans problème des phases de conception et de construction est l'application au projet des règles suivantes :

- Règles visant à la flexibilité, c'est-à-dire la capacité d'adaptation du bâtiment à des fonctions changeantes pour une structure identique des éléments de construction.
- Règles visant à la variabilité, c'est-à-dire la capacité d'adaptation du bâtiment à des fonctions changeantes en modifiant la structure d'éléments de construction non-porteurs autour des locaux, tout en maintenant la structure des éléments porteurs.
- Règles visant à la possibilité d'extension ou de réduction, c'est-à-dire la capacité d'adaptation d'un bâtiment à la demande croissante ou décroissante de locaux.

Phases de conception

L'application de ces règles entraîne une procédure par étapes lors de la conception :

- Étape A : Approbation du gros-œuvre,
- Étape B : Approbation de la distribution des locaux,
- Étape C : Approbation du second œuvre

Cette manière de procéder implique une séparation logique du gros-œuvre et du second œuvre.

Ainsi le gros œuvre peut être construit avant d'arrêter la teneur détaillée des fonctions, pour permettre à la construction d'avoir, lors de l'installation, le niveau d'actualité nécessaire.

Orientation

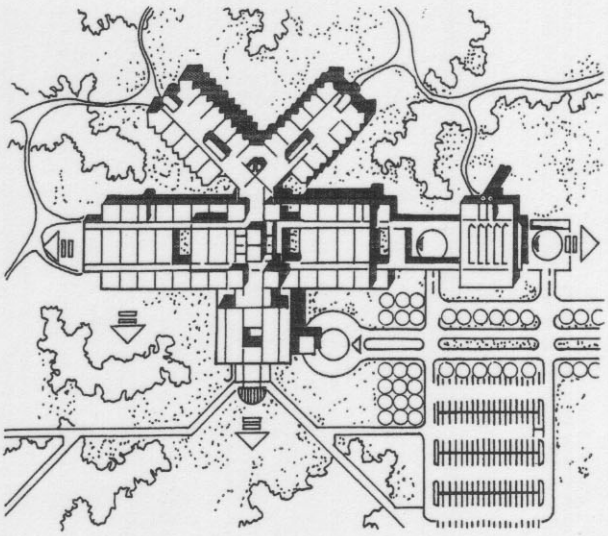
L'orientation la plus favorable pour les salles de traitement et de service se situe de nord-ouest à nord-est.

Pour les façades des chambres de malades, c'est l'orientation sud à sud-est qui est favorable : soleil agréable le matin, faible accumulation de chaleur, peu de protections contre le soleil, chaleur tempérée le soir.

En revanche, les pièces orientées est-ouest ont un ensoleillement plus profond en été, mais peu de soleil en hiver.

Dans les hôpitaux où la durée moyenne de séjour est assez courte, l'orientation importe peu.

Certaines spécialisations exigent même des chambres côté nord, afin d'éviter un ensoleillement direct du malade.



Modèle de clinique de consultation

Proposition d'un modèle de clinique en collaboration avec HCP, Hentrich Petschnigg + associés, et l'institut allemand des hôpitaux. Extension possible du bâtiment dans trois directions, séparation de la circulation des piétons et des urgences. Ravitaillement et évacuation séparés du reste de la circulation hospitalière.

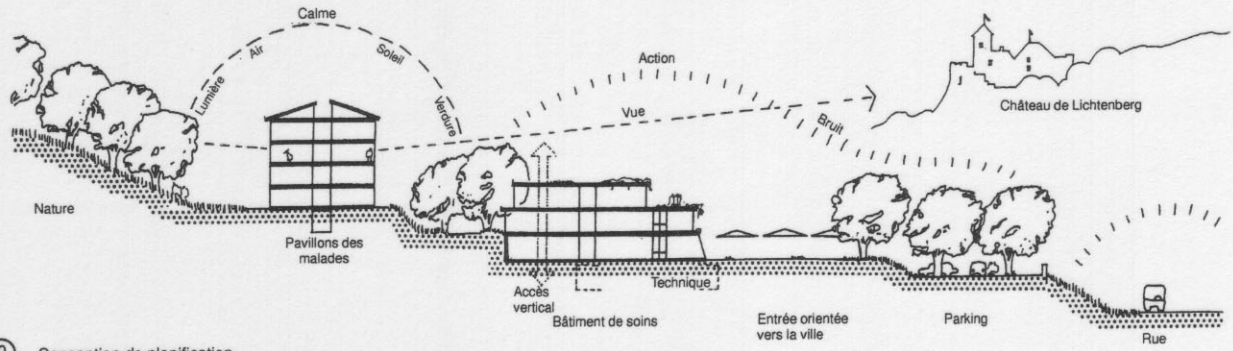
① Modèle de clinique de consultation.

Terrain

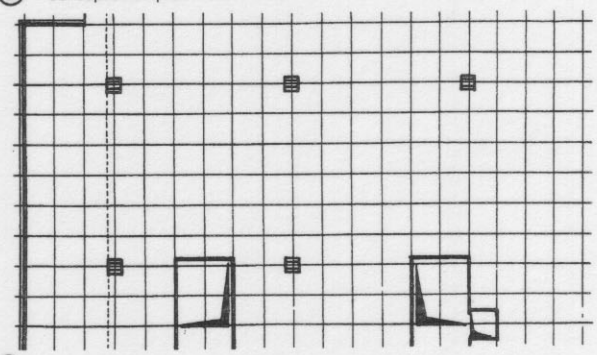
Il doit offrir suffisamment de place pour des domaines autonomes tels que logements et services d'hôpital.
Principale exigence : situation calme, prévenir par règlements communaux une éventuelle évolution de nuisances. Aucune gêne ne devrait apparaître suite au brouillard, au vent, à la poussière, à la fumée, aux odeurs, aux insectes. Le terrain d'assise doit être sain. On doit prévoir suffisamment d'espace libre pour des extensions ultérieures.

Infection hospitalière

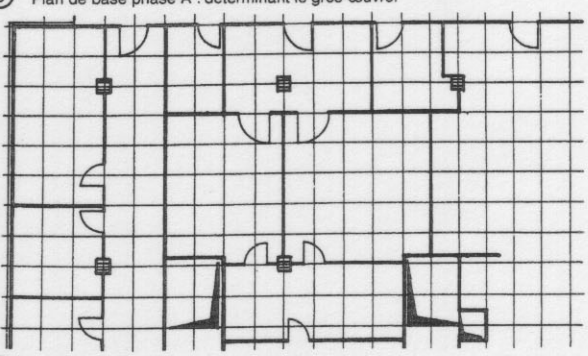
Concentration et centralisation accroissent le danger d'infection nosocomiale. Parallèlement aux mesures préventives cliniques et médicales, des mesures d'ordre architectonique s'imposent : la construction en pavillons n'étant plus fonctionnelle, on applique aujourd'hui la règle suivante : séparation des accès et locaux contagieux des non-contagieux, création de sas intermédiaires.
Éviter lors de la réalisation des détails toute possibilité d'accumulation de poussière (carrelages avec plinthes à gorges, pas de frises ni bords saillants, pas de portes moulurées). Il faut veiller à utiliser des matériaux hygiéniques et d'entretien facile.



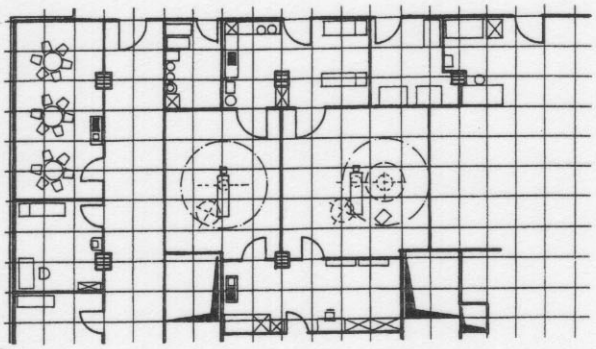
② Conception de planification.



③ Plan de base phase A : déterminant le gros-œuvre.



④ Plan de cloisonnement phase B : déterminant les pièces



⑤ Plan de second œuvre phase C.

Phase A : Plan de base (fig. 1)

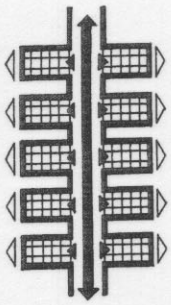
Le plan de base détermine le gros œuvre. Toutes les dimensions et informations y sont portées. Ce plan de base n'est plus modifiable (cadre de construction), les modifications ultérieures doivent se baser sur celui-ci.

Phase B : Plan de cloisonnement (fig. 2)

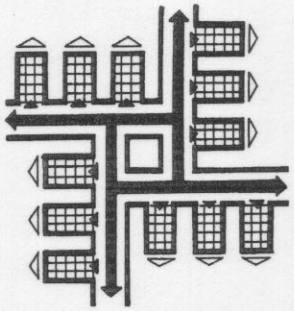
A l'intérieur de la trame indiquée par le plan de base sont fixés :
- les couloirs en fonction de leur dimension et situation
- les pièces en fonction de leur dimension et situation
Le plan de cloisonnement se réfère au plan de base.

Phase C : Plans de second œuvre (fig. 3)

Les plans de second œuvre comprennent le plan d'ameublement de l'architecte et les plans d'installation des ingénieurs spécialisés. Les plans de second œuvre se réfèrent aux indications du plan de cloisonnement, mais peuvent subir des modifications a posteriori sur les couloirs et la taille des pièces.



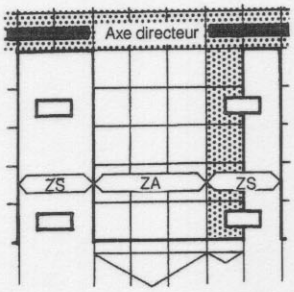
① Exemple de formes d'axes directeurs avec répercussion sur la forme totale du bâtiment.



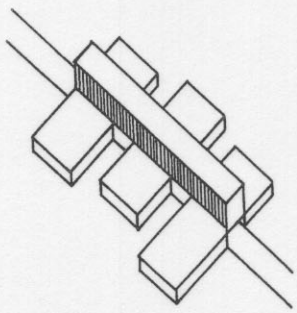
② Comme figure 1.



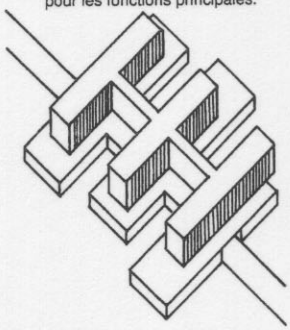
③ Comme figure 1.



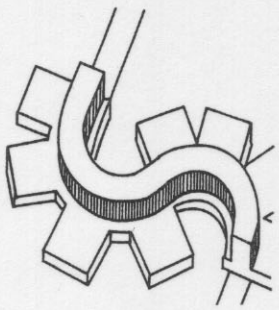
④ Zone aseptique éclairée unilatéralement; compose des surfaces pour les fonctions principales.



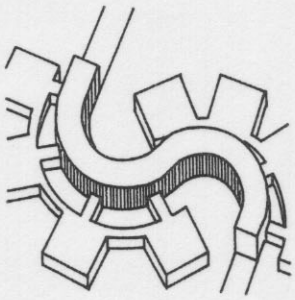
⑤—⑧ Axe directeur ouvert.



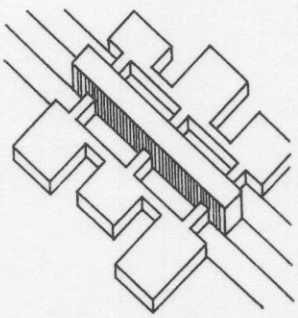
⑥ Zone de soins au-dessus des autres services.



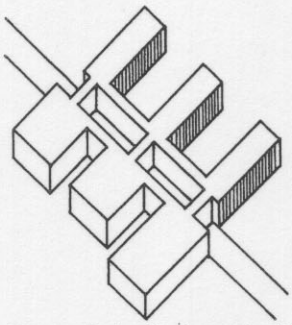
⑦ Comme figure 5 + figure 6.



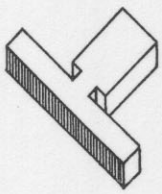
⑧ Service de soins à côté des autres services.



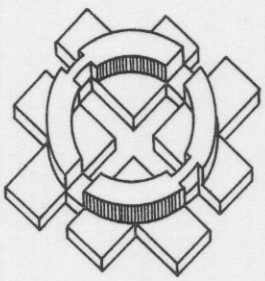
⑨ Axe directeur ouvert, zone de soins à côté des autres services.



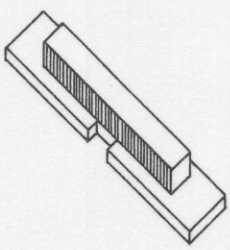
⑩ Axe directeur fermé, zone de soins à côté des autres services.



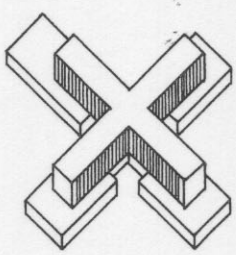
⑪ Axe directeur fermé comme figure 10.



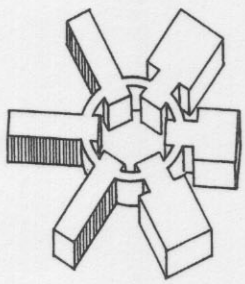
⑫ Axe directeur fermé comme figure 10.



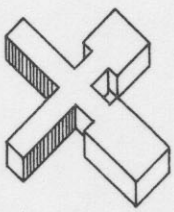
⑬ Axe directeur fermé, service de soins au-dessus des autres services.



⑭ Comme figure 13.



⑮ Axe directeur fermé, service de soins à côté des autres services.



⑯ Comme figure 15.

Axes directeurs

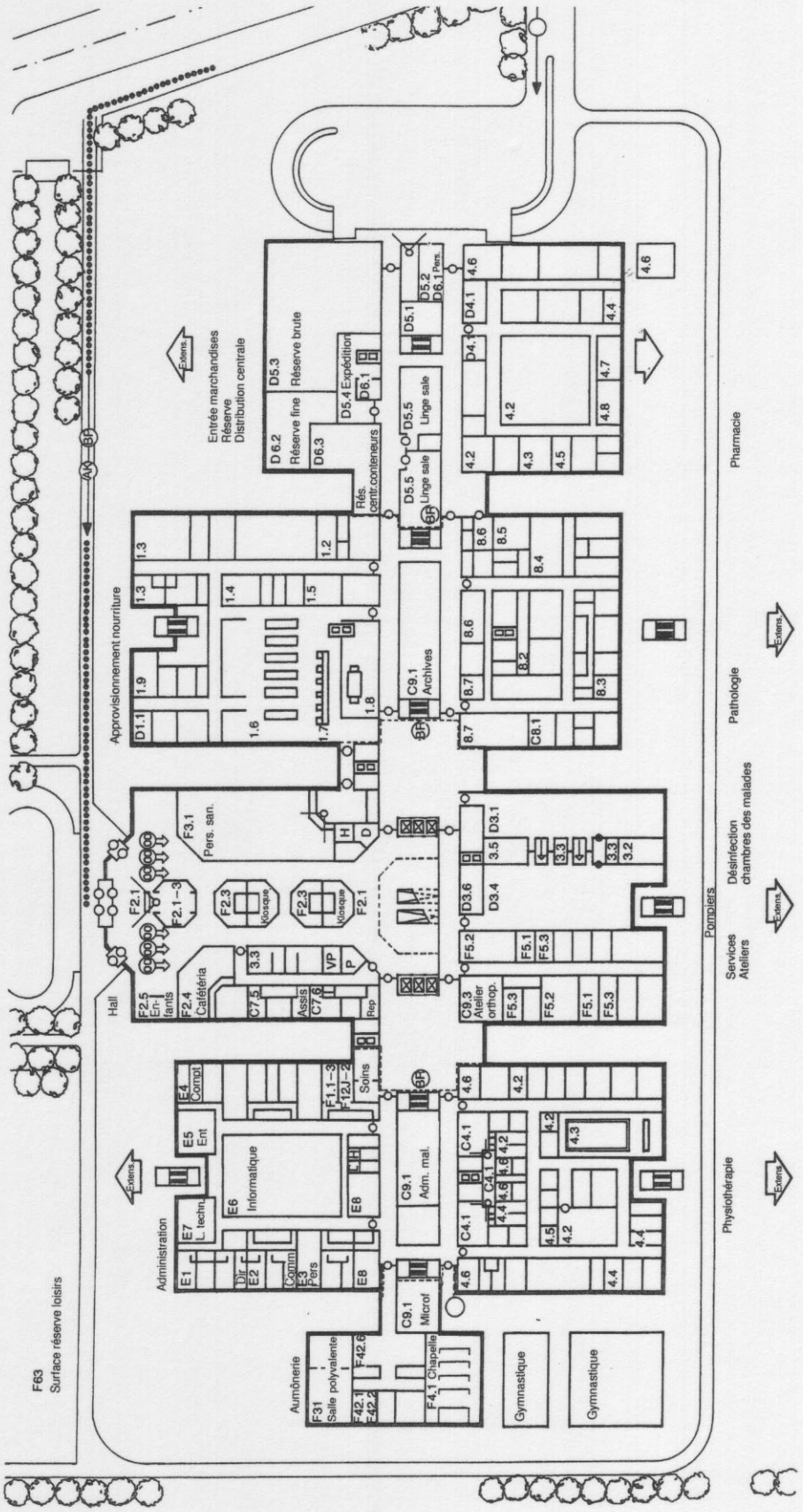
Le choix du système d'accès aux différentes ailes du bâtiment détermine le type et la mesure de sa capacité d'extension et donc le choix du système d'accès détermine la forme du bâtiment. En principe, il existe deux types d'axes directeurs possibles sous forme de diverses variations :

- axes directeurs ouverts (fig.1-9)
- axes directeurs fermés (fig.10-16)

Les axes directeurs ouverts offrent des possibilités d'extension. Les axes directeurs fermés rendent une extension ultérieure du bâtiment difficile. En contrepartie le volume nécessaire est moindre pour les axes directeurs fermés que pour ceux ouverts.

Possibilités de macroou micro-extension

Par macro-extension, on comprend la possibilité d'une adjonction de nouveaux bâtiments reliés à l'axe principal. Ainsi de nouvelles fonctions peuvent être ajoutées au bâtiment. Avec les prévisions pour la micro-extension, il n'y a que le prolongement de certaines fonctions (par ex. service de soins, zone d'opération) qui soit possible à partir de fonctions déjà existantes. Ces prédispositions doivent être prises en compte lors de la conception de l'ensemble du complexe et du choix d'un système directeur.



① Plan du rez-de-chaussée.

Soins ambulatoires

La répartition des salles de soins ambulatoires est d'une importance toute particulière.

Une séparation des accès pour les malades en urgence en soins ambulatoires et des malades hospitalisés devrait être prise en compte dès le début de la conception.

Le nombre des malades dépend de la taille et des spécialités existant dans l'ensemble hospitalier. S'il y a une fréquentation régulière et importante de malades en soins ambulatoires, une zone à part peut être construite, séparée dans sa construction du reste de l'ensemble hospitalier. Toutefois un accès rapide doit exister entre la radiologie et le service opératoire.

Exemple de projet

L'usage et l'utilité de règles imposées pour le projet se démontre plus aisément à l'aide d'un exemple concret. Sur le projet ci-contre, on reconnaît conception, interprétation des zones, choix de la trame de construction et influence d'axes directeurs sur la forme.
Esquisse de concours pour l'hôpital municipal Berlin - Reinikendorf de Mülberge, Schlenzig et Schneider.

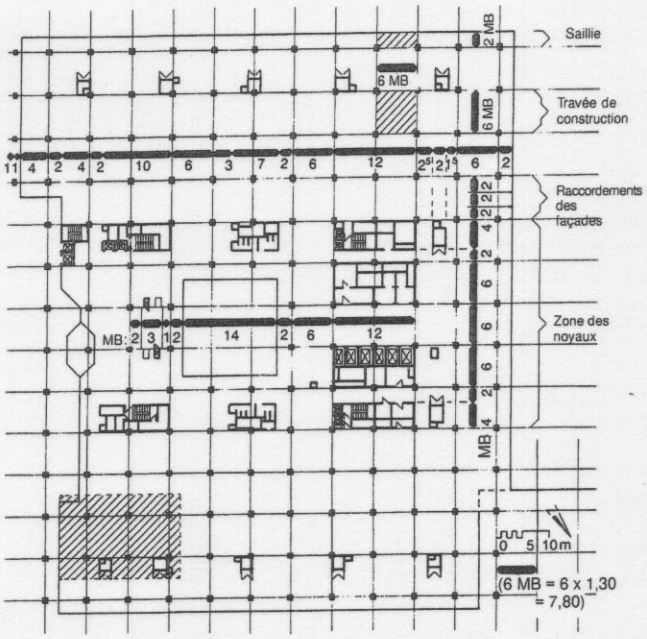
Le bâtiment à cinq étages peut avoir une micro ou macro extension. La répartition verticale est superposée de sorte que les zones de soins se situent au-dessus de l'approvisionnement, l'auscultation et les traitements. La trame de construction est de 8,40 x 8,40. Le plan de base correspond au concept du projet avec des axes directeurs ouverts et la zone de soins au-dessus des autres zones.

Sous-sol :
Approvisionnement.

Rez-de-chaussée :
Communication,
Administration,
Auscultation,
Traitements.

1er étage :
Opérations,
Accouchements,
Soins intensifs.

3e au 5e étage :
Soins.



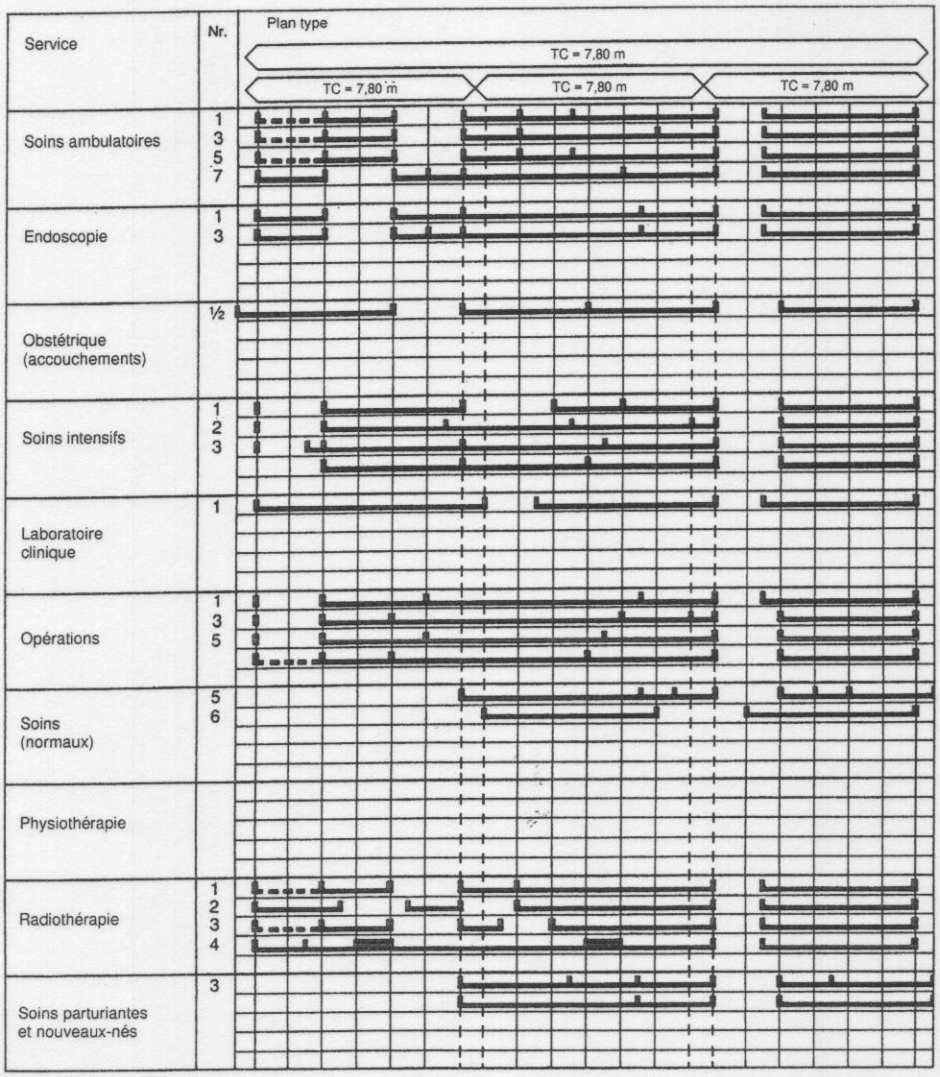
① Plan schématique de l'Hôpital cantonal de la ville de Bâle.
MB = Module de Base.

Coordination des mesures

Pour pouvoir remplir les exigences concernant la stratégie du projet, une coordination dimensionnelle modulaire offre la solution finale la plus favorable (se reporter à la norme).
Afin de déterminer la charge, la position et l'étendue d'un élément de construction, on définit les systèmes de référence, les modules de base et les multimodules.

Pour la construction d'un hôpital, les dimensions préférentielles 12 M = 1,20 m sont recommandées. Si ce module est trop grand, choisir les dimensions préférentielles 6 M ou 3 M.
Dans cette trame, tous les éléments de construction sont classés et déterminés les uns en fonction des autres.
La construction porteuse peut être dessinée à partir de la trame de base, horizontale et verticale. Une convention sur les mesures entraîne des conséquences non négligeables pour la construction.
Les systèmes de construction présents sur le marché doivent s'aligner sur la coordination dimensionnelle. C'est pourquoi il est utile d'adopter lors de la planification une mesure standard habituelle.

Les répercussions de la coordination dimensionnelle sur l'utilisation sont : diminution des délais de construction, remplacement plus facile d'éléments de second œuvre, avec moins de gêne pour les installations existantes.



Plan de base schématique de l'hôpital cantonal de la ville de Bâle dans lequel sont portés la trame de construction, les dimensions des supports, le positionnement des façades, ainsi que l'exposition et les tailles des zones des noyaux de circulation et des gaines.

Le tableau indique les proportions des surfaces utiles et des surfaces de circulation des différentes unités de fonctionnement pour une dimension de trame de construction de 7,80 m (= 78 M).

La largeur totale de 23,40 m offre les conditions requises pour un déroulement optimal du travail interne.

Cet exemple ne comprend pas toutes les unités de fonctionnement d'un hôpital, mais seulement les services les plus importants.

② Proportions des surfaces utiles et de circulation des différents services. TC = Trame de Construction

Domaines fonctionnels
Soins intensifs Soins spéciaux Soins normaux *Domaine fonctionnel 1 - Soins*
Opération Réveil Rééducation Kynésithérapie Diagnostic radios Diagnostic nucléaire Radiothérapie Laboratoire clinique de chimie Laboratoire clinique de physique Laboratoire clinique de neurophysique Accueil et traitements centraux Accouchements Dialyse Secteur anesthésie Secteur ophtalmologie Secteur chirurgie Secteur gynécologie Secteur obstétrique Secteur O.R.L. Secteur médecine interne Secteur pédiatrie Secteur neurochirurgie Secteur neurologie Secteur psychiatrie Secteur radiologie Secteur urologie *Domaine fonctionnel 2 - Auscultation / Traitement*
Domaine fonctionnel 3 - Recherche
Domaine fonctionnel 4 - Pathologie
Domaine fonctionnel 5 - Enseignement / Formation
Bibliothèque Archives *Domaine fonctionnel 6 - Informations scientifiques*
Service de garde Banque de sang *Domaine fonctionnel 7 - Installations spéciales interdisciplinaires*
Administration centrale Accueil des patients *Domaine fonctionnel 8 - Administration / Management*
Vestiaires du personnel Cantine Magasins Autres aménagements pour malades *Domaine fonctionnel 9 - Fonctions sociales*
Approvisionnement en nourriture Dépôt central Stérilisation centrale Pharmacie Lingerie Nettoyage des lits Élimination des déchets Service des transports *Domaine fonctionnel 10 - Approvisionnement / évacuation des déchets*
Foyer / Entrée Service de nettoyage Maintenance *Domaine fonctionnel 11 - Autres fonctions*
Domaine fonctionnel 1 - 11 Surface totale nécessaire
Arrondi et marge de planification (maxi. 2-3%)
Surface totale

① Programme théorique des services d'un grand hôpital, dans lequel toutes les spécialisations sont représentées.

Trame de construction

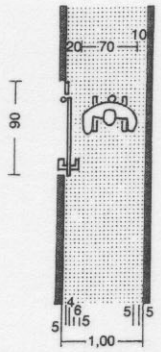
Une trame de construction peut ne pas être respectée par quelques salles importantes dans la construction d'un hôpital, mais elle dépend du déroulement interne du travail des services.
La trame de construction doit permettre une circulation optimisée et la possibilité d'une différenciation dans les services de zones pour les fonctions principales, fonctions annexes, circulation.
Une comparaison des différents services et des salles qui leur sont nécessaires entraîne une trame de construction adaptée à tous les services.
La pratique a montré que les trames de 7,20 m, voire 7,80 m étaient raisonnables.
C'est avec un entr'axe de 7,20 m ou 7,80 m que les différents services sont planifiés de la manière la plus favorable possible. Les trames de construction plus petites ne sont pas adéquates, parce que les salles de grande surface (par ex. salle d'opérations) qui doivent être absolument sans support sont plus difficiles à concevoir.

Programme de répartition des surfaces

Un programme de répartition des surfaces doit être mis au point pour adopter une trame de construction et un plan de base, desquels ressortent l'organisation et les exigences d'un hôpital dans son ensemble.
Ce faisant, en fonction du type d'hôpital, tout le programme de répartition des surfaces possible ne sera que partiellement rempli.
Le programme de répartition des surfaces doit être discuté dans tous ses détails avec les utilisateurs.
D'éventuelles concentrations d'activité ont des répercussions sur le type et la taille des différents services.
Un contact étroit entre les projeteurs et les utilisateurs permet d'éviter bien des problèmes ultérieurs.
Grâce aux données de référence pour les surfaces, on a une vue d'ensemble sur la taille des différents services.
Toutefois, ces données de référence ne sont que des recommandations et dépendent de la spécialisation et des prestations du projet en question.

Surfaces pour l'hôpital dans son ensemble y compris le domaine fonctionnel		
approvisionnement / évacuation	:	30 - 50 m² S. ut. / lit projeté
Soins	:	19 - 25 m² S. ut. / lit projeté
Thérapie intensive	:	30 - 40 m² S. ut. / lit
Opérations	:	130 - 160 m² S. ut. / bloc opératoire
Rééducation	:	19 - 22 m² S. ut. / lieu de traitement
Thérapie physique	:	68 - 75 m² S. ut. / lieu de traitement
Radiologie	:	60 - 70 m² S. ut. / salle de diagnostics
Radiothérapie	:	300 - 350 m² S. ut. / appareil
Réveil	:	25 - 30 m² S. ut. / lit de réveil
Diagnostic médecine nucléaire	:	100 - 150 m² S. ut. / salle de diagnostics
Physiologie clinique	:	80 - 100 m² S. ut. / salle de diagnostics
Neurophysiologie clinique	:	78 - 100 m² S. ut. / salle de diagnostics
Accueil central	:	140 - 160 m² S. ut. / salle d'auscultation / traitements
Accouchements	:	85 - 100 m² S. ut. / accouchements
Dialyse	:	70 - 80 m² S. ut. / lit de dialyse
Services spécialisés	:	55 - 75 m² S. ut. / salle d'auscultation / traitements

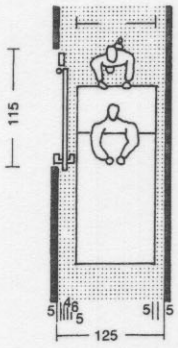
② Données représentatives de surface pour un hôpital normal.



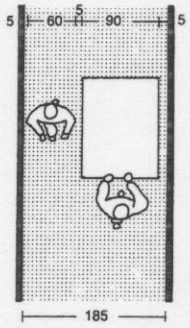
① Porte pour passage de personnes.



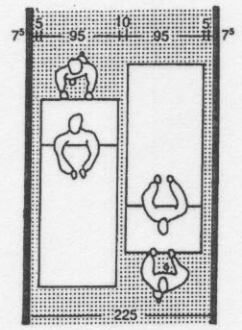
② Dégagement pour circulation du personnel.



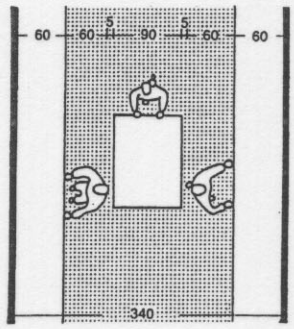
③ Porte pour passage de lit.



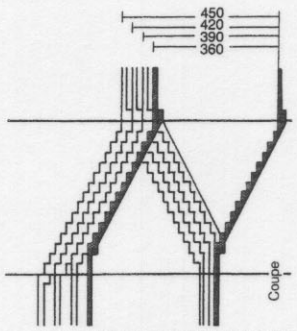
④ Dégagement pour circulation du personnel et du matériel.

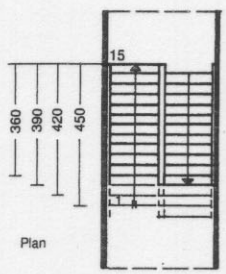


⑤ Dégagement pour circulation de lits.

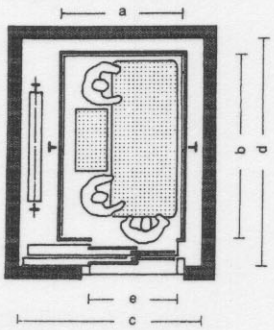


⑥ Dégagement de travail.





⑦ Hauteur des étages et longueurs des trajets pour des marches de 15/30 cm.



⑧ Monte-malade (p.163).

Charge utile kg	1600	2000	2500
Largeur cage	2400	2400	2700
Profondeur cage	3000	3000	3300
Largeur cabine	1400	1500	1800
Profondeur cabine	2400	2700	2700
Largeur porte cabine	1300	1300	1300
Hauteur cabine	2300	2300	2300
Hauteur porte cabine	2100	2100	2100
Pers. autorisées	21	26	33

⑨ Dimensions des monte-malades (fig.8).

Dégagements (fig. 1-6)

Les dégagements doivent être dimensionnés de façon à recevoir la plus grande circulation prévisible. Les dégagements ouverts à toute circulation doivent avoir au moins 1,50 m de largeur. Les dégagements dans lesquels sont transportés les malades couchés devraient avoir une largeur utile de 2,25 m minimum. Le plafond suspendu peut être abaissé dans les dégagements jusqu'à 2,40 m. Les fenêtres pour la luminosité et l'aération ne devraient pas être distantes de plus de 25 m. La largeur utile des dégagements ne doit pas être rétrécie par des encastrements, des poteaux ou autres éléments de construction.

Portes

La construction des portes doit être conforme aux règles d'hygiène. Le revêtement de surface doit résister à longue échéance aux produits de nettoyage et de désinfection. Les portes doivent remplir les mêmes conditions d'isolation phonique que les murs qui les entourent.

Un vantail de porte en deux épaisseurs devrait pouvoir absorber au minimum 25 dB. La hauteur des portes dépend du type et de la fonction :

Portes normales :	2,10 - 2,20 m
Portes surdimensionnées pour passage voitures :	2,50 m
Passage transporteurs :	2,70 - 2,80 m
Hauteur minimale pour accès :	3,50 m

Escaliers (fig. 7)

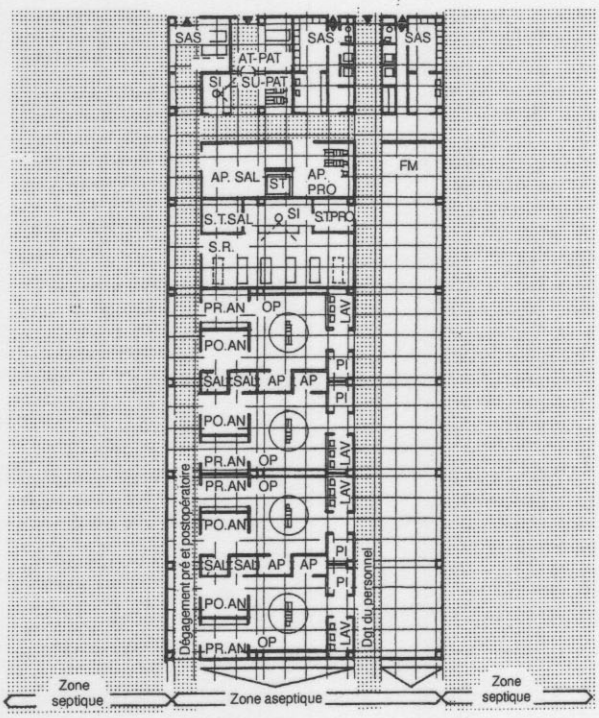
Pour des raisons de sécurité les escaliers doivent être conçus de telle sorte qu'en cas de besoin ils puissent accueillir toute la circulation verticale. Ils doivent être conçus contre la propagation des bruits et des odeurs et contre les courants d'air. Les escaliers doivent avoir sur les deux côtés des mains courantes sans bout libre. Les marches balancées ne sont pas admises pour les escaliers d'évacuation. La largeur utile des escaliers et perrons d'escaliers doit être d'au moins 1,50 m et ne peut dépasser 2,5 m. Le débattement des portes ne doit pas rétrécir la largeur utile des paliers. La hauteur de marche admise est fixée à 17 cm, la largeur à 28 cm minimum. Un rapport hauteur/giron de marche de 15/30 cm est encore meilleur.

Ascenseurs (fig. 8-9)

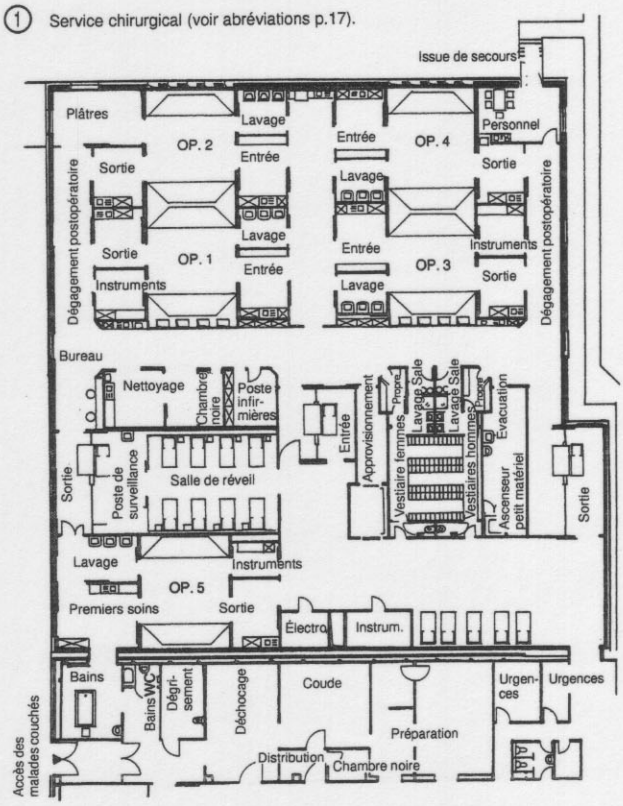
Les ascenseurs assurent le transport vertical de personnes, médicaments, linge, nourriture, et lits de malades. Pour des raisons hygiéniques et esthétiques, une séparation selon l'utilisation devrait être fixée. Dans les bâtiments de soins, d'examen, de traitement, il doit y avoir au moins deux ascenseurs adaptés au transport de lits. Les cabines d'ascenseur pour lits doivent être dimensionnées de sorte qu'il y ait suffisamment de place pour un lit et deux accompagnateurs. Les surfaces des parois internes des cabines doivent être lisses, imperméables et désinfectables, le sol doit être antidérapant. Les cages d'ascenseurs doivent être résistantes au feu. Pour 100 lits, prévoir un ascenseur multi-fonctionnel, au min. deux ascenseurs. S'ajoutent à cela au minimum deux ascenseurs plus petits, pour de petits appareils à roulettes, le personnel, les visiteurs :

Gabarit des cabines :	0,90 x 1,20 m
Gabarit des cages :	1,25 x 1,50 m

Hôpitaux
Maisons
retraite



① Service chirurgical (voir abréviations p.17).



② Plan du bloc chirurgical central.

Avantages et inconvénients de la centralisation

Jusqu'à présent le service de chirurgie était prévu à l'intérieur de l'hôpital en général comme une unité centralisée d'examen et de traitement pour différentes spécialisations. Ceci pour une meilleure utilisation de l'espace, des appareils et du personnel, pour des raisons médicales, une meilleure assistance des malades par des services centralisés sous la direction de spécialistes, ainsi que pour des raisons d'hygiène. Les inconvénients possibles des services chirurgicaux centralisés particulièrement grands sont une grande mobilisation organisationnelle et des risques d'infection accrus en raison du nombre de personnes rassemblées. Un autre inconvénient est le regroupement d'opérations septiques et aseptiques dans un même service. Un programme d'unités opératoires septiques et aseptiques doit être discuté entre le concepteur, les chirurgiens et les hygiénistes.

De nos jours en règle générale, on prévoit dans les grands hôpitaux des unités séparées pour ces deux types d'opération. Des unités opératoires déplacées peuvent mieux remplir ces exigences. Lors de la définition de l'implantation du service chirurgical, il faut vérifier les rapports de fonctionnement avec les autres services. En font partie l'accueil, les urgences, la traumatologie, l'obstétrique, l'endoscopie, cliniques spécialisées.

Service chirurgical

Le but de la chirurgie est la reconnaissance, le traitement et l'élimination de dommages corporels ou de maladies congénitales ou acquises. Le déroulement des actes nécessaires au traitement chirurgical s'accomplit en quatre étapes principales :

– Diagnostic et indications
– Préparation à l'opération dans l'unité de soins
– Réalisation de l'acte opératoire dans la zone chirurgicale
– Soins postopératoires dans la salle de réveil.

Les mesures de sécurité hygiéniques nécessitent un cloisonnement du service chirurgical du reste de l'hôpital, cloisonnement obtenu par un système de sas. Les services chirurgicaux sont situés de préférence au centre, facilement accessibles au cœur de l'hôpital. Les premiers soins doivent avoir l'accès le plus rapide au service chirurgical. Les urgences à ce niveau doivent accéder par un sas au service chirurgical. Des liaisons courtes aux services de soins, à la lingerie et à la stérilisation sont tout aussi souhaitables.

Répartition des services

C'est au service chirurgical qu'appartiennent les fonctions de sas, opérations, soins postopératoires, surveillance et fonctions annexes. Le sas doit protéger autant que possible le service chirurgical contre l'introduction des germes par les chaussures, les vêtements, les marchandises et l'air. C'est pourquoi les sas de contact et les sas d'air sont nécessaires. Le sas a lieu dans les unités suivantes : sas de malades, sas du personnel, sas des appareils et du matériel.

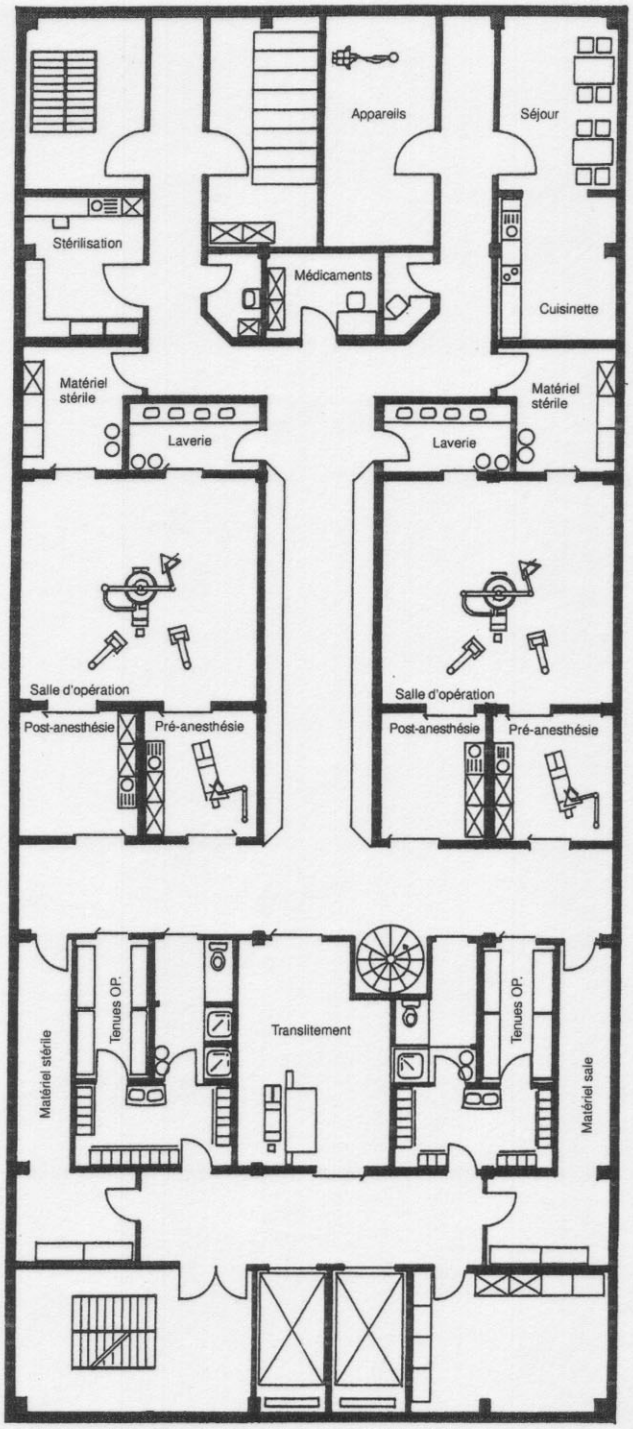
A l'intérieur de chacune de ces fonctions, on entreprend une séparation en sas pré- et postopératoire.

Sont intégrées dans le sas des malades d'une surface d'environ 35 m², les fonctions de translitement, la préparation des tables d'opération et des lits de service ainsi que le dépôt des tables d'opérations. Équipement : lavabo, tapis roulant électrique pour le translitement.

Plan d'ensemble théorique d'un bloc opératoire isolé avec accès direct au bâtiment principal (fig. 1). L'extensibilité sur au moins un côté est une des conditions lors de la conception. Séparation des dégagements en dégagement du personnel avec accès direct aux pièces de service et dégagements pré- et postopératoire pour les malades.

Plan du bloc opératoire central de la clinique Nord, Dortmund avec 5 salles d'opérations et salles supplémentaires. On procède ici à une séparation des malades pré- et postopératoires. Le personnel se déplace du côté du patient non encore anesthésié.

Plan d'ensemble, voir figure 2.



Plan d'un bloc opératoire décentralisé avec accès souterrain au bâtiment principal.
La salle de réveil est un niveau plus bas.

① Blocs opératoires principaux. Arch. : Köhler / Müller

Disposition des accès

Afin de réduire la transmission des microbes par contact, il faut procéder à une séparation des différentes phases de travail. Le système de dégagement unique dans lequel on trouve des patients pré- et post-opératoires, du personnel pré- et post-opératoire, du matériel aseptisé et non aseptisé sans aucune différenciation, n'a plus cours de nos jours. On préfère les systèmes à deux dégagements dans lesquels patients et personnel ou patients et matériel non stérilisé sont séparés. Une disposition idéale dans ce domaine n'a pas encore été trouvée, plusieurs variantes sont donc possibles. Mais une séparation entre le flux des patients et la zone de travail du personnel opératoire paraît positive.

Toute une série de locaux d'accès et de travail sont liés à la salle d'opérations. Ces locaux sont en contact étroit avec la salle d'opérations et devraient y être directement rattachés. La salle d'opérations doit être si possible carrée, afin de permettre un travail aisé dans toutes les directions lors de la rotation de la table d'opérations. Taille environ 6,50 x 6,50 m. La hauteur de l'éclairage doit être de 3,00 m, il faut aussi prévoir environ 0,70 m de hauteur pour la climatisation et les installations. Il faut aménager les salles d'opérations de manière aussi uniforme que possible, pour la flexibilité du fonctionnement. Un système de table d'opérations réglable et transportable, monté sur un socle fixe au milieu de la salle d'opérations, fait partie de l'équipement de base. Un éclairage naturel est psychologiquement souhaitable, mais ne peut souvent pas être réalisé en raison de la disposition des pièces. La salle d'opérations doit disposer de moyens d'occultation (par exemple les opérations des yeux se déroulent dans des pièces très sombres). De nos jours, les connections et les transmissions techniques passent pour la plupart au-dessus de l'éclairage de l'anesthésie. Sinon les connections pour l'installation de vide, le protoxyde d'azote, l'alimentation électrique de secours doivent être situées au moins à 1,20 m du sol. Il est important qu'il y ait une séparation de la zone stérile avec apport d'instruments stérilisés. Une séparation des salles d'opérations en zones stériles et non stériles est discutable du point de vue médical, mais utile pour des raisons de sécurité. Les sols et les murs doivent être uniformément lisses et facilement lavables, les saillies doivent être évitées.

La salle de post-anesthésie

est aménagée de la même manière que la salle de pré-anesthésie. La porte donnant sur le couloir de travail doit être pivotante avec une largeur de passage de 1,25 m.

La salle de post-anesthésie

Taille environ 3,80 x 3,80 m. Portes coulissantes électriques de 1,40 m de largeur de passage avec oculus en verre transparent, du côté arrière de la salle d'opérations. Aménagement : réfrigérateur, timbre d'évier, rangée de bacs de rinçage, armoires à canules, raccords pour appareils d'anesthésie ainsi que générateur de secours.

Lavabos

La répartition en lavabos aseptiques et septiques est idéale, locaux suffisants du point de vue hygiénique. Par salle d'opérations, au moins 3 lavabos sans risque d'éclaboussures avec commande au pied. Largeur minimale de la pièce : 1,80 m. Les portes vers la salle d'opérations doivent être équipées d'un système électrique de commande au pied et d'un oculus.

Local matériel stérile

Dimensions variables, il faut qu'il y ait suffisamment de surface de rangement (étagères). Un local d'environ 10 m² est nécessaire par salle d'opérations. Le local de matériel stérile doit être directement accessible de la salle d'opérations.

Salle des appareils

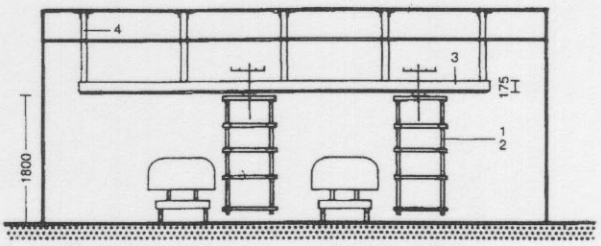
Ne doit pas être trop éloignée de la salle d'opérations pour éviter de longs trajets. Un accès direct à la salle d'opérations est un avantage. Taille environ 20 m².

Salle de stérilisation

Peut être reliée directement à la zone stérile de la salle d'opérations. La pièce doit comporter un côté sale pour du matériel non stérilisé, infesté de germes, et un côté propre pour le matériel stérilisé. L'accès simultané à plusieurs salles d'opérations pose des problèmes d'hygiène. Aménagement : évier, surface de rangement, surface de travail, autoclaves. Les instruments de chirurgie sont préparés exclusivement en stérilisation centrale, située à l'extérieur de la zone opératoire verte.

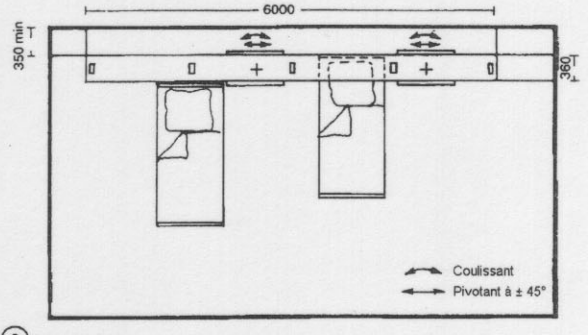
Salle des plâtres

Pour des raisons d'hygiène, ne se situe pas dans la zone opératoire verte, mais dans le service de soins ambulatoires. Lors d'une urgence, le patient doit passer par un sas pour accéder à la salle d'opérations.



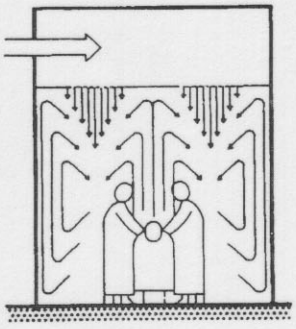
1. Chariot pour perfusion
2. Chariot pour aide respiratoire, monitoring, aspirations, etc.
3. Eclairage indirect
4. Apport de fluides: courant fort, courant faible, gaz

(1) Système de distribution par le plafond.

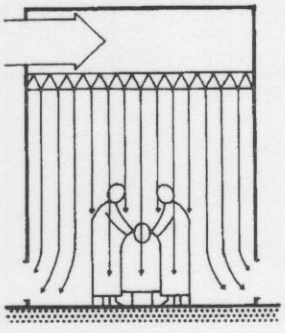


(2) Plan (fig.1)

Dans la salle de réveil il faut éviter une trop grande promiscuité des lits (fig.1). Placer le lit de telle façon qu'il être atteint par l'anesthésiste et ses appareils par au moins trois côtés. Les appareils supplémentaires encombrants comme potences à sérum nécessitent lors du transport une place suffisante. Le confort médical du patient passe par des gaines avec raccords pour l'installation de vide, de protoxyde d'azote, d'oxygène, d'électricité et d'éclairage. Tous les appareils nécessaires sont contenus dans des chariots suspendus. Le passage entre la salle de réveil, la salle d'opérations et le service devrait s'effectuer par plusieurs portes. En cas d'urgence l'anesthésiste doit pouvoir accéder à son patient le plus rapidement et par le plus court chemin possible.



(3) Perforation partielle du plénum (voir injection d'eau)



(4) Perforation totale du plénum (voir flux laminaire)

Technique des salles aseptiques

On note des alternatives aux systèmes de climatisation dans la technique de ventilation des salles aseptiques.

Caractéristique : déplacement d'air peu turbulent avec vitesse constante de l'air en mouvement (fig.3) (0,45 m/s). La pression d'air ainsi créée repousse tous les germes et particules en circulation à l'extérieur de la pièce. En situation idéale, on peut atteindre une plus grande aseptisation que dans des installations traditionnelles.

On peut éviter les turbulences de l'air grâce à une orientation correcte des filets d'air vers le champ opératoire. Un mélange d'air vicié avec de l'air frais (air pur de la pièce) peut être évité en grande partie. L'appareil de conditionnement pour salle d'opération mesure environ 3,00 x 3,00 m.

Surveillance postopératoire des malades

Une salle de réveil doit pouvoir accueillir les patients postopératoires de plusieurs salles d'opération. Le nombre de lits nécessaire se calcule avec 1,5 x nombre de salles d'opération. S'y annexe une petite pièce avec un évier ainsi qu'un poste d'observation pour infirmières, d'où l'on peut voir tous les lits. La lumière du jour est nécessaire à l'orientation du malade.

Fonctions annexes

Les locaux de service n'ont pas besoin d'être à proximité immédiate de la salle d'opération. Une séparation par un couloir non destiné à la circulation des malades est conseillée.

Salle des infirmières

La dimension de cette pièce dépend de la taille du service chirurgical. Il faut compter 8 personnes par équipe opératoire (médecins, infirmières de salle d'OP, infirmières aides anesthésistes). Pour des blocs opératoires comportant plus de deux salles d'opération une séparation spatiale entre fumeurs et non fumeurs est indiquée. La salle doit disposer de suffisamment de sièges, armoires et d'un évier.

Bureau de l'infirmière-chef

Doit être en position centrale et largement vitré pour pouvoir surveiller les couloirs. A côté d'un bureau, on doit pouvoir disposer d'une armoire et d'un tableau-planning.

Salle des compte-rendus

Pas plus de 5 m^2, parce que les médecins ne se servent de cette pièce que pour les rapports postopératoires.

Pharmacie

Peut servir à la fois pour l'anesthésie, les médicaments et le matériel opératoires. Économie de surface : par armoires de stockage roulantes. Surface de la pièce environ 20 m^2.

Local de produits d'entretien

Environ 5 m^2 suffisent. Situation à proximité de la salle d'opération car on nettoie et on désinfecte après chaque opération.

Dépôt pour lits propres.

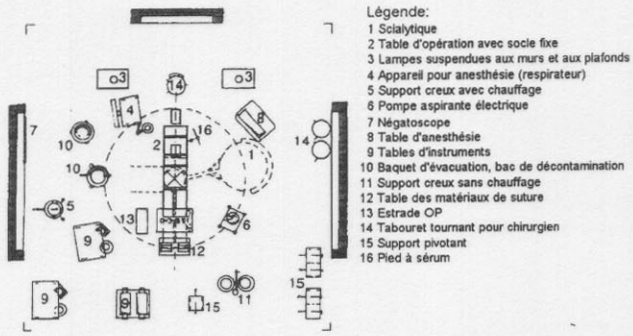
A proximité du sas des patients prévoir une place suffisante pour les lits propres à disposition.

WC

On ne doit trouver d'installations sanitaires que dans les zones de sas, on doit les éviter dans la zone opératoire pour des raisons d'hygiène.

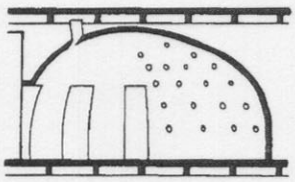
Climatisation

La technique de ventilation contribue par filtrage, dilution et refoulement, à la réduction de la pollution microbienne. L'apport d'air traité est assuré par l'installation technique d'air conditionné. Un renouvellement de l'air 15 à 20 volumes par heure est nécessaire pour obtenir une décontamination convenable de l'air entre deux opérations. Afin de créer la zone la plus décontaminée possible dans la salle d'opération aucun courant d'air incontrôlé ne doit provenir d'une pièce avoisinante. On peut arriver à ce résultat par une fermeture hermétique de la salle d'opération (autant que possible par une construction étanche) et/ou par le maintien d'une surpression (chute de pression entre la partie de construction à protéger et les zones nécessitant moins de protection). Dans la salle d'opération règne la plus grande pression, afin d'éloigner l'air venant des salles d'anesthésie. La pression la plus basse doit se situer dans les salles annexes et de fonction.

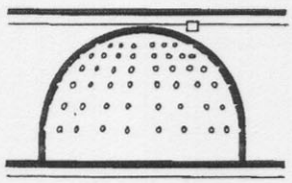


(1) Plan d'aménagement d'une salle d'opération chirurgicale.

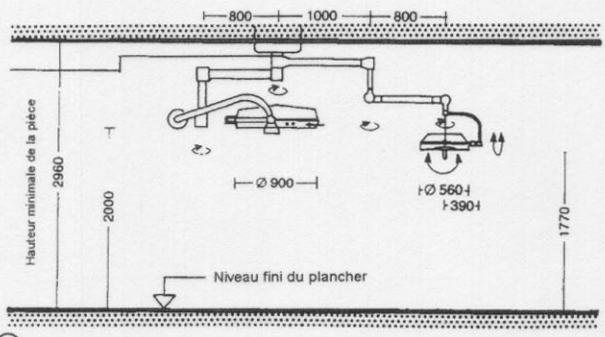
Portes : La salle d'opérations doit être reliée par des portes coulissantes électriques avec les salles d'anesthésie et de post-anesthésie, le sas de lavage des mains et la stérilisation. Les portes donnant sur la salle d'opération ouvrent vers l'extérieur pour éviter une perte de place. Les mécanismes d'ouverture sont pourvus d'interrupteurs au pied pour des raisons d'hygiène. Dans les locaux de service des portes pivotantes d'une largeur d'un mètre sont suffisantes.



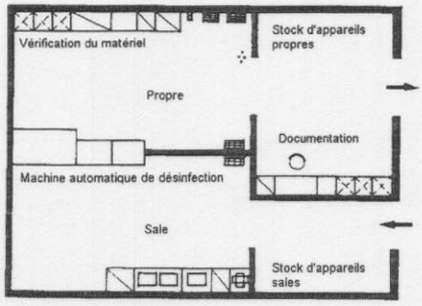
(2) Salle d'opération ovoïde avec projecteurs encastrés, allumés selon les besoins.



(3) Arch. : Nelson



(4) Scialytique suspendu avec satellite.



(5) Plan d'aménagement de la stérilisation centrale.

Les pièces dans lesquelles se situent constamment ou temporairement des mélanges explosifs de gaz ou vapeurs avec l'air, l'oxygène ou le protoxyde d'azote sont considérées comme les locaux principaux d'anesthésie.

Les salles d'opération, les salles de préparation et les salles de plâtre en font également partie .
Il faut placer les raccords électriques et médico-électriques à au-moins 1,20 m du sol à cause de l'éventuel enrichissement de l'air avec des gaz anesthésiants au niveau du sol.
Les mesures préventives d'explosions cherchent à éviter les charges électrostatiques.

Les mesures de protection dans les pièces principales d'anesthésie sont :

- d'éviter les matériaux pour lesquels apparaissent de hautes charges électrostatiques lors de frottements et déchirements (draps en textiles synthétiques),
- l'utilisation de matériaux conducteurs (caoutchouc conductible par exemple),
- l'égalisation des charges par un revêtement de sol conducteur,
- le maintien de l'humidité de l'air entre 60 et 65%.

Pour les installations opératoires une alimentation par générateur est nécessaire pour assurer la poursuite et la fin de l'opération en cas de panne de courant.
Doivent entre autres pouvoir fonctionner en continu :

- au moins une lampe opératoire à chaque poste opératoire pour une durée de trois heures au moins,
- les appareils de maintien, des fonctions corporelles vitales comme l'aide respiratoire, l'anesthésie et la réanimation.

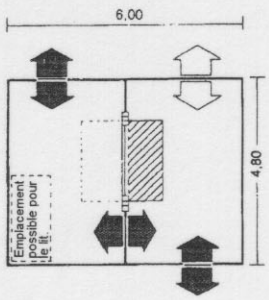
Pour les salles d'opération dans lesquelles fonctionnent des appareils de radiologie, les normes techniques définissent les épaisseurs de plomb qui sont nécessaires pour atténuer les radiations de telle sorte que les valeurs autorisées ne soient pas dépassées.
La réglementation donne également des facteurs de conversion pour les matériaux de construction habituels tels que l'acier, le béton ou brique.
Les pièces de stockage de produits anesthésiants doivent être incombustibles et ne doivent pas avoir d'accès sur les salles d'opération, d'accouchement et d'anesthésie.

Éclairage

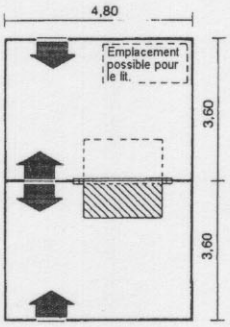
L'éclairage du champ opératoire doit être installé de telle sorte qu'en fonction de la localisation du champ opératoire, différentes directions du faisceau lumineux puissent être réglées.
L'installation lumineuse la plus utilisée est le plafonnier scialytique amovible.
Il est constitué d'un plafonnier pivotant souvent complété d'une lampe supplémentaire sous forme d'un satellite moins important. Dans la lampe principale sont placés plusieurs foyers lumineux pour éviter l'ombre portée. De nos jours on prévoit moins de salles d'opération ovoïdes avec projecteurs intégrés dans le plafond.
La puissance nominale de l'éclairage pour les salles d'opération est de 1 000 lx et pour les pièces opératoires annexes elle est de 500 lx (fig.4).

Stérilisation centrale (fig.5)

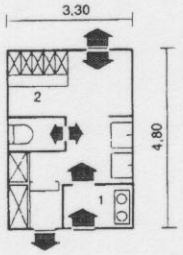
C'est là que l'ensemble des instrumentsl est préparé. La majeure partie de l'utilisation est détenue par le service opératoire avec 40%, la médecine opératoire intensive et la médecine interne intensive avec 15% chacune.
C'est pourquoi la stérilisation centrale devrait être installée à proximité de ces domaines spécialisés. Du fait de la circulation intense des personnes et des instruments il n'est par recommandé de la disposer dans la zone verte (sans risques infectieux). Le nombre de stérilisateurs est fonction de la taille de l'hôpital et du service de chirurgie (40 à 50m^2).



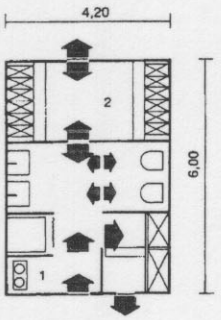
1 Sas pour malades.



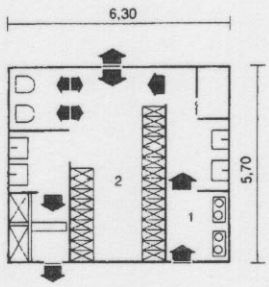
2 Sas pour les malades.



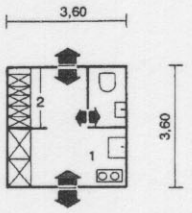
3 Sas pour personnel.



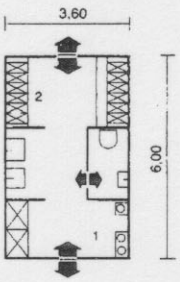
4 Sas pour personnel.



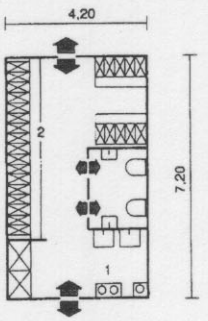
5 Sas pour personnel.



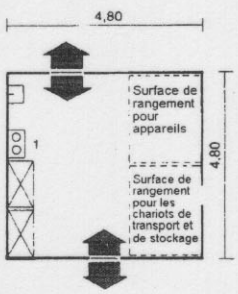
6 Sas pour personnel et visiteurs.



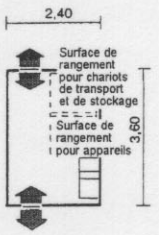
7 Sas pour personnel et visiteurs.



8 Sas pour personnel et visiteurs.



9 Sas d'approvisionnement.



10 Sas d'évacuation.

Les sas forment la zone intermédiaire entre la zone de soins et la zone d'examens.
Selon la fonction et la spécialité, il existe des sas de configurations différentes : sas pour les malades, sas pour le personnel, sas combinés pour le personnel et les visiteurs, sas d'approvisionnement et d'évacuation des déchets, le sas pour tenues de bloc, le sas devant les pièces de réanimation. De plus, les sas se distinguent selon leur fonction hygiénique (sas de contact, sas d'air) et selon leur constitution (sas à un compartiment, à plusieurs compartiments, sas actifs et passifs pour la ventilation de la pièce).

Le malade à opérer est transporté dans le **sas pour les malades** où, grâce à un translitement mécanique, il est allongé sur la table d'opération.
Le Ministère de la santé exige une séparation entre un côté aseptique et un côté septique. La limite peut être marquée par un seuil à ne pas dépasser. Pour les urgences il faut laisser un passage à proximité.

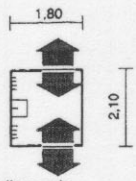
Le personnel médical et soignant passe par le **sas du personnel**, séparé par sexe, pour accéder au domaine des soins.
Par une pièce extérieure "sale" dans laquelle on se change et on se lave, on accède à une pièce intérieure "propre", dans laquelle on met les vêtements pour l'opération, puis au poste de travail. En le quittant on enlève les vêtements utilisés dans la pièce "sale" et on quitte le sas par la pièce extérieure.

Les **sas combinés pour le personnel et les visiteurs** doivent être prévus devant les services, desquels peuvent se répandre les infections (services de quarantaine ou de soins intensifs.) Les systèmes à un compartiment y sont suffisants et moins encombrants.

Le matériel, les appareils et le linge hyper stériles passent par le **sas d'approvisionnement et d'évacuation**. Souvent ces pièces servent en même temps de dépôt. Les sas ne doivent pas avoir la configuration d'une pièce, mais peuvent être créés par le cloisonnement des surfaces de circulation. Il doit y avoir suffisamment de place dans le service pour entreposer des matériels stériles et des déchets.
On ne peut pas se passer de sas d'évacuation, car les dépôts de déchets à l'intérieur des services constituent des dangers pour l'hygiène.

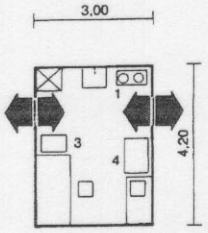
Le **sas pour les tenues de bloc** se trouve à l'intersection de zones ayant des exigences d'hygiène différentes (entre le côté "sale" et le côté "propre" de la préparation des lits) et devant des pièces qui doivent être protégées des infections ou desquelles peuvent provenir des infections (les services de quarantaine).

Les **sas devant les salles de soins intensifs** sont nécessaires devant 30% des postes de fonctionnement et doivent être définis en relation avec l'hygiéniste de l'hôpital. Le sas comprend un poste de travail pour l'observation continue des patients gravement atteints et rend possibles l'entretien et la désinfection des appareils.

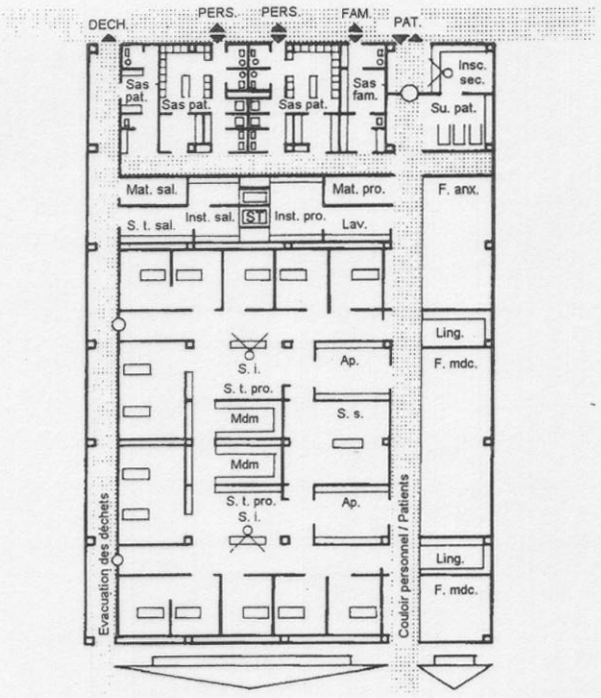


1 Paniers de linge sale
2 Armoires-vestiaires
3 Table à instruments
4 Chariot pour les soins
(fig. 3 à 12)

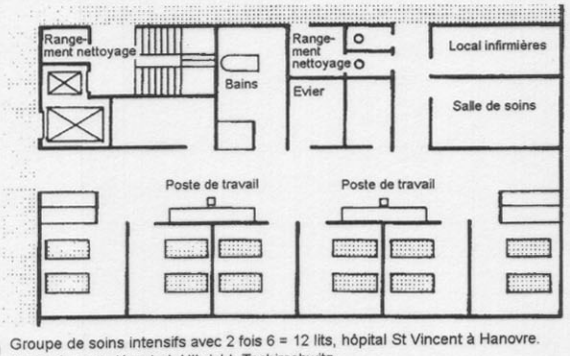
11 Sas pour tenues de bloc.



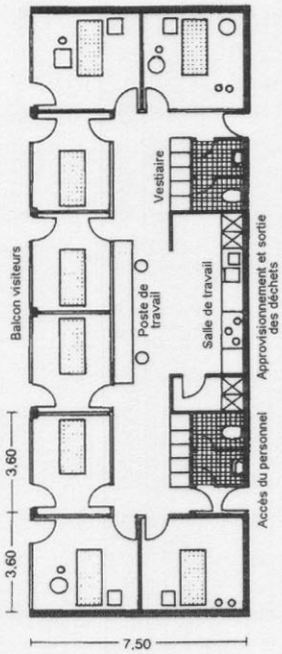
12 Sas avant soins intensifs.



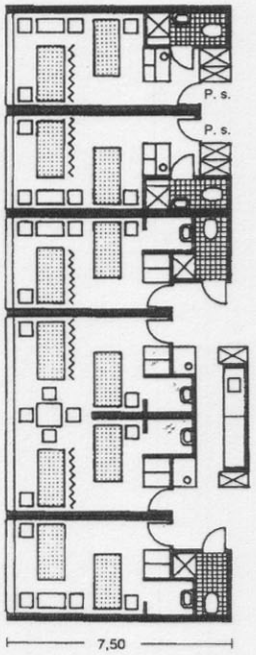
(1) Service de médecine intensive. La zone des malades est rendue accessible par un couloir personnel / patients et un couloir sortie des déchets (voir abréviations p. 17).



(2) Groupe de soins intensifs avec 2 fois 6 = 12 lits, hôpital St Vincent à Hanovre. Arch.: Gruson, Kuschel, Ulbricht, Tschirschwitz.



(3) Soins intensifs, demi groupe, 8 lits dans des chambres individuelles vitrées, Arch.: Deilmann.



(4) Réunion de 4 chambres à 2 lits en un sous-groupe avec 2 unités sanitaires et un poste d'infirmière. Arch.: Deilmann.

Soins médicaux intensifs,

Le rôle de la médecine intensive est l'atténuation et la prévention des troubles des fonctions vitales. Les troubles respiratoires, cardiaques et circulatoires, du métabolisme, les infections, les états de grande douleur, ainsi que la perte d'un organe vital (foie, reins, etc.) en font partie. Pour les malades handicapés moteurs, les brûlés, les malades mentaux, des mesures particulières d'organisation médicale et des locaux différents de la médecine intensive habituelles, sont nécessaires.

L'organisation de la médecine intensive tient compte des disciplines spécialisées comme la neurochirurgie, la chirurgie du cœur et du thorax, la chirurgie de transplantation et la neurologie ou des domaines transdisciplinaires de la chirurgie et de la médecine interne. Pour les hôpitaux normaux sans spécialisation médicale, la répartition de la médecine intensive en médecine chirurgicale et médecine interne est habituelle.

Fonctions : le service de médecine intensive comprend : passage par un sas, inscription et administration, surveillance, traitement, fonctions annexes et service du personnel. Le passage par un sas a pour but de protéger le patient gravement malade, affaibli et réceptif aux infections, des germes ou inversement de protéger d'autres services sensibles. (les services des maladies pulmonaires par exemple) Le secrétariat doit être prévu de telle sorte que l'infirmière puisse contrôler l'accueil du patient, l'accès de la famille, le flux du matériel et des produits ainsi que le fonctionnement du service.

Le nombre des patients par unité se situe entre 6 et 10, afin d'éviter un surcroît de travail au personnel médical et soignant et garantir au patient le meilleur traitement possible. Il faut prévoir par unité (6 à 10 lits) un poste d'infirmière, un poste de travail "propre" (préparations des médicaments et infusions), une pièce pour le matériel et une autre pour les appareils.

Répartition des lits : Les lits peuvent être répartis selon une disposition ouverte, fermée ou mixte. Pour la répartition ouverte une vaste surface est nécessaire. Depuis le poste d'infirmière situé au centre tous les lits sont facilement visibles, une séparation visuelle des patients est réalisée par des cloisons à mi-hauteur facilement amovibles. Dans la disposition fermée les patients sont séparés. Là aussi les pièces doivent être visibles du poste de travail de l'infirmière. La disposition fermée est préférerable à la disposition ouverte pour des raisons d'hygiène et psychologiques, car les patients sont extrêmement réceptifs et sensibles. Un compromis souvent adopté est la solution d'une pièce pour 2 à 3 lits. Pour les fonctions annexes il faut prévoir les éléments et pièces suivantes : salle d'opérations pour petites interventions (25-30 m^2), place de laboratoire, substérilisation (20 m^2), local pour le matériel propre, local pour le matériel sale, local pour les produits d'entretien, salle d'attente pour la famille, salle de mise à disposition des médecins, salle de documentation, éventuellement salle de réunion, installations sanitaires.

Conditions hygiéniques : Le service doit être autarcique sur le plan de la technique médicale. À chaque lit il faut installer des raccords pour l'oxygène, l'air comprimé et le vide. À côté des raccords habituels, on doit trouver le courant faible et le courant fort pour l'appel des infirmières et les appareils de radiologie.

Localisation du poste de service : La médecine intensive chirurgicale devrait se situer à proximité et autant que possible au même niveau que le service chirurgical, la médecine intensive interne à proximité du secrétariat et du service des urgences. Les services de soins intensifs non spécialisés doivent se trouver à côté des ambulances et du service chirurgical. Des accès faciles au laboratoire et à la réserve de sang sont souhaitables.

Zone de soins

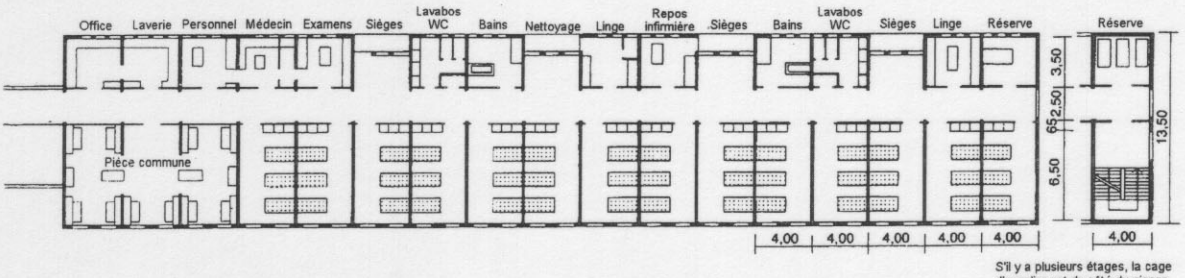
Les zones de soins sont autonomes, on devrait éviter de les traverser, ce que l'on obtient grâce à une planification méthodique des sens de circulation (voir axes directeurs). Les chambres des malades doivent être éclairées naturellement, les pièces de fonction (soins, salle des infirmières, pharmacie) peuvent être prévues dans la zone intérieure éclairée artificiellement.

Sections de soins

Les sections de soins sont réparties en spécialisations et divisées en unités de soins. Chaque unité de soins comprend 20 à 28 lits pour ne pas perdre la vue d'ensemble. L'aménagement des pièces dépend de la catégorie, du type et de la gravité de la maladie. Il faut différencier les zones de soins suivantes :

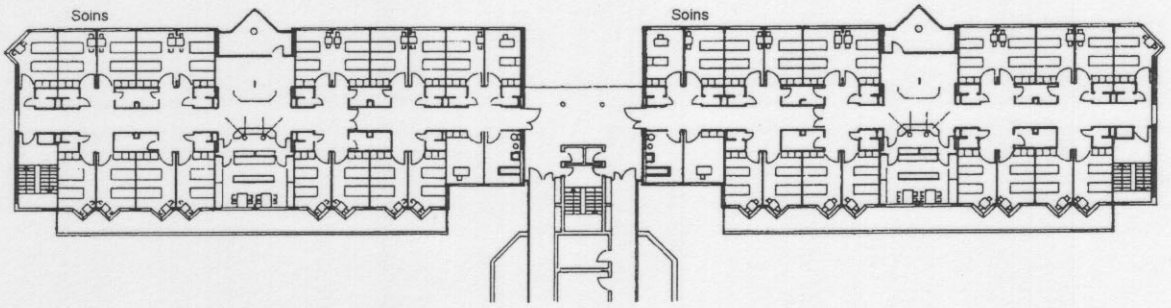
- zone de soins normaux,
- zone de soins intensifs,
- zone de soins spécialisés.

Dans les zones de soins intensifs et spécialisés le nombre de lits par unité de soins est de 6 à 10 lits en fonction de l'hôpital dans son ensemble. Les chambres doivent être installées de sorte qu'il y ait suffisamment de liberté de mouvements et que les lits soient accessibles par deux côtés. Il doit y avoir aussi un nombre suffisant d'armoires pour les malades, assez de place pour le matériel de soins et les ustensiles de soins.



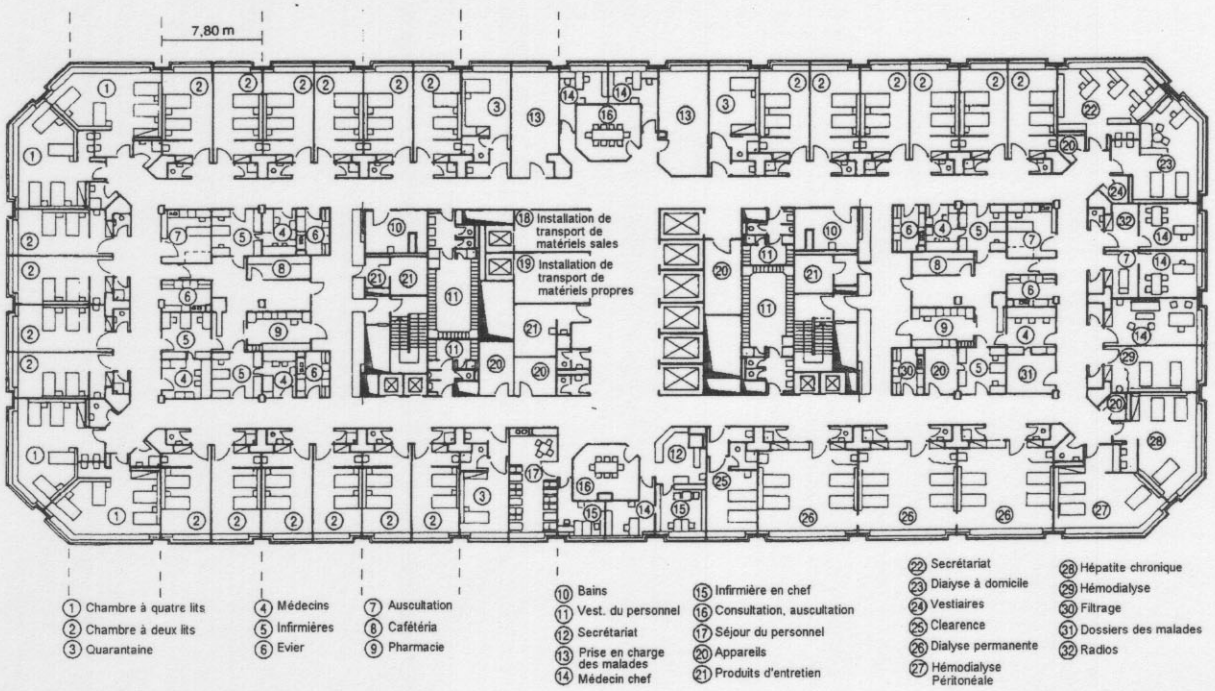
S'il y a plusieurs étages, la cage d'escalier est du côté du pignon (arch.: Hebebrandt).

(1) Service des maladies bénignes 42-45 lits.



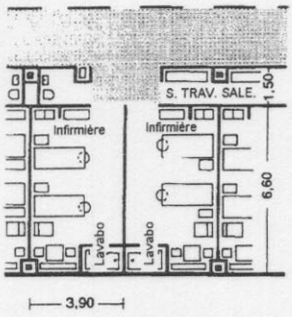
(2) Service 70-73 lits. Séparation du service par l'accès principal.

(arch.: Caiser / Feigebutz)

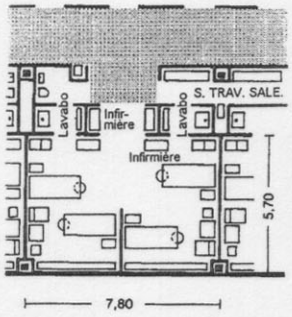


(3) Service de soins, 90-96 lits.

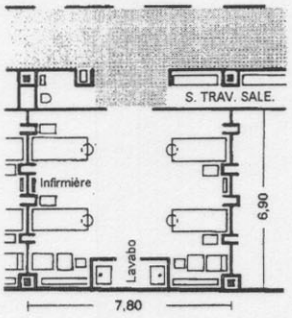
(arch.: Suter et Suter)



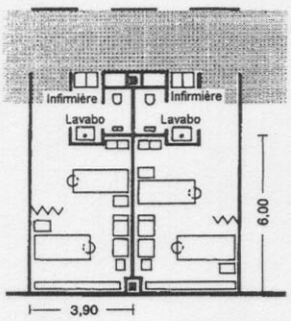
① Chambres à 2 lits avec lavabos côté façade et poste infirmière



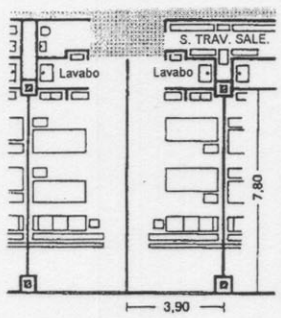
② Chambre à 4 lits avec lavabos et WC



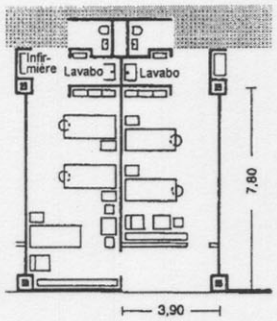
③ Chambres à 4 lits avec lavabos côté façade et poste d'infirmière.



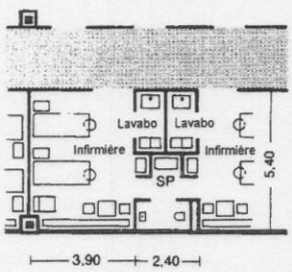
④ Chambres à 2 lits avec lavabo et WC intégrés.



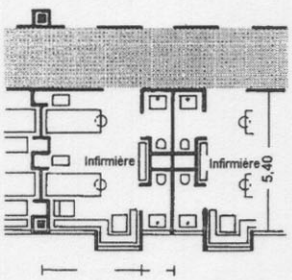
⑤ Chambres à 2 lits avec lavabo et WC intégés ainsi que balcon.



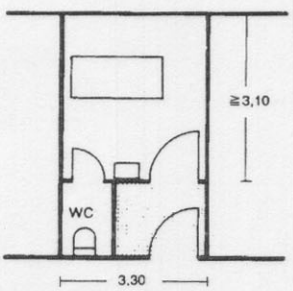
⑥ Combinaison de chambres à 2 et 3 lits avec balcon commun.



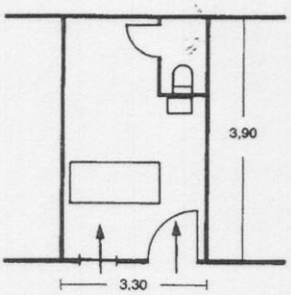
⑦ Chambre à 2 lits avec WC pour 4 personnes



⑧ Chambre à 2 lits avec 1 WC et 1 lavabo par lit.



⑨ Chambre à 1 lit avec vestibule.



⑩ Chambre à 1 lit sans vestibule , avec possibilité d'observation depuis le couloir

Unités de soins normaux.
Pour tous les soins apportés aux patients dans le cadre d'une hospitalisation complète (point fort de l'ensemble hospitalier) en particulier pour les maladies de courte durée ou aiguës avec court séjour. Les unités de soins normaux dépendent des impératifs de surface, de structure et d'organisation, les groupes normaux sont déchargés des grands malades traités dans des groupes de soins intensifs.

Groupes de soins intensifs pour malades en observation continue, sont davantage attribués aux locaux d'examens et de traitement correspondants. Les pièces doivent en général être prévues plus grandes que les chambres de soins normaux, car il faut y entreposer plus d'instruments et d'appareils.

Dans les **unités des soins spéciaux** se trouvent les malades nécessitant des soins spéciaux. En font partie les nouveaux-nés, les contagieux, les malades sous surveillance médicale, les malades chroniques, les malades en rééducation, les névrosés et les hypocondriaques. Souvent ces patients ont une durée de séjour supérieure à la moyenne.

Organisation
Le travail pour les soins normaux se répartit en soins de base, soins de traitement, assistance des malades, gestion et approvisionnement.

Les soins de base comprennent les activités concernant tous les besoins corporels normaux des patients. Cela implique une aide pour les soins corporels, pour l'alimentation, pour les besoins naturels, l'habillage et le déshabillage et pour se mouvoir.

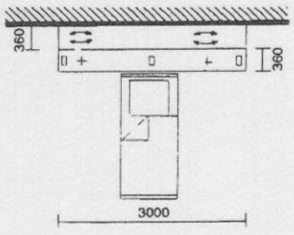
Les soins de traitement comprennent diagnostic, thérapie, et rééducation générale de base. C'est à dire l'aide à toutes mesures diagnostiques et thérapeutiques du médecin, prise du pouls, de la température, de la tension, du poids, et injections.

Principes d'organisation
Dans l'organisation du déroulement des soins on peut déterminer trois principes d'organisation :

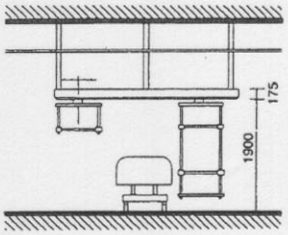
Soins par service (soins fonctionnels - soins par rondes) : Dans ce cas on attribue à une équipe soignante toutes les fonctions soignantes pour un groupe de malades (16-18 personnes). L'équipe soignante agit de façon autonome et responsable, elle a la responsabilité de la totalité des soins. Elle est responsable de l'application des prescriptions pour 4-6 groupes de malades. La répartition du travail et la direction sont strictement réglementées du point de vue hiérarchique. Tous les soins de base, les soins de traitement et la gestion sont réalisés à l'intérieur du service sous sa propre responsabilité. On lui adjoint du personnel soignant spécialisé en cas de soins particuliers.

Soins par groupes : On attribue dans ce cas de figure à une équipe soignante toutes les fonctions concernant les soins pour un groupe de malades (16-18 personnes). L'équipe soignante agit de façon autonome et responsable. Elle a la responsabilité de la totalité des soins (d'où *team-nursing*). 4-6 groupes de malades forment du point de vue organisationnel un service de soins sous l'autorité de l'infirmière chef du service. Les soins par groupe doivent apporter une hiérarchie de groupe inchangée ainsi que des soins plus individualisés pour les malades.

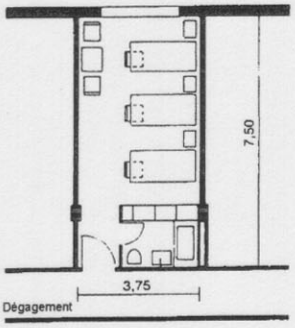
Soins individuels : Un malaise croissant vis-à-vis des soins par service a entraîné aux États-Unis la recherche de nouvelles formes de soins. Pour les soins individuels l'accent est mis sur la continuité des soins et la relation infirmière/patient. L'infirmière a plus de responsabilité que dans le système de soins par groupe de malades, parce qu'elle doit prendre seule des décisions concernant les soins. L'organisation du travail est plus ardue dans ce système qu'avec les soins par services ou par groupes de malades.



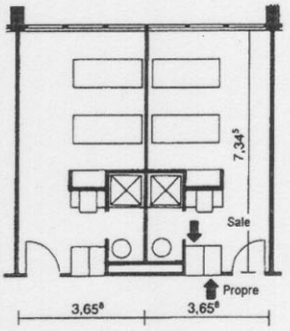
① Salle de soins intensifs. Chambre simple avec glissière de distribution.



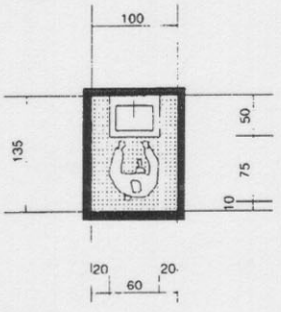
② Coupe (fig. 1)



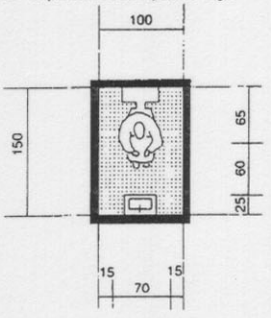
③ Chambre 1-3 lits avec cellule sanitaire.



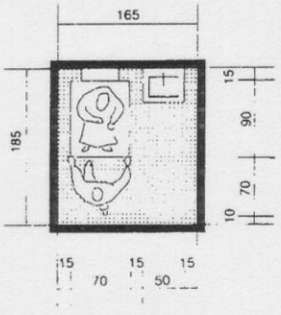
④ Chambre double avec cellule sanitaire et placard double pour le linge.



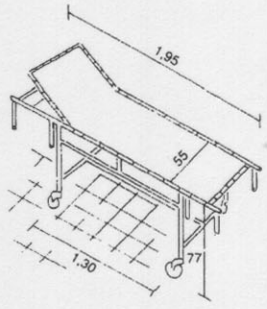
⑤ Place nécessaire pour lavabo



⑥ WC et lavabo.



⑦ WC, lavabo et chaise roulante



⑧ Brancard

Domaines d'activité	Le patient est limité dans ses mouvements par le repos au lit et/ou par un léger handicap	Le patient est limité dans ses mouvements par un repos complet et/ou par un grave handicap
1. Soins corporels	2 x jour / 1 pers. aide pour la toilette	2 x jour / 2 pers. prise en charge de la toil.
2. Aide aux déjections	4 x jour / 1 pers.	4 x jour / 1 pers.
3. Coucher	2 x jour / 2 pers.	3 x jour / 2 pers.
4. Etendre		3 x jour / 2 pers.
5. Mobilisation	1 x jour / 1 pers.	3 x jour / 1-2 pers.
6. Mesures préventives	2 x,jour / 1 pers.	3 x,jour / 1-2 pers.
7. Distribution repas et aide à la prise de nourriture	3 x jour / 1 pers. mise à disposition	4 x jour / 1 pers. aide prise de repas
8. Surveillance signes vitaux	2 x jour / 1 pers.	3 x jour / 1 pers.
9. Surveillance du malade	2 x jour / 1 pers.	2 x jour / 1 pers.
10. Informations et instructions	2 x jour / 1 pers.	2 x jour / 1 pers.
11. Entretiens thérapeutiques	2 x jour / 1 pers.	3 x jour / 1 pers.
12. Entretiens avec la famille	2 x semaine / 1 pers.	2 x semaine / 1 pers.
13. Planification des soins	2 x jour / au moins 2 pers.	3 x jour / au moins 2 pers.
14. Documentation sur les soins	2 x jour / au moins 2 pers.	3 x jour / au moins 2 pers.
15. Entremise d'aide spécialisée		
16. Autres aides	3 x jour / 1 pers.	6 x jour / 1 pers.

⑨ Catégories de soins.

Dimensions de la chambre du malade

Chaque lit doit être accessible par les deux côtés longitudinaux. La table et les chaises doivent être placées de sorte qu'aucun meuble ne gêne le changement de lit du patient.
La profondeur de la chambre résulte des mesures minimales suivantes :

largeur du lit 90 à 95 cm,
distance entre lits 90 cm,
distance entre lit et mur 80 cm,
distance entre lit et mur avec fenêtre 130 cm.

La largeur de la chambre résulte des données suivantes :
longueur des lits 220 cm, espace intermédiaire pour le déplacement des lits 125 cm, la largeur de passage libre ne devrait pas être inférieure à 3,75 m, car le déplacement du lit nécessite alors de grands efforts. Dans les services de chirurgie, la surface nécessaire est encore plus importante à cause du pied à sérum et de la barrière de sécurité fixée au lit. La réglementation hospitalière recommande pour les chambres des malades les surfaces minimales suivantes :

chambre à 1 lit 10 m^2/lit,
chambre à 2 lits 8 m^2/lit.

Les lavabos et WC et les placards incorporés des chambres ne sont pas pris en compte dans la surface. La hauteur libre de la pièce doit atteindre 2,70 m.

Le lit

Il doit pouvoir être poussé par l'infirmière qu'il soit vide ou avec le malade et être équipé d'un système de blocage. La surface du lit est de 2,20 x 0,95 m (pour les lits spéciaux 2,40 x 1,00 m), la hauteur du couchage est réglable en continu entre 45 et 85 cm.

L'armoire

Il faut prévoir une armoire par lit. Les armoires doivent être placées de telle sorte qu'elles soient visibles de la chambre (prévention contre le vol). L'armoire doit comprendre une penderie de 1,40 m, une étagère pour la valise et une grille pour les chaussures. Les portes doivent avoir un angle d'ouverture de 120°.

Installations techniques courants et fluides

L'alimentation d'un lit en courants et fluides est rassemblée de nos jours en une gaine de distribution. Elle comprend les installations de distribution et de raccordement pour l'éclairage de la pièce, la lampe de lecture, le bouton d'appel de l'infirmière, les raccords de vide et gaz médicaux, le téléphone.

Installations sanitaires

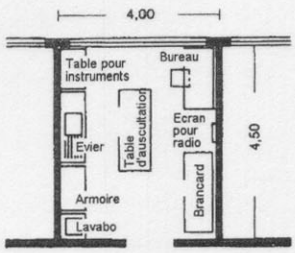
Quelles que soient les installations sanitaires des chambres de malades, le vidoir à bassin, la baignoire et la douche doivent être en liaison avec le poste d'infirmière.

Cabinet de toilette

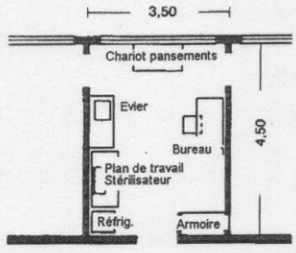
Chaque chambre dispose d'un cabinet de toilette accessible de la chambre et à l'abri des regards. Les chambres à 4 lits doivent disposer de 2 cabinets de toilette. Les dimensions minimales en sont de 1,00-1,30 m, la hauteur du lavabo est de 0,85 m (angle vif supérieur). Devant le lavabo on doit prévoir suffisamment de place au niveau des coudes et des genoux pour un malade assis.

WC des malades

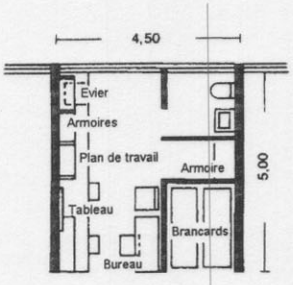
Les WC doivent être accessibles sans avoir à traverser le couloir. Dans les projets de nouvelles constructions un WC doit être prévu pour deux lits. De plus dans chaque WC, on prévoit la place d'un petit lavabo. La largeur de la pièce doit être de 1,00 m, la longueur dépend de l'ouverture de la porte et du lavabo, mais au minimum 1,50 m. Les portes ne doivent pas s'ouvrir vers l'intérieur. Des poignées de relevage doivent être prévues sur les parois latérales. Il faut prévoir un petit lavabo avec une serviette à usage unique et un distributeur de savon liquide.



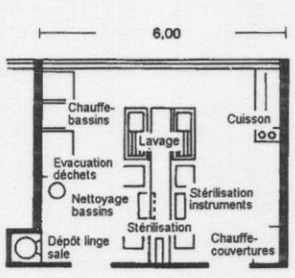
(1) Salle d'examen



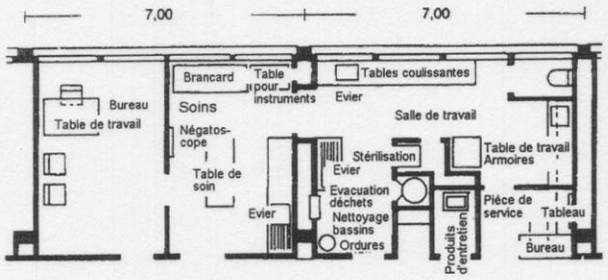
(2) Bureau de service.



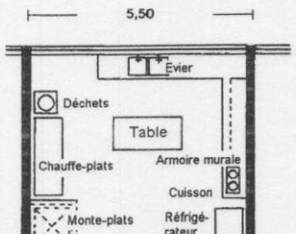
(3) Bureau de service avec personnel, WC, armoire de toilette accessible du couloir. Brancards.



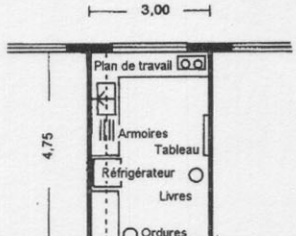
(4) Poste de travail d'infirmière pour services importants, séparé en propre et sale.



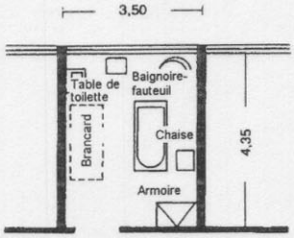
(5) Regroupement cabinet de médecin, salle de soins, poste infirmières et local service en une unité. (arch.: Rosenfield)



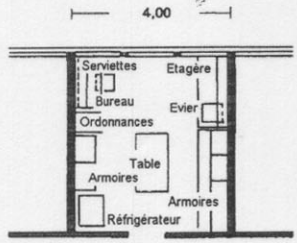
(6) Cuisine de service monte-plat éventuel.



(7) Office



(8) Salle de bains.



(9) Pharmacie du service

Regroupement cabinet de toilette et WC

Ce regroupement est possible dans les chambres à un lit , avec accessibilité depuis la chambre.

Les douches

Elles sont en principe centralisées pour servir à plusieurs chambres. Ainsi on est assuré du contrôle par le personnel (risque de collapsus). Prescrire des poignées de maintien et des matériaux antidérapants. La température de l'eau ne doit pas dépasser 45° (risque d'ébouillantage). Un banc, des étagères pour vêtements et accessoires, un miroir et un porte-serviettes font partie de l'aménagement standard. Les portes doivent s'ouvrir vers l'extérieur, afin d'éviter tout risque de blocage en cas de chute d'un patient.

Locaux de service (unités de soins normaux)

L'installation et l'aménagement sont toujours fonction du déroulement du travail et des données particulières des services spécialisés.

Salle de travail "sale"

Cette salle de 8 à 10 m^2 doit être accessible au personnel si possible sans traverser les couloirs. Il faut aménager une salle de travail "sale" pour huit lits. Un évier pour nettoyer et désinfecter, un lavabo, une table de travail éclairée, des armoires ou étagères pour les sacs vides de linge sale doivent faire partie de son équipement.

Le bureau des infirmières

Cette pièce de 6 m^2 environ doit être ouverte sur le dégagement et le plus centré possible par rapport aux chambres des malades du groupe de soins.

Poste de travail pour infirmière

Un poste de travail pour infirmière dans chaque chambre de malade est nécessaire, consistant en un plan de travail et une armoire pour ustensiles de soins.

Salle de séjour pour le personnel soignant

Chaque demi-service devrait bénéficier d'une salle de séjour de 10 à 12 m^2, où le personnel puisse se retirer. Dans les grands services, prévoir une salle spécialement conçue pour les fumeurs.

L'office

L'office est le complément de la salle de séjour, elle mesure 8 à 10 m^2. C'est là que le personnel pourra préparer des plats ou des boissons lors de courtes pauses (si le service ne peut être quitté). Il doit être situé au centre du service afin de permettre l'accès le plus court possible à toutes les chambres des malades du groupe de soins.

Cabinet médical, salle d'examens et de soins

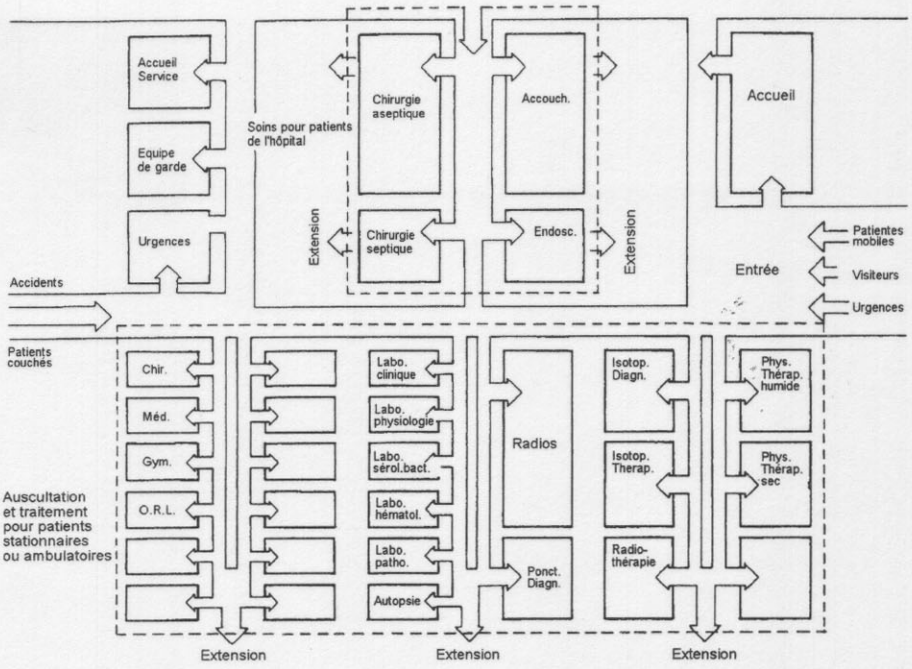
Etant donné les allées et venues qui existent entre ces différentes salles, il est nécessaire qu'elles soient regroupées. L'idéal est de les combiner avec le bureau des infirmières. Elles doivent être au centre du service. La surface des différentes pièces est fonction du service spécialisé (16 à 18 m^2).

Salle de travail "propre"

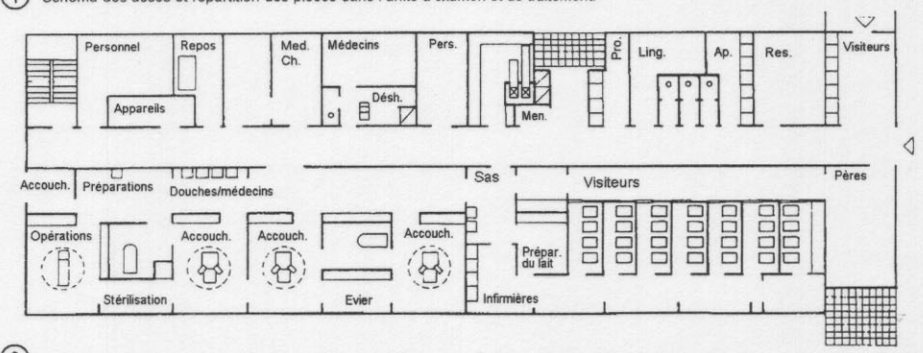
C'est dans cette salle de 15 m^2 que sont stockés les médicaments, les ustensiles et les canules nécessaires à l'approvisionnement médical du service. Les instruments stérilisés et les outils qui ont été préparés dans la stérilisation centrale y sont également stockés.

Salle de bains pour malades (15 m^2)

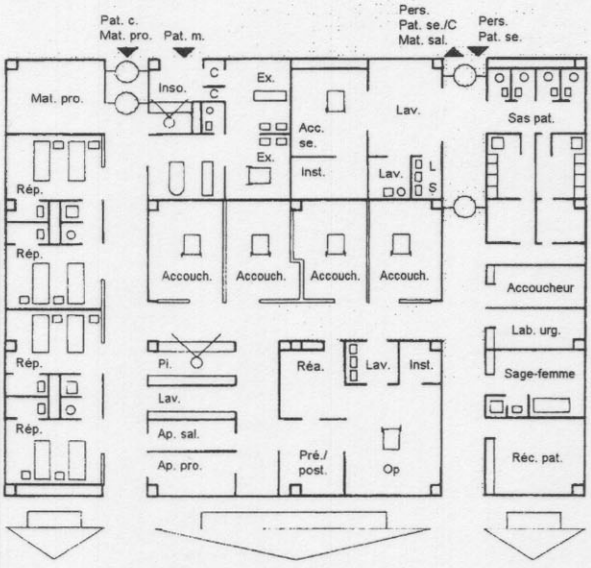
En général, la baignoire est accessible par trois côtés, tête au mur, ainsi que la baignoire-fauteuil, le WC et le lavabo. La salle de bains doit être assez grande pour que les patients puissent être soulevés du lit et mis dans la baignoire par deux aides-soignants.



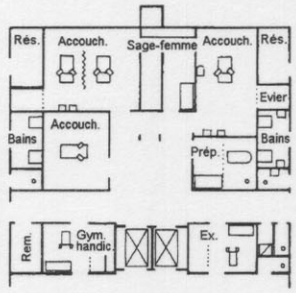
(1) Schéma des accès et répartition des pièces dans l'unité d'examen et de traitement.



(2) Hôpital Waldbröl 448 lits, salle de bains et évier pour 2 lits d'accouchement immédiatement disponibles. Arch.: Karl Monerjan



(4) Poste de travail obstétrique avec premiers soins aux nouveaux-nés et unité de fonctionnement(voir abréviations p.17).



(3) Hôpital privé Karlsruhe Durlach, 180 lits.
Arch.: Bohne, Colling, Schneider

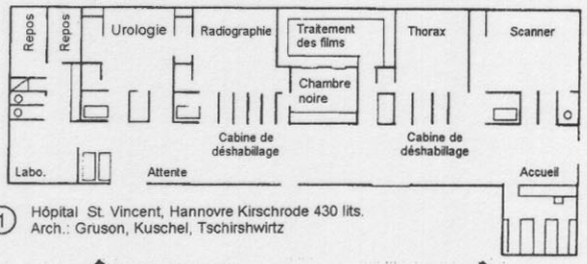
Unité de soins et d'examens

On voit apparaître depuis ces dernières années de grands changements dans le domaine fonctionnel des hôpitaux. En 30 ans l'unité de soins a diminué de 70% à 40% alors que la surface pour l'unité de traitement a augmenté de 100%. Cette évolution peut s'expliquer par la demande sans cesse croissante d'assistance médicale en diagnostic et en thérapie. Ce qui est important, c'est le regroupement de toutes les spécialisations médicales en un domaine cohérent, afin de garantir une meilleure coopération et consultation. Les ailes des bâtiments de traitement devraient être situées au Nord avec un accès si possible centralisé, sans circulation de passage.

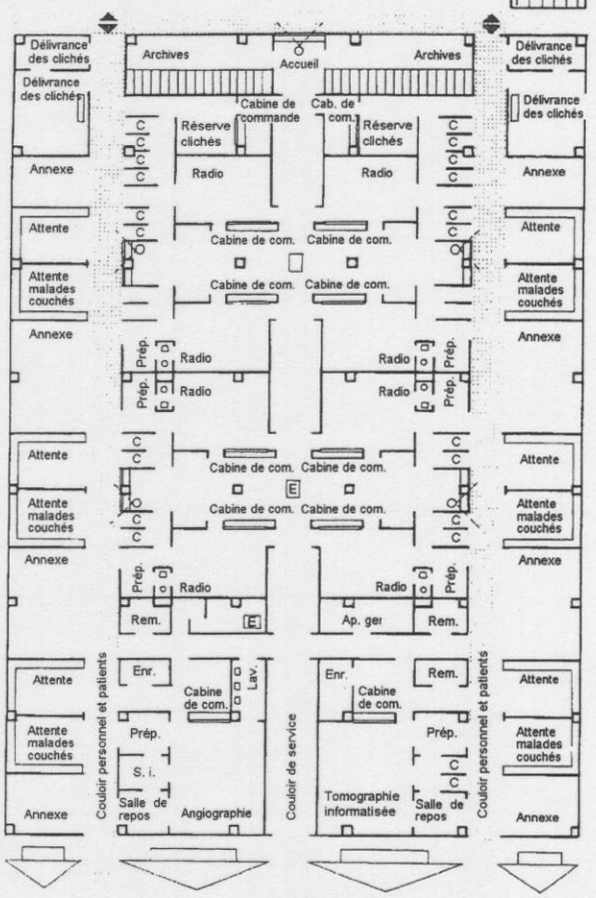
Obstétrique

L'obstétrique comprend la prévention et le traitement des maladies et complications en cours de grossesse, ainsi que la préparation, la mise en œuvre et le traitement consécutif aux accouchements normaux ou pathologiques, y compris la chirurgie d'aide à l'accouchement.
Le service d'aide à l'accouchement comprend les **groupes fonctionnels** : accouchements, soins aux nouveaux-nés, soins aux accouchées. Le service des accouchements forme en lui-même une unité (avec sas).

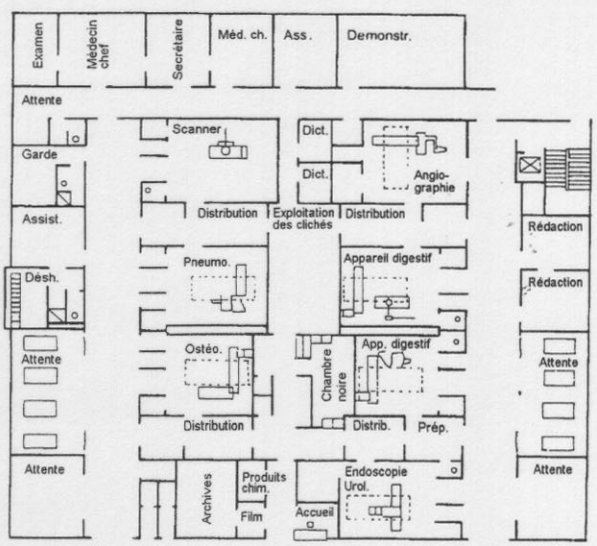
Le **déroulement fonctionnel** devrait influencer la distribution : salle d'attente, accueil, salle de bains, préparation, attente, salle de travail, accouchement. Auparavant il y avait 6 à 8 lits dans chaque salle de travail de maternité, mais la solution d'une pièce par parturiente est meilleure. Les salles d'accouchement exigent plus d'insonorisation, chaque pièce doit être équipée d'une baignoire pour bébé, d'une table à langer et d'un petit appareil respiratoire. Toutes les salles d'accouchement et l'entrée doivent être visibles du poste de travail des sages-femmes. Les accouchements par césarienne nécessitent une salle d'opérations aseptisée avec tout le matériel et la présence d'anesthésistes.



① Hôpital St. Vincent, Hannovre Kirschrode 430 lits.
Arch.: Gruson, Kuschel, Tschirshwirtz



② Service de radiodiagnostic. Accès aux salles de radios par un couloir commun aux patients et au personnel ainsi qu'un couloir de travail central.



③ Hôpital Munich-Perlach, 687 lits Arch.: Wichtendahl, Roennich

Unité de traitement médecine générale

Dans cette unité sont regroupées toutes les installations d'examen et de soins de la médecine générale. Les spécialités suivantes font partie de la médecine générale en fonction de la taille de l'hôpital : la cardiologie et les maladies vasculaires, la pneumologie, l'endocrinologie et le métabolisme, la gastroentérologie. Le secteur des médecins de service comprend le secrétariat (20 m^2) entre les deux médecins-chefs (15-20 m^2 et 20-25 m^2), puis la salle d'auscultation (25 m^2), les archives (dossiers), la salle d'attente. Prévoir des locaux de service pour le personnel de garde.

Radiologie

Font partie de la radiologie les spécialités qui utilisent les rayons ionisants à des fins de diagnostics thérapeutiques. En font partie le radiodiagnostic, la radiothérapie, la médecine nucléaire. Il faut veiller lors du projet à une intégration favorable dans l'unité d'examen et de soins, d'accès courts pour les patients stationnaires, ambulatoires et après accident, circulations séparées pour personnel/patients.

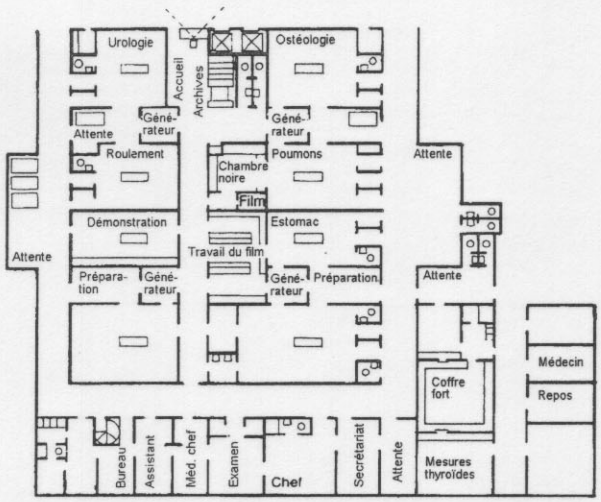
Diagnostics radiologiques

Une cohérence claire entre locaux de diagnostic et postes de distribution est importante. Il faut autant que possible des liaisons piétonnes ou mécaniques courtes entre le poste de service d'accueil et le service
des urgences, le service clinique et de consultations du médecin, endoscopie et chirurgie. Les patients à examiner ne sont en majorité pas affaiblis, il n'y a donc pas à envisager d'exigences d'hygiène. Le radio-diagnostic comprend l'accueil, la radiocospie, les clichés, le traitement des films, l'interprétation, la délivrance et l'archivage. Dans la zone d'examen radiologique il faut différencier : les unités fonctionnelles dans lesquelles on réalise des radiographies, des examens complets, des clichés en trame normaux ou en strates (salle des radios 35 m^2). En font partie deux cabines de déshabillage, WC (examens de l'appareil digestif), salle de préparation et de repos, cabine de commandes, transformateur et armoires de commande.
Unités de fonction pour la tomographie par ordinateur (salle d'enregistrement 35 m^2) avec 2 cabines de déshabillage, salle de préparation, cabine de commande, salle des données, générateur haute tension, salle de distribution. Il faut tenir compte de la sécurité contre les rayonnements et différencier l'unité de contrôle et l'unité de surveillance. Dans la zone de contrôle les personnes peuvent être soumises à des doses supérieures à 1,5 REM. Ces pièces doivent être particulièrement protégées (murs plombés). Respecter les exigences particulières concernant les installations électriques (conducteurs de sécurité, barres de compensation de potentiel, disjonteurs différentiels).

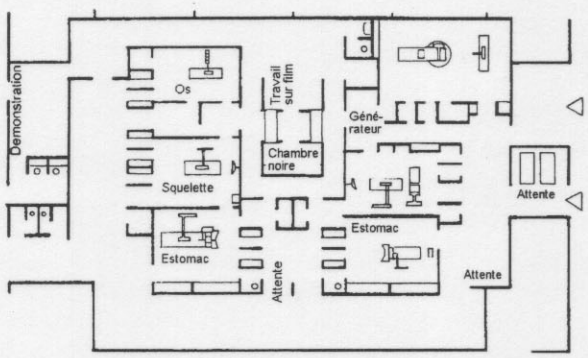
	Haute tension max. des appareils	Epaisseur minimale Plomb mm	Béton mm
Radioscopie	75	1,0	120
Radiographie	100	1,5	120
Dermothérapie	100	1,5	120
Irradiation moyenne	150	2,5	120
Irradiation profonde	175	3,0	120
Irradiation profonde	200	4,0	220
Irradiation profonde	225	5,0	220
Irradiation profonde	300	9,0	220
Irradiation profonde	400	15,0	260

④ Protection minimale (selon Rendich et Braestrup).

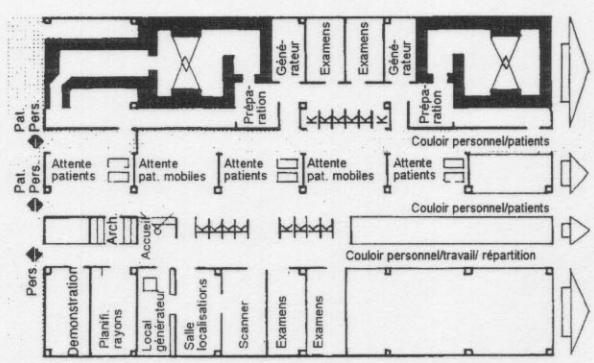
Hôpitaux
isons de
retraite



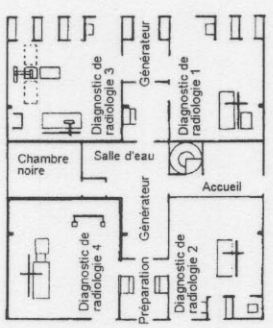
(1) Hôpital municipal Fulda, 732 lits. Arch.: Köhler, Kässens
Zone centrale à proximité du diagnostic fonctionnel et du diagnostic de médcine nucléaire.



(2) Hôpital Stade, 616 lits. Arch.: Poelzig
Plan d'un niveau avec laboratoire central. Directement à côté des locaux de diagnostic avec biologie cellulaire. Salle d'attente. Accès par deux côtés.



(3) Radiothérapie avec disposition indirecte des cabines vers les salles d'examen.



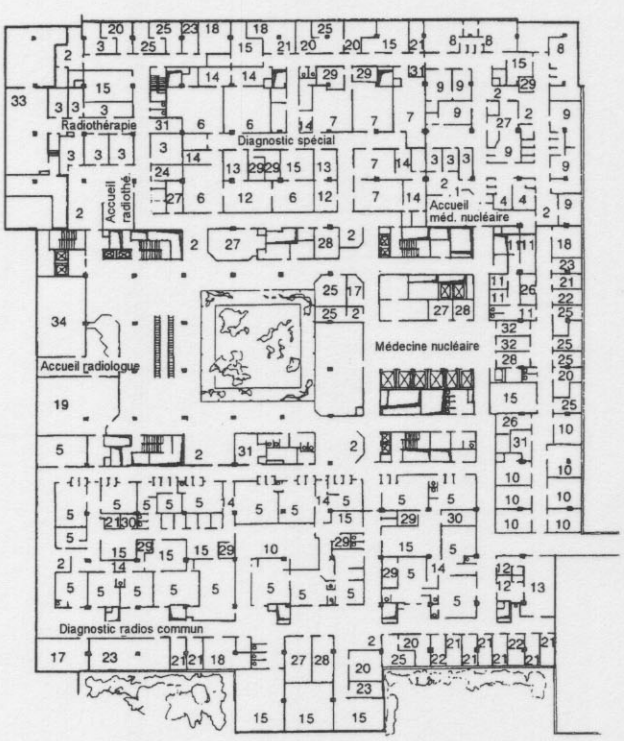
Légende fig. 5
2 = Attente
3 = Examen
4 = Traitement
5-7 = Diagnostic radiologique
8-11 = Zone médecine nucléaire
21-23 = Cabinets médicaux
25 = Bureau
26 = Appareils
27 = Matériel propre
28 = Matériel sale
29-34 = Fonctions annexes

(4) Radiodiagnostic; distribution des salles radio en croix, éch.: 1:5000, Clinique Universitaire de Bonn. Arch.: Köhler, Kässens

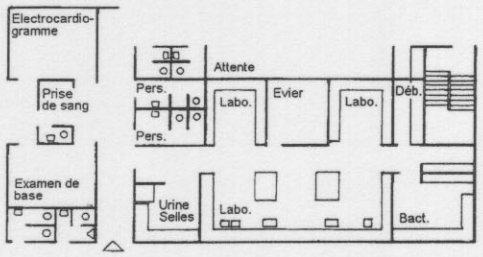
Le service de **radiothérapie** assure les **fonctions** suivantes : accueil, planification de radiothérapie, fonctions annexes. À l'accueil on enregistre les renseignements médicaux sur les patients ainsi que les rendez-vous. Dans la partie médicale de préparation à la radiothérapie on définit grâce aux appareils de radiologie, d'échographie et de thermographie la position et la grosseur d'une tumeur. Sont nécessaires 2 cabines de déshabillage pour un pré-examen, 2 à 3 cabines pour la pièce de localisation avec appareil de radiographie, 2 à 3 cabines (pour le scanner). Pour la partie physique de la radiothérapie il faut prévoir une pièce avec un bureau et un système de calcul (20 m^2) , les soins radiothérapiques nécessitent une salle de préparation, 2 à 3 cabines de déshabillage, une salle de commandes, une pièce de post-observation et une salle des machines. Pour les fonctions annexes sont nécessaires des locaux pour les démonstrations, le laboratoire de mesure du calibrage et de l'irradiation, un atelier de mécanique, un atelier d'électronique, un local pour les appareils, un dépôt et un local pour les produits d'entretien. Pour le service du personnel il faut des locaux pour le médecin et le physicien de service, la salle de repos du personnel, le vestiaire du personnel, les douches, les WC.

Pour des **raisons d'hygiène** les salles d'attente, d'examen, de localisation, de préparation et de radiothérapie doivent être bien aérées. Il est exigé un renouvellement d'air de 5 volumes par heure. Les **normes de sécurité** sont particulièrement sévères en radiothérapie. La protection constructive contre les rayons peut être obtenue soit par des protections en plomb soit par des murs en béton épais.

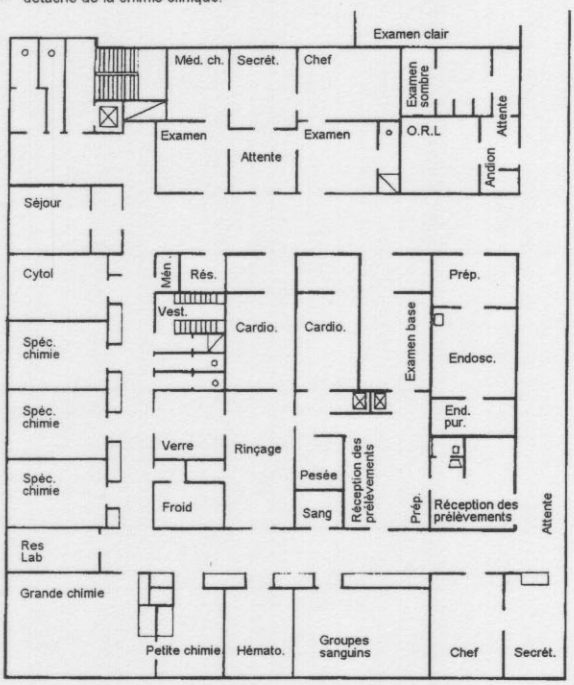
Le poids élevé des appareils de radiothérapie et de la protection nécessaire contre les radiations nécessite que ce service soit placé au sous-sol ou au rez-de-chaussée. La hauteur libre sous plafond des pièces de la radiothérapie doit être de 4,30 m, l'épaisseur des murs en béton assurant l'isolation est de 3,00 m pour des locaux de soins et d'auscultation dans la zone de radiothérapie primaire, 1,50 m pour les locaux de la zone de radiothérapie secondaire.



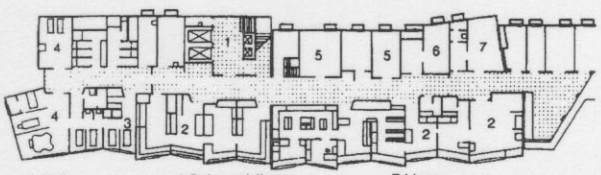
(5) Hôpital du canton de Bâle. Liens entre les services. Radiothérapie, médecine nucléaire, diagnostic radios sont reliés sur un niveau. Accès commun. Arch.: Suter et Suter



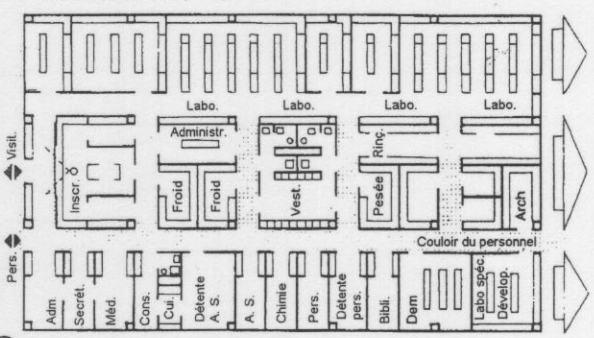
Hôpital Soltau, 354 lits. Arch. Poelzig/Bidermann
(1) Séparation des zones avec et sans circulation des patients, laboratoire de routine détaché de la chimie clinique.



(2) Etablissement hospitalier municipal Munich-Perlach, 687 lits.
Zone de laboratoire pour grand hôpital.
Arch.: Wichtendhal et Roemmich



(3) Hôpital Erdecke / Ruhr Arch.: Bockemühl
Laboratoire zone thérapeutique.

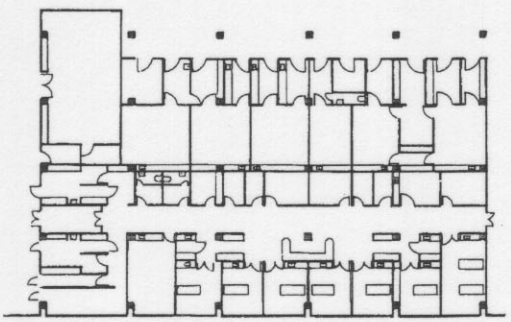


(4) Laboratoire clinique avec unités de fonctions en séries (voir abréviations p.17).

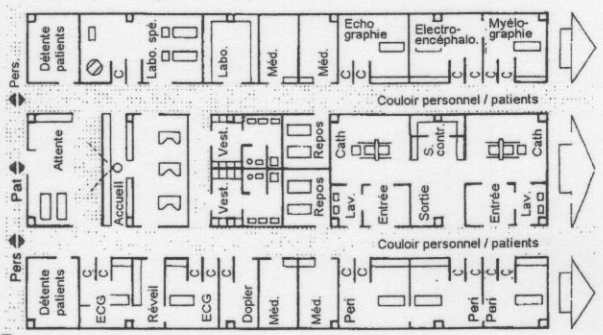
Unité de traitement

Les **fonctions** du **laboratoire clinique** comprennent les prélèvements, la répartition des spécimens et prélèvements, l'analyse des prélèvements ainsi que les fonctions annexes. Les analyses des prélèvements ont lieu au laboratoire clinico-chimique, hématologique ou dans des laboratoires spécialisés (laboratoire d'excréments, laboratoire d'urgence, laboratoire de développement). Il faut tenir compte des fonctions annexes que sont le local de rinçage, le local de désinfection, la préparation des matériels stérilisés, l'entrepôt, la chambre froide, la salle de réunions et la salle d'attente pour les patients. S'y ajoutent le séjour, le vestiaire, un bureau pour rédaction des rapports, le bureau pour les laborantins. Il faut respecter les directives pour les laboratoires chimiques et assimilés des Associations de prévention des accidents du travail pour assurer la **sécurité** du personnel, des patients et du service. Les **liaisons fonctionnelles** existent entre le laboratoire clinique et les services d'accueil / urgences, opération, soins intensifs (médecine), obstétrique, soins normaux et approvisionnement en médicaments. Une distribution centrale avec des accès courts est favorable. Pour des raisons d'hygiène il faut disposer la microbiologie comme service indépendant ou séparé par un sas. Toutes les pièces devraient bénéficier de lumière naturelle, il faut orienter si possible au Nord la salle des microscopes. La largeur des portes ne doit pas être inférieure à 1,00 m. La dimension du poste de service se calcule sur la base de 1,0-0,8 m^2 surface utile par lit.

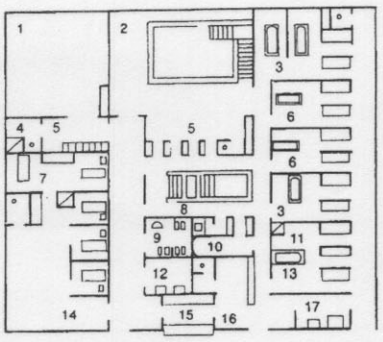
Le **diagnostic** doit être en relation étroite avec le laboratoire. Il comprend accueil, examens cardiologiques, analyse de gaz et respiration ; examen neurophysiologique, fonctions annexes. Les salles d'examen (15 m^2) sont accessibles par les cabines de déhabillage. Pour les **fonctions annexes** il faut prévoir les locaux suivants : poste informatique, archives, dépôts du matériel, salles d'attente, cabinets de médecins, salles de repos du personnel, vestiaires du personnel. Il existe aussi des liens fonctionnels, avec le service chirurgical et le radiodiagnostic. Le développement de la fonction diagnostive (comme celle du laboratoire clinique) croit rapidement, c'est pourquoi il faut prendre en compte, lors de la planification, la meilleure flexibilité et extensibilité possible. Il faudrait décider de l'aménagement de ces services peu de temps avant leur mise en fonction.



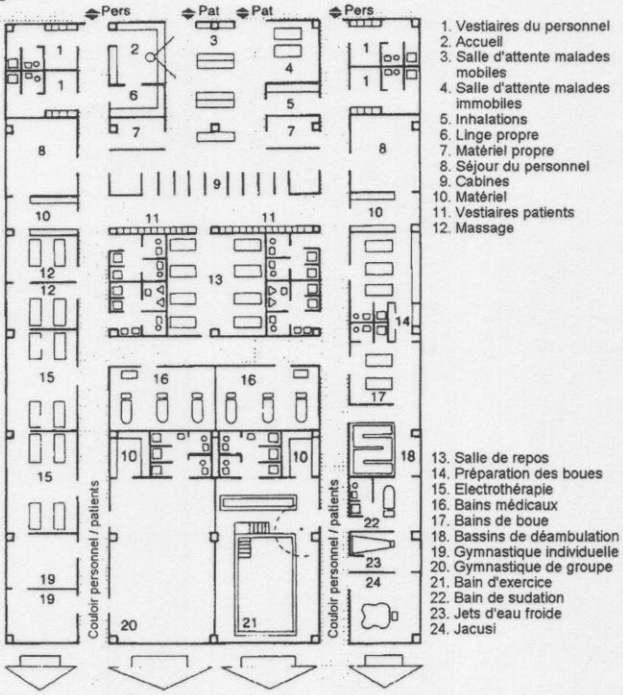
(5) Hôpital Berlin-Neukölln. Arch.: Kleihues/König
Endoscopie et diagnostic accidents.



(6) Diagnostic de fonction avec disposition directe des cabines.

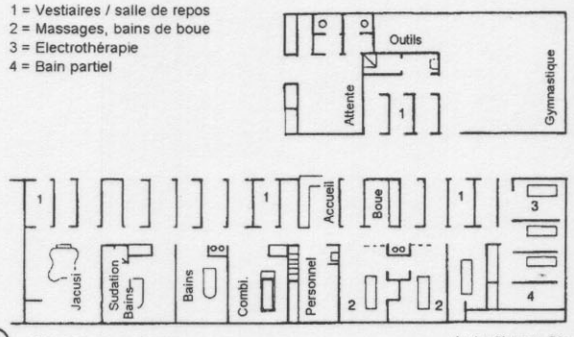


(1) Hôpital St. Marienwöth, Bad Kreuznach, 330 lits — Arch.: Meckenig

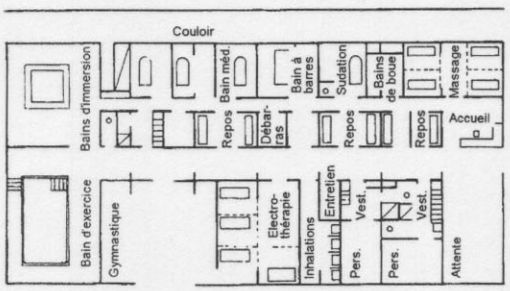


(2) Service de physiothérapie avec vestiaires centralisés et salle de repos.

1 = Vestiaires / salle de repos
2 = Massages, bains de boue
3 = Electrothérapie
4 = Bain partiel



(3) Hôpital Velbert, 600 lits. — Arch.: Kröger, Rieger



(4) Hôpital de Munich-Perlach, 687 lits. — Arch.: Wichtendahl

Unité de traitement **physiothérapie**

Le service est réparti pour des raisons d'organisation du travail en une **partie "humide"** et une **partie "sèche"**. Dans l'hydrothérapie on fournit des services hydrothérapeutiques et de thérapie motrice, dans la thérapie sèche des services d'électrothérapie et de kinésithérapie. Les fonctions suivantes font aussi partie de la physiothérapie : service d'entrée et les annexes. Font partie du service d'entrée, l'accueil, le dépôt de linge propre, la salle d'attente, le vestiaire des patients, la salle de réunion, la salle de repos du personnel avec cuisinette, le vestiaire du personnel, le local du linge sale. Font partie des annexes les locaux de surveillance et les bureaux avec des armoires de rangement des appareils et du linge, ainsi que des salles de bains et de toilettes pour les patients.

Font partie de la zone "humide" les bains thérapeuthiques, les bains de sudation, un grand bassin pour traitement Kneipp, douches, bassins divisés, douches assises, bains de déambulation, éventuellement sauna. Font partie de la zone "sèche" les salles d'électrothérapie, de massage, les cabines d'inhalation et d'enveloppement ainsi qu'un groupe de salles de gymnastique avec zones sanitaires et vestiaires.

L'**hygiène** exige des installations de désinfection des pieds dans les passages entre vestiaires et salles de soins. Pour les pièces d'hydrothérapie il faut résoudre certains problèmes de construction, la hauteur libre dans les salles de gymnastique et de motricité ne devrait pas être inférieure à 4,00 m.

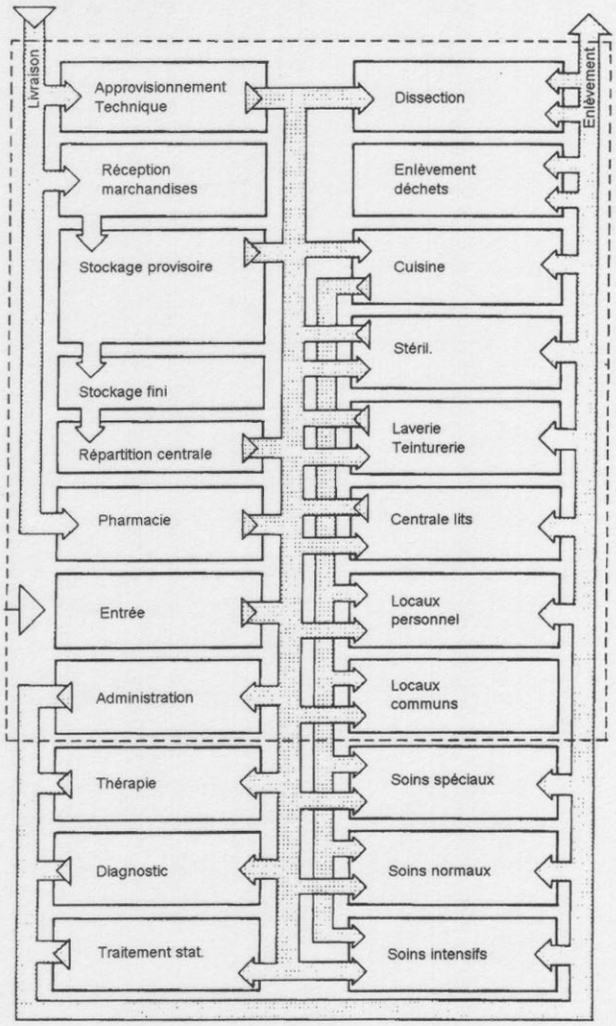
La grande fréquentation de la physiothérapie par de nombreux patients non hospitalisés exige un accès direct de l'entrée principale au poste de service. La partie kinésithérapie sèche avec les salles de gymnastique devrait disposer d'un accès direct à une surface extérieure (plateau d'évolution). La valeur indicative de la surface de service de physiothérapie est de 1,4 à 2,0 m^2 de surface utile par lit (en fonction de la nature et de la taille de l'hôpital). Ces places doivent pouvoir être utilisées simultanément par des hommes et des femmes.

Spécialisations complémentaires

L'**urologie** est en relation avec le diagnostic des radios. La salle de traitement (25-30 m^2) comportant une table d'examens et de soins pour les examens endoscopiques doit être située près du service opératoire. La pièce doit être pourvue d'un lavabo, d'un irrigateur suspendu, évacuation des eaux par le sol, prise 4-6 volts (cystoscopie), 2 cabines de déshabillage, WC. Attenant un local à instruments (15 m^2) avec stérilisateurs, éviers, lavabos, sièges d'attente pour les patients. Les soins ophtalmiques ont lieu dans une salle de traitement (25 m^2) qui doit pouvoir être obscurcie, avec un fauteuil de soins, des appareils d'examens et de mesure, un divan pour examens, lavabo, bureau. En antichambre la salle d'attente des patients.

Les traitements d'**oto-rhino-laryngologie** ont lieu pour les patients hospitalisés dans le service. La salle de soins obscurcissable (25 à 30 m^2) comprend une table de traitement pour les examens, un fauteuil de soins, stérilisateur, évier, lavabo, emplacements pour appareils mobiles, prise 4-6 volts, air comprimé et vide. Une salle de repos et une salle d'attente contigües doivent être prévues.

Les **soins dentaires** sont nécessaires en médecine interne (recherche de foyers) et en chirurgie (mâchoire). Il faut prévoir cette spécialité essentiellement dans des cliniques oto-rhino-laryngologiques et antirhumatismales. La salle de traitement 25-30 m^2 comprend un fauteuil de traitement avec unité dentaire, bureau, lavabo, appareil de radiologie et anesthésie, coin rinçage avec stérilisateur, éventuellement chambre noire.



(1) Zone d'approvisionnement et d'enlèvement des déchets - Relations.

Locaux pour le personnel

Ils doivent se trouver dans la zone d'approvisionnement à proximité immédiate de la livraison et prise en charge des marchandises : vestiaires et locaux de surveillance, WC, locaux d'entretien, débarras (pour appareils de nettoyage) éventuellement salle de repos.

Stérilisation

La stérilisation centrale doit se situer à proximité du service chirurgical, car se sont essentiellement des matériels en provenance de ce service qui doivent y être traités. Pour des stérilisations rapides entre deux utilisations, le service chirurgical devrait disposer d'installations de petite stérilisation. En liaison étroite avec la stérilisation centrale se trouve le magasin central des médicaments et matériels.

Dispensaire

Dans les établissements sans pharmacie, la distribution des médicaments sur ordonnance se fait depuis le dispensaire. Il est composé d'un local de travail et de distribution (25 m^2) avec accès direct au couloir de circulation. L'aménagement se compose d'un bureau, un coin toilette, évier, poste de pesée, armoires verrouillables. Magasin "sec" et magasin de spécialités attenants (15 m^2), une chambre froide (10 m^2) pour des matières dangereuses, ainsi qu'une salle pour les pansements. Un magasin "humide" conforme aux réglements de sécurité. Dans les planifications de nouveaux bâtiments la construction d'une pharmacie complète est recommandée.

Approvisionnement

L'approvisionnement clinique, alimentaire et technique se trouve soit dans des magasins d'approvisionnement annexes indépendants, soit sur un niveau neutre d'approvisionnement - évacuation des déchets sous le bâtiment central. Une cour d'économat séparée de l'entrée principale est souhaitable et doit être orientée au Nord. Les voies de circulation intérieures et extérieures doivent être coordonnées, il faut éviter le croisement entre voies des zones de soins et des zones de traitement, ainsi que les nuisances auditives et olfactives. **La planification de la zone d'approvisionnement** est conçue en fonction des services médicaux de l'hôpital. L'étude détaillée n'a lieu qu'après l'établissement des autres études détaillées des unités de traitement et de soins. **L'automatisation** grandissante implique la collaboration de l'architecte avec des économistes et des ingénieurs spécialisés. On peut noter la tendance à une **centralisation** grandissante des installations d'approvisionnement, afin de maintenir des coûts peu élevés d'investissement et de pouvoir employer une main-d'œuvre de façon plus rationnelle. Il faut privilégier l'approvisionnement et la préparation centralisés pour les matériels nécessaires aux différents lieux d'utilisation. La préparation et l'approvisionnement décentralisés sont plus adaptés aux produits et matériaux qui ne sont utilisés qu'en un seul service (instruments chirurgicaux et stérilisation, développement des clichés et radiodiagnostic). Dans les années 70 la tendance était de renoncer à l'autonomie des unités d'approvisionnement des hôpitaux isolés au profit d'un approvisionnement en chapeautant plusieurs services (grande cuisine). Ce type de service d'approvisionnement central pour plusieurs institutions est en régression ces dernières années, la tendance est maintenant plutôt à un approvisionnement indépendant des hôpitaux. On évite ainsi l'anonymat des services, ainsi que les longs trajets pour transporter et récupérer le linge dans les grandes lingeries, les dépôts centralisés, l'approvisionnement en énergie.

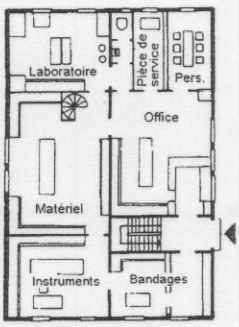
Transport

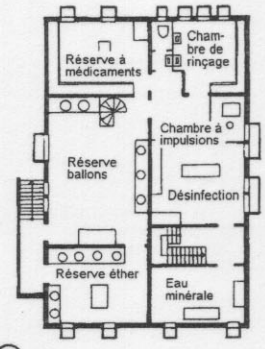
À côté de la question de l'organisation du dépôt / préparation des produits livrés et réutilisés se pose la question des moyens de transport. Souvent des étagères mobiles polyvalentes et des chariots distribuant le matériel nécessaire à chaque poste d'utilisation servent en même temps au stockage. Dans les hôpitaux de taille moyenne ou de grande taille un **convoyeur-vertical** avec éjection automatique sélective et distribution à différents niveaux est nécessaire ainsi qu'au retour du matériel utilisé vers la zone "sale", afin de libérer un peu le personnel. Il faut prévoir un pneumatique pour la distribution du petit matériel (médicaments, messages). La taille des **installations de transport** est fonction de la taille des établissements, la quantité des approvisionnement et déchets par lit et par jour est de 30-35 kg. Pour le matériel gros et encombrant (lits, appareils respiratoires, appareils cardio-pulmonaires) on dispose de monte-lits. Pour le transport de matériel de volume moyen (nourriture, linge, ordures, biens de consommation) l'installation automatique de transport des fournitures s'impose (grands hôpitaux).

Approvisionnement centralisé

Les avantages de la concentration de l'approvisionnement médical desservant tous les utilisateurs sur un seul niveau sont la direction centralisée, le stockage commun ainsi que la mise en service et l'utilisation de mêmes systèmes de transport. Grâce à la centralisation une unité commune d'approvisionnement-évacuation avec réception de marchandises est possible. La distribution et le stockage des produits peuvent être de là répartis rationnellement. Pour des raisons d'hygiène il est important de séparer les produits septiques et aseptisés. Il faut prendre cela en compte de façon impérative lors de la conception des installations de transport.

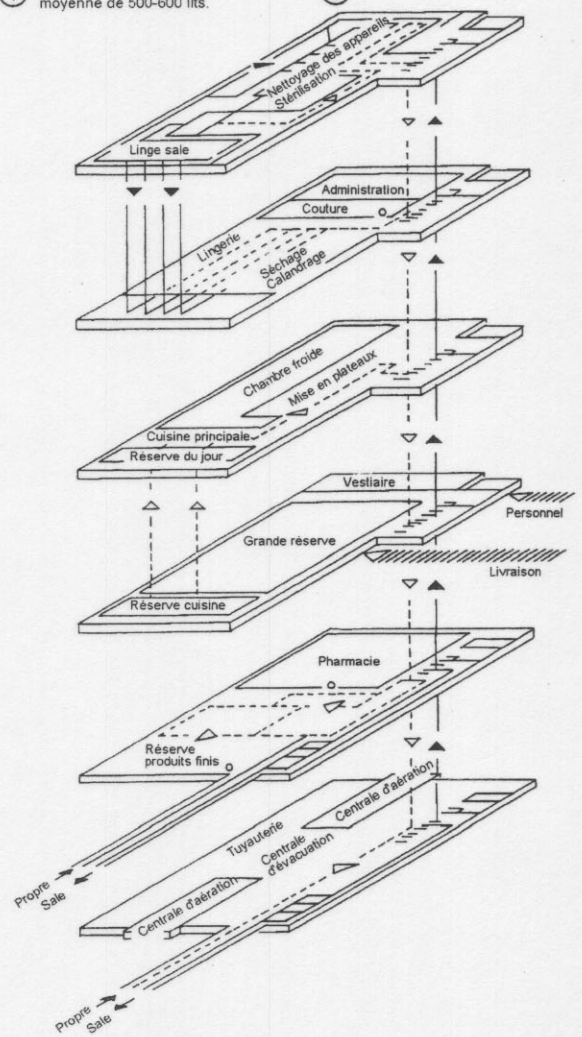
Hôpitaux
aisons de
retraite



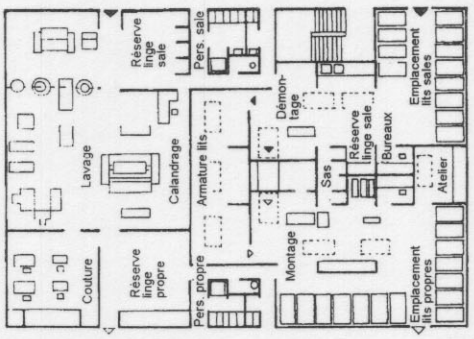


① Pharmacie pour un hôpital de taille moyenne de 500-600 lits.

②



③ Schéma de fonctionnement du centre d'approvisionnement des cliniques universitaires de Cologne. Arch.: Heinle / Wischer



④ Centrale de lits et lingerie, 1er sous-sol hôpital Soltau. Arch.: Poelzig, Biermann

Unité d'approvisionnement pharmacie

Dans les grands et moyens hôpitaux la pharmacie centralise les ordonnances et fait des analyses sous la direction d'un pharmacien diplômé. Les locaux règlementaires sont : officine, local à matériel, réserve à médicaments, laboratoire, plus une pièce comportant une table-bureau, un poste d'emballage, un évier, une pièce pour les pansements et l'herboristerie, un dépôt protégé pour liquides inflammables, une réserve pour bonbonnes et acides, éventuellement une pièce pour le service de garde de nuit. Font partie de l'officine une table de préparation, un laboratoire, un local d'emballage et de rinçage, un local de spécialités. L'aménagement est identique à celui du dispensaire. La réserve à médicaments doit disposer d'un accès individuel, ainsi qu'une réserve pour liquides inflammables et acides. Elle est pourvue d'une aération suffisante, d'un sol antiacides avec 10 à 15 cm de décaissé ainsi que d'installations électriques anti-explosion.

Centrale de lits

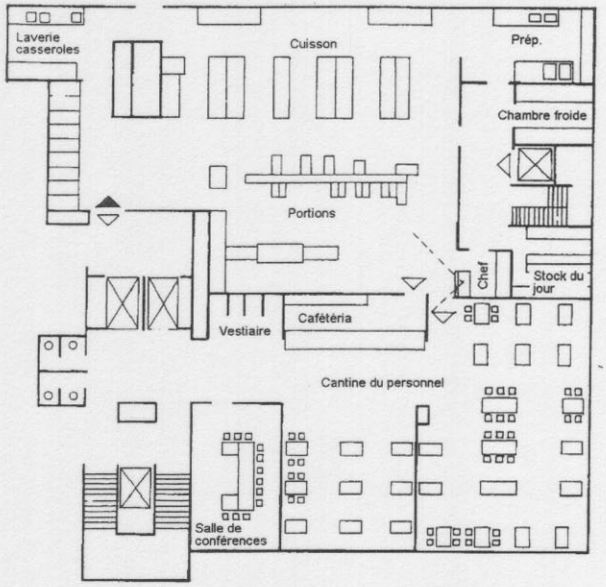
La grande charge de travail nécessitée pour le démontage, la désinfection, le nettoyage et le remontage des lits (env. 30 min) nécessite une préparation centralisée des lits, afin de décharger de ce travail le personnel hautement qualifié. Les avantages hygiéniques de la préparation centralisée, par rapport à une préparation sur place, sont une meilleure prévention des infections hospitalières (plaies opératoires purulentes, diarrhées) par un traitement complet dans la centrale de lits. Un lit nettoyé doit être prêt pour de nouveaux patients, après 15 jours d'alitement, après une opération ou un accouchement, ou après une souillure importante du lit. La taille de la centrale de traitement des lits est fonction du nombre de lits de l'établissement, un hôpital avec 500 patients alités nécessite une centrale de lits pour 70 lits. Une répartition fonctionnelle exige un côté aseptisé et un côté septique, la séparation se fait par l'installation de désinfection elle-même. La surface de dépôt des lits sales doit être suffisamment grande (3 m^2 par lit), la surface de démontage doit être de 10 m^2. Le remontage des lits nécessite 12 m^2. Prévoir un atelier spécialisé de 35 m^2 et une surface supplémentaire pour lits de réserve ; matelas, couvertures et oreillers. La partie non désinfectée peut être couplée avec la lingerie.

Approvisionnement en linge

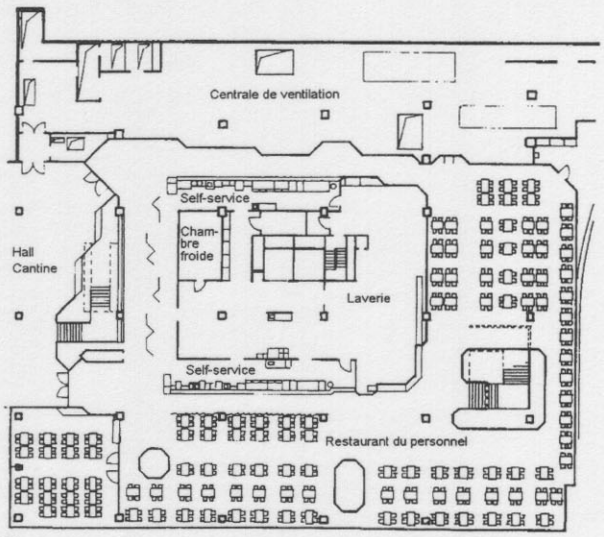
Les données sur la production de linge sale-sec par lit et jour varient entre 0,8 et 3,0 kg. Dans la lingerie le déroulement rationnel du travail est le suivant : réception, tri, pesage, lavage, essorage, défroissage, calandrage ou séchage, pressing (si possible avec vapeur à haute pression), repassage, couture, stockage, distribution. La salle de lingerie est composée d'un emplacement de triage et pesage (15 m^2), local de réception du linge sale des services, zone de travail humide (50 m^2), zone de travail sec (60 m^2), stockage de lessive (10 m^2), poste de raccommodage (10 m^2), remise à linge (15 m^2).

Approvisionnement alimentaire

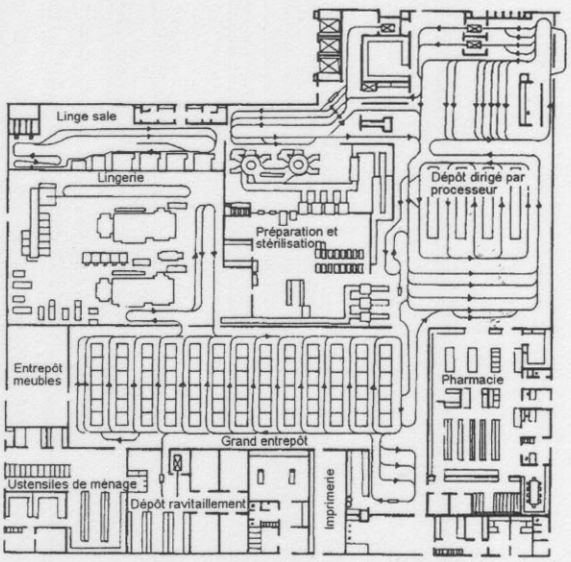
L'alimentation du malade demande une préparation très soignée, car il y a souvent un besoin varié en protides, graisses, glucides, vitamines, substances minérales, fibres et arômes. Les systèmes d'approvisionnement alimentaire qui rationalisent les différentes phases de la préparation alimentaire conventionnelle (préparation, accommodation, transport, distribution) prédominent. Les plats normaux et diététiques sont préparés séparément. Les aliments sont transvasés dans des chariots par des instruments de cuisine coordonnés et amenés à un tapis roulant répartissant les portions. Les plateaux avec les portions préparées sont amenés par des chariots aux services et distribués. Après le repas la vaisselle est ramenée avec le même chariot au nettoyage central de la vaisselle et des chariots. Le ravitaillement du personnel représente environ 40 % du ravitaillement total. Les salles communes et la salle à manger sont en relation étroite avec la cuisine centrale et le séjour. Dans les grands hôpitaux il faut envisager une répartition en salle à manger des aides-soignants, des infirmières et employés, et des médecins. Cela n'est pas recommandé dans les hôpitaux de taille moyenne ou petite.



(1) Cuisine à rez-de-chaussée, hôpital privé Karlsruhe-Durlach, 180 lits. Arch.: Bonne, Colling, Schneider.



(2) Restaurant du personnel hôpital cantonal de Bâle pour 150 employés. Arch.: Suter & Suter.



(3) Approvisionnement central, hôpital Baptist Memorial Jacksonville (USA), Arch.: Kemp, Bunch, Jackson, Metcalf. (Les lignes fines et les flèches indiquent le système de transport)

Cuisine centrale

Auparavant : située au dernier étage, pour éviter toute nuisance auditive ou olfactive. Actuellement : située sur l'étage d'approvisionnement ce qui garantit un déroulement plus facile du travail pour : livraison, stockage, préparation, présentation, distribution. Lors d'utilisation de produits congelés, la fonction et l'aménagement de la cuisine changent. C'est à ce niveau que l'architecte et l'utilisateur doivent travailler en étroite collaboration sur la manière et la forme de la future préparation des plats, afin de trouver une solution économique financièrement et spatialement. Hauteur libre des cuisines 4,00 m. Taille de la cuisine en fonction des exigences et du nombre de malades de l'hôpital. Dans la cuisine principale il faut prévoir 1,0 m^2 par participant. Il faudrait prévoir en outre une cuisine diététique (mini. 60 m^2) avec coin bureau pour le chef cuisinier, légumerie (30 m^2) et stockage des ordures. S'y ajoutent un local de provisions du jour (8 m^2), une chambre froide avec compartiments pour la viande, le poisson et les produits laitiers (8 m^2 chaque), un local de prérefrigération (10 m^2) avec congélateur et générateur. La réception des marchandises devrait communiquer avec l'administration et disposer de suffisamment de place avec dépôt (15-20 m^2). Réserve principale composée d'une réserve de fruits et légumes (20 m^2), d'une réserve de provisions sèches (20 m^2) et d'une réserve de conserves.

Laverie centrale

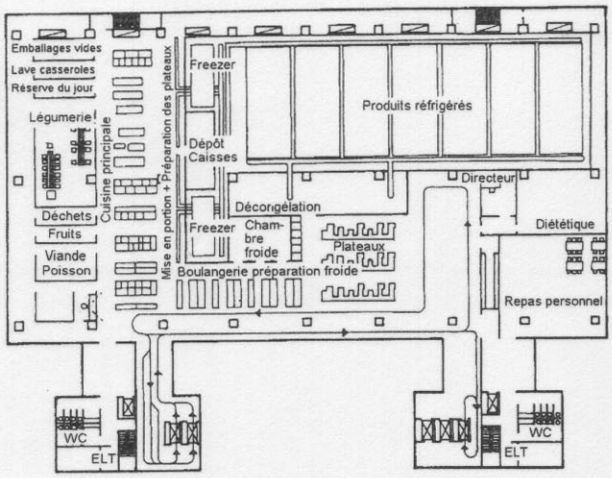
Le lavage et le stockage de la vaisselle dans les différents offices des services n'a plus lieu d'être. On obtient ainsi une décharge du personnel soignant. Il faut prévoir suffisamment de place pour le travail et l'encombrement du lave-vaisselle (30 m^2)

Approvisionnement technique

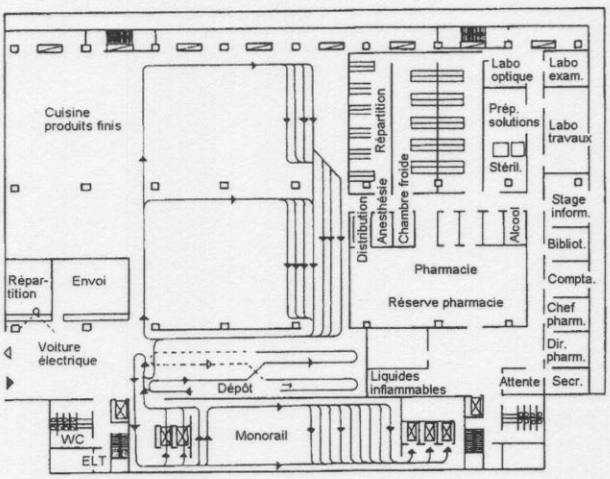
Les services techniques sont responsables de l'approvisionnement technique, ils jouent un rôle de plus en plus important de par l'automatisation croissante. Leurs domaines sont l'entretien des bâtiments, les locaux techniques, la technique médicale, la mécanutention, l'administration. Il faut veiller pour les installations sanitaires au rapide développement technique. Les bouclages sont propices à la distribution horizontale ainsi que des colonnes montantes en gaines particulières et l'alimentation de l'appareillage passant en faux plafond. L'eau est préparée de façon centralisée, seuls les domaines exigeant une qualité supérieure (pharmacie) ont une préparation de l'eau décentralisée (désalage et détartrage de l'eau). Il faut compter 450-400 L de consommation d'eau par lit et par jour en fonction du type et de l'emplacement de l'hôpital. Les locaux de ventilation et d'aspiration d'air sont plutôt décentralisés pour desservir les pièces en position centrale, salles de bains, WC, cuisine centrale, lingerie. Dans le service chirurgical et la radiologie, il est souhaitable de regrouper les courants et fluides avec le groupe électrogène de secours. Les pompes pour l'oxygène, l'azote, le vide, l'air pressurisé doivent être doublées, pour permettre un fonctionnement continu en cas de panne.

Centrale de chauffage

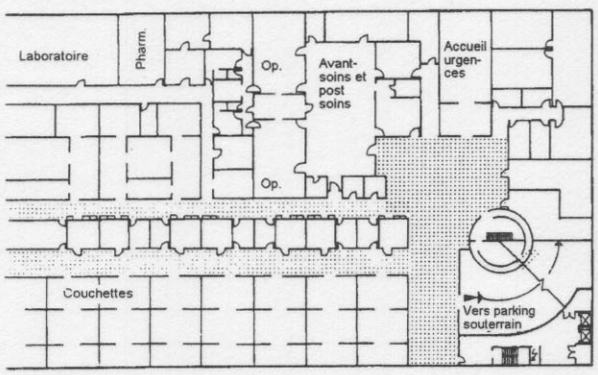
Dans les solutions anciennes avec chambre de chauffe (≥ 100 m^2) de grands sous-sols étaient nécessaires, souvent sur 2 niveaux. Les systèmes actuels de chauffage prennent moins de place, la distribution de chaleur est particulièrement adaptée. Il faut veiller à ce que le service chirurgical et le service des soins intensifs soient alimentés en permanence. C'est pourquoi il faut prévoir des systèmes de secours. Les arrivées et sorties d'air, les sections des conduits de fumée sont déterminées par les normes et règlements. Les portes des issues de secours doivent s'ouvrir vers l'extérieur. Les réglementations doivent être observées. Système de chauffage et distribution des fluides / groupe électrogène de secours peuvent être placés dans un grand local.
La chaufferie est à prévoir si possible à l'extérieur de l'hôpital, en sous-sol et accessible. Il faut suivre les directives sur les chaufferies.



① Centre d'approvisionnement cliniques universitaires Cologne, cuisine, réserve produits finis. Arch.: Heinle, Wischer



② Centre d'approvisionnement cliniques universitaires Cologne, cuisine, réserve produits finis. Arch.: Heinle, Wischer.



③ Hôpital du canton de Bâle, abri antiaérien avec deux salles d'opération et couchettes. Arch.: Suter et Suter

Approvisionnement central

On a pu discerner ces dernières années une tendance à l'utilisation de modèles organisationnels plus modernes. L'organisation centrale des différents services d'approvisionnement et d'évacuation compense le manque croissant de personnel. Les circulations internes de l'approvisionnement central sont séparées des autres flux de circulation dans l'hôpital. On évite ainsi des interférences et on obtient une meilleure utilisation des systèmes de transport. Lors de la planification, des programmes de simulation sur ordinateur montrent à l'architecte les erreurs ou les difficultés de fonctionnement qui peuvent encore être modifiées dans cette phase. Par une utilisation ciblée, la surface du service d'approvisionnement peut être réduite par des mesures efficaces et précoces.

Installation électrique

L'alimentation en électricité s'effectue par le réseau public, soit en 220 V (courant normal) soit en 380 V (courant fort). Dans le local de distribution sont situées les installations de distribution électrique. Deux cellules de transformateurs isolés sont nécessaires au minimum. Des portes suffisamment larges (env. 1,30 m de largeur libre) et une bonne ventilation sont à prévoir. Tenir compte des réglementations et de la prévention des accidents du travail. La puissance et le nombre des **installations de secours** est fonction de la taille de l'établissement. Des générateurs placés de façon décentralisée pour les différentes unités (service chirurgical / soins ambulatoires, services de soins, radiologie) sont préférables à une installation de secours centralisée. Ces machines de petite taille ont une plus faible nuisance sonore. Il faut prévoir des fondations antivibratiles sous les transformateurs. Des accumulateurs supplémentaires doivent être disponibles dans le service chirurgical pour l'électricité et l'éclairage de secours.

Centrale gaz

L'approvisionnement des conduites d'oxygène se fait au moyen de bouteilles en acier placées en batteries avec commutation automatique en réserve ou en fonctionnement. Pour réduire les transports un accès direct à l'économat (livraison et évacuation des bouteilles) est souhaitable. L'emplacement des bouteilles peut être commun avec les pompes (vide, azote, air comprimé) pour maintenir une gaine collectrice centralisée (éventuellement gérée par ordinateur).

Ateliers

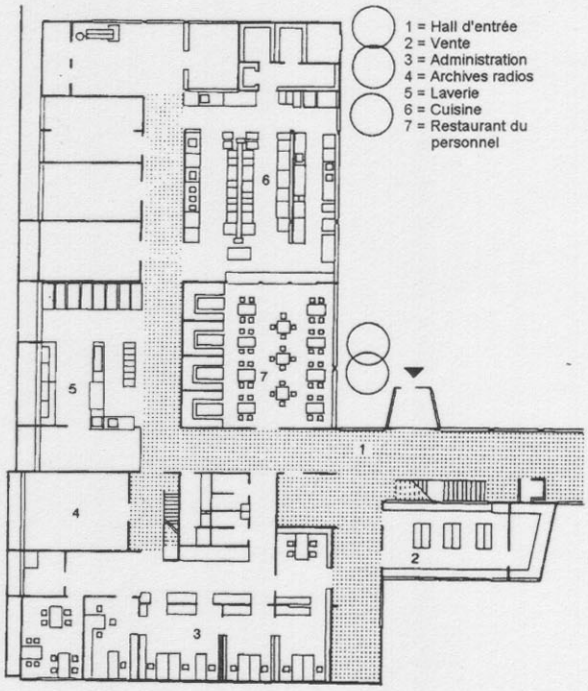
En relation avec l'économat, on trouve l'atelier de serrurerie et d'électricité (40 m^2) avec magasin de matériel, de pièces de rechange (20 m^2), magasin général (60 m^2), emplacement pour appareils de transport (15 m^2).
Il faut aussi prévoir un réservoir d'eau (réservoir de secours) éventl. près de l'ascenseur au-dessus du toit / en toiture (40 m^3). Il faut séparer les stations d'épuration de l'hôpital général, d'une part, et le service des maladies infectieuses / désinfection, d'autre part.

Centrale de communication

Dans l'hôpital, on peut utiliser les moyens de communication suivants: le téléphone, l'interphone, l'appel de l'infirmière, l'interphone pour les infirmières, horloges, bippeurs sans fil, appels téléphoniques généraux, musique, télévision, télex, radio. Pour une meilleure supervision de l'ensemble on devrait installer un poste central de répartition des médias (dans le hall d'entrée ou dans les hôpitaux plus petits à la réception). Il faut prévoir l'installation sans fil de recherche du personnel en parallèle avec le réseau téléphonique, là où pour des raisons de temps ou de fonctionnement on ne peut se permettre de se rendre à un poste téléphonique (service chirurgical, radiologie). L'interphone pour les infirmières permet d'établir un lien entre les différents postes de travail des infirmières et les chambres des malades. À partir d'une horloge mère à quartz et à piles en passant par le réseau téléphonique on peut diriger plusieurs centaines d'horloges secondaires avec aiguille pour les secondes. Il faut aménager les chambres des patients avec le téléphone, messages circulaires téléphoniques et la télévision. Dans les hôpitaux destinés à l'enseignement et la recherche une installation interne de télévision est importante (*monitoring*). Tous les bâtiments doivent être surveillés par une installation automatique de détection du feu, complétée par un dispositif manuel d'alarme. En cas d'incendie, l'aération, les cloisonnements C.F., les transports et les ascenseurs sont contrôlés par l'installation de détection d'incendie.

Abri antiaérien

Les exigences vis à vis des constructions de protection antiaériens et contre les radiations sont différentes selon la localisation. Il faut tenir compte des directives. Doivent être en place une salle d'opérations de secours, des lits, un dépôt de matériel stérile et les installations domestiques de secours.



① Hôpital collectif Herdecke/Ruhr, 192 lits. Hall d'entrée avec zone administrative. Arch.: Bockenmühl

Service de radiologie et autres, réserves (pharmacie, désinfection, cuisine et autres), produits préparés, collections, économats, ateliers. Les profondeurs des étagères et armoires dépendent du stock. Pour les dossiers, livres, films 25-40 cm, pour les appareils, la porcelaine, etc. 40-60 cm. Pour réduire la surface de base à capacité égale de stockage, les installations avec des étagères sur roulettes sont rationnelles.

Salles communes

Les salles de restauration sont en relation étroite et au même niveau que la cuisine centrale. La salle à manger des employés est modulable grâce à des cloisons mobiles. Le pourcentage d'approvisionnement pour les employés par rapport à l'approvisionnement total est d'environ 40%. On peut faire des économies de personnel en installant un self-service. La cafétéria peut jouxter la salle de restauration (éventl. en combiné). Les plats au choix préparés en portions sont disposés pour être retirés individuellement, les plats principaux fixes sont distribués par le personnel à partir de récipients chauffants roulants ou de fours à micro-ondes. Disposition en direction de la salle comme suit : étagère à plateaux, salade, dessert, lait, pâtisserie, vaisselle, plats chauds, caisse, couverts, boissons séparées, par distributeurs automatiques éventuellement.

Lieux de recueillement

Position centrale idéale au croisement de la circulation intérieure et extérieure, mais en dehors des zones de soins, de traitements et d'approvisionnement. Accessibles aux employés, aux visiteurs, aux malades hospitalisés (transport des lits). L'installation et la taille des lieux de recueillement dépendent des différentes exigences confessionnelles, de lieux et de personnes, la plupart du temps sans être fixée sur une religion particulière, au minimum 40 m^2. Temple protestant : chaire, consulter les autorités de l'église réformée ; chapelle catholique : table de communion, confessionnal, sacristie (demander l'autorisation de l'évêque), les locaux pour les religieux sont en relation directe avec la chapelle ou le lieu de recueillement : bureau (travail et réception), sacristie, produits d'entretien et débarras. Il faut prévoir, à côté des places assises, des emplacements pour les lits de malades, les fonts baptismaux, l'orgue, l'harmonium, autel.

Locaux administratifs étroitement reliés par des couloirs au hall d'entrée et au croisement principal de circulation, il faut prévoir un accès facile à la zone d'approvisionnement. 100 lits occupés nécessitent le personnel suivant

Service médico-technique	15,6
Personnel clinique	8,2
Service économique	17,9
Service d'entretien	1,3
Service administratif	7,9
Service de fonction	10,9

Il faut prévoir 7 à 12 m^2 par membre du personnel dans la zone administrative. Les locaux pour la circulation des malades et des familles sont reliés à la réception (hall d'entrée), à l'accueil et à la comptabilité (25 m^2). Une communication avec l'entrée des malades couchés avec au moins deux réceptions / cabines d'accueil (5 m^2) servant de sas avant l'accueil, avec la caisse (12 m^2), avec la comptabilité (12 m^2) est importante.
Les locaux d'administration interne sont le bureau du directeur administratif (20 m^2), le secrétariat (10 m^2), le bureau du service administratif (15 m^2) éventl. dans la zone d'approvisionnement le bureau des infirmières (20 m^2), le bureau du personnel (25 m^2), les archives centrales (40 m^2) au sous-sol avec escalier secondaire menant à l'administration.
Selon les besoins : bureaux pour l'infirmière chef et l'assistante sociale, salles de repos et de réunion pour les médecins, local du courrier, archivage des dossiers des malades, bibliothèque spécialisée, bibliothèque pour les malades, coiffeur (2 places). La rationalisation croissante de la comptabilité et l'utilisation d'installations électroniques et d'ordinateurs nécessitent la prise en compte lors du projet, de la nature des sols (faux-plancher éventuellement) et d'un bureau central avec poste pneumatique.

Entrée principale

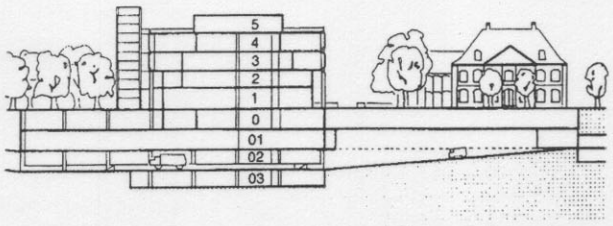
La circulation générale est dirigée vers une seule entrée principale, les entrées spéciales doivent être signalées à part pour des raisons d'hygiène (service contagieux ou pédiatrie). Il faut concevoir le hall d'entrée selon le principe des "portes ouvertes" comme une salle d'attente pour les visiteurs venus en avance. De nos jours la conception correspond plutôt à un hall d'hôtel moderne, afin d'atténuer le caractère d'hôpital. C'est à partir de là que se séparent les circulations des visiteurs, des patients non hospitalisés, des patients hospitalisés pouvant se déplacer, et les circulations de service. La taille du hall dépend du nombre de lits et du nombre de visiteurs (variable suivant les localités). La réception et le standard (12 m^2) sont sous forme de comptoir, de là surveillance et fermeture des accès internes et croisements principaux (avec WC). En font aussi partie les cabines téléphoniques, les kiosques à tabac, confiserie, fleurs, papeterie.

Entrée des malades couchés

Pour l'admission, prévoir une descente à couvert ou un hall fermé, à proximité, visible depuis l'administration, mais non visible de l'entrée principale. Prévoir un accès court et à l'écart de la circulation générale vers les urgences, le service opératoire, et les principaux croisements (service des malades). Il faut agencer une salle d'examen pré-hospitalisation (15 m^2), premiers soins (15 m^2), salle de bains pour hospitalisation (15 m^2), une antichambre (10 m^2), emplacement pour au moins deux civières et un dépôt de linge directement accessibles derrière l'entrée.

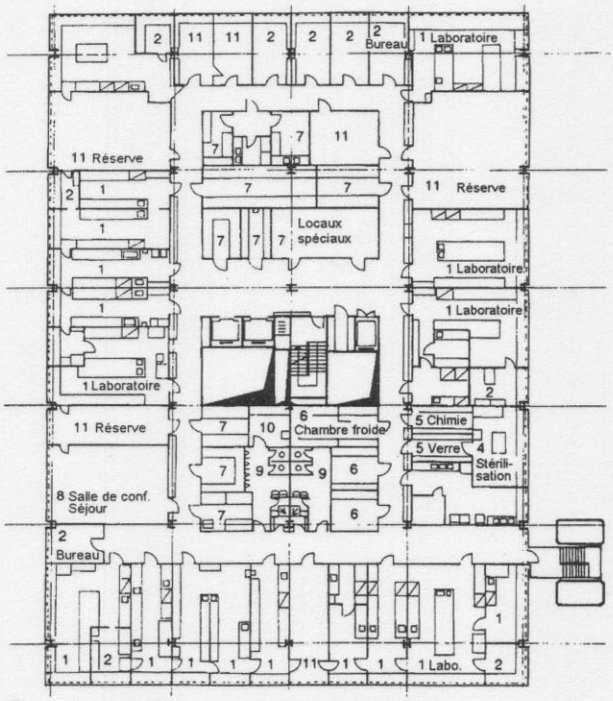
Archives et magasins

Une liaison courte entre les archives et les zones de travail est souhaitable, mais difficilement réalisable. La localisation au sous-sol avec communication par escalier est possible. Il faut différencier les archives et magasins pour dossiers, littérature, films, administration.

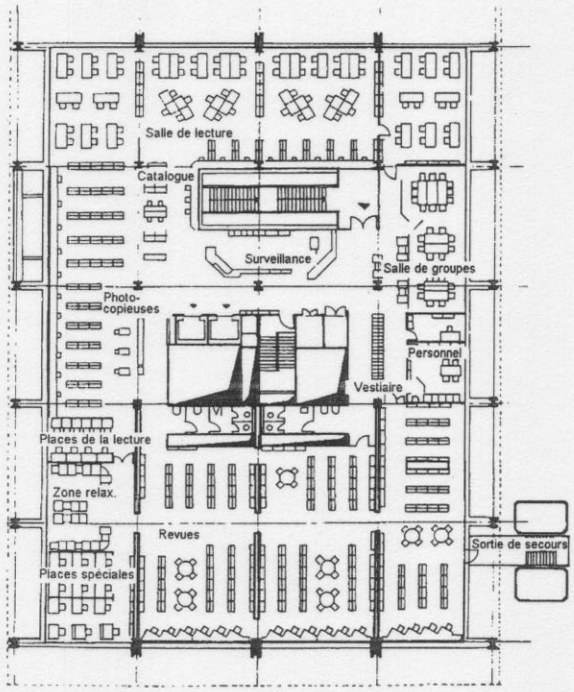


03 = Locaux techniques
02 = Dépôt, magasin, linge
01 = Cuisine, ateliers, laboratoire d'essai
0 = Cantines, halls
1 = Cafétéria, amphis
2 = Bibliothèque
3 = Laboratoire
4 = Ecole laboratoire
5 = Technique

① Centre d'enseignement et recherche, Bâle — Arch.: Suter et Suter



② Niveau 3 , laboratoire de recherche.



③ Niveau 2, bibliothèque

Habitat

L'habitat est en principe séparé de l'hôpital. L'accès se fait par l'entrée générale. Ce domaine se répartit en foyers, logements et locaux de formation et de formation continue. Il doit y avoir suffisamment de places de parking pour les employés.

Foyers

Dans les foyers pour employés féminins, on peut loger en cas de besoin, outre les infirmières, les femmes médecins, les assistantes, les aides, les étudiantes. Les studios doivent être conçus unitairement comme des pièces uniques avec armoire et coin toilette (16 m^2). La solution avec WC et douche séparés est toutefois meilleure. La dimension des pièces est d'env. 4,60 m-4,75 m x 3,00 m-3,50 m.

Il existe des points de vue différents quant à la disposition des unités de cuisine. Auparavant il était courant de regrouper avec 10-12 studios un office commun (6 m^2), un séjour (20 m^2), éventuellement un balcon, local pour produits d'entretien. Actuellement on préfère des studios avec kitchenette intégrée et cellule sanitaire (voir (résidences universitaires). Les pièces communes (séjours) pour tous les employés sont un séjour (par studio = 1,0 m2 au min. 20 m^2) en relation avec une pièce polyvalente 20 m^2, vestiaire, 2 WC, une lingerie (10 m^2) un séchoir (15 m^2), un débarras (30 m^2). Les foyers pour employés masculins doivent être prévus de façon analogue, à moins que la taille de l'installation ne rende obligatoire un foyer commun.

Appartements

Il faut répartir dans les foyers selon les sexes des 2 pièces (40 m^2) destinés aux médecins ou aux femmes médecins. Les logements de 3 et 4 pièces (70-90 m^2) pour médecins, administrateurs et gardiens doivent être prévus à l'écart des foyers, éventl. on peut aménager des salles communes pour les médecins : bibliothèque et salle de lecture (25 m^2), club (35 m^2).

École de formation et formation continue

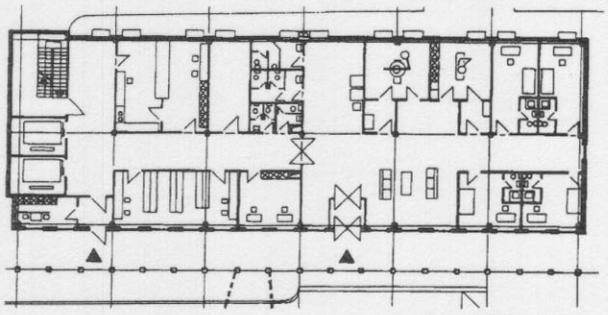
La formation professionnelle des étudiants en médecine nécessite un enseignement spécialisé et des recherches, en lien étroit avec l'hôpital. L'accroissement du nombre d'étudiants augmente les exigences envers les écoles de formation. On doit y trouver : magasins, ateliers, laboratoires d'essais (pharmacie), zones audiovisuelles (pour des retransmissions télévisuelles à partir du service chirurgical), éventl. leur propre cafétéria, amphithéâtres (150-500 places), bibliothèque, laboratoires de recherche, laboécoles, salles de TP, bureaux. Le nombre et la taille des pièces dépendent de la taille et la localisation de l'institution.

Laboratoires d'essai

C'est là que sont réunies toutes les animaleries pour l'ensemble de l'hôpital. Ils sont reliés aux autres laboratoires par un ascenseur pour personnes et marchandises. Ce domaine est particulièrement développé dans les cliniques universitaires.

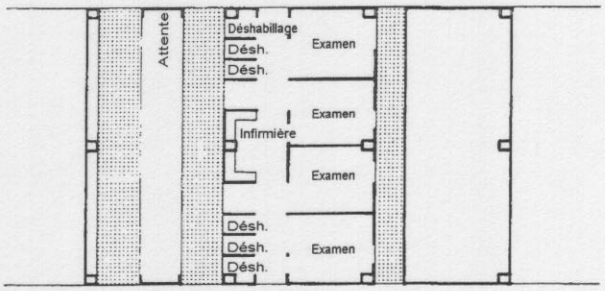
Bibliothèque

Les bibliothèques médicales doivent être conçues comme des bibliothèques libres, sans magasins fermés et sans distribution / prêt de livres. La majorité de la littérature est constituée de magazines. Il est important qu'il y ait suffisamment de tables de lecture avec lampes de lecture, tables de travail avec appareils de lecture pour les microfilms, un projecteur de diapos et des machines à écrire. Un lien entre la bibliothèque et les petites et moyennes installations de transport de la clinique est souhaitable.

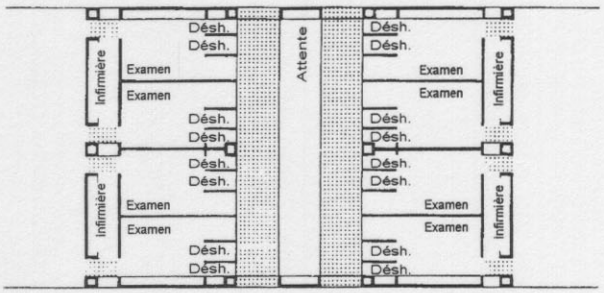


Arch.: Köhler/Müller

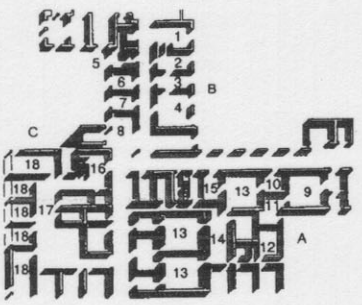
① Urgences avec pièces pour médecin de service et lien avec la stérilisation centrale.



② Urgences avec surface de service séparée du flux des patients.



③ Urgences avec allée centrale avec vestiaires directement disposés.

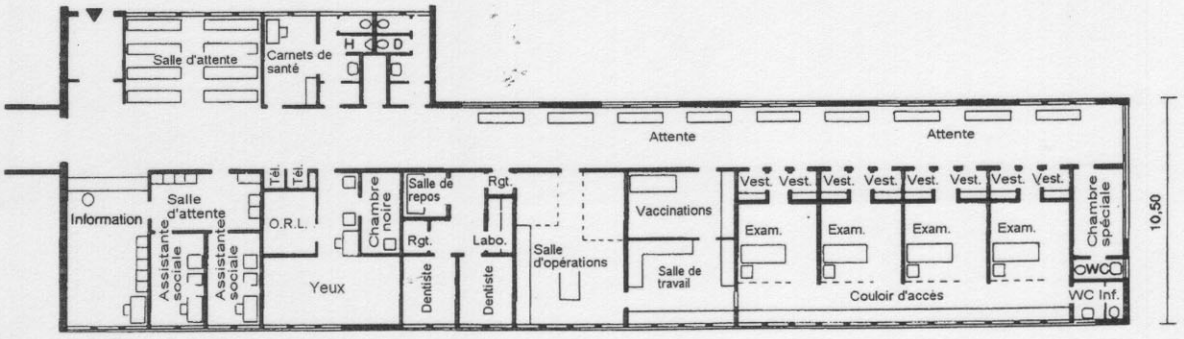


Urgences
1. Accueil/attente
2. Petite salle d'opérations
3. Salle de réveil
4. Pièce polyvalente (urologie)
5. Vestiaire, médecins
6. Salle de réunion médecins
7. Cabinet médical
8. Espace libre pour lits de service propres (lits en attente)

Zone opératoire
9. OP sept.
10. Salle d'introduction
11. Salle d'appareils
12. OP asept.
14. Dégt. stérile, lavage
15. Sortie

Soins intensifs
16. Sas vers zone soins intensifs
17. Dégt. approv./travail
18. Salles de soins intensifs

④ Plan des services: A opératoire, B urgences, C soins intensifs



⑤ Urgences pour hôpital de 200 lits. OP accessible par ascenseur.

Les urgences assurent les premiers soins lors d'accidents, les soins médicaux sont dispensés par le personnel du service chirurgical. Le contact avec les visiteurs ou les malades doit être évité.

L'accès aux urgences doit être à proximité immédiate de celui des malades couchés et à courte distance du service de chirurgie. Les locaux des urgences sont hygiéniquement souhaitables dans le service chirugical. Les unités de fonction suivantes font partie des urgences : 2 salles d'examens et de traitement (25 m^2 chaque) accessibles par des pièces séparées de déshabillage ou de passage.

Une pièce devrait être aménagée comme cabinet médical avec possibilité de plâtrage, une autre comme salle d'opération septique d'urgence, afin d'éviter de faire passer les malades par le sas pour arriver dans le service chirurgical. A proximité de l'entrée se trouve le bureau des urgences avec accueil des malades et salle d'attente des malades. Il est judicieux de placer le médecin-chef, le médecin supérieur, le médecin de service à proximité des urgences afin de garantir une intervention rapide lors de celles-ci.

Le poste de travail des infirmières peut être relié au hall d'attente des malades.

Hôpitaux d'urgences

Généralement dans les grandes villes ils servent aussi à la réhabilitation. Sinon il faut souvent grouper ces services de secours avec un service de traumatologie bien structuré, dans les anciens bâtiments, remplacés actuellement par de nouvelles constructions d'hôpital général.

Les dispensaires

Ils remplissent la plupart des fonctions polycliniques des urgences : traitements préventifs ou suivi des malades sortis de l'hôpital et capables de marcher.

Salles d'examens et de soins pour diagnostics et traitements préventifs, et suivi des traitements, contrôle préalable avant envoi en maison de repos (prévention de la tuberculose) examens en série, conseils, etc. Service de médecin assermenté avec bureau et salle d'examen, éventl. pièce et salle d'examen pour médecin remplaçant, salles d'attente séparées des cabinets.

Locaux épidémiologiques : cabinet de l'épidémiologiste, antichambre, salle d'examen, salle d'attente séparée.

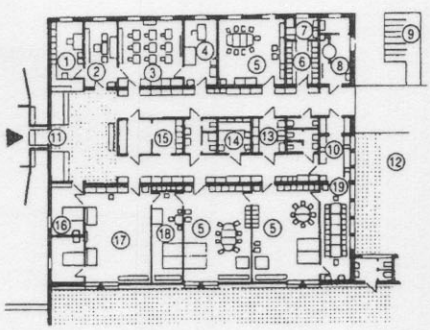
Locaux pour maladies vénériennes : salle d'examens avec WC, antichambre avec fichier, cabinet d'examens.

Assistance maternelle : salle d'attente, cuisine (lait), pièce pour landaus (à l'entrée), fichier.

On y ajoute des locaux médico-techniques, des services de radiologie, un service de médecine pour adolescents, des pièces pour l'administration, le personnel, les archives. La taille de ces pièces est variable et doit être discutée entre le concepteur et l'utilisateur.

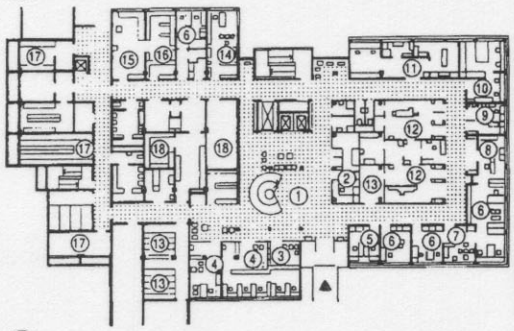
Hôpitaux sons de retraite

Les hôpitaux spécialisés ont une importance croissante. La spécialisation de différents domaines nécessite une étude plus poussée des plans, avec de fortes exigences de planification. Une communication constante entre l'architecte, l'ingénieur spécialisé et les médecins / infirmières est importante. Font partie des hôpitaux spécialisés les cliniques chirurgicales spécialisées dans des domaines précis ainsi que les hôpitaux de thérapie, psychiatrie, pédiatrie et de soins.



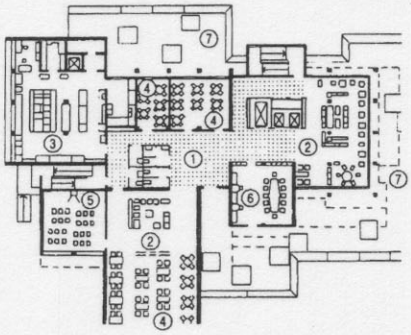
① Centre de spasmophilie.

1 Bureau
2 Cabinet médical
3 Salle de cours
4 Cours particulier
5 Jardin d'enfants
6 Vestiaire du personnel
7 Sanitaires du personnel
8 Chauffage
9 Vélos
10 Cuisine
11 Entrée
12 Economat
13 Plonge
14 Salle à langer
15 Salle d'appareils
16 Traitement individuel
17 Salle de gymnastique
18 Ergothérapie
19 Séjour du personnel



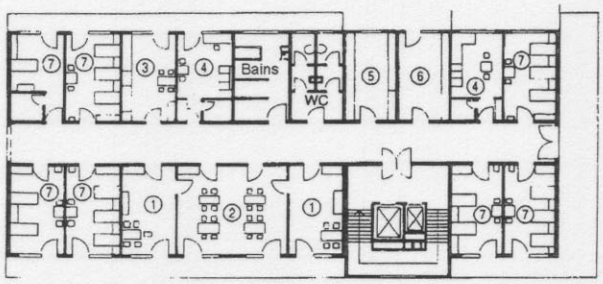
② Hôpital de rhumatologie à Wildbad, 100 lits, rez-de-chaussée.

1 Hall d'entrée
2 Portier
3 Secrétariat
4 Administration
5 Bureau
6 Médecin
7 Salle d'attente
8 Examen
9 Electrocardio.
10 Laboratoire
11 Endoscopie
12 Examen radiologique
13 Archives
14 Infirmière
15 Lingerie
16 Couture/repassage
17 Réserve cuisine
18 Dépôt



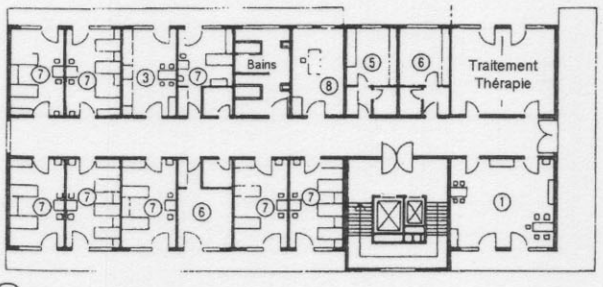
③ Hôpital de rhumatologie à Wildbad, 100 lits, 1er étage

1 Hall
2 Séjour
3 Cuisine
4 Salle à manger
5 Salle de T.V.
6 Réunion Bibliothèque
7 Terrasse



④ Centre de réhabilitation à Munich, 72 lits, entresol

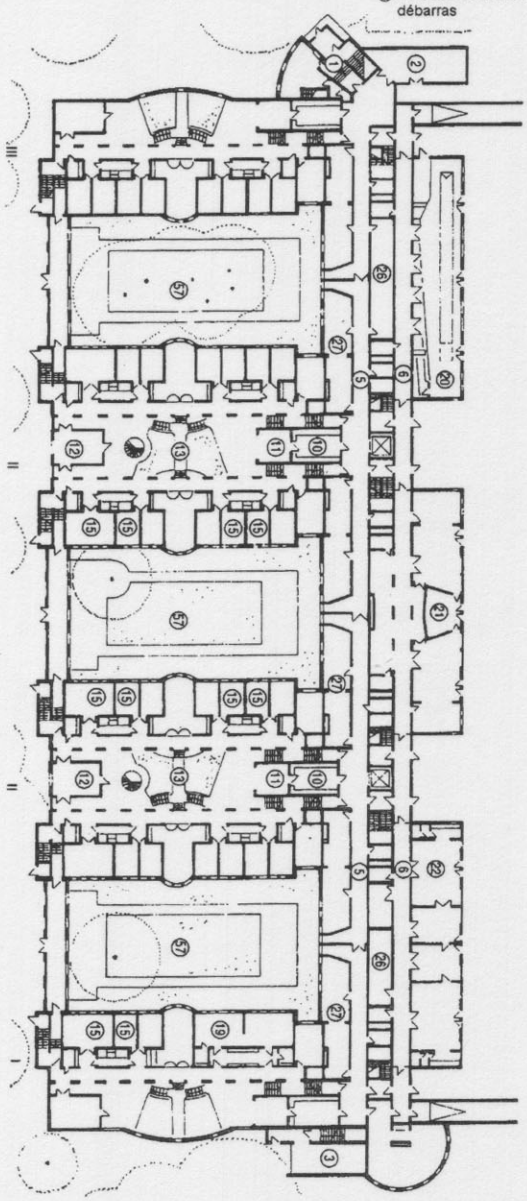
1 Séjour
2 Repas
3 Cuisinette
4 Educatrice de service
5 Prod. entretien
6 Débarras
7 Chambre
8 Médecin de service



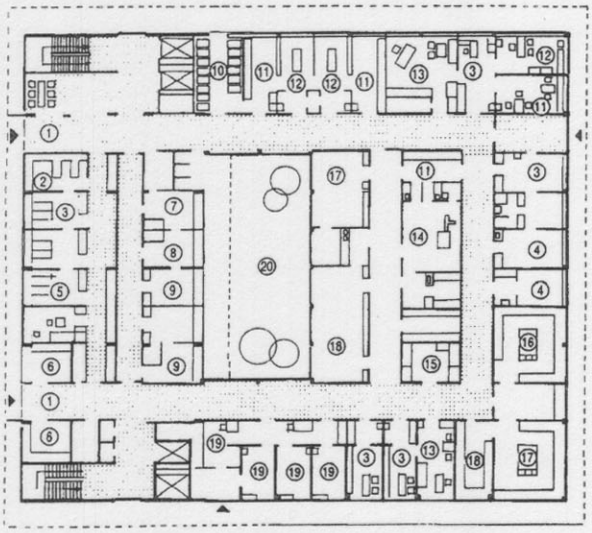
⑤ Centre de réhabilitation à Munich, 72 lits, 4ème étage

I. Service accueil/prise en charge
Sous-service station de crise
Salle de surveillance
Chambres de malades
II. Service fermé
2 stations de 32 patients chacune répartie en communauté de 8 patients
III. Service ouvert
Service intermédiaire
Préparation à la sortie

1 Entrée principale
2 Sas de réception Transport des malades
3 Sas/livraison
4 Sas/livraison Ateliers et accès pompiers
5 Circulation service livraison, répartition marchandises
6 Circulation patients, reliée directement aux services par des cages d'escalier. Partie interne du circuit
7 Circuit
8 Sas étage
9 Couloir p. personnel de l'étage
10 Cuisine de service
11 Zone de rest. commune
12 Salle de réunion
13 Hall interne
14 Salle thérapeutes
15 Salle des patients
16 Séjour d'une communauté thérapeutique et cuisinette, coin-repas
17 Zone humide: WC, douche pour 4 patients
18 Produits d'entretien et débarras

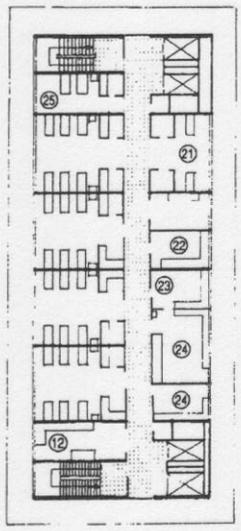


⑥ Service psychiatrique de la clinique des maladies nerveuses Karl-Bonhoeffer, Berlin.



Clinique pédiatrique, Fürth, 200 lits

(1) Rez-de-chaussée

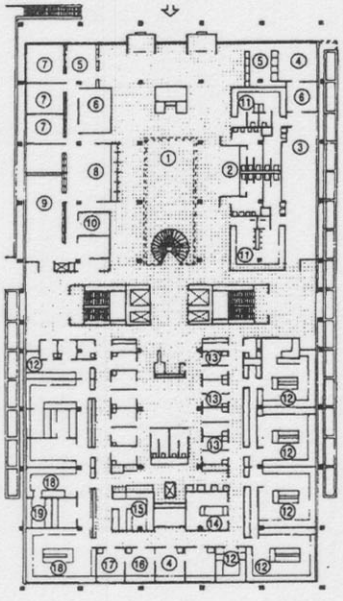


Arch.: Amon, Häckl, Kochta

(2) Rez-de-chaussée

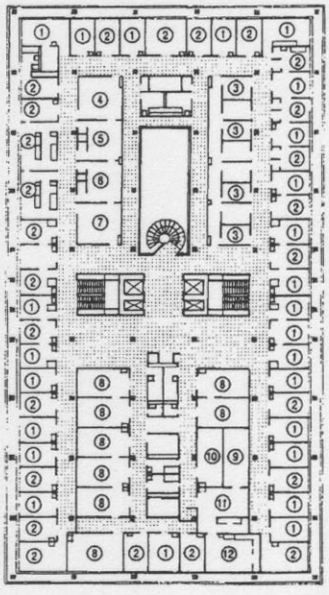
1 Hall d'entrée
2 Portier
3 Secrétariat
4 Administration
5 Supérieure
6 Prise en charge
7 O.R.L.
8 Yeux
9 Electroencéph..
10 Poussettes
11 Salle d'attente
12 Examen
13 Médecin
14 Radios
15 Electrocardiog.
16 Labo clinique
17 Labo sérlog.
18 Labo bactériolog.
19 Maladies infectieuses
20 Patio
21 Salle d'isolement
22 Cuisine
23 Infirmière
24 Soins
25 Parents

Légende voir fig. 1 et 2

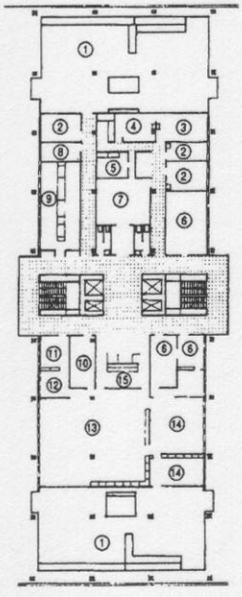


Clinique allemande de diagnostic, Wiesbaden

(3) Rez-de-chaussée



(4) 1er étage



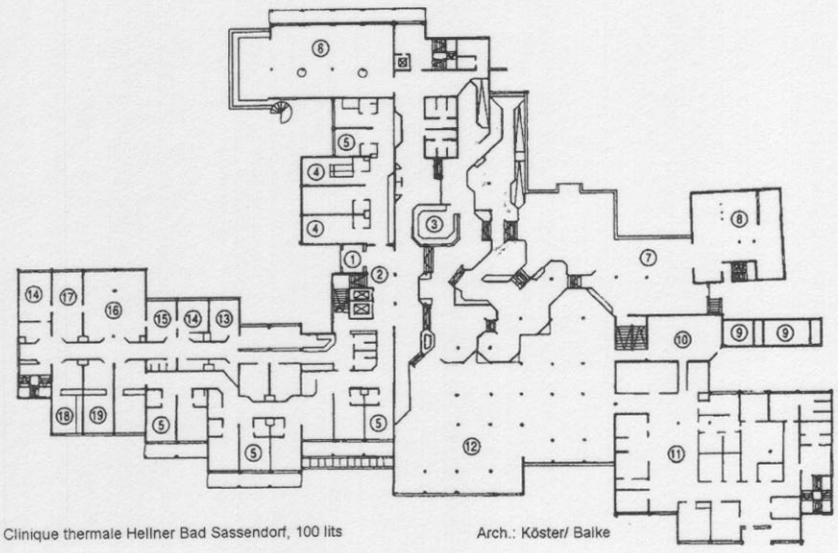
Arch.: Braun/Schlockermann/Braun-Krebs

(5) 2ème étage

Rez-ch.
1 Hall
2 Vestiaires
3 Séjour
4 Cabinet médical
5 Vestibule
6 Réunion
7 Administration
8 Prise en charge
9 Secrét. central
10 Standard
11 Vestiaire
12 Laboratoire
13 Prise de sang
14 Rinçage
15 Auto-analyse
16 Secrétaire
17 Chimiste
18 Rout. biochimie
19 Phy., biochimie

1er étage
1 Centr. d'aération
2 Cabinet médical
3 Nystagmus
4 Myographie
5 Chambre noire
6 Archives
7 Atelier
8 Stérilisation gaz
9 Stérili. centrale
10 Maintenance
11 Directeur
12 Secrétariat
13 Salle d. machines
14 Programmeur
15 Opérateur

2ème étage
1 Cab. médical
2 Examen
3 Mesures
4 Analyse gaz
5 Ergo-spirométrie
6 Ergométrie
7 Test couleurs
8 Mesures pathologie
9 Coffre-fort
10 Distrib. des doses
11 Labo. radioactif
12 Mesure des échantillons

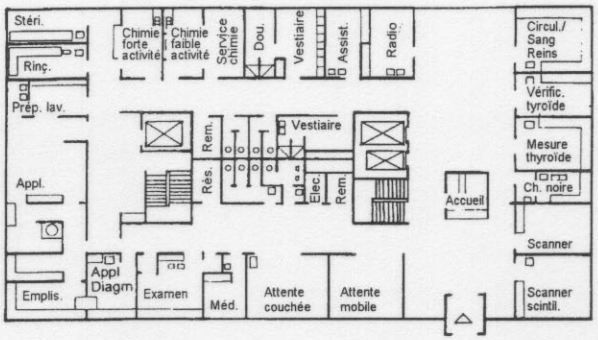


(6) Clinique thermale Hellner Bad Sassendorf, 100 lits

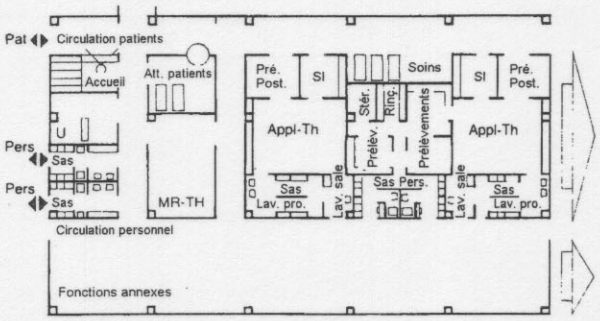
Arch.: Köster/ Balke

1 Sas d'entrée
2 Hall d'entrée
3 Réception
4 Chambre double
5 Chambre simple
6 Conférences
7 Hall
8 Séjour
9 Local techn. élect.
10 Salle à manger personnel
11 Cuisine
12 Salle à manger
13 Laboratoire
14 Médecin chef
15 Examens
16 Médecin chef
17 Secrétariat
18 Infirmière sup.
19 Electrocardiog.

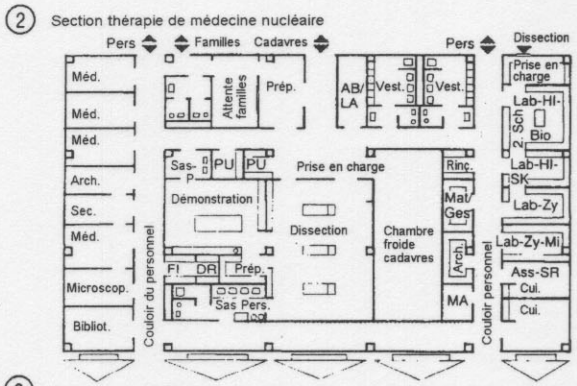
Légende voir fig. 6



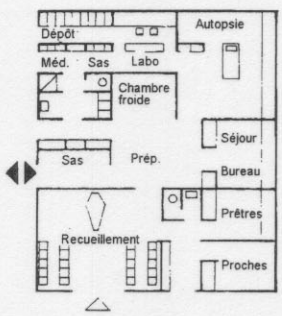
① Hôpital Rudolf-Virchow Berlin, diagnostic, médecine nucléaire et thérapie, 84 lits — Arch.: Poelzig



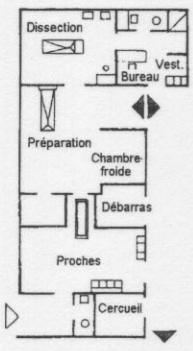
② Section thérapie de médecine nucléaire



③ Service de pathologie



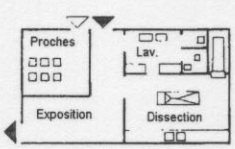
④ Hôpital cantonal Soltau, 354 lits
Arch.: Poelzig, Bierman



⑤ Morgue hôpital Velbert, 444 lits
Arch.: Krüger, Krüger, Rieger



⑥ Morgue hôpital St. Clemens
Geldern, 480 lits
Arch.: Poelzig



⑦ Morgue hôpital St. Josefs
Wipperfürth, 372 lits
Arch.: Köhler, Kaessens, Helfrich

Unité de traitement de médecine nucléaire

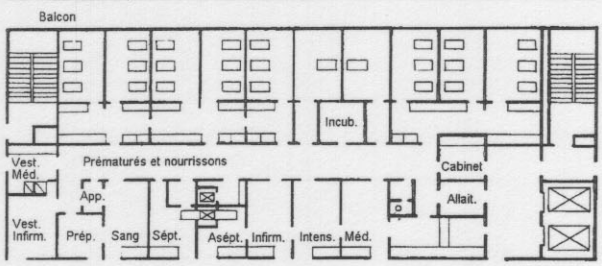
L'organisation du service de médecine nucléaire est fortement marquée par des conditions d'hygiène et de protection contre les radiations. Elle comprend, pré-zone, zone diagnostic, zone thérapie et zone stockage. Font partie de la pré-zone l'accueil et l'attente, les examens généraux et diagnostic, service du médecin, salle de repos du personnel, administration et locaux annexes. Font partie de la zone diagnostic le sas du personnel, l'application, les prélèvements, les travaux radioactifs de laboratoire, mesures des prélèvements, mesures de localisation. La zone thérapie est répartie en sas pour le personnel, sas pour les patients, salle d'opération, mesure de contrôle. La zone stockage comprend le sas pour le personnel, le stockage et la mise en place de sources de rayonnement ouvertes, le stockage et l'emballage de sources rayonnantes protégées, traitement des eaux usées, éventuellement conservation des cadavres. Le diagnostic et la thérapie doivent avoir, du point de vue **hygiène**, le même standard que les unités opératoires septiques (sas) , les unités de stockage pour les sources rayonnantes ouvertes et protégées doivent avoir le standard des unités opératoires aseptisées. Il faut particulièrement tenir compte des problèmes de **protection contre les radiations** pour la médecine nucléaire. Respecter les ordonnances sur la protection contre les radiations. Il faut avoir recours lors de la planification à un physicien nucléaire, afin de définir les matériaux nécessaires (épaisseur des murs, plafonds).

La **position** à l'intérieur de l'hôpital doit être refermée sur elle-même, le radiodiagnostic et la radiothérapie doivent être le plus éloignés possible afin d'éviter les rayonnements. Les accès pour les matériaux radioactifs et patients contaminés devraient être le plus courts possible à cause de l'exposition aux produits radioactifs Les locaux sont répartis selon le degré de risque en trois catégories. Les déchets contaminés ne peuvent être mélangés aux autres déchets qu'après avoir été ramenés au niveau de radiation autorisé. Pour la diminution du taux ils doivent être stockés dans des conteneurs étanches au gaz, fermés et marqués dans des locaux protégés contre les rayonnements ou dans des fosses. Il en va de même pour les eaux usées. Il faut insérer une installation de décontamination.

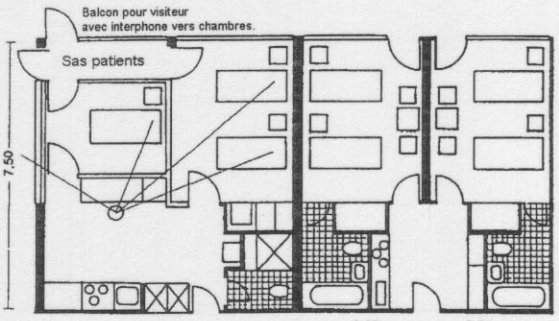
La médecine nucléaire, le radiodiagnostic et la radiothérapie font partie de la radiologie et ont donc le même personnel. Éviter la dissémination des rayonnements, par voisinage latéral ou vertical.

Pathologie

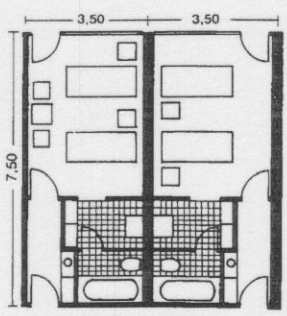
La zone de pathologie est séparée du fonctionnement normal de l'hôpital et est indépendante. Ses fonctions comprennent : la délivrance et la conservation, les autopsies, les travaux de laboratoire et les fonctions annexes. Font partie de la délivrance et de la conservation, la réception des cadavres, la réfrigération des cadavres, la salle de réfrigération, la conservation, la salle d'attente pour la famille, WC, salle de bains pour les pompes funèbres, local pour appareils. L'autopsie comprend la section avec évier et balance pour organes, démonstration, préparation, sas pour le personnel avec possibilité de lavage et désinfection. Le laboratoire de pathologie se répartit en réception des prélèvements, laboratoires simples ou grands laboratoires, la salle des microscopes, archives, labo photos. Font partie des fonctions annexes les cabinets de médecins, secrétariat, séjours, vestiaires. Des infections peuvent s'échapper de la pathologie, c'est pourquoi il faut installer des sas aux sorties. L'installation de conditionnement d'air doit être séparée du restant de l'hôpital. Dans les hôpitaux ayant un service de radiologie, une salle de réfrigération et de décontamination pour les corps radioactifs doit être aménagée. L'emplacement dans l'hôpital devrait être facilement accessible de la salle d'opération et des soins intensifs. Pour les proches l'accès doit permettre une orientation facile.



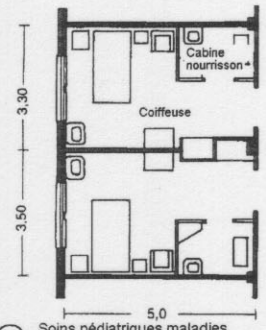
① Service des prématurés et nourrissons, Fulda, 27 lits. Arch.: Köhler/Kässern



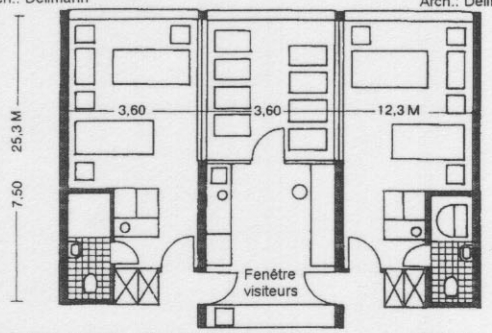
② Soins pédiatriques maladies infectieuses, variantes chambres. Arch.: Deilmann



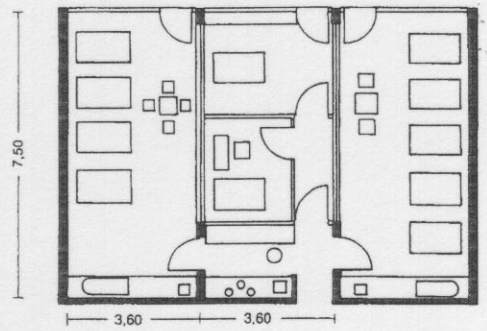
③ Soins pédiatriques maladies infectieuses, variantes chambres Arch.: Deilmann



④ Soins pédiatriques maladies infectieuses, variantes chambres Arch.: Deilmann



⑤ Chambres avec pièce séparée pour nourrissons. Arch.: Mayhew



⑥ Soins pour nouveaux-nés et accouchées. Arch.: Deilmann

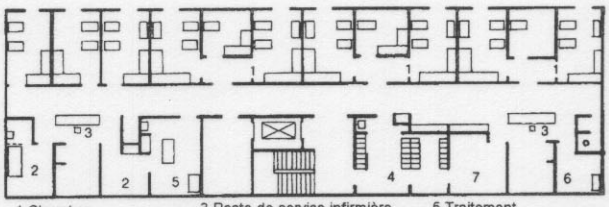
Le service des accouchées et des nouveaux-nés rassemble toutes les activités nécessaires à l'assistance courante corporelle, médicale, psychologique et sociale des accouchées et des nouveaux-nés après un accouchement normal en hôpital. Après des accouchements sans complications le soin des accouchées peut être rangé parmi les soins normaux. Les accouchées ayant des maladies hautement infectieuses tels le typhus, la tuberculose, l'hépatite sont hospitalisées en services de soins isolés. Lors de dysfonctionnements de fonctions vitales il faut prévoir un transfert en soins intensifs. les nouveaux-nés souffrant d'infection ou de troubles respiratoires (p.ex. prématurés) doivent être transférés dans des services spéciaux ou dans la clinique pédiatrique la plus proche.

La répartition des soins pour accouchées correspond aux soins normaux : soins de base, soins traitants, assistance des patients, administration et approvisionnement. L'organisation des tâches avec les possibilités de soins dans le service, soins de groupes, soins personnels correspond aux soins normaux. En ce qui concerne la centralisation des soins aux nouveaux-nés, l'unité de soins pour les nouveaux-nés est disposée à la limite ou à l'intérieur de l'unité de soins pour des accouchées. Afin de réduire les infections la zone est répartie, en petites pièces ou box. Pour l'allaitement les nouveaux-nés sont portés ou emmenés sur des chariots dans les chambres des mamans. Ainsi on établit un contact plus fréquent et plus intense entre la mère et l'enfant que lors des solutions précédentes avec des salles d'allaitement centralisées. L'hébergement commun des accouchées et des nouveaux-nés (*rooming in*) dans une chambre évite le transport des nouveaux-nés et soulage ainsi le personnel, mais nécessite des soins décentralisés et peu économiques des nouveaux-nés.

Taille des unités de soins. Souvent plus petites que les unités du service des soins normaux. Il faut privilégier les services plus petits parce qu'il est plus facile de les gérer du point de vue de l'hygiène (fluctuations moindres du personnel et des visiteurs). Il est rationnel de réduire la taille des unités de soins à 10-14 lits. Les **fonctions** se répartissent en passage en sas, soins des accouchées en bonne santé, soins de nouveaux-nés hors normes (p.ex. prématurés) et fonctions annexes. Pour des raisons d'hygiène les soins aux accouchées et aux nouveaux-nés sont plus lourds que les soins normaux. C'est pourquoi il faut prévoir outre le système de sas habituel un sas pour les visiteurs avec un vestiaire. Il faut prévoir l'emplacement du lit comme dans les soins normaux, mais augmenter la distance entre les lits pour l'installation du berceau du nouveau-né. Dans les sanitaires il doit y avoir des combinaisons de baignoires sabots avec douchette et douches, car les accouchées ne doivent pas prendre de bains. Les **unités de soins des nouveaux-nés** comprennent les **fonctions** suivantes : emplacements pour les berceaux des nouveaux-nés, tables de déshabillage, baignoires de bébé, table à langer, pesage, poste de travail de l'infirmière pédiatrique, éventl. emplacement pour chariot de transport. Pour les nouveaux-nés porteurs d'agents pathogènes une unité de **service de soins hors norme pour nouveaux-nés** devrait être aménagée comprenant des emplacements protégés pour les berceaux, des postes de soins et des postes de travail. Dans la **zone des fonctions annexes** il faut comprendre les éléments ou les pièces suivants : poste de service de l'infirmière, salle de repos des infirmières, cabinets de médecins, salle d'examens et de traitement, salle de travail aseptisée, salle de bains des malades, séjour pour malades et visiteurs, débarras, locaux pour appareils et produits d'entretien, WC pour le personnel et les visiteurs, armoire à linge ainsi que local de réception de la famille.

Conditions techniques : Afin de minimiser la contagion par germes aériens, l'installation technique d'aération de la pièce doit pouvoir fournir un renouvellement de 8 volumes / heure, la température de la pièce doit se situer entre 24 °C et 26 °C.

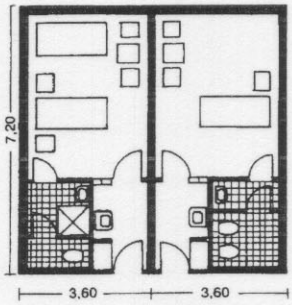
Emplacement du service : Le parcours des accouchées et des nouveaux-nés après l'accouchement doit être court, peu fréquenté, de même que les couloirs qu'ils croisent. Il faut placer le service des accouchements et le soin des accouchées autant que possible sur un seul niveau, afin d'éviter l'utilisation des ascenseurs.



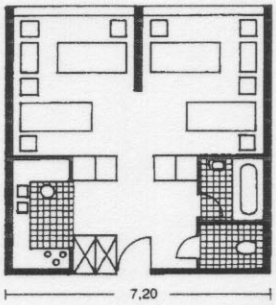
① Service pédiatrique lits, hôpital Velbert.
Arch.: Krüger, Krüger, Rieger

Soins des nourrissons et enfants

Les malades, souvent regroupés dans des cliniques pédiatriques, sont répartis en nourrissons (35%) prématurés (13%) enfants en bas âge et enfants scolarisés (22%) jusqu'à 14 ans et selon les maladies infectieuses toutes classes d'âge (22%). Lors de l'installation de cette catégorie de malades il faut veiller à un contact moindre entre ces malades et les autres malades et le personnel. Il faut une sécurité aux fenêtres pour en éviter l'ouverture par les enfants. Les installations électriques et les radiateurs doivent être sécurisés de telle sorte que les enfants ne puissent pas être mis en danger. Prévoir pièces pour les cours, occupation et jeux. Il faut prévoir des services d'isolement pour la rougeole, la varicelle, la diphtérie, la scarlatine, la tuberculose. Les cloisons devront être lavables jusqu'à 1,50 m.



② Chambre simple et chambre double de la zone de contrôle fortement protégées contre les rayons.
Arch.: Deilmann



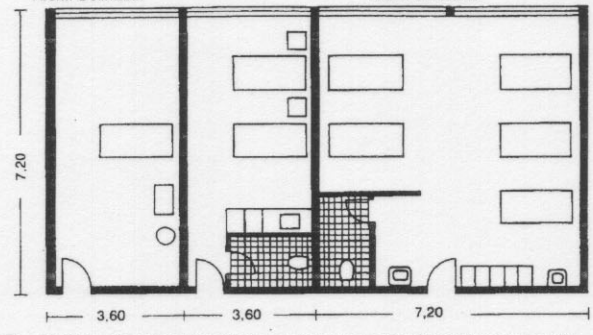
③ Chambre à quatre lits avec tous les aménagements pour les soins de base. Pour malades long séjour.
Arch.: Deilmann

Soins des patients traités par rayons

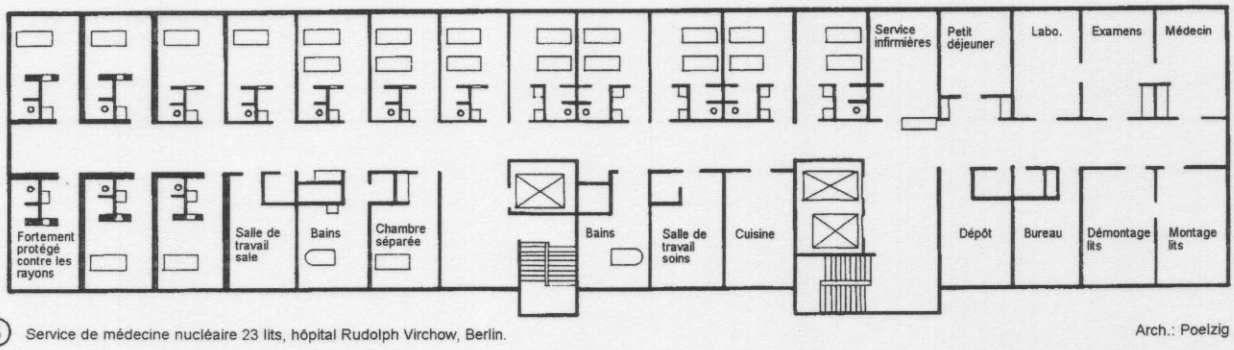
Lors de la planification du service de médecine nucléaire, qui sert au diagnostic et à la thérapie de patients traités par rayons, il faut particulièrement prêter attention aux règlements sur la protection contre les radiations (médecine nucléaire). La taille d'un groupe de soins correspond à celle d'un groupe de soins normaux. Le service se répartit en zone de contrôle et zone de surveillance. On sépare ainsi les patients subissant de fortes irradiations, des patients faiblement exposés. C'est pourquoi, les patients devraient en majorité être installés dans des chambres à 1 lit.

Soins des malades mentaux

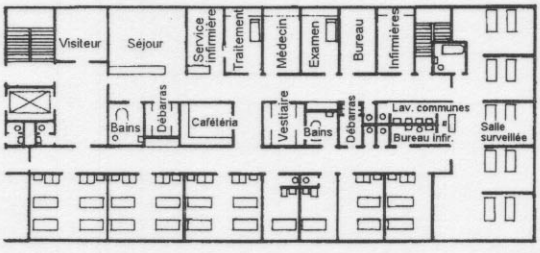
La particularité des maladies mentales entraine les exigences suivantes vis-à-vis de la planification et de l'aménagement des unités de soins de **services ouverts et fermés** (patients légèrement ou gravement atteints). Besoins importants en salles communes : séjour, pièce pour thérapie individuelle (activités diverses) ou de groupe, car les patients ne sont pas alités ; petites unités de soins (jusqu'à 25 patients) avec accès courts et bonne possibilité de surveillance ; ainsi qu'un ameublement de type familial afin de procurer au malade un sentiment de bien-être. La tendance est à l'intégration des services des malades mentaux dans les hôpitaux généraux, afin d'éviter l'isolement de ces patients.



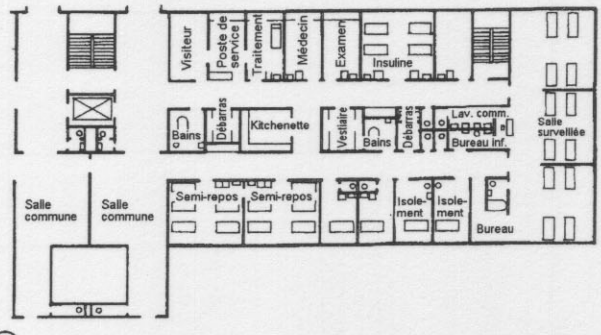
④ Unité de chambre pour malades mentaux légers et malades exigeant des soins.
Arch.: Deilmann



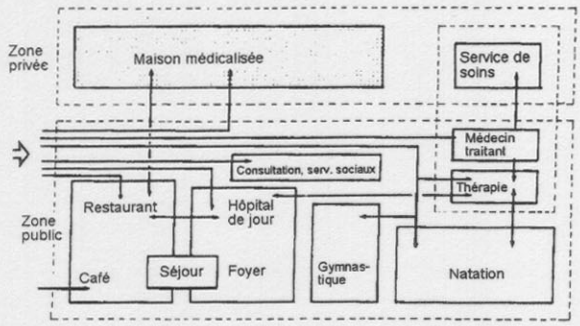
⑤ Service de médecine nucléaire 23 lits, hôpital Rudolph Virchow, Berlin.
Arch.: Poelzig



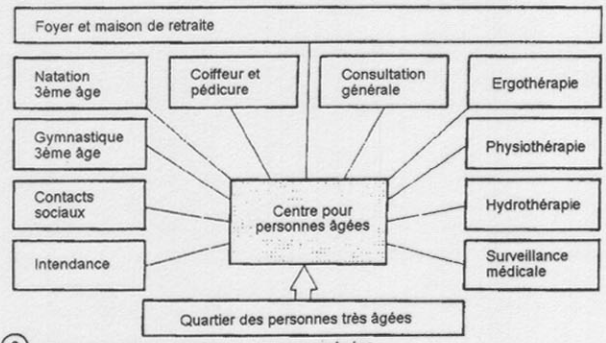
⑥ Service psychiatrique ouvert.



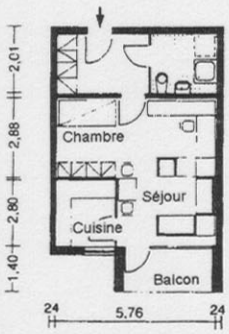
⑦ Service psychiatrique fermé.
Arch.: Köhler, Müller-Pauly



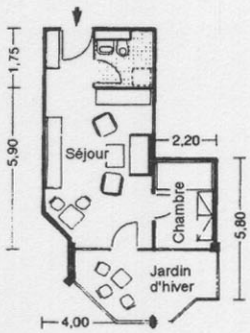
(1) Schéma des relations entre les différentes zones d'une maison de retraite.



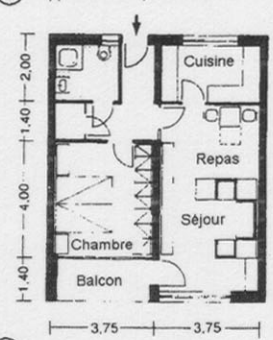
(2) Fonctions diverses, centre pour personnes âgées.



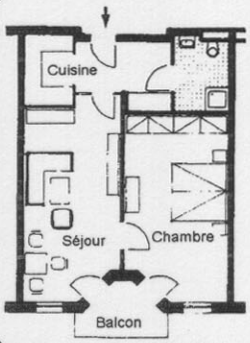
(3) Appartement 1 personne 41 m²



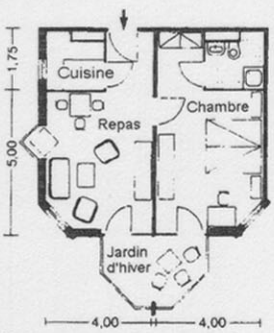
(4) Appartement 1 personne 37 m²



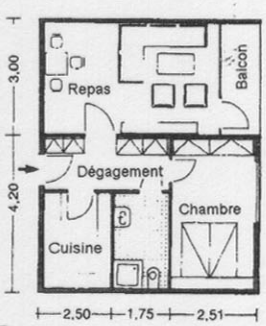
(5) Appartement 2 personne 58 m²



(6) Appartement 2 personne 62 m²



(7) Appartement 2 personne 56 m² + jardin d'hiver 9 m²



(8) Appartement 2 personne 55,5 m²

Logement pour personnes âgées (fig. 3 à 8)

Appartement isolé répondant aux besoins des personnes âgées, pour leur permettre autant que possible de vivre de façon autonome en dehors des foyers. Les appartements sont disséminés dans les quartiers urbains à concurrence de 2 à 10%. Appartement une personne 25 à 35 m^2, appartement deux personnes 45 à 55 m^2, balcons protégés plus de 3 m^2 profondeur minimale 1,40 m, porte du balcon sans barre de seuil.

Logements pour personnes âgées assistées

Appartements regroupés dans un bâtiment, complétés par des salles communes avec cafétéria, plus de 20 m^2 par unité d'habitation. Situation favorable à proximité d'une maison de santé pour personnes âgées avec possibilité de restaurant, de loisirs, de repos et de thérapie. Service d'infirmerie avec salle de bains, salle de soins, une buanderie centralisée et un local d'entretien, une place de parking, pour 5 à 8 occupants. Chauffage 2% au-dessus de la normale. Appel à des services ambulatoires de soins gériatriques (fig. 9).

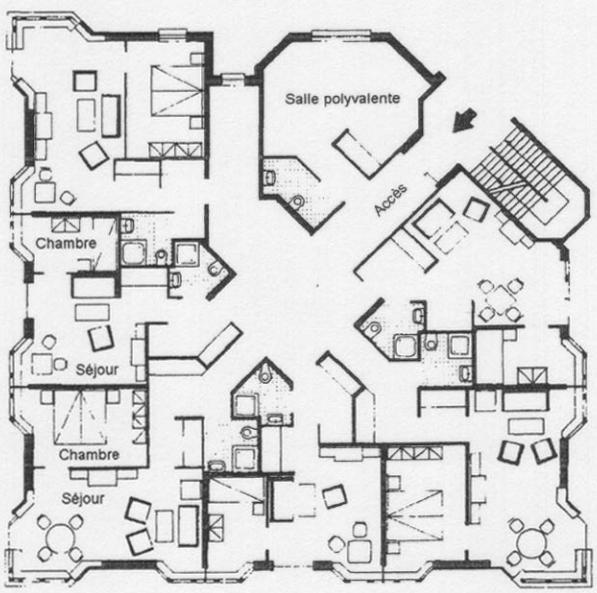
Maison de retraite

Avec installations stationnaires d'habitation et d'assistance. Réglementations strictes de planification, d'autorisation et de conditions d'exploitation. En raison de grandes surfaces annexes la taille fonctionnelle est d'environ 120 places. Offres de possiblités de ravitaillement, de loisirs et thérapie. Service intégré de soins de courte durée. *Aménagement collectif* : Marches d'escalier de 16 à 30 cm avec contre-marches. Nez de marches de couleurs contrastées. Mains-courantes des deux côtés, de même que dans les couloirs. Ascenseurs pour malades alités et sièges rabattables. Cuisines avec appui de fenêtres non meublés. Constructions adaptées aux handicapés.

Situation : A proximité d'une infrastructure urbaine ou villageoise et des moyens de transport. Surfaces libres avec bancs.

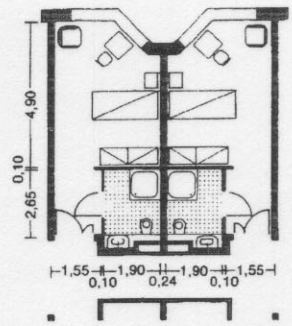
Maison de retraite de jour

Pour les contacts sociaux et les aides ambulatoires. Pour des personnes vivant de façon autonome. Env. 1 600 personnes agées fréquentent ces foyers par jour. Une salle de rencontres (séparable) allant jusqu'à 120 m^2, salle de service et de conseils 20 m^2. Pièces pour la thérapie motrice et de loisirs, vestiaire, salles de groupes, WC, cafétéria, activités diverses.

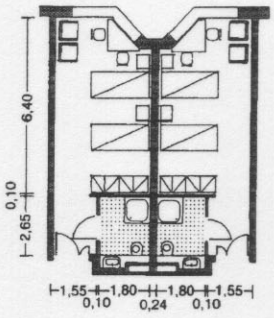


(9) Rez-de-chaussée d'une aile d'habitation

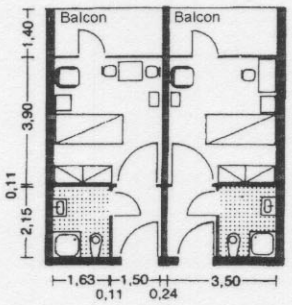
Arch.: Turk/Richer/Borduns



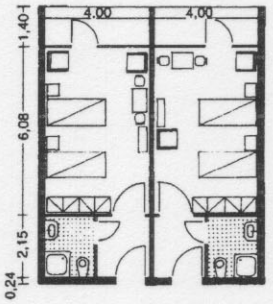
1 Chambre de soins à 1 lit.



2 Chambre de soins à 2 lits.



3 Chambre de soins à 1 lit.



4 Chambre de soins à 2 lits.

La maison de santé et de soins pour personnes âgées sert aux soins, à l'assistance et l'approvisionnement ou au traitement des maladies chroniques ou des personnes nécessitant des soins. Maintien et réhabilitation des possibilités physiques perdues, par des soins et une aide médicale. Séparation distincte entre la zone d'habitation et la zone de service (fig. 6).

Il faut prévoir des logements pour une personne de 18 m^2 ainsi répartis: chambre séparée : 7 m^2, entrée de 1,25 x 1,25 m avec 1 m de surface pour vestiaires, bloc sanitaire avec WC, lavabo et douche. Prévoir des aménagements adaptés pour l'accueil de personnes handicapées.

Le groupe d'habitation comprend 8 à10 occupants avec séjour commun, cuisinette, dans lequel des repas peuvent aussi être pris. Prévoir une salle de soins pour deux groupes d'habitation. Les couloirs servent à la communication, recoins pour formation de groupes (fig. 5).

Séjour pour infirmières et salle de remise des consignes, WC et vestiaire. Le service de soins dispose aussi d'une salle de bains avec baignoire résistant aux acides pour bains médicaux, lavabo, WC, bidet et douche. Local de nettoyage avec évier et WC-vidoir. Lingerie, pièce annexe pour appareils et fauteuil roulant. Service de soins de courte durée, qui accueille les occupants durant les congés de la famille se chargeant des soins à la maison, ainsi que post-hospitalisation, rééducation et cas similaires.

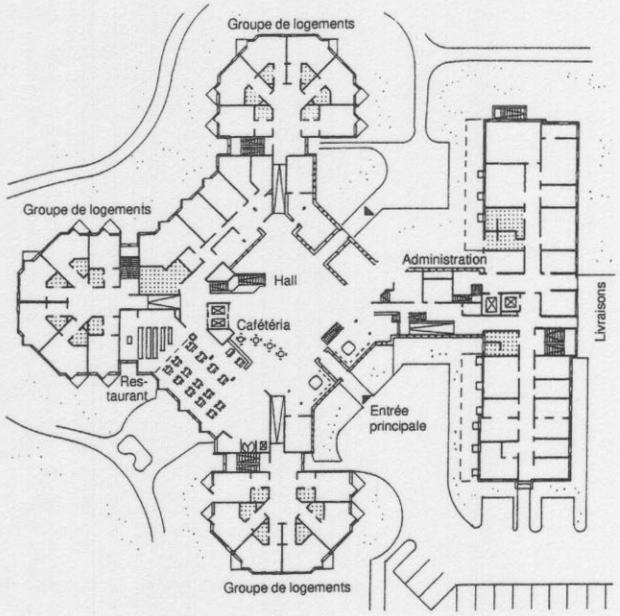
Regrouper les installations centrales au rez-de-chaussée et sous-sol ou répartir sur différents services.

Pièces pour administration, parloir, loisirs, salles communes, cafétéria. Pièces pour ergothérapie, gymnastique, pédicure, coiffeur.

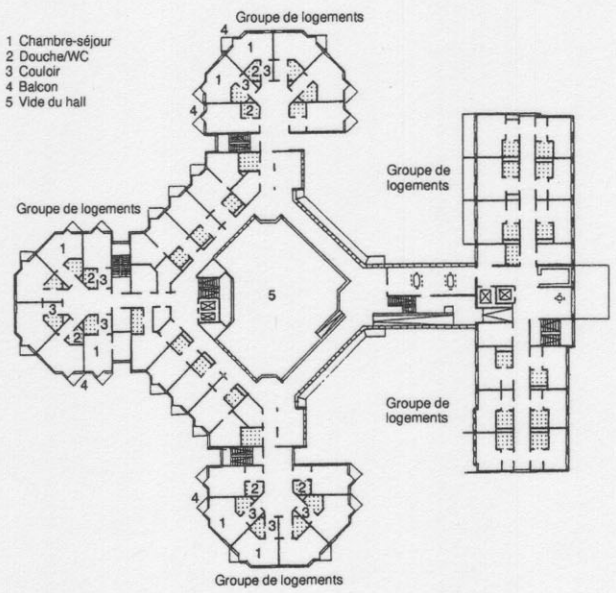


5 Plan d'un projet pilote. Arch.: Pfleiderer

6 Rez-de-chaussée maison de retraite et de santé. Arch.: K.H. Muth

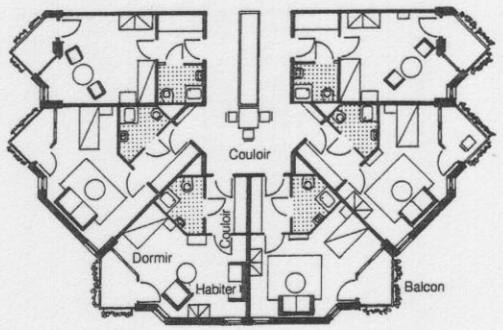


① Rez-de-chaussée d'un centre de personnes âgées à Viersen.

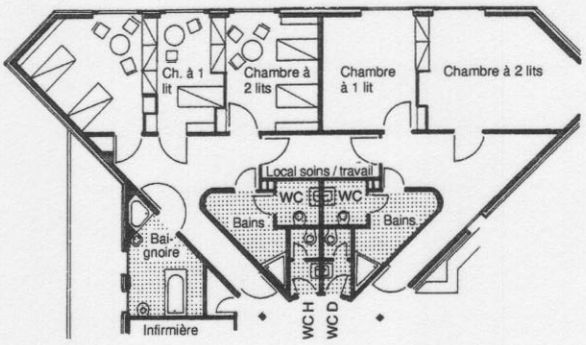


② 1er étage.

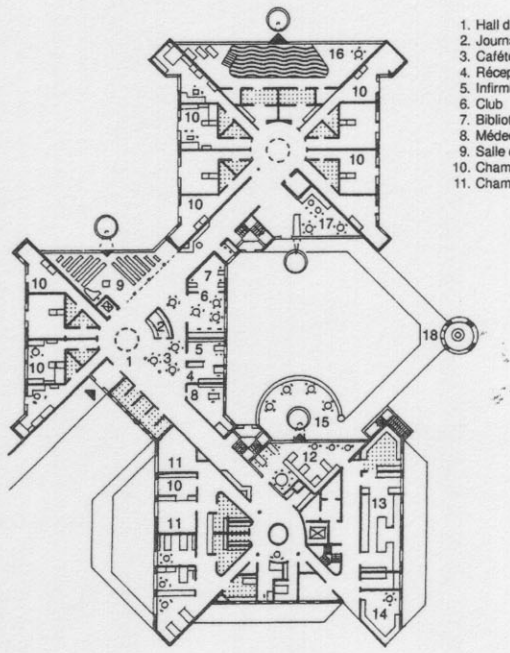
Arch. : W. von Lom



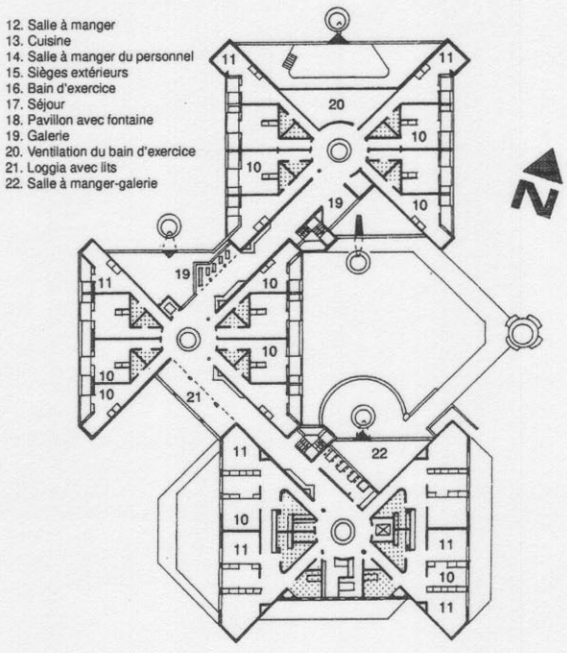
③ Plan partiel.



④ Unité de soins type.

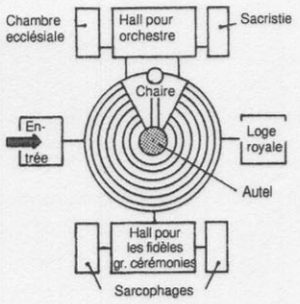


⑤ Rez-de-chaussée d'un foyer à Mülheim.

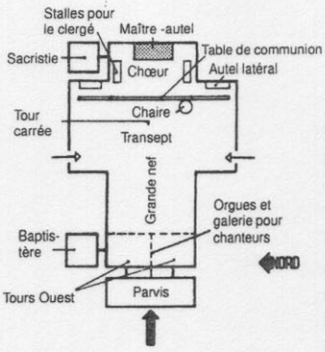


⑥ 1er étage.

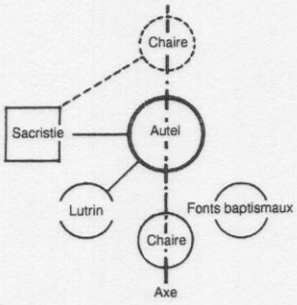
Arch. : A. Riege



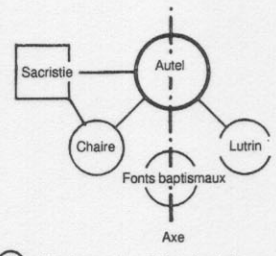
① Schéma d'une église protestante (d'après le projet de Schinkel pour la cathédrale de Berlin).



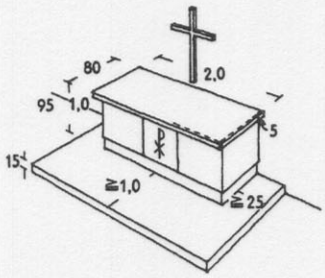
② Schéma d'une église catholique.



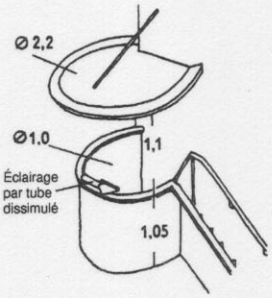
③ Chaire et autel sur un même axe.



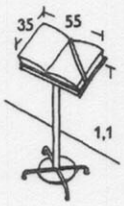
④ Chaire sur le côté de l'autel.



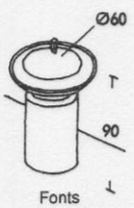
⑤ Autel pour petites églises protestantes, mêmes dimensions pour autels catholiques secondaires. Maître-autel : longueur 3 m, largeur 1 m, tabernacle compris.



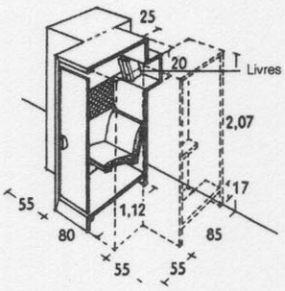
⑥ Chaire avec réflecteur destiné à renvoyer les ondes sonores vers les fidèles.



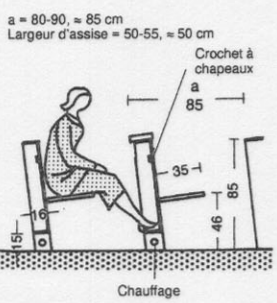
⑦ Lutrin (dimensions normales).



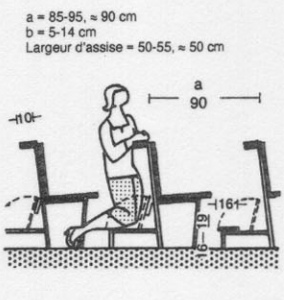
⑧ Fonts baptismaux (dimensions normales).



⑨ Confessionnal pour églises catholiques. Arch. : Schwarz



⑩ Banc protestant (sans prie-Dieu).



⑪ Banc catholique (avec prie-Dieu).

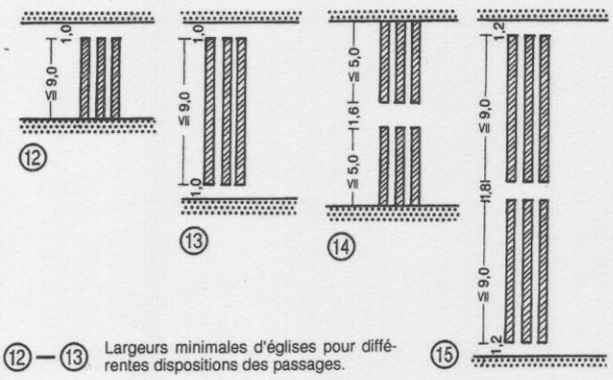
L'architecture des bâtiments doit être fonction du culte et de la liturgie. Consulter les autorités religieuses intéressées. On construit souvent les églises en même temps qu'un centre paroissial, un presbytère, etc. Pour les différentes églises, voire les évêchés, il faut tenir compte des directives particulières pour les constructions d'églises et des règlements pour les lieux de rassemblement.

Autrefois l'église catholique, qui était seule, était une maison de Dieu pour les « serviteurs de Dieu ». Le peuple y était maintenu à l'extérieur, dans la cour d'entrée. L'église était un édifice sacré, un symbole profond, tant par sa forme en croix, son orientation (chœur à l'est), que par ses dimensions (selon des mesures géométriques, voir p.34 à 37) et tous le détails de la liturgie. Par la suite, les fidèles furent admis à l'intérieur ; mais au clergé seul resta réservé l'accès au chœur, fermé par une grille, avec l'autel et les tombeaux des saints ou religieux de marque, ainsi que le passage par la grande nef, « cœur de l'église ».

Surface nécessaire par place sans prie-Dieu (protestants, fig. 10) : 0,4 à 0,5 m² sans allées, avec prie-dieu (catholiques, fig. 11) : 0,43 à 0,52 m² sans allées. La disposition des bancs et leur forme sont de la plus grande importance pour la dimension de l'église, l'effet d'ensemble et la visibilité. Dans les petites églises (chapelles), il suffit d'une allée latérale de 1 m de large (fig. 12) avec des bancs de 6 à 10, ≈ 8 places ou 1 allée centrale de1,50 m de large avec places des deux côtés comme devant (fig. 14); ou à cause du désagréable rayonnement du froid des murs extérieurs, il vaut mieux 2 allées latérales avec des bancs au milieu (fig. 13), de 15 places environ. Dans des églises plus larges, le nombre d'allées sera plus important. C'est pourquoi la surface totale nécessaire par place assise varie de 0,63 à 1,0 m². La surface par place debout est de l'ordre de 0,25 à 0,35 m². On utilise pour cela une grande partie des allées, en particulier devant le mur du fond. Les largeurs des portes de sortie et des escaliers doivent être conformes aux prescriptions concernant les salles de réunion. L'allée médiane dans l'axe de l'autel est souhaitée pour les mariages, les processions solennelles, etc, mais défavorable pour le prédicateur si la chaire se trouve également dans l'axe, comme c'est souvent le cas dans les églises protestantes (fig. 3).

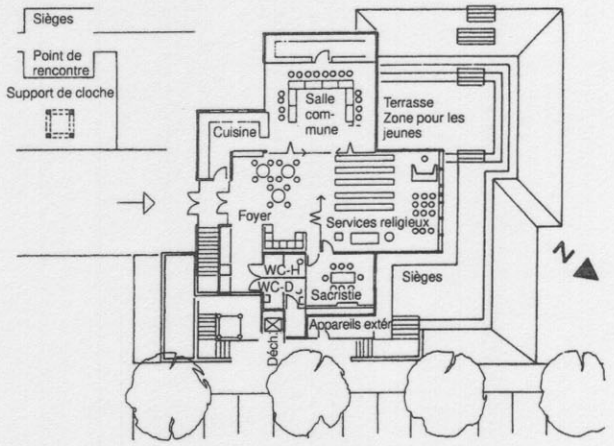
Les églises doivent toujours être en relation avec un centre paroissial. Pour les constructions nouvelles, les aménagements et les rénovations, la commission du diocèse doit être consultée. Autorisation accordée par le vicariat de l'évêché. Le concile Vatican II a entraîné une nouvelle orientation dans la construction des églises.

Autel = table du Père, centre de la fête de l'Eucharistie. Dans les églises uniquement des autels fixes, avec plateau de table (*mensa*) en pierre naturelle et la partie inférieure dans n'importe quel matériau, mais vénérable et durable, dans les autres lieux de fête, on peut aussi trouver des autels portables dans tout matériau vénérable. 95 cm de haut, libre, de manière à ce que l'on puisse en faire le tour sans difficulté (fig. 5). Le prêtre célèbre derrière l'autel, le visage tourné vers la communauté. Les autels ne doivent pas être utilisés avant la consécration. Ne peuvent être ajoutés dans ou sous l'autel que d'anciennes reliques de martyrs ou saints.

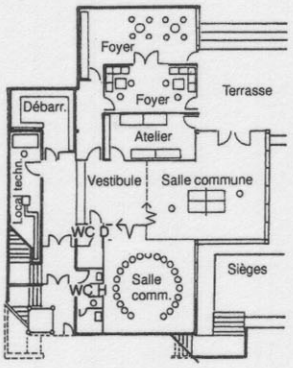


⑫ — ⑬ Largeurs minimales d'églises pour différentes dispositions des passages.

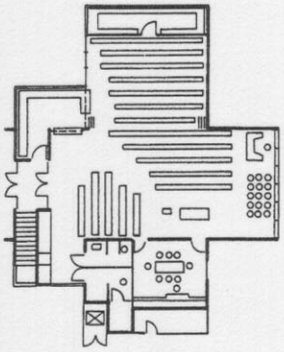
⑭ ⑮



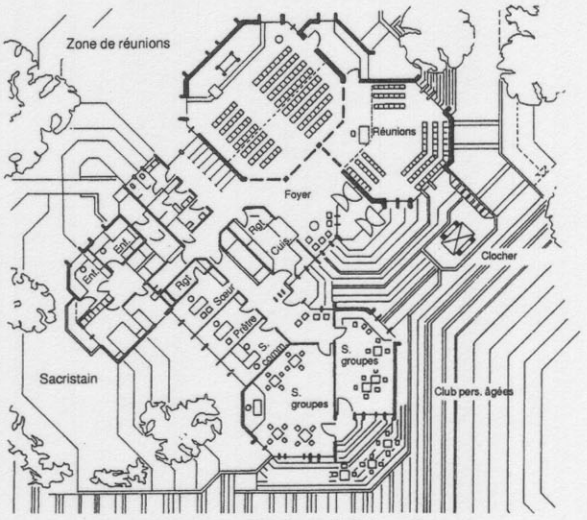
① Rez-de-chaussée foyer communautaire à Cologne-Widdersdorf (fig. 2 et 3).
Arch. : Jochen Jakobs 1986



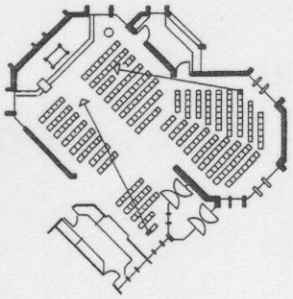
② Niveau supérieur.



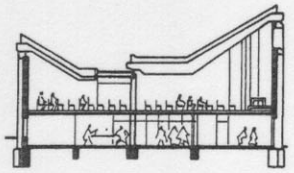
③ Rez-de-chaussée utilisation multi-fonctionnelle 180 places.



④ Rez-de-chaussée de l'église de l'Espérance à Cologne-Porz.
Arch. : Hadenfeld 1980



⑤ Service religieux 254 places.



⑥ Coupe.

Dans les grandes églises ou les cathédrales, on peut adjoindre des chapelles latérales avec autels annexes. Font partie de l'autel des candélabres et une croix érigée sur le côté de l'autel.

Le volume de l'autel, légèrement surélevé pour une bonne visibilité, se distingue du reste de la salle par son aménagement. A côté de l'autel se trouvent rangements, récipients et sièges pour le prêtre et les enfants de chœur (pas de trône), la plupart du temps au point culminant de l'autel et tourné vers l'assemblée. Une chaire fixe pour l'homélie sur la droite du public. Les bancs de communion ne sont plus obligatoires. Les autels latéraux dans les églises catholiques sont libres ou dans des niches verrouillables de plus de 2,0 m de large et de 3,0 m de profondeur.

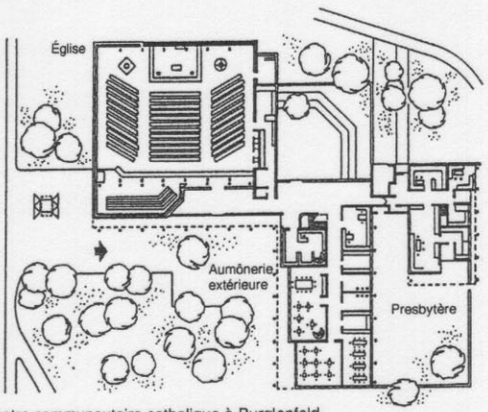
La salle de l'église avec bancs et prie-Dieu (dans les salles françaises, il existe aussi des sièges bas à haut dossier) pour les fidèles. Uniquement si c'est inévitable, installations électroacoustiques avec microphones près de l'autel, siège du prêtre et chaire. Places pour le chœur et les instruments près de l'organiste, les galeries (tribunes) ne remplissent pas toujours ces conditions.

La place pour l'orgue (p.524) nécessite une pré-planification complète, acoustique et architecturale, ainsi que le clocher (p.525).

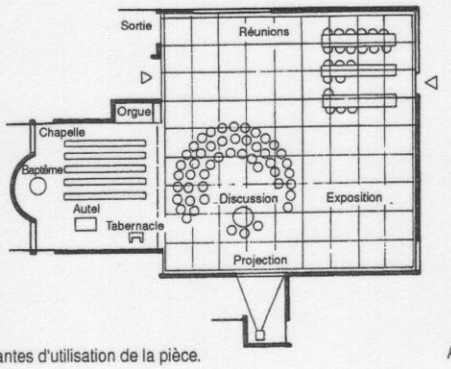
Conservation de l'Eucharistie dans un tabernacle sûr. La lumière éternelle indique cet endroit, dans la salle de l'autel ou dans la chapelle latérale. Devant le tabernacle, on trouve des rangements pour récipients et des prie-Dieu pour prières personnelles. Un chemin de croix avec 14 stations faites de représentations imagées et artistiques, réparties harmonieusement pour être parcourues, ainsi que 12 croix d'apôtres. Un baptistère (fonts baptismaux) dans l'église ou dans la chapelle latérale.

Confessionnaux dans les églises catholiques (p.521, fig. 9) à côté du chœur ou, dans les allées latérales, si possible utilisables des 2 côtés. Sacristie pour la conservation des robes et ustensiles ainsi que pour la préparation des messes, se trouve à proximité de l'autel.

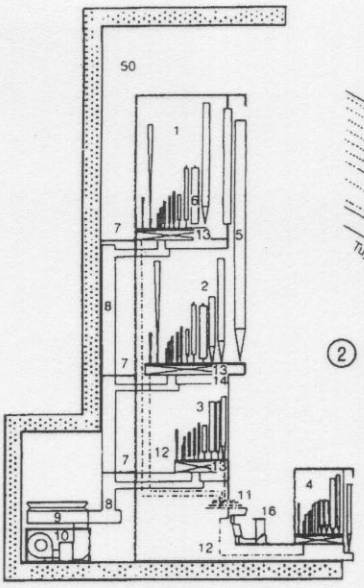
Ventilation, chauffage, toilettes, accès utilisables pour handicapés, places pour malentendants et parking suffisamment dimensionné complètent le programme.



⑦ Centre communautaire catholique à Burglenfeld.
Arch. : Kiessling

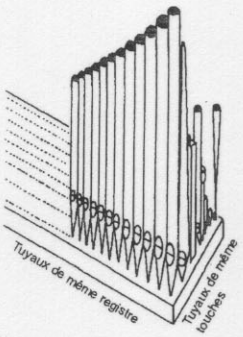


⑧ Variantes d'utilisation de la pièce.
Arch. : Weber

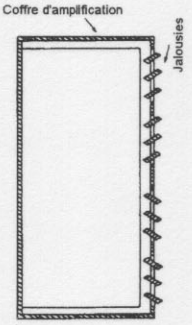


1 Plein jeu
2 Grand-orgue (écho)
3 Positif de poitrine
4 Positif dorsal
5 Tuyau de buffet
6 Tuyaux
7 Passage accordeur
8 Porte-vent
9 Réservoir soufflet
10 Moteur
11 Console
12 Registre
13 Sommier
14 Chape
15 Clavier à pédales
16 Banc

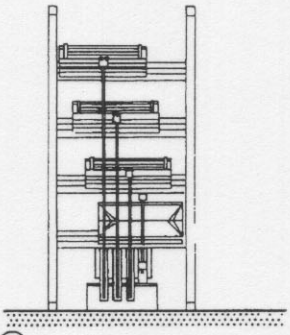
(1) Coupe d'un orgue avec quatre registres latéraux (non représentés).



(2) Disposition des tuyaux sur le sommier.



(3) Plein-jeu.



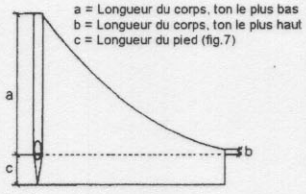
(4) Soufflets.

Soufflerie (y compris caisse du moteur): Nb. de registres	10	20	40	80
Longueur (cm)	85	85	120	150
Largeur (cm)	65	75	110	120
Hauteur (cm)	60	60	110	135

Réservoir: nombre de parties	1	2	3	4	5
Longueur (cm)	70	110	160	200	300
Largeur (cm)	50	60	80	100	130
Hauteur (cm)	20	30	30	35	40

Avec un vent respirant, les soufflets rendent souvent nécessaires les dimensions suivantes du "coffre à soufflet" (derrière l'orgue ou sur un côté):
Longueur 300–400 cm
Largeur 110–150 cm
Hauteur 130–390 cm

(5) Dimensions soufflerie et réservoirs.



(6) Ligne de tuyaux d'un registre B ouvert.

		32′	16′	8′	4′	
Cl. manuel	a	1000	488	240	119	
56 tons	b	38	19	9,5	4,8	
C–9″	c	90	50	30	18	
Pédalier	a	1000	488	240		Dimensions mini
30 tons	b	159	78	38,6		
C 9″	c	90	500	30		

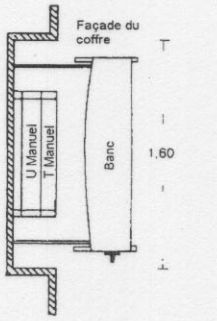
(7) Tableau avec corps de tuyaux.



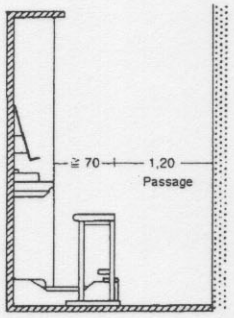
(8) Disposition diatonique des tuyaux (côté ut et do dièse).



(9) Position en tierce.



(10) Plan coffre de console manuelle.



(11) Coupe (fig.10).

L'orgue d'église ou de concert est une œuvre d'art de création musicale, architectonique et technique. Il n'existe pas de forme définie, la conception est faite selon les données techniques. Chaque orgue est unique. L'orgue fait partie intégrante de la salle et de son architecture. La salle doit être conçue avec l'orgue et l'orgue avec la salle. Au départ de la conception l'architecte et le constructeur d'orgue doivent travailler ensemble. Les problèmes se situent à divers niveaux et ne peuvent être résolus par l'architecte seul. L'aspect extérieur et la structure intérieure doivent correspondre. Les facteurs sont : volume de la salle, acoustique de la salle, position, emplacement dans la salle, nombre de places assises, exigences musicales (instrument en solo ou instrument d'accompagnement).

Plus l'acoustique est bonne et plus l'emplacement de l'orgue est favorable, plus l'orgue peut être petit. Temps de réverbération optimal 3 à 4 secondes en salle pleine, si possible haute diffusité et bonne réflexion par le mur arrière, murs latéraux et plafond dans la zone où est situé l'orgue. La gamme fréquentielle de l'orgue va de 16 Hz à plus de 10 000 Hz. On entend mieux devant que derrière. Chaque salle est sonorisée au mieux dans l'axe principal et l'axe longitudinal. L'unité pour l'ordre de grandeur musical est le registre et le nombre de tuyaux (fig.12). La formule Walker prend en compte le volume de la pièce :

Nombre de registres = (volume de la pièce m^3) / 190
+ (nombre de places assises : 2) / 25

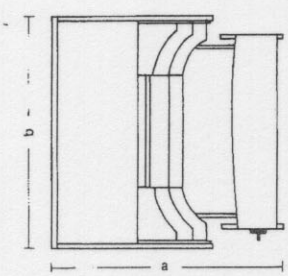
Les dimensions préconisées sont les suivantes :
pour les petites salles : 1 registre pour 60 m^3,
pour les salles majeures : 1 registre pour 100 m^3,
pour les grandes salles : 1 registre pour 150 m^3.

En cas d'une mauvaise acoustique de l'orgue (temps de réverbération inférieur à 3,5 s) prévoir 10% de volume supplémentaires sont nécessaire. L'orgue est composé de différentes parties généralement situées dans des cadres ou constructions en bois.

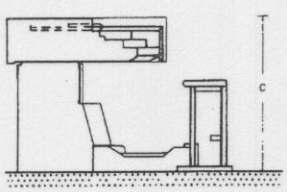
Principes de proportions : Il est plutôt plat que profond, plutôt haut que large. Il faut faire attention à une hauteur compensatrice de la salle. L'habitacle est ouvert devant dans la zone des tuyaux du buffet. Ceux-ci ne doivent commencer qu'à hauteur de tête (env. 2,00 m). La cloison arrière est protégée par plusieurs portes pour accorder et entretenir l'orgue (fig.1), les passages pour l'accordeur ont une largeur de 50 à 80 cm. Le buffet est le visage de l'orgue avec ses tuyaux de montre en alliage étain-plomb. Le buffet doit autant que possible correspondre à la dimension de l'ouvrage. Les tuyaux sont des producteurs de sons, dont la forme (cylindrique, conique, ouverte, couverte), le diapason (étroitesse-largeur) et le matériau (alliage étain-plomb, bois) déterminent le timbre. Les sommiers ont, pour des raisons techniques, toujours une forme de base rectangulaire. Les plans d'orgues arrondis doivent être assez grands pour que les sommiers rectangulaires y trouvent leur place.

Places assises	Registre	Nombre compris pédale	Registre principal le plus bas G.O.	Sans pédale	Forme
100	3–7	1	2′		A Meuble ou positif
200	8–12	2	4′	8′	B Positif
300	12–20	3	4′–8′	8′	C Petit orgue
400	20–30	3	8′	8′	D
500	25–35	3–4	8′	16′	E
600	30–40	4	8′	16′	F
700	35–45	4	8′	16′	
800	40–50	4	8′–16′	16′	
900	45–55	4	16′	16′	G
1 000	50–60	4–5	16′	16′	
1 250	60–70	4–5	16′	16′–32′	H
1 500	70–80	5	16′	16′–32′	
1 750	75–85	6	16′	32′	I
2 000	80–90	6	16′	32′	
2 500	90–100	6	16′	32′	

(12) Formule pour détermination du nombre de registres (d'après H.G. Klais).

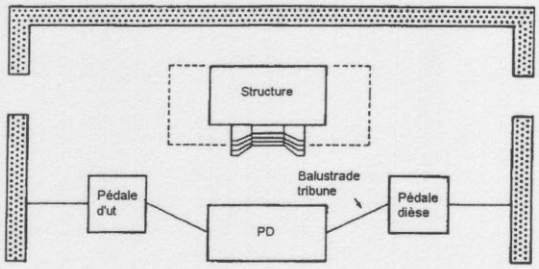


(13) Plan d'une console libre.



a = Largeur registre compris
b = Profondeur banc compris
c = Hauteur sans pupitre

(14) Coupe (fig.13)

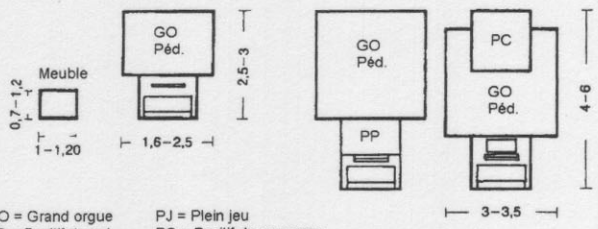


(1) Plan des tours de pédale dans la balustrade.

Type	Hauteur (en m)	Largeur (en m)	Profondeur (buffet plat) (sans passage d'accordeur)	
(3) – (4)	0,6– 0,8	1 – 1,2	0,7–1,2	Meuble H = 0,6 - 0,8 m
(5)	2,5– 3	1,6– 2,5	0,8–1,6	Positif
(6)	4 – 6	3 – 3,5	1,2–1,8	Petit orgue
(7)	6 – 7	5,5– 6,5	1,2–2	I. manuels / GO 8' / pédale 8'
(8)	6,5– 9	4,5– 7	1,5–2,5	II. manuels / GO 8' / pédale 16'
(9) – (10)	7,5–10	7 – 9	2 –3	III. manuels / GO 8' - 16' / pédale 16'
(11) – (12)	9 –13	8 –12	2 – 4	IV - V. manuels / GO 16' / pédale 16' - 32'

Les dimensions indiquées pour la profondeur du buffet de l'orgue sont uniquement communiquées à titre indicatif. Quand les parties sont disposées les unes derrière les autres, le besoin en surface de l'orgue augmente.

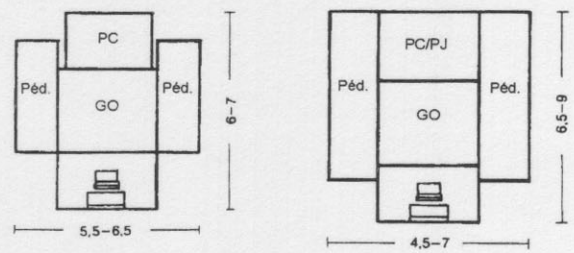
(2) Tableau synoptique des dimensions du buffet (fig. 3 à 12)



GO = Grand orgue PJ = Plein jeu
PD = Positif dorsal PC = Positif de couronne
PP = Positif de poitrine Péd. = Pédale

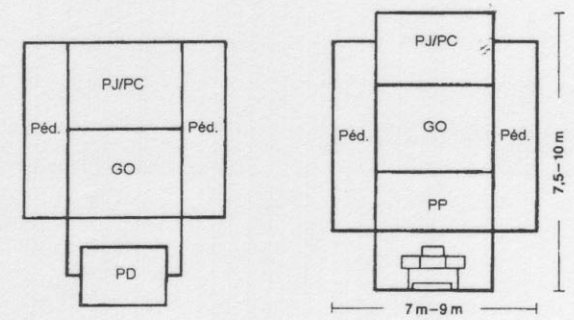
(3) – (4) (Voir fig. 2)

(5) – (6) (Voir fig. 2)



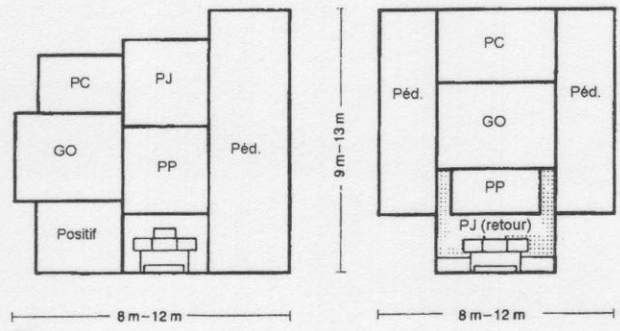
(7) (Voir fig. 2)

(8) (Voir fig. 2)



(9) (Voir fig. 2)

(10) (Voir fig. 2)



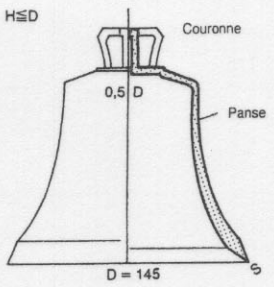
(11) (Voir fig. 2)

(12) (Voir fig. 2)

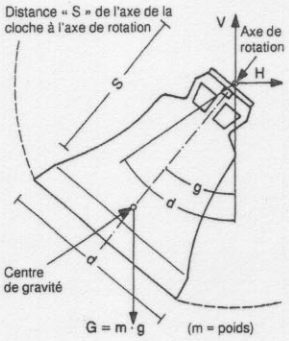
La console doit être reliée de façon fixe à l'orgue. C'est ainsi que l'on obtient des transmissions réduites et une façon de jouer optimale. La console est généralement intégrée frontalement.
Dans les orgues à balustrade la console peut se trouver en position latérale, rarement derrière l'orgue.
La console libre centrale se trouve devant l'orgue, la distance maximale est de 2,00 m avec vue de l'organiste sur l'instrument (p.523, fig.13 et 14).
On appelle transmission le lien entre la console et le sommier dans l'orgue. La conduite des transmissions doit être courte et simple.
La soufflerie est constituée d'un ventilateur, d'un soufflet-réservoir, ainsi que des canaux qui mènent du soufflet au sommiers.
La soufflerie se situe généralement dans la partie inférieure de l'orgue, ainsi qu'à l'arrière et à côté de l'orgue. Les grandes installations de soufflerie, en particulier dans les salles de concert, se situent dans leurs propres chambres.
Les dimensions des soufflerie sont données page 523 (fig.4 et 5).
Un orgue n'est pas obligatoirement situé dans les tribunes. Il peut aussi se situer dans l'autel. Éviter son intégration dans des tours, des niches profondes ou devant de grands vitrages (surfaces de refroidissement). Ne pas empêcher la résonance par des solives transversales ou des arcs doubleau. L'emplacement dans les salles de concert doit être à proximité immédiate du podium.

Poids des orgues

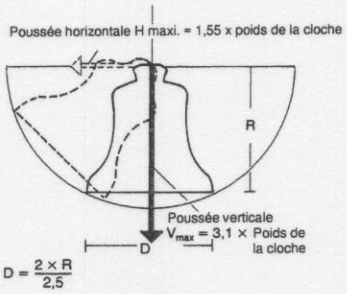
Pédalier : Base principale 16 : 600 kg, base principale 8 : 400 kg et registre.
Grand orgue : base 4' longueur 250 kg / registre.
Plein-jeu : base 4' longueur 250 kg / registre (y compris coffre d'amplification).
Positif de poitrine amplifiable : base 2' plein de hauteur 160 kg / registre (y compris mur pédalier et coffre).
Positif dorsal : base principale 8' 150 kg et registre, base principale 4' 100 kg / registre.
Positif de poitrine : base 2' 90 kg / registre.
Dans toutes les données sont compris les structures et coffres. Les charges sont ponctuelles. Intégrer éventuellement un répartisseur de charges.
Consoles libres : console deux claviers manuels jusqu'à 250 kg, trois claviers jusqu'à 300 kg.
Air ambiant de la pièce : si possible même hygrométrie durant toute l'année (optimal 60%). Valeurs hygrométriques limites 45% à 80%. Pas de courants d'air ni de variations brusques de température.
Pas de fenêtre non plus à proximité de l'orgue. Murs isolés contre la chaleur à l'arrière et sur les côtés de l'orgue, surface dure et réfléchissante. Ne pas exposer les tuyaux du buffet au soleil. Éviter la lumière des projecteurs. Chaque orgue doit être entretenu. Les passages à l'arrière pour l'accordeur ont une largeur de 50 à 80 cm. Orgue en encorbellement accessible par en dessous. Devant l'orgue estrades pour chœur et orchestre.



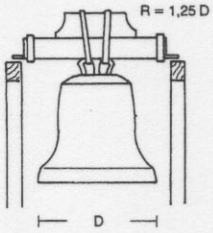
① Rapport des dimensions en fonction de la panse.



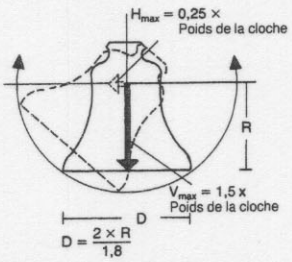
② Dénominations.



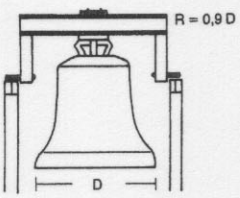
③ Poussée importante dans le sens horizontal.



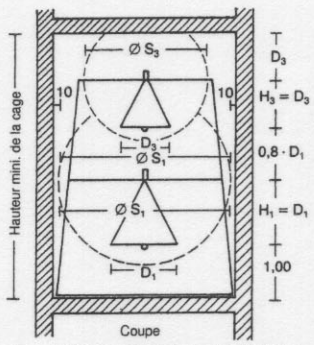
④ Mouton droit.



⑤ Suspension à proximité du centre de gravité.

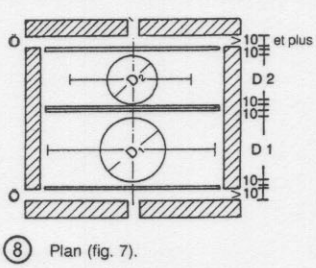


⑥ Mouton coudé en acier.

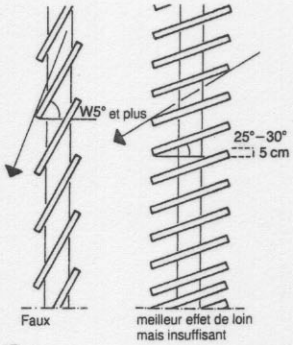


⑦ Dimensions de la cage (valeurs minimales)

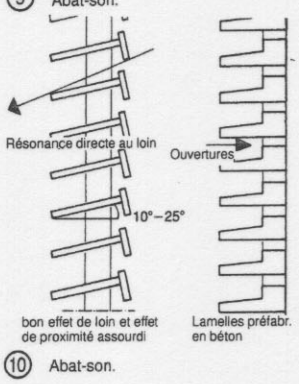
Longueurs des champs :
Ø S3 = Diamètre de la courbe de balancement de la cloche 3 = 2,6 x D3
Ø S1 = de la cloche 1 = 2,6 x D1
Ouv. acoustiques O, là où pas de frappe de battant.



⑧ Plan (fig. 7).



⑨ Abat-son.



⑩ Abat-son.

Avant la planification : L'expert donne des conseils sur le volume et la hauteur du timbre des cloches, l'acoustique, le poids. Le fondeur conçoit la chaise de clocher comme base pour le dimensionnement de la cage de la cloche et des ouvertures acoustiques. Il apporte les suppositions de charge au staticien. Le staticien doit tenir compte des charges statiques et dynamiques. La fréquence propre du clocher ne doit pas fournir de résonance à la fréquence de la cloche.

Cloches : Poids, alliage et épaisseur de la panse déterminent l'intensité du son. De nos jours, on utilise des cloches électriques. Les cloches en acier ont un diamètre qui est de 15% plus grand et de 25% plus léger que les cloches en bronze qui ne sont pratiquement plus fabriquées (fig. 1).

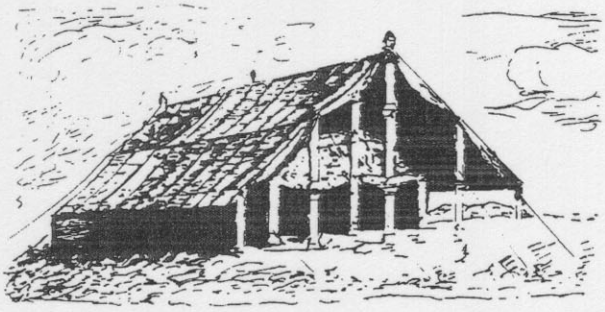
Clocher : Conçu comme un instrument de musique en solo, il forme un orchestre avec les clochers voisins. La portée du son détermine la hauteur de la cage de la cloche dans le clocher, elle doit se situer au-dessus des bâtiments environnants. La qualité du timbre dépend du matériau de construction et de la configuration acoustique. Le clocher est séparé du bâtiment par des joints contre les transmissions de bruits de structure. Les clochers en situation isolée sont de ce point de vue avantageux. Ouvertures dans la construction pour l'installation ou le changement de la cloche. Accès protégé vers la cage de la cloche pour l'entretien (escalier au lieu d'une échelle).

Cage du clocher : Pièce de résonance et salle de mixage, elle détermine la qualité musicale du rayonnement sonore. La pièce est totalement fermée à part les abat-son (fig. 7 et 8).

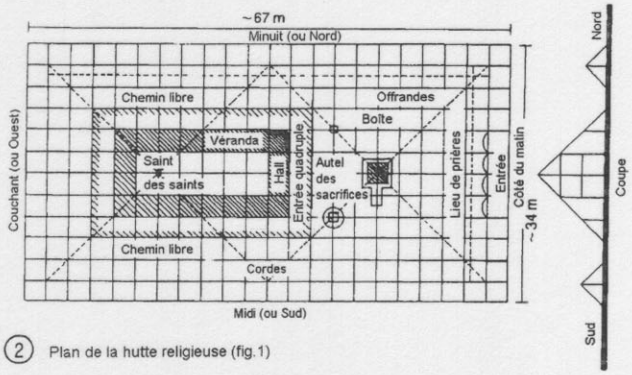
Abat-son : Il vaut mieux plusieurs petits abat-son en travers du sens de l'oscillation de la cloche que peu de grands. Le rayonnement sonore ne doit pas dévier de plus de 30° de l'horizontale pour protéger le voisinage. L'impact du battant ne doit pas pouvoir rayonner. Il faut prendre cela aussi en compte lors de la disposition des abat-sons. Somme des ouvertures 5% maximum si surfaces lisses, 10% maximum si surfaces rugueuses des murs intérieurs de la cage. Les plafonds et sols en béton peuvent être habillés de bois (fig. 9 et 10).

	a	b	a	b	a	b
	Diamètre cloche d mm	Charge propre cloche G kN	Diamètre cloche d mm	Charge propre cloche G kN	Diamètre cloche d mm	Charge propre cloche G kN
	Panses					
Ton	Légères		Moyennes		Lourdes	
F°	2250	58	2320	71		
Fis° Ges°	2120	48	2220	59		
G°	2000	40	2100	50		
Gis° As°	1880	34	2000	41		
A°	1780	28	1880	35		
Ais° B°	1680	24	1760	29		
H°	1580	20	1660	24		
c´	1480	16	1570	20	1680	31
cis´des´	1400	14	1475	17	1580	25
d´	1325	11	1390	14	1500	21
dis´es´	1240	10	1310	12	1410	17
e´	1170	8,0	1240	10	1330	15
f´	1110	7,0	1170	8,0	1250	13
fis´ges´	1035	5,5	1100	7,2	1175	11
g´	980	4,6	1040	6,0	1110	9,0
gis´as´	930	4,0	980	5,0	1040	7,2
a´	875	3,2	925	4,3	985	6,2
ais´ b´	830	2,8	870	3,5	930	5,3
h´	780	2,3	820	3,0	880	4,3
c´´	740	2,0	775	2,5	830	3,7
cis´´ des´´	690	1,6	730	2,1	780	3,2
d´´	650	1,4	690	1,7	735	2,6
dis´´ es´´	600	1,1	645	1,5	690	2,1
e´´	575	0,90	610	1,2	650	1,7
f´´	550	0,80	580	1,0	620	1,5
fis´´ ges´´	510	0,65	545	0,80	595	1,2
g´´	480	0,55	510	0,70	550	1,0
gis´´ as´´	450	0,45	480	0,59	525	0,90
a´´	425	0,38	455	0,50	495	0,75
ais´´ b´´	390	0,32	430	0,40	465	0,65
H´´	370	0,25	405	0,35	440	0,50
c´´	350	0,20	380	0,30	415	0,43
Forme selon valeur	c = 0,75		c = 0,76		c = 0,78	

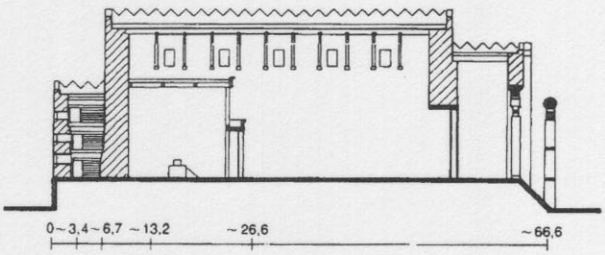
⑪ Valeurs caractéristiques des cloches.



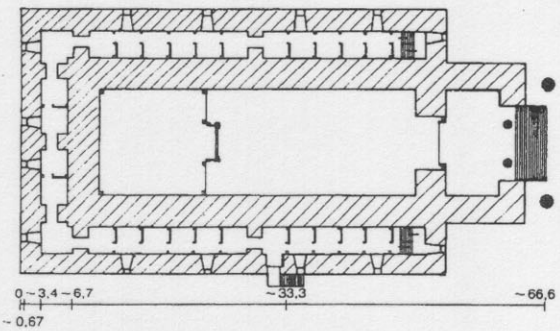
(1) Tente religieuse (hutte religieuse). Première maison de Dieu des Juifs.



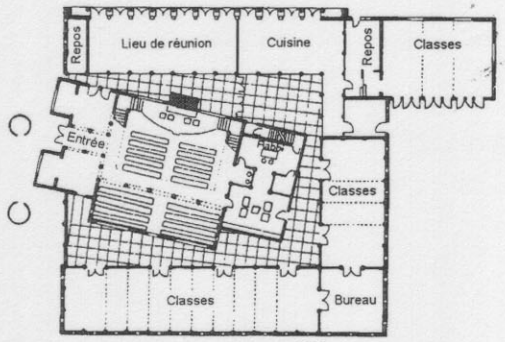
(2) Plan de la hutte religieuse (fig.1)



(3) Jérusalem, temple de Salomon, coupe longitudinale (fig.4)



(4) Plan du temple



(5) Plan de la synagogue Or Shalom à Chicago, 1986.
(Arch.: Stanley Tigermann)

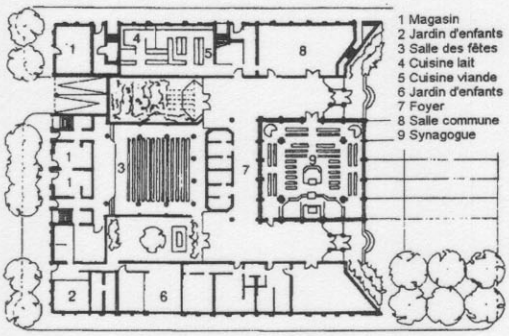
Dans la synagogue on trouve comme point central à la place d'un autel, la plateforme surélevée du prédicateur (*Almenor*) avec deux sièges pour le rabbin et le cantor, d'où on lit la torah. La synagogue est tournée vers Jérusalem. Sur la façade avant se trouve la châsse renfermant les rouleaux de la torah (*Aron Hakodesch*), en une partie dans les régions Askénaze (« allemand » en hébreux, caractère européen = Diaspora), en trois parties dans les régions Séfarade (« espagnol » en hébreux, caractère oriental = Palestine).

Entre Almenior et Aaron Hakodesch se situe l'allée pour la procession solennelle de la promulgation de la torah.

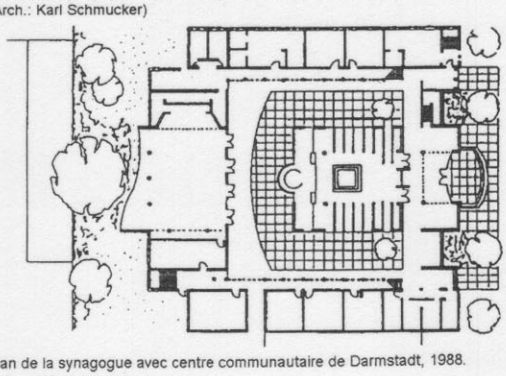
La construction d'une synagogue est la recherche toujours renouvelée d'une disposition de plan variant entre le centre d'intérêt spirituel de l'Almenor (construction centrale plus orthodoxe) et le centre d'intérêt spatial de l'Aaron Hakodesch (maison en longueur plus libérale) ou une synthèse géométrique à base de rectangle et carré ou cercle. Les symboles tels l'étoile de David, le bougeoir à sept branches et les tables de la loi de Moïse sont des éléments indispensables.

La synagogue est le plus souvent intégrée dans un centre communal comme salle de prières ou de rassemblement. La salle pour les femmes est séparée au moins symboliquement et n'est pas dans le champ visuel des hommes, souvent en tribunes. A l'entrée se situe une fontaine ou une table de toilette pour se laver les mains. Le bain rituel, (bain juif, MIKWA) avec bassin d'immersion pour les femmes se situe habituellement à la cave avec de l'eau courante naturelle ne provenant pas de tuyaux métalliques. Dans les synagogues libérales on peut trouver des orgues, mais jamais comme objet de décor.

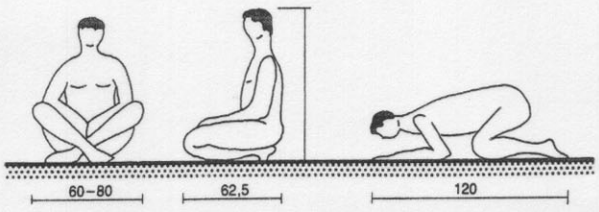
Dans le décor d'où sont exclues les reproductions d'êtres humains, il n'y a que des ornements végétaux, géométriques ou des écritures.



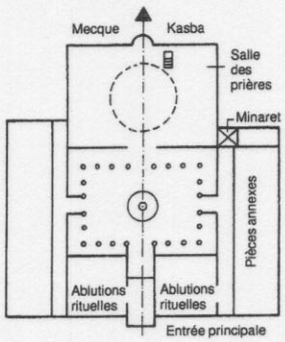
(6) Plan de la synagogue avec centre communautaire de Mannheim, 1967.
(Arch.: Karl Schmucker)



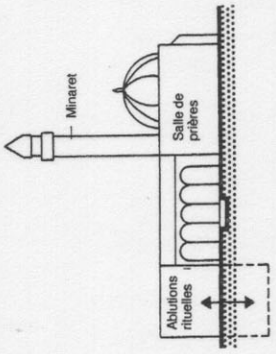
(7) Plan de la synagogue avec centre communautaire de Darmstadt, 1988.
(Arch.: Alfred Jacoby)



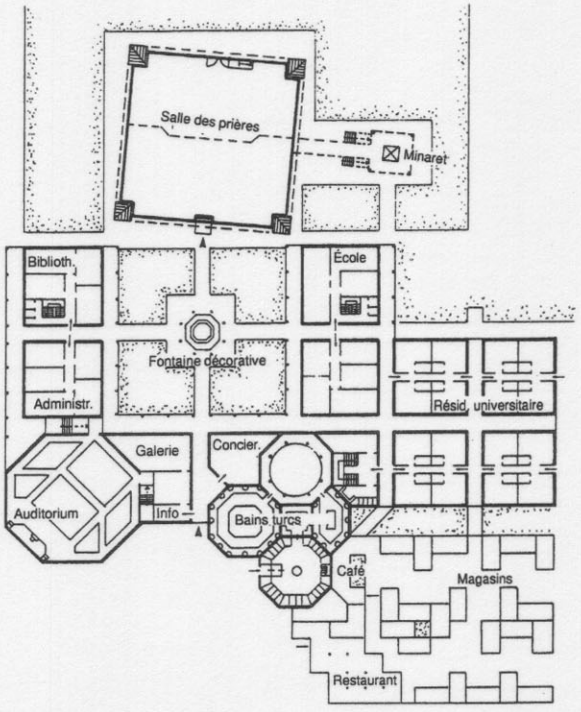
① Personnes lors de la prière.



② Forme de construction historique.



③ Coupe.



④ Centre culturel islamique à Cologne. Arch. : Ruhi Alagöz

La mosquée (Masjed ou Jamih) est une maison de prières, un centre culturel, un lieu de rassemblement social, un tribunal, une école et une université. (Le Coran est pour l'Islam la source centrale pour les règles de vie, l'enseignement, le droit, la religion, etc.)

Dans les pays islamiques, la mosquée est située dans le bazar (souk) au centre de la vie publique. Là où dans d'autres pays ces institutions viennent à manquer, elles devraient être planifiées avec la mosquée (coiffeur, magasins pour denrées autorisées, café).

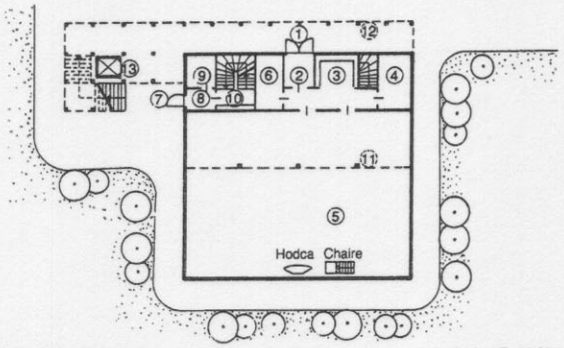
Les grandes mosquées (Camii) ont toujours le minaret, les petites mosquées (Mescit) l'ont rarement. Le musulman ne connaît ni orgue ni clocher. Depuis le minaret, par un escalier ou un ascenseur jusqu'au chemin de ronde supérieur, la plupart du temps abrité, l'appel du Muezzin retentit 5 fois par jour appelant à la prière, de nos jours presque toujours par haut-parleur, ce qui dans beaucoup de pays n'est pas autorisé.

La superficie des salles de prières se détermine d'après la surface de prière de 0,85 m² pour une personne. Elles est souvent rectangulaire voire carrée, souvent avec une coupole centrale et tournée vers la Mecque comme direction de prières. Sur la façade avant (Qibla) se trouve la niche des prières (Mihrab), à côté la chaire pour la prière du vendredi (Minbar), toujours avec un nombre de marches impair, pour le théologue de la mosquée (Imam). Une séparation souvent uniquement symbolique ou une galerie constitue la séparation entre les hommes et les femmes.

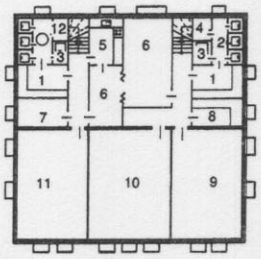
Dans l'entrée, sont disposées des étagères pour les chaussures des croyants ; des pièces pour les ablutions rituelles et des douches d'eau toujours courante. Les WC souvent à la turque sont perpendiculaires à la direction de la Mecque.
Ces installations ont souvent des entrées séparées pour les hommes et les femmes, y compris l'escalier pour la galerie des femmes.
Beaucoup de mosquées ont une cour intérieure de taille égale à la salle des prières, servant d'agrandissement lors des jours de fête, et une fontaine décorative (Tscheschme) pour les ablutions rituelles. Dans les pays chauds, on y plante des arbres dispensant de l'ombre et plantés de façon géométrique.

Un bureau, une bibliothèque, une salle de conférence et de cours, des débarras et des logements au moins pour l'Imam et le Muezzin complètent le programme.

Les représentations de personnes et d'animaux ne sont pas autorisées dans les décors. Des ornements végétaux et géométriques (arabesques), ainsi que des vers du Coran en calligraphie arabe sont appréciés et sont devenus une véritable culture.



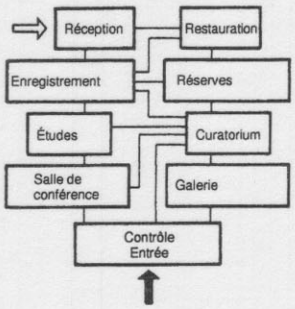
⑤ Centre culturel islamique à Francfort. Arch. : Ruhi Alagöz



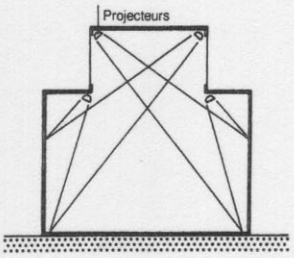
⑥ Sous-sol.

Rez-de-chaussée
1 Entrée/hommes
2 WIFA
3 Dépôt des chaussures
4 Bureau/Hodca
5 Salle des prières rez-ch. hommes
6 Info/hommes
7 Entrée/femmes
8 WIFA
9 Info/femmes
10 Dépôt des chaussures
11 Salle des prières galerie/femmes
12 Balcon
13 Minaret avec ascenseur

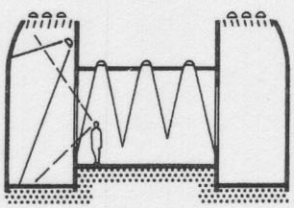
Sous-sol
1 Rangée de lavabos
2 WC
3 Douches
4 Installation de poulies
5 Cuisine
6 Restaurant
7 Chauffage
8 Coiffeur
9 Salle de cours/hom.
10 Bibliothèque et salle de conférences
11 Salle de cours/femmes
12 Har



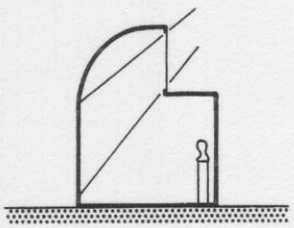
① Schéma des parcours.



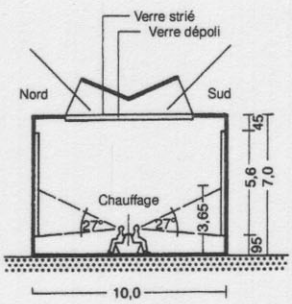
② Assurer l'éclairage de manière à ce que l'angle d'incidence corresponde à l'éclairage naturel.



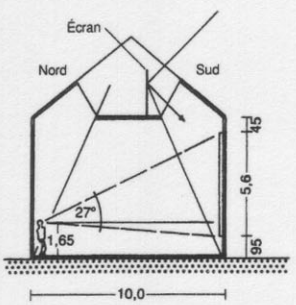
③ Coupe caractéristique pour les musées d'histoire naturelle.



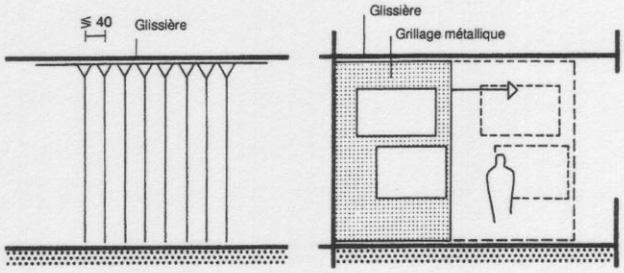
④ Passage de galerie éclairé d'un seul côté, la partie basse est éclairée de façon indirecte et tamisée.



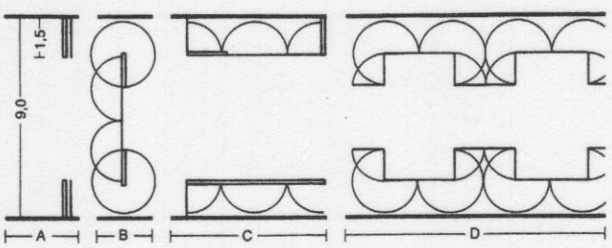
⑤ Salle d'exposition bien éclairée d'après les expériences faites à Boston.



⑥ Salle donnant le meilleur éclairage avec une lumière régulière et bilatérale d'après S. Hurst Seager.



⑦ Réserves de tableaux avec cadres mobiles en grillage métal. sur lesquels les tableaux peuvent être accrochés à volonté et toujours à portée de main en les tirant.



⑧ Salle d'exposition avec cloisons rabattables, d'après arch. : K. Schneider ; nombreuses possibilités de configuration de la salle.

Les salles : salles d'exposition pour des œuvres artistiques ou scientifiques. Elles doivent :

1. les protéger contre la destruction, le vol, l'humidité, la sécheresse, le soleil et la poussière et
2. les présenter sous le meilleur jour (dans le sens le plus large), on y arrive par une répartition judicieuse des objets exposés :
   a) ceux destiné à être étudiés (gravures sur cuivre, dessins à la main etc.) ; ceux-ci sont conservés dans des cartons à dessin et gardés dans des armoires (à tiroirs). Prof. d'env. 80 cm, hauteur 1,60 m.
   b) ceux destinés au public (peintures à huile, fresques, expositions temporaires, etc.)

Le public doit pouvoir visiter toutes les salles d'exposition sans fatigue. Cela implique une disposition aérée mais restreinte, de la variété, une forme et une suite de salles correspondantes.

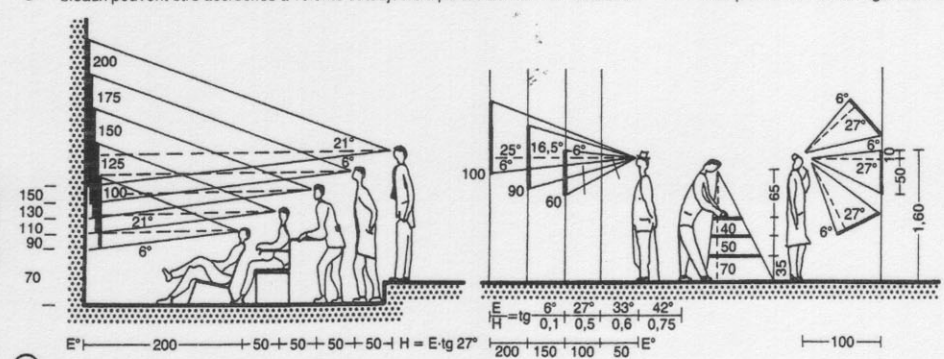
Pour chaque genre de tableau, si possible, une salle et pour chaque tableau, un mur. Ce qui implique de petites salles. Celles-ci offrent davantage de surface de mur que les grandes, nécessaires aux grands tableaux. La taille de la salle dépend de la taille du tableau. L'angle de vision normal pour l'homme est 54° ou à partir de l'œil, 27° vers le haut, ce qui donne pour une vue de tableaux bien éclairés depuis 10 m, 4,9 m de hauteur d'accrochage au-dessus de la hauteur des yeux et jusqu'à 70 cm environ au-dessous (fig. 6). Il n'y a que pour les grands tableaux qu'on ira jusqu'à la hauteur du socle et au-dessus de l'angle visuel vers le haut. Les petits tableaux sont suspendus par leur centre de gravité (= niveau de l'horizon dans le tableau) de préférence à hauteur des yeux (fig. 9).

Place nécessaire par tableau ..... 3 à 5 m² de mur d'exposition
Place nécessaire par sculpture..... 6 à 10 m² de sol de base
Pl. néces. pour 400 pièces de monnaie..... 1 m² de vitrine.

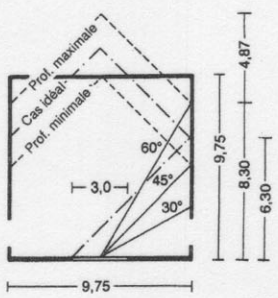
Les calculs concernant la lumière dans les musées sont très théoriques, c'est la qualité de la lumière qui est déterminante. Les essais américains sont en ce sens plus concluants. Ces derniers temps, utilisation de plus en plus fréquente de l'éclairage artificiel, au lieu de la lumière changeante du jour, même pour les fenêtres au plafond exposées au nord. Surface d'accrochage favorable entre 30° et 60° pour 6,70 m de hauteur de pièce et 2,13 m de hauteur de cimaise pour les tableaux ou 3,04 à 3,65 m de hauteur de cimaise pour les sculptures d'après les essais de Boston (fig. 9).

Disposition d'ensemble : pas de circuit sans fin, mais des ailes partant de l'entrée. A l'écart, locaux pour emballage, expédition, administration, salle de projection, ateliers de restauration, salles de conférences. Les châteaux-forts, châteaux, cloîtres et similaires, faute d'utilisation, se prêtent souvent bien à des fonctions de musée.

En particulier pour les objets historiques, pour lesquels ce genre de construction offre un cadre bien plus adapté que les musées froids, dénommés musées modernes.

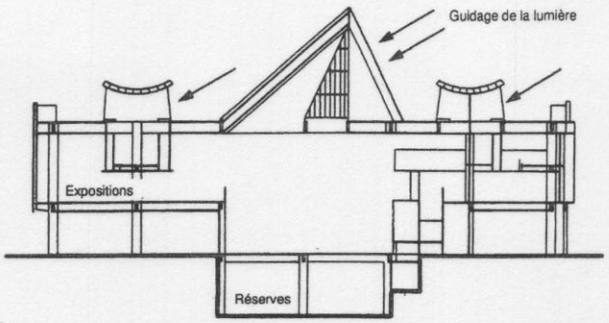


⑨ Champ de vision - Hauteur / taille et distance.

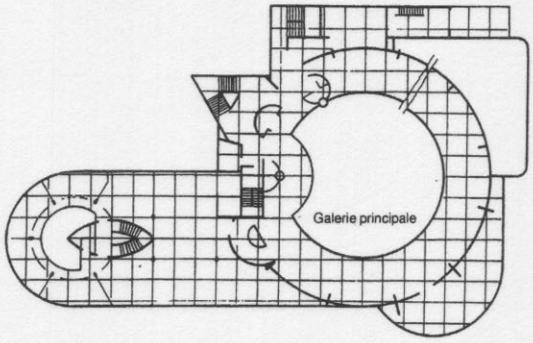


⑩ Salle d'exposition avec lumière latérale.

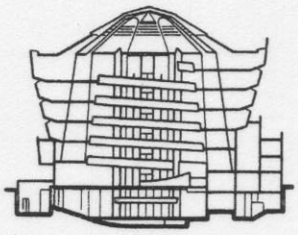
Les musées n'ont pas une unique fonction d'exposition, ils sont aussi utilisés comme centres culturels. Cette multifonctionnalité doit couvrir l'ensemble des salles.
Salles d'expositions : expositions permanentes ou temporaires.
Travail, études : bibliothèques, médiathèques, salles de conférence.
Détente : zones de repos, café, restaurant.
Réserves, conservation, dépôts, atelier, organisation, administration.



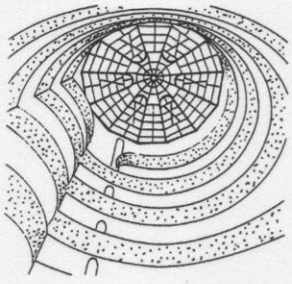
① Coupe du Musée National d'Art Occidental, Tokyo. Arch. : Le Corbusier



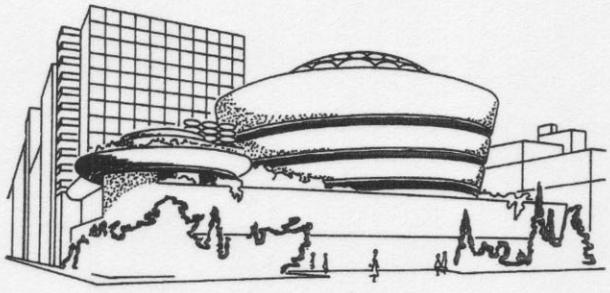
② Plan du Musée Guggenheim, New York. Arch. : Frank Lloyd Wright



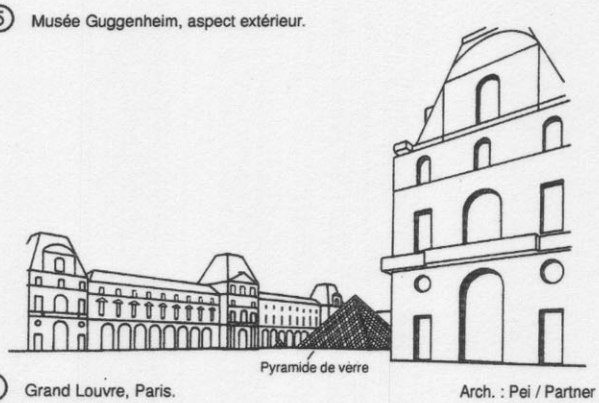
③ Musée Guggenheim, coupe.



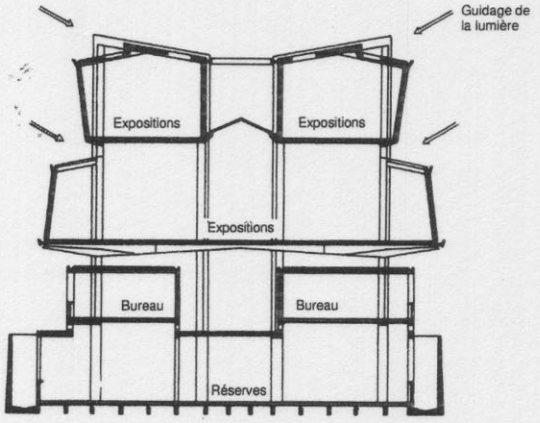
④ Musée Guggenheim, volume intérieur.



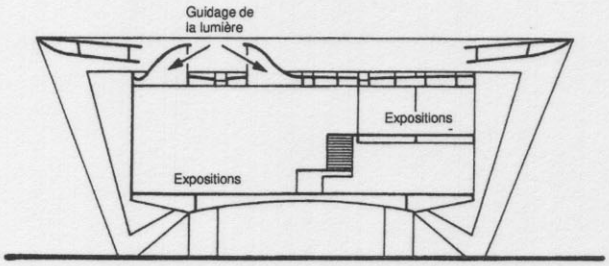
⑤ Musée Guggenheim, aspect extérieur.



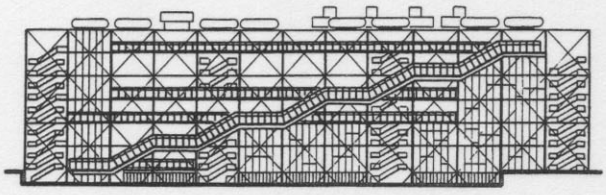
⑥ Grand Louvre, Paris. Arch. : Pei / Partner



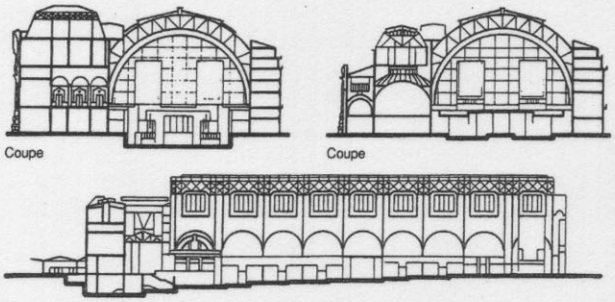
⑦ Coupe et guidage de la lumière, Museo Civico, Turin. Arch. : Bassi et Boschetti



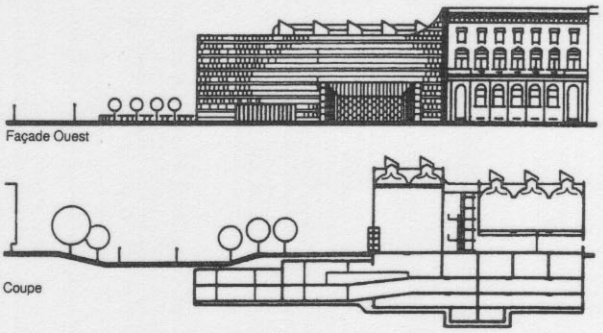
⑧ Musée d'Art Moderne, Rio de Janeiro. Coupe et guidage de la lumière. Arch. : Reidy



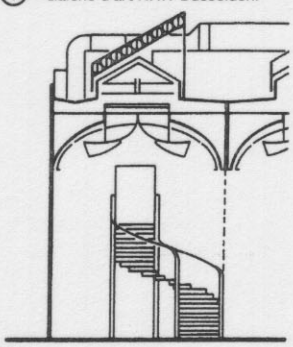
⑨ Façade du Centre Pompidou, Paris. Arch. : R. Rogers , R. Piano



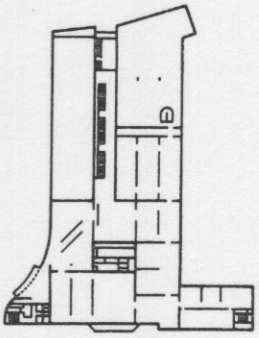
⑩ Musée de la gare d'Orsay, Paris. Arch. : Aulenti Rota



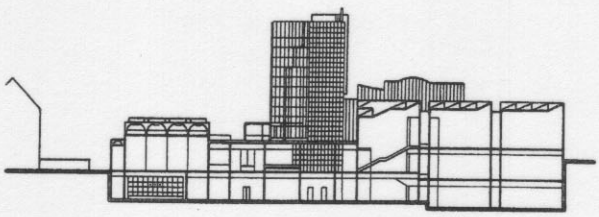
① Galerie d'art NRW Düsseldorf. Arch. : Dissing et Wertling, Copenhague



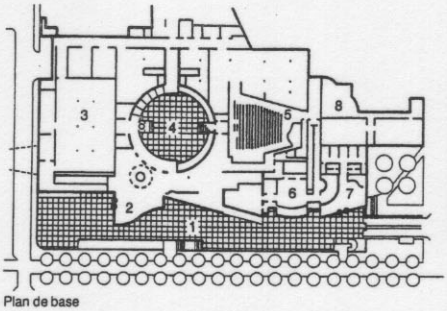
② Détail d'éclairage.



③ Plan.

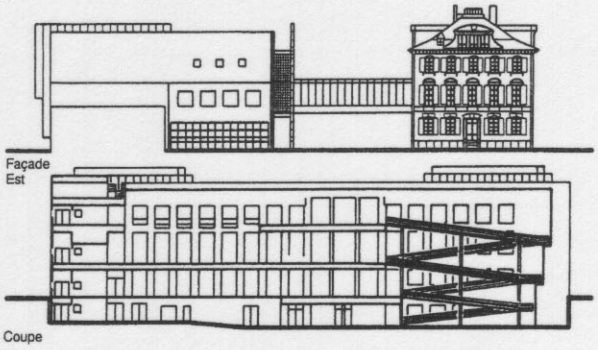


④ Musée d'art moderne, Mönchengladbach. Arch. : H. Hollein , Schmitt

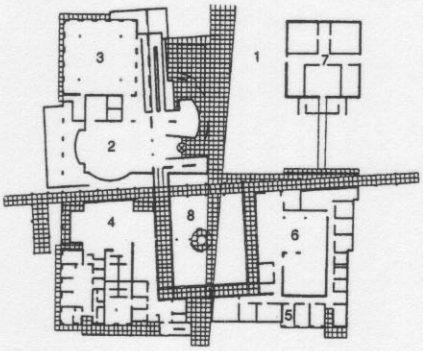


Légende :
1 Terrasse d'accès
2 Hall d'entrée
3 Expos temporaires
4 Cour sculptures
5 Salle conférences
6 Restaurant
7 Foyer / Petit théâtre
8 Conservatoire musique

⑤ Agrandissement de la Galerie Nationale à Stuttgart. Arch. : Stirling et Wilford

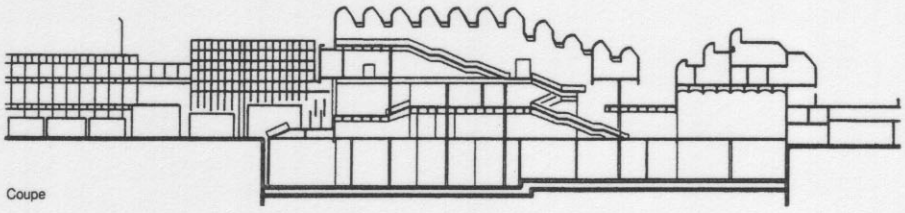


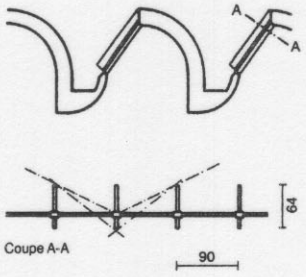
⑥ Musée d'Art Artisanal, Francfort. Arch. : Richard Meier



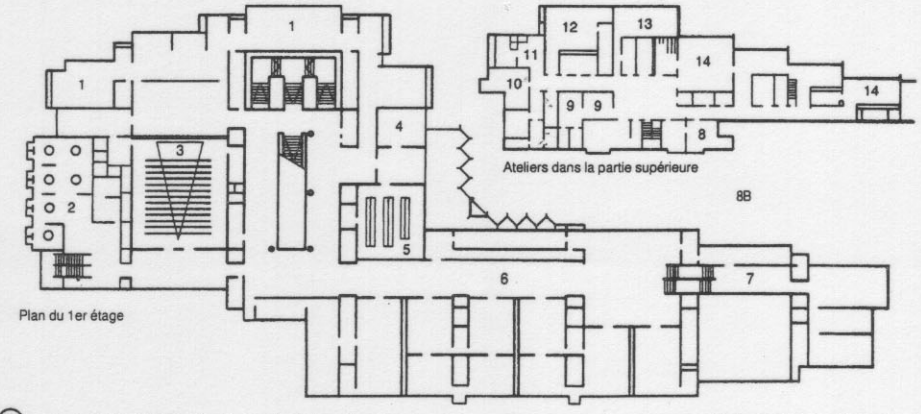
Légende
1 Cour d'entrée
2 Foyer
3 Expos temporaires
4 Restaurant
5 Admnistration
6 Bibliothèque
7 Villa Metzler, rococo
8 Patio

⑦ Musée d'Art Artisanal, plan de base.



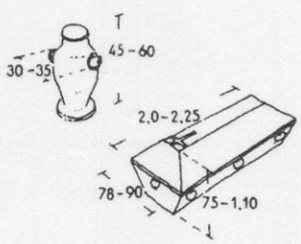


⑨ Coupe transversale sur un shed avec vitrage à 53°.

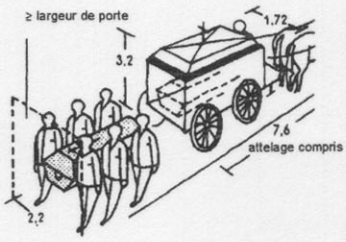


Légende :
1 Exposition
2 Salle de lecture
3 Salle de conférence
4 Administrateur
5 Graphique
6 Rue du musée
7 Galerie
8 Restaurateur en chef
9 Examens
10 Physique
11 Chimie
12 Restaurateur du papier
13 Atelier photo
14 Atelier

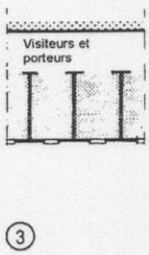
⑧ Musée Wallraf-Richards, Musée Ludwig, Cologne Arch. : Busmann, Haberer



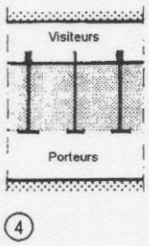
① Urne à cendres et cercueil, dimensions habituelles.



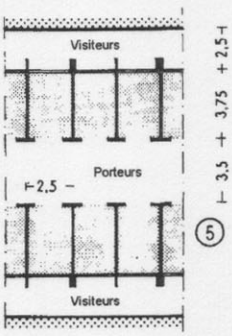
② Convoi funèbre, dimensions d'un corbillard hippomobile et largeur de voie minimale pour les porteurs. Fourgon automobile 6,3 m de long, 1,95 m de large, 2,35 m de haut.



③

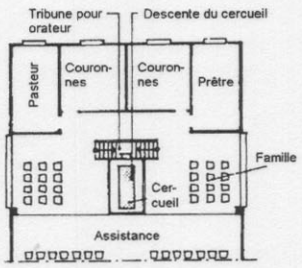


④

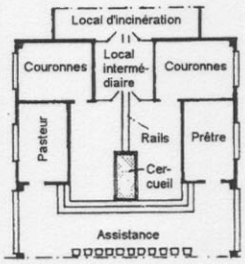


⑤

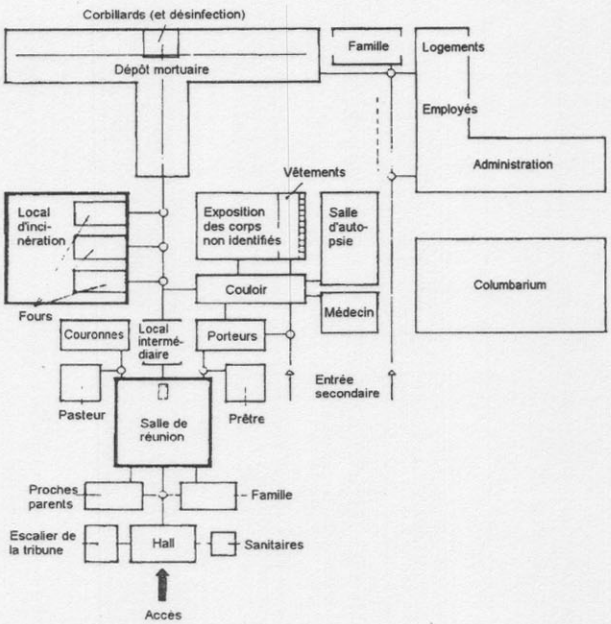
③ – ⑤ Dispositions courantes des dépôts mortuaires.



⑥ Plan schématique d'une installation avec local d'incinération au-dessous de la salle de réunion.



⑦ Local d'incinération derrière la salle de réunion avec local intermédiaire.



⑧ Disposition schématique des locaux d'une installation funéraire avec four crématoire et locaux annexes dans un cimetière important.

Urnes à cendres

Les dimensions en sont limitées par le règlement des cimetières (fig.1). Les casiers muraux qui les reçoivent ont généralement 38 à 40 cm de large et 50 à 60 cm de haut.

Les cercueils

Ils se font sur mesure (fig.1). L'exposition des corps se fait dans les cellules du **dépôt mortuaire** séparées les un des autres à mi-hauteur (plaques, plantes vertes) (fig.3). On réserve des **passages d'exposition** distincts pour les porteurs et pour les familles (fig.4). Ces dernières peuvent voir le défunt jusqu'au dernier moment à travers de petites vitres ménagées dans la bière. Des piliers faisant saillie entre les espaces permettent d'éviter des mélanges fâcheux entre les différentes familles (fig.4). Cependant, de nombreuses installations modernes ne comportent plus de passage spécial pour la famille, et sont donc (fig.5) sans passage latéral.

Les dimensions habituelles sont : 2,2 x 3,5 ; 2,5 x 3,75 ; 3,0 x 3,5 m.

La température du dépôt mortuaire est comprise entre 2 °C et 12 °C, jamais en dessous parce que le gel dilate les corps et peut les faire éclater. On devra maintenir cette température soit par chauffage, soit par réfrigération avec ventilation continuelle surtout en été. Les planchers de ces dépôts doivent être imperméables, lisses et faciles à nettoyer. Quant aux murs, le plus simple est de les passer à la chaux assez fréquemment. Les installations importantes sont complétées par un local, pour le surveillant et les porteurs, de 15 à 20 m^2 avec WC et lavabo. Il faut aussi prévoir un emplacement pour les corbillards (2,2 x 1,08 à 3,0 x 1 ,1 m).

Dans les grandes villes il y a une morgue pour les corps non identifiés, avec salle d'exposition, local pour leurs vêtements, salle de dissection et pièce du médecin (fig.8).

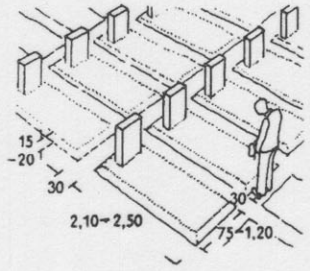
Local d'incinération, soit au sous-sol avec descente pour le cercueil (fig.6), soit derrière la salle de réunion, dont il est alors séparé par un sas intermédiaire (fig.7 et 8).

Le transport au niveau du sol se fait très simplement par treuils actionnés à la main ; en revanche les ascenseurs sont hydrauliques. La porte du local intermédiaire ou la trappe du plancher doivent se fermer doucement au fur et à mesure que le cercueil disparaît .

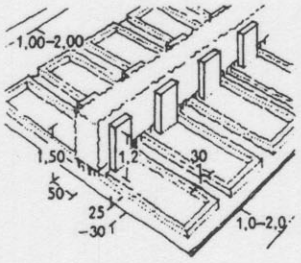
Une fois dans le **local d'incinération**, le cercueil est placé sur un chariot spécial qui le dépose dans le four sur une grille en terre réfractaire.

La crémation se fait soit à l'aide de coke, soit électriquement (pour une crémation environ 45 kW), soit dans des fours spéciaux au gaz (hauteur des fours à deux niveaux 4,3 m), absolument sans odeur ni poussière, produisant un air sec à 900-1000 °C, sans que le corps soit touché par les flammes. On chauffe le four 2 à 3 heures d'avance et la crémation proprement dite dure de 1 heure 1/4 à 1 heure 1/2. Les cendres sont réunies dans un petit coffre de fer qu'on met dans une urne. Le four est muni de regards qui permettent d'observer la crémation. Toute cette installation est à placer, si possible, derrière **la chapelle du cimetière**, qui sert à toutes les religions (c'est pour cela qu'il y a deux pièces pour les ministres du culte). La surface de la salle réservée à l'assistance est variable, moins de 100 places assises et 100 places debout, plus 1 à 2 locaux pour les proches (qui peuvent être ajoutés à la salle) et d'autres pièces annexes (fig.8).

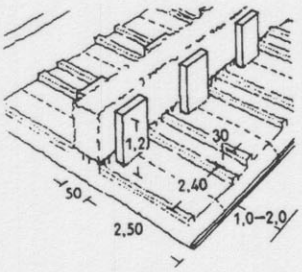
A proximité, on placera encore les **locaux administratifs**, une pièce pour la direction, deux à trois bureaux, un dépôt de cercueils, logements pour un employé et les gardiens du cimetière, le chauffeur, etc. Derrière ces locaux on peut installer une **jardinerie** avec serre, local pour le jardinier, voire de l'architecte-paysagiste, une pièce pour le personnel, les outils, semences, les WC, etc.



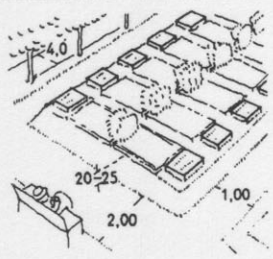
① Alignement de tombes, toutes dans le même sens, pour quartiers de 200 à 300 tombes.



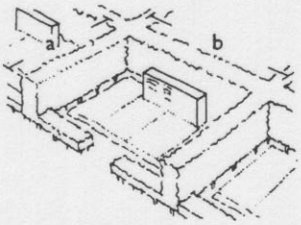
② Disposition des tombes tête contre tête, avec haies de séparation entre les rangs dans les cimetières étroits.



③ Tombes doubles (couples) entre haies de séparation comme sur la figure 2.

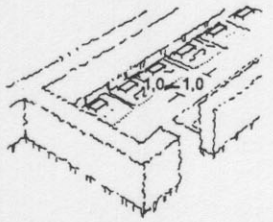


④ Disposition la plus simple de rangées de tombes avec plantations.

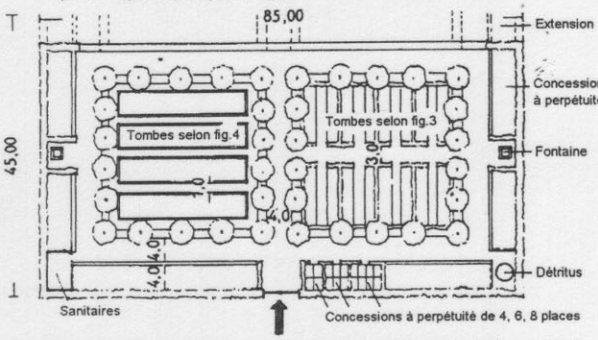


Tombes familiales			Deux l'une derrière l'autre	
Dimensions	a	b	a	b
2 places	2,50	2,40	2,50	1,50
4 places	2,50	4,80	2,50	2,50
6 places	2,50	7,20	2,50	3,90

⑤



⑥ Colombarium, entre haies ou carrés entourés d'arbres, disposition semblable à celle de la figure 4.



⑦ Cimetière pour grand village ou bourgade (susceptible d'extension), non loin de l'église donc sans chapelle (projet de H. Hartwig).

Situation

Sur terrain faiblement boisé, près d'un bois, d'accès facile par tramway, autobus ou autres moyens de locomotion. Distance de la maison la plus proche moins de 3 à 5 km. Le sol doit être facile à travailler, terre glaise, sable ou terrain analogue. Niveau des eaux souterraines au-dessus de 2,50 à 3,0 m de profondeur ; il faut souvent prévoir un drainage. Des canalisations sont nécessaire pour l'arrosage.

Place nécessaire

Par 100 000 habitants il faut compter 40 ha y compris les chemins et espaces libres (les cimetières actuels sont moins étendus). Dans les grandes villes, compter de 40 à 70 ha, dont 50 à 65% pour les tombes, le reste pour les chemins et l'aménagement des jardins. Dans une ville industrielle de 70 000 habitants, on compte 42% de concessions à perpétuité (dont 28% d'adultes, 10% d'enfants de moins de 10 ans et 4% de moins de 3 ans).

Les dimensions et la durée d'occupation des tombes sont très variables suivant la règlementation en vigueur (voir tableau ci-dessous).

Genre de tombes	Dimensions (en cm)	Distance entre les tombes (en cm)	Durée administrative (en années)
1) Adultes en rangées	210 x 75-250 x 120	30	20-25
2) Enfants de moins de 10 ans en rangées	150 x 60-150 x 75	30	20
3) Enfants de moins de 3 ans en rangées	100 x 60	60	15
Concessions avec haies	300 x 150-350 x 150		40-100
Caveaux	300 x 120-350 x 150		50-100
Colombarium	100 x 100-150 x 100	60	10-100
Places de luxe	150 x 150	100	30-100

Les tombes d'adultes en rangées doivent avoir en profondeur de 2,0 à 2,40 m ; pour enfants de moins de 10 ans, 1,50 m pour moins de 3 ans, 1,0 m.

La surélévation des tombes au-dessus du sol était jadis de 25 à 30 cm avec entourage de pierres, aujourd'hui on l'a réduite de 15 à 20 cm (pans coupés) ou même à rien (fig.2).

Aménagement général

Près de l'entrée entourée d'arbres : arrêt des bus, emplacement pour véhicule ayant amené le cercueil et la famille ; magasin de couronnes et fleurs, WC (1 urinoir, 2 WC pour hommes et 3 WC pour dames).

Dépôt mortuaire (p. 531)

Il se trouve soit à l'entrée, soit au milieu du cimetière, avec accès par des allées accessibles aux corbillards d'une largeur de 3,5 à 4 m.

Le cimetière doit être divisé en secteurs (voir tableau), compte tenu de la durée administrative de concession en vue de réemploi. Les quartiers peuvent avoir une surface de 30 x 30 à 40 x 40 m. On les entoure d'arbres et on les subdivise alors en bandes de 2 rangées de tombes (fig.4) ou bien de haies d'environ 1,50 m (fig.3), avec des chemins de 1 à 2 m de large. Ne pas oublier de disposer des bancs et des bassins pour arrosage. Prévoir aussi des canalisations d'eau potable et, dans les coins, des caisses pour les détritus (fig.7).

Concessions à perpétuité

Sur la voie principale, contre murs de clôture, ou au bout des chemins (fig.5).

Le colombarium est entouré de plantations ou de haies.

Les urnes sont des récipients en argile ou en pierre qu'on met en terre ou à l'extérieur sur un socle.

Pierres tombales

Elles sont couchées ou debout, de taille et de couleur uniforme.

		Références normatives	Date de prise d'effet
11	**Reconnaissance des sols**		
DTU 11.1	**Sondage des sols de fondation**		
	Cahier des charges		décembre 1968
	Cahier des clauses spéciales		décembre 1968
	Mémento		décembre 1968
12	**Terrassement**		
DTU 12	**Terrassement pour le bâtiment**		
	Cahier des charges		juin 1964
	Cahier des clauses spéciales		juin 1964
	Mémento		juin 1964
13	**Fondations**		
DTU 13.11	**Fondations superficielles**		
	Cahier des clauses techniques		mars 1988
	Cahier des clauses spéciales		mars 1988
DTU 13.12	**Règles pour le calcul des fondations superficielles**		
		CSTB	mars 1988
	Erratum	(DTU P 11-711)	novembre 1988
DTU 13.2	**Fondations profondes**		
	Cahier des clauses techniques	Norme expérimentale P 11-212-1	septembre 1992
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P 11-212-2	novembre 1994
14	**Cuvelage**		
DTU 14.1	**Travaux de cuvelage**		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P 11-221	mai 1993
20	**Maçonnerie**		
DTU 20.1	**Parois et murs en maçonnerie de petits éléments**		
	Cahier des clauses techniques	Norme expérimentale P 10-202-1	avril 1994
	Règles de calcul et dispositions constructives minimales	Norme expérimentale P 10-202-2	avril 1994
DTU 20.12	**Conception du gros-œuvre en maçonnerie des toitures destinées à recevoir un revêtement d'étanchéité**		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P 10-203-1	septembre 1993
	Erratum		janvier-février 1994
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P 10-203-2	septembre 1993
21	**Béton armé**		
DTU 21	**Exécution des travaux en béton**		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P 18-201	mai 1993
DTU 21.3	**Dalles et volées d'escalier préfabriquées, en béton armé, simplement posées sur appuis sensiblement horizontaux**		
	Prescriptions techniques		octobre 1970
DTU 21.4	**L'utilisation du chlorure de calcium et des adjuvants contenant des chlorures dans la confection des coulis, mortiers et bétons**		
	Prescriptions techniques		octobre 1977
	Erratum		avril 1979
22	**Grands panneaux nervurés**		
DTU 22.1	**Murs extérieurs en panneaux préfabriqués de grandes dimensions du type plaque pleine ou nervurée en béton ordinaire**		
	Cahier des charges	Norme homologuée NF P 10-210-1	mai 1993
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P 10-210-2	mai 1993
	Mémento		juin 1980
	Erratum au Mémento		septembre 1980
	Additif n° 1 au Mémento		octobre 1984

[1] Cette liste a été établie à partir du catalogue du CSTB (4, avenue du Recteur Poincaré, 75782 Paris Cedex 16 – Tél. : 33 - 01 40 50 28 28 – Fax : 33 - 01 45 25 61 51)

		Références normatives	Date de prise d'effet
23	**Bétons divers**		
DTU 23.1	**Murs en béton banché**		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P 18-210	mai 1993
	Annexe : Guide pour le choix des types de murs de façade en fonction du site		février 1990
24	**Fumisterie**		
DTU 24.1	**Fumisterie**		
	Cahier des charges	Norme homologuée NF P 51-201	mai 1993
DTU 24.2.1	**Cheminées à foyer ouvert équipées ou non d'un récupérateur de chaleur utilisant exclusivement le bois comme combustible**		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P 51-202	mai 1993
DTU 24.2.2	**Cheminées équipées d'un foyer fermé ou d'un insert utilisant exclusivement le bois comme combustible**		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P 51-203	mai 1993
DTU 24.2.3	**Cheminées équipées d'un foyer fermé ou d'un insert conçu pour utiliser les combustibles minéraux solides et le bois comme combustibles**		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P 51-204-1	février 1995
25	**Plâtrerie**		
DTU 25.1	**Enduits intérieurs en plâtre**		
	Cahier des charges	Norme homologuée NF P 71-201-1	mai 1993
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P 71-201-2	mai 1993
	Mémento		février 1980
DTU 25.221	**Plafonds constitués par un enduit en plâtre**		
	Cahier des charges	Norme homologuée NF P 71-202	mai 1993
DTU 25.222	**Plafonds fixés. Plaques de plâtre à enduire - Plaques de plâtre à parement lisse**		
	Cahier des charges	Norme homologuée NF P 72-201	mai 1993
DTU 25.231	**Plafonds suspendus en éléments de terre cuite**		
	Cahier des charges	Norme homologuée NF P 68-202	mai 1993
DTU 25.232	**Plafonds suspendus. Plaques de plâtre à enduire**		
	Plaques de plâtre à parement lisse directement suspendues		
	Cahier des charges	Norme homologuée NF P 68-201	mai 1993
DTU 25.31	**Ouvrages verticaux de plâtrerie ne nécessitant pas l'application d'un enduit en plâtre Exécution des cloisons en carreaux de plâtre**		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P 72-202-1	avril 1994
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P 72-202-2	avril 1994
	Mémento	Fascicule de documentation P 72-202-3	juillet 1994
DTU 25.41	**Ouvrages en plaques de parement en plâtre (plaques à faces cartonnées)**		
	Cahier des charges	Norme homologuée NF P 72-203-1	mai 1993
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P 72-203-2	mai 1993
DTU 25.42	**Ouvrages de doublage et habillage en complexes et sandwiches**		
	Plaques de parement en plâtre - isolant		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P 72-204-1	mai 1993
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P 72-204-2	mai 1993
	Préambule		décembre 1989
	Mémento		décembre 1989

Liste des normes iographie

		Références normatives	Date de prise d'effet
DTU 25.51	**Mise en œuvre des plafonds en staff**		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P 73-201-1	septembre 1994
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P 73-201-2	septembre 1994

26 Enduits, liants hydrauliques

DTU 26.1	**Enduits aux mortiers de ciments, de chaux et de mélange plâtre et chaux aériennes**		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P 15-201-1	mai 1993
	Amendement n°1		mai 1994
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P 15-201-2	mai 1993
DTU 26.2	**Chapes et dalles à base de liants hydrauliques**		
	Cahier des charges	Norme homologuée NF P 14-201-1	mai 1993
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P 14-201-2	mai 1993

27 Enduits projetés

DTU 27.1	**Réalisation de revêtements par projection pneumatique de fibres minérales avec liant**		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P 15-202-1	mai 1993
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P 15-202-2	mai 1993

31 Constructions en bois

DTU 31.1	**Charpentes et escaliers en bois**		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P 21-203-1	mai 1993
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P 21-203-2	mai 1993
DTU 31.2	**Construction de maisons et bâtiments à ossature en bois**		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P 21-204-1	mai 1993
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P 21-204-2	mai 1993
DTU 31.3	**Charpentes en bois assemblées par connecteurs métalliques ou goussets**		
	Règles de mise en œuvre	Norme homologuée NF P 21-205-1	mai 1995
	Erratum	NF P 21-205-1	mai 1995
	Règles de conception et calcul	Norme homologuée NF P 21-205-2	mai 1995
	Erratum	NF P 21-205-2	mai 1995
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF 21-205-3	mai 1995

32 Construction métallique

DTU 32.1	**Construction métallique : charpente en acier**		
	Cahier des charges		juin 1964
	Cahier des clauses spéciales		juin 1964
DTU 32.2	**Construction métallique : charpente en alliages d'aluminium**		
	Cahier des charges	Norme homologuée NF P 22-202-1	mai 1993
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P 22-202-2	mai 1993

34 Fermetures

DTU 34.1	**Ouvrages de fermeture pour baies libres**		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P 25-201-1	mai 1993
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P 25-201-2	mai 1993

		Références normatives	Date de prise d'effet
36-37	**Menuiserie**		
DTU 36.1	**Menuiserie en bois**		
	Cahier des clauses techniques		décembre 1984
	Cahier des clauses spéciales		décembre 1984
	Annexe commune aux DTU 36.1/37.1		février 1985
	Erratum à l'annexe commune		juin 1985
	Erratum au cahier des clauses techniques		septembre 1986
	Mémento : Choix des fenêtres en fonction de leur exposition		février 1974
DTU 37.1	**Menuiseries métalliques**		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P 24-203-1	mai 1993
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P 24-203-2	mai 1993
	Mémento : Choix des fenêtres en fonction de leur exposition		février 1974
39	**Vitrerie - Miroiterie**		
DTU 39	**Miroiterie-vitrerie**		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P 78-201-1	mai 1993
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P 78-201-2	mai 1993
40	**Couverture**		
DTU 40.11	**Couverture en ardoises**		
	Cahier des charges	Norme homologuée NF P 32-201-1	mai 1993
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P 32-201-2	mai 1993
DTU 40.12	**Couverture en ardoises d'amiante-ciment**		
	Cahier des charges	Norme homologuée NF P 33-202-1	mai 1993
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P 33-202-2	mai 1993
DTU 40.14	**Couverture en bardeaux bitumés**		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P 39-201-1	mai 1993
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P 39-201-2	mai 1993
DTU 40.21	**Couverture en tuiles de terre cuite à emboîtement ou à glissement**		
	Cahier des charges		juin 1979
	Cahier des clauses spéciales		juin 1979
DTU 40.22	**Couverture en tuiles canal de terre cuite**		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P 31-201-1	mai 1993
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P 31-201-2	mai 1993
DTU 40.23	**Couverture en tuiles plates de terre cuite**		
	Cahier des charges		avril 1977
	Cahier des clauses spéciales		avril 1977
DTU 40.24	**Couverture en tuiles en béton à glissement et à emboîtement longitudinal**		
	Cahier des charges	Norme homologuée NF P 31-207-1	mai 1993
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P 31-207-2	mai 1993
DTU 40.241	**Couverture en tuiles planes en béton à glissement et à emboîtement longitudinal**		
	Cahier des clauses techniques		juin 1990
	Cahier des clauses spéciales		juin 1990
	Erratum		octobre 1990
DTU 40.25	**Couverture en tuiles plates en béton**		
	Cahier des clauses techniques		décembre 1984
	Cahier des clauses spéciales		décembre 1984
	Erratum au CCT et au CCS		mai 1985

		Références normatives	Date de prise d'effet
DTU 40.31	**Couverture en plaques ondulées d'amiante-ciment**		
	Cahier des charges		novembre 1979
	Cahier des clauses spéciales		novembre 1979
	Additif n° 1 au Cahier des charges		mai 1992
DTU 40.32	**Couverture en plaques ondulées métalliques**		
	Cahier des charges		avril 1967
	Cahier des clauses spéciales		avril 1967
DTU 40.35	**Couverture en plaques nervurées issues de tôles d'acier galvanisées prélaquées ou de tôles d'acier galvanisées**		
	Cahier des clauses techniques		septembre 1983
	Cahier des clauses spéciales		septembre 1983
DTU 40.36	**Couverture en plaques nervurées d'aluminium prélaqué ou non**		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P 34-206-1	mai 1993
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P 34-206-2	mai 1993
DTU 40.41	**Couverture par éléments métalliques en feuilles et longues feuilles en zinc**		
	Cahier des clauses techniques		juin 1987
	Cahier des clauses spéciales		juin 1987
DTU 40.42	**Couverture par grands éléments métalliques en feuilles et bandes aluminium**		
	Cahier des charges		juin 1965
	Cahier des clauses spéciales		juin 1965
DTU 40.43	**Couverture par grands éléments métalliques en feuilles et bandes acier galvanisé**		
	Cahier des charges		juin 1965
	Cahier des clauses spéciales		juin 1965
DTU 40.44	**Couverture par éléments métalliques en feuilles et longues feuilles en acier inoxydable étamé**		
	Cahier des clauses techniques	Norme expérimentale P 34-214-1	décembre 1994
	Cahier des clauses spéciales	Norme expérimentale P 34-214-2	décembre 1994
DTU 40.45	**Couverture par éléments métalliques en feuilles et longues feuilles en cuivre**		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P 34-215-1	mai 1993
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P 34-215-2	mai 1993
DTU 40.46	**Travaux de couverture en plomb sur support continu**		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P 34-216-1	septembre 1994
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P 34-216-2	septembre 1994
DTU 40.5	**Travaux d'évacuation des eaux pluviales**		
	Cahier des clauses techniques	Norme expérimentale P 36-201	novembre 1993

42 Étanchéité des façades

DTU 42.1	**Réfection des façades en service par revêtements d'imperméabilité à base de polymères**		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P 84-404-1	septembre 1993
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P 84-404-2	septembre 1993
	Guide d'emploi	Norme homologuée NF P 84-404-3	septembre 1993

43 Étanchéité des toitures

DTU 43.1	**Travaux d'étanchéité des toitures-terrasses avec éléments porteurs en maçonnerie**		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P 84-204-1	juillet 1994
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P 84-204-2	juillet 1994

		Références normatives	Date de prise d'effet
DTU 43.2	**Étanchéité des toitures avec éléments porteurs en maçonnerie de pente ≥ 5 %**		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P 84-205-1	mai 1993
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P 84-205-2	mai 1993
DTU 43.3	**Mise en oeuvre des toitures en tôles d'acier nervurées avec revêtement d'étanchéité**		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P 84-206-1	juin 1995
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P 84-206-2	juin 1995 juin 1995
DTU 43.4	**Toitures en éléments porteurs en bois et panneaux dérivés du bois avec revêtements d'étanchéité**		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P 84-207-1	mai 1993
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P 84-207-2	mai 1993

45 Isolation thermique

DTU 45.1	**Isolation thermique des locaux et bâtiments frigorifiques**		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P 75-401-1	août 1994
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P 75-401-2	août 1994

51 Parquets

DTU 51.1	**Parquets massifs et contrecollés**		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P 63-201-1	mai 1993
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P 63-201-2	mai 1993
DTU 51.2	**Parquets collés**		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P 63-202-1	août 1995
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P 63-202-2	août 1995
DTU 51.3	**Planchers en bois ou en panneaux dérivés du bois**		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P 63-203-1	mai 1993
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P 63-203-2	mai 1993

52 Revêtements de sol scellés

DTU 52.1	**Revêtements de sol scellés**		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P 61-202-1	août 1994
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P 61-202-2	août 1994

53 Revêtements de sol collés

DTU 53.1	**Revêtements de sol textiles**		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P 62-202-1	mai 1993
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P 62-202-2	mai 1993
DTU 53.2	**Revêtements de sol plastiques collés**		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P 62-203-1	mai 1993
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P 62-203-2	mai 1993

55 Revêtements muraux scellés

DTU 55	**Revêtements muraux scellés destinés aux locaux d'habitation, bureaux et établissements d'enseignement**		
	Cahier des charges		avril 1961

Liste des normes
iographie

		Références normatives	Date de prise d'effet
DTU 55.2	**Revêtements muraux attachés en pierre mince**		
	Cahier des charges	Norme homologuée NF P 65-202-1	mai 1993
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P 65-202-2	mai 1993
	Mémento		décembre 1979
	Erratum au Mémento		décembre 1982

57 Planchers surélevés

DTU 57.1	**Planchers surélevés (à accès libre) - Éléments constitutifs - Exécution**		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P 67-103-1	avril 1993
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P 67-103-2	avril 1993

58 Plafonds suspendus

DTU 58.1	**Mise en oeuvre des plafonds suspendus en matériaux fibreux d'origine minérale, en panneaux dérivés du bois et en métal**		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P 68-203-1	juillet 1993
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P 68-203-2	juillet 1993

59 Revêtements minces

DTU 59.1	**Travaux de peinture des bâtiments**		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P 74-201-1	octobre 1994
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P 74-201-2	octobre 1994
DTU 59.2	**Revêtements plastiques épais sur béton et enduits à base de liants hydrauliques**		
	Cahier des charges	Norme homologuée NF P 74-202-1	mai 1993
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P 74-202-2	mai 1993
DTU 59.3	**Peinture de sols**		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P 74-203-1	mai 1993
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P 74-203-2	mai 1993

60 Plomberie

DTU 60.1	**Plomberie sanitaire pour bâtiments à usage d'habitation**		
	Cahier des charges	Norme homologuée NF P 40-201	mai 1993
DTU 60.2	**Canalisation en fonte, évacuation d'eaux usées, d'eaux pluviales et d'eaux vannes**		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P 41-220	mai 1983
DTU 60.11	**Règles de calcul des installations de plomberie sanitaire et des installations d'évacuation des eaux pluviales**		
		CSTB (DTU P 40-202)	octobre 1988
DTU 60.31	**Canalisations en chlorure de polyvinyle non plastifié : eau froide avec pression**		
	Cahier des charges	Norme homologuée NF P 41-211	mai 1993
DTU 60.32	**Canalisations en polychlorure de vinyle non plastifié : évacuation des eaux pluviales**		
	Cahier des charges	Norme homologuée NF P 41-212	mai 1993
DTU 60.33	**Canalisations en polychlorure de vinyle non plastifié : évacuation d'eaux usées et d'eaux vannes**		
	Cahier des charges	Norme homologuée NF P 41-213	mai 1993
DTU 60.5	**Canalisations en cuivre - Distribution d'eau froide et chaude sanitaire, évacuation d'eaux usées, d'eaux pluviales, installations de génie climatique**		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P 41-221	mai 1993

Liste des normes Bibliograph

		Références normatives	Date de prise d'effet
61	**Gaz**		
DTU 61.1	**Installations de gaz**		
	Cahier des charges		avril 1982
	Cahier des clauses spéciales		avril 1982
	Instruction relative aux aménagements généraux		avril 1982
	Terminologie		avril 1982
	Errata au Cahier des charges, à l'Instruction et à la Terminologie		août 1982
	Additif/modificatif n° 3 au Cahier des charges et à l'Instruction		décembre 1990
63	**Vide-ordures**		
DTU 63.1	**Installations de vide-ordures**		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P 81-201	mai 1993
64	**Assainissement**		
DTU 64.1	**Mise en oeuvre des dispositifs d'assainissement autonome**		
	Cahier des clauses techniques	Norme expérimentale P 16-603	novembre 1992
65	**Chauffage**		
DTU 65.3	**Installations de sous-stations d'échange à eau chaude sous pression**		
	Cahier des charges	Norme homologuée NF P 52-211-1	mai 1993
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P 52-211-2	mai 1993
DTU 65.4	**Chaufferies au gaz et aux hydrocarbures liquéfiés**		
	Prescriptions techniques		février 1969
	Additif n° 1		décembre 1971
	Additif n° 2		septembre 1978
DTU 65.6	**Exécution de panneaux chauffants à tubes métalliques enrobés dans le béton**		
	Prescriptions	Norme homologuée NF P 52-301	mai 1993
DTU 65.7	**Exécution de planchers chauffants par câbles électriques enrobés dans le béton**		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P 52-302-1	mai 1993
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P 52-302-2	mai 1993
DTU 65.8	**Exécution de planchers chauffants à eau chaude utilisant des tubes en matériaux de synthèse noyés dans le béton**		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P 52-303-1	mai 1993
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P 52-303-2	mai 1993
DTU 65.9	**Installations de transport de chaleur ou de froid et d'eau chaude sanitaire entre productions de chaleur ou de froid et bâtiments**		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P 52-304-1	mai 1993
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P 52-304-2	mai 1993
DTU 65.10	**Canalisations d'eau chaude ou froide sous pression et canalisations d'évacuation des eaux usées et des eaux pluviales à l'intérieur des bâtiments**		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P 52-305-1	mai 1993
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P 52-305-2	mai 1993
DTU 65.11	**Dispositifs de sécurité des installations de chauffage central concernant le bâtiment**		
	Cahier des charges	Norme homologuée NF P 52-203	mai 1993

		Références normatives	Date de prise d'effet
DTU 65.12	**Réalisation des installations de capteurs solaires plans à circulation de liquide pour le chauffage et la production d'eau chaude sanitaire**		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P 50-601-1	mai 1993
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P 50-601-2	mai 1993
DTU 65.20	**Isolation des circuits, appareils et accessoires. Température de service supérieure à la température ambiante**		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P 52-306-1	octobre 1993
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P 52-306-2	octobre 1993

67 Réfrigération

DTU 67.1	**Isolation thermique des circuits frigorifiques**		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P 75-411-1	mai 1993
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P 75-411-2	mai 1993

68 Ventilation

DTU 68.1	**Installations de ventilation mécanique contrôlée - Règles de conception et de dimensionnement**		
		Norme expérimentale XP P 50-410	juillet 1995
DTU 68.2	**Exécution des installations de ventilation mécanique**		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P 50-411-1	mai 1993
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P 50-411-2	mai 1993

70 Installations électriques

DTU 70.1	**Installations électriques des bâtiments à usage d'habitation**		
	Cahier des charges		décembre 1980
	Erratum au Cahier des charges		juin 1981
	Modificatif n°1 au Cahier des charges		février 1988
	Cahier des clauses spéciales		décembre 1980

75 Ascenseurs

DTU 75.1	**Principes d'établissement du programme d'ascenseurs dans les bâtiments à usage d'habitation octobre 1978**		
	Erratum		février 1979

90 Équipement de cuisine

DTU 90.1	**Equipement de cuisine (blocs-éviers et éléments de rangement)**		
	Cahier des charges	Norme homologuée NF P 42-201-1	mai 1993
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P 42-201-2	mai 1993

95 Entretien des bâtiments

DTU 95.1	**Construction des immeubles devant recevoir des nacelles suspendues mues mécaniquement destinées à l'entretien et au nettoyage des façades, construction de ces nacelles et mise en œuvre**		
	Cahier des charges	Norme homologuée NF P 95-201	mai 1993

Autre document DTU

391 B	**Panneaux de façades menuisés : Prescriptions applicables aux panneaux utilisés en territoire métropolitain**		
			avril 1961

Liste des normes Bibliographie

Les règles de calcul permettent de définir les caractéristiques et les dimensionnements des ouvrages et des équipements qu'elles concernent. Elles s'appliquent aux domaines les plus divers : thermique, comportement des constructions au feu, sécurité des bâtiments.

Aluminium			
Règles AL	Règles de conception et de calcul des charpentes en alliages d'aluminium	CSTB (DTU P 22-702)	juillet 1976
	Additif n° 1		juillet 1977
Acoustique			
Fasc. 1876 (1)	Méthode simplifiée de calcul acoustique d'une installation de V.M.C. (Ventilation Mécanique Contrôlée)	CSTB	septembre 1983
Béton armé			
Règles BAEL 91	Règles techniques de conception et de calcul des ouvrages et constructions en béton armé suivant la méthode des états limites	CSTB (DTU P 18-702)	mars 1992
Maçonnerie			
	Ouvrages en maçonnerie de petits éléments Parois et murs - Partie 2 : Règles de calcul et dispositions constructives minimales.	NORME P 10-202-2 (EXP)	avril 1994
Béton précontraint			
Règles BPEL 91	Règles techniques de conception et de calcul des ouvrages et constructions en béton précontraint suivant la méthode des états-limites	CSTB (DTU P 18-703)	avril 1992
Cheminées			
Fasc. 1354	Règles et processus de calcul des cheminées fonctionnant en tirage naturel	CSTB (DTU P 51-701)	décembre 1975
Feu			
Règles FB	Méthode de prévision par le calcul du comportement au feu des structures en béton	NORME P 92-701 (EXP)	décembre 1993
Règles FA	Méthode de prévision par le calcul du comportement au feu des structures en acier	NORME	décembre 1993
	Annexe : Méthodologie de caractérisation des produits de protection	P 92-702 (EXP)	
Règles BF 88	Méthode de justification par le calcul de la résistance au feu des structures en bois	CSTB	mars 1988
	Erratum	(DTU P 92-703)	septembre 1988
Règles FPM 88	Méthode de prévision par le calcul du comportement au feu des poteaux mixtes (acier + béton)	CSTB (DTU P 92-704)	septembre 1988
Fondations superficielles			
DTU 13.12	Règles pour le calcul des fondations superficielles	CSTB	mars 1988
	Erratum	(DTU P 11-711)	novembre 1988
Plomberie			
DTU 60.11	Règles de calcul des installations de plomberie sanitaire et des installations d'évacuation des eaux pluviales	CSTB (DTU P 40-202)	octobre 1988
Sécurité des constructions			
Fasc. 1564	Justification par le calcul de la sécurité des constructions en éléments à parois minces en acier	CSTB (DTU P 22-703)	décembre 1978
Séismes			
Règles PSMI 89	Construction parasismique des maisons individuelles et des bâtiments assimilés. Dispositions constructives	CSTB Norme homologuée	mars 1995
	Révisées 1992	(NF P 06-014)	
Règles PS 92	Règles de construction parasismique.	EYROLLES	
	Règles PS applicables aux bâtiments, dites Règles PS 92	Norme homologuée (NF P 06-013)	décembre 1995

Liste des normes
bliographie

Thermique

Règles Th-K	Règles de calcul des caractéristiques thermiques utiles des parois de construction + mises à jour	Édition 1990
Règles Th-D	Règles de calcul des déperditions de base des bâtiments	avril 1991
Règles Th-GV	Règles de calcul du coefficient GV des bâtiments d'habitation et du coefficient G1 des bâtiments autres que d'habitation. (Fasc. 2273)	avril 1991
	Règles d'échantillonnage pour le calcul des coefficients GV, BV et C d'ensembles thermiquement homogènes (1) (Fasc. 2273)	septembre 1988
	Correctif (1)	septembre 1989
Règles TH-BV	Règles de calcul du coefficient de besoins de chauffage des logements (1)	juillet 1988
	Correctif (1)	juillet 1989
	Annexes (1)	septembre 1988
	Règles d'échantillonnage pour le calcul des coefficients GV, BV et C d'ensembles thermiquement homogènes (1) (Fasc. 2273)	septembre 1988
	Correctif (1)	septembre 1989
Règles Th-C	Règles de calcul du coefficient de performance thermique globale des logements (1)	septembre 1993
	1er Compléments pour l'application des labels HPE et solaire (1) (Fasc. 2356) 2ème Complément pour l'application des labels HPE et solaire fasc. 2879	mars 1996
	Règles d'échantillonnage pour le calcul des coefficients GV, BV et C d'ensembles thermiquement homogènes (1) (Fasc. 2273)	septembre 1988
	Correctif (1)	septembre 1989
Fasc. 1682	Coefficients K des parois des bâtiments anciens.	décembre 1990
Fasc. 2242	Solutions techniques pour le respect du règlement thermique en maison individuelle.	mai 1988
Fasc. 2357	Solutions techniques pour l'obtention du label haute performance énergétique trois étoiles en maison individuelle	septembre 1989
Fasc. 2390	Solutions techniques pour le respect du règlememt thermique applicable aux immeubles collectifs ne comportant pas plus de 50 logements	février 1930

(1) Ce document n'est pas un DTU.

ABRÉVIATIONS ET NORMES DE BASE

Normes AFNOR (1996)

Normes CSTB (1996)

Le goût de la représentation - Association entre projection orthogonale et perspective, — A. Cantafora, C. Prélaz (Cours au département d'architecture de l'École Polytechnique Fédérale de Lausanne).

Dessin technique et travaux publics et de bâtiment, — G. Kiénert et J. Pelletier (Eyrolles, 1988).

Le dessin d'architecte, — J.-C. Lebrahar (Parenthèses, 1983).

La perspective pas à pas, — J.-C. Ludi (Dunod, 1989).

La perpective comme forme symbolique, — E. Panofsky (Editions de Minuit, 1975).

Architecture gothique et pensée scolastique, — E. Panofsky (Editions de Minuit, 1981).

Les dix livres d'architecture de Vitruve, — Ch. Perrault (Pierre Mardaga, 1979).

Disegno e progettazion, — M. Petrignani (Dedalo Libri, 1967).

Bauzeichnung und Darstellungstechnik

Working and design drawings

Dessin d'architecture et technique de représentation, — R. Prenzel (Karl Krämer Verlag, 1982).

Géométrie pour architectes - Représentation des surfaces, — A.-F. Rügg (Cours au département d'architecture de l'EPF de Lausanne).

Dessin et architecture du Moyen-Age au XVIII^{e} siècle, — (École Nationale des Beaux Arts, Ministère de la Culture et de la Communication, 1980).

Le dessin de la façade, R. Vitali, — A. Vitali (Vitali e Ghianda, Dunod, 1980).

MESURES DE BASE ET PROPORTIONS

L'architecture et l'art de bien bâtir, — L.-B. Alberti, 10 vol. (trad. française J. Martin, 1953).

De la synthèse de la forme, — C. Alexander (Dunod, 1977).

À propos de ... la représentation graphique

À propos de ... la proxémie, les dimensions, — F. Aubry, P. Supric, Cahiers d'information de la 1re année du département d'architecture de l'E.P.F. de Lausanne.

L'empire des signes, — R. Barthes, Champs (Flammarion, 1970).

Histoire de l'architecture moderne, — L. Benevolo, Dunod (1979).

Le Corbusier et Pierre Jeanneret, œuvre complète, — Tome 4 1938-1946, W. Boesiger (Artémis, 1970).

Essai sur l'art, — E.-L. Boullée, (J.-M. Perouse de Montclos, 1968).

Précis des leçons d'architecture données à l'école royale polytechnique, — J.-N.-L. Durand (Nerslingen, A. UHL, 1981).

L'architecture et la règle, — J.-P. Eperon (Architecture + Recherche, Pierre Mardaga, 1981).

La forme et le sens, — J.-L. Ferrier (Médiations, Denoël-Gonthier, 1969).

La psychologie de l'espace, — G.-N. Fischer, " Que sais-je ? ", (P.U.F., 1981).

Espace, temps, architecture, — S. Giedion (Denoël, 1990).

La dimension cachée, — E.-T. Hall (du Seuil, 1971).

Pädagogisches Skizzenbuch, — P. Klee (1965).

Le Modulor, — Le Corbusier (Denoël-Gonthier, 1977).

Vers une architecture, — Le Corbusier (Arthaud, 1977).

La production de l'espace, — H. Lefebvre (Anthropos, 1974).

La signification dans l'architecture occidentale, — Ch. Norbeg-Schulz (Pierre Mardaga, 1977)

Logique et connaissance scientifique, — sous la direction de J. Piaget (Encyclopédie la Pléiade, Gallimard, 1967).

Les mécanismes perceptifs, — sous la direction de J. Piaget (Que sais-je ? P.U.F., 1975).

Épistémologie et instrumentation en sciences humaines, — J.-P. Pourtois et H. Desmet (Pierre Mardaga, 1988).

Traité théorique et pratique de l'art de bâtir, — J. Rondelet, 3 vol. (1830).

Théories et histoire de l'architecture, — M. Tafuri (SADG, 1976).

De la forme au lieu, — P. von Meiss (Presses polytechniques et universitaires romandes, 1993).

Saper vedere l'architettura, — B. Zevi (Einaudi, 1956).

Liste des normes iographie

CONCEPTION

L'architecture et l'art de bien bâtir, 10 vol., L.-B. Alberti, trad. française J. Martin (1553).

Marchés de maîtrise d'œuvre dans la construction publique, D. Bouchon (Le Moniteur, 1996).

La science des ingénieurs, B. Bélidor, de Forest (1739 et 1830).

L'architecture création collective, J. Belmont (Les Editions Ouvrières, 1980).

L'eau dans l'Antiquité, J. Bonnin (Eyrolles, 1984).

Figures de la conception architecturale, Ph. Boudon, F. Pousin (Dunod, 1988).

L'architecture pratique, P. Bullet (1691, Fac similé 1973.).

Les exigences humaines, G. Blachère (REEF, Sciences du bâtiment, 1974).

Cours d'architecture, F. Blondel (1698).

Esquisse d'une théorie de la pratique, P. Bourdieu (Droz, 1972).

La planification potentiels - tâches et son application au bâtiment, J.-P. Bousquet, A. Bousquet, (Eyrolles, 1981).

Tempo e projetto, E. Calvi (A. Guerini, 1991).

La responsabilité des constructeurs, A. Caston (Le Moniteur, 1996).

Mémento de l'urbanisme, P. Châteaureynaud (Le Moniteur, 1995).

Histoire de l'architecture, A. Choisy (Librairie Georges Baranger, 1929).

Sciences et bâtiment - La démarche scientifique appliquée à la construction, P. Chemillier (CSTB).

Construire en acier, guide de conception et de réalisation (Le Moniteur, 1993).

L'architecture des ingénieurs, S. Deswarte et B. Lemoine (Le Moniteur, 1980).

L'homme et l'adaptation au milieu, R. Dubos (Payot, 1973).

Deux essais sur la construction, A. Dupire, B. Hamburger, J.-C. Paul, J.-M. Savignot, A. Thiebaut (Architecture, P. Mardaga, 1981).

Machinisme et bien-être, J. Fourastier (Editions de Minuit, 1962).

Pratique du droit de l'urbanisme, P. Gérard (Eyrolles, 1995).

L'homme, l'architecture et le climat, B. Givoni (Le Moniteur, 1978).

Précis d'ergonomie, E. Grandjean (Editions d'organisation, 1983).

Mémento des marchés publics, M. Guibal (Le Moniteur, 1996).

Le permis de construire, D. Labetoulle, Coll. Que sais-je ? (P.U.F.).

Droit de l'urbanisme, J.-P. Lebreton (P.U.F., 1993).

L'architecture considérée sous le rapport de l'art, des mœurs et de la législation, C.-N. Ledoux (Nordlingen,1981).

Structures et formes, M. Mimram (Dunod, 1983).

Le manuel du permis de construire, Ministère de l'environnement et du cadre de vie, Direction de l'urbanisme et des paysages (1981).

L'architecture sensible, C. Moore, G. Allen (Dunod, 1981).

Construire pour survivre, R. Neutra (Casterman, 1971).

Système logique de l'architecture, Ch. Norberg-Schulz (Pierre Mardaga, 1987).

Implantations, tracés, nivellement, relevés, E. Olivier (Entreprise moderne d'édition, 1976).

La pratique du permis de construire, M. Ricard, (Le Moniteur, 3^{e} édition, 1991).

Pour une anthropologie de la maison, A. Rapoport (Dunod, 1972).

La topographie pratique, J. et E. Revault (Encyclopédie universelle J.B. Baillère, 1968).

La sous-traitance dans la construction, B. Sablier (Le Moniteur, 1993).

Architecture et humanisme, M. Tafuri (Dunod, 1981).

Vocabulaire critique du droit de l'urbanisme à l'usage des constructeurs, des urbanistes et des collectivités, J.-F. Tribillon (Éditions de la Villette, 1985).

De l'ambiguité en architecture, R. Venturi (Dunod, 1996).

Prévenir pour construire, N. Victor-Belin (Le Moniteur, 1996).

Dicobat, dictionnaire général du bâtiment, J. de Vigan (Arcature, 1990).

Bâtir, manuel de la construction R. Vittone (Presses polytechniques et universitaires romandes, 1996).

Le langage moderne de l'architecture, B. Zevi (Dunod, 1991).

Construire en béton, R. Walter (Presses polytechniques et universitaires romandes, 1993).

Liste des normes Bibliographie

MISE EN ŒUVRE

Résistance des matériaux appliquée, M. Albigès, A. Coin (Eyrolles, 1986).

Dictionnaire technique du bâtiment et des travaux publics, M. Barlier et al. (Eyrolles, 1990).

Initiation au béton armé, J.-M. Bouchart et al. (Eyrolles, 1991).

Pratique du calcul de la résistance au feu du béton armé, J.-P. Boutin (Eyrolles, 1983).

Dictionnaire pour les travaux publics, le bâtiment et l'équipement des chantiers de construction, H. Bucksch (Eyrolles, 9e édition, 1982).

Gérer la qualité de la construction, Club construction et qualité (Eyrolles, 1993).

Ossatures des bâtiments, A. Coin (Eyrolles, 1992).

Pratique des matériaux industriels, propriétés, choix, utilisation, M. Colombié (Dunod, 1993).

Construire en terre, Craterre (Librairies alternatives et parallèles, 1979).

Béton de terre, Cahier du CSTB n° 81 (1950).

Guide pratique de charpente métallique, R. Daussy (Eyrolles, 1993).

Formulaire du béton armé, V. Davidovici, 2 vol. (Le Moniteur, 1996).

Gros œuvre, 3 vol, J. Delefosse, J. Venien (Eyrolles 1990).

La technique du bâtiment tous corps d'état, H. Duthu (Le Moniteur, 1994).

Résistance des matériaux, 2 vol., A. Giet, L. Geminard (Dunod, 1969).

Résistance des matériaux, M. Kerguignas, G. Caignaert (Dunod, 1988).

Procédés généraux de construction, J. Mathivat et al. (Eyrolles 1992).

Vocabulaire de l'architecture, (Ministère des affaires culturelles, 1972).

Pratique de la construction des bâtiments, M. Mittag (Eyrolles, 1987).

Calcul des structures métalliques selon l'Eurocode 3, J. Morel (Eyrolles, 1994).

La construction, J. Nortier (Delta, 1983).

Les maçonneries, E. Olivier (Entreprise moderne).

Maîtrise du B.A.E.L. 91 et des DTU associés, J. Perchat, J. Roux (Eyrolles, 1994).

Précis de calcul béton armé, H. Renaud, J. Lamirault (Dunod, 1989).

La maîtrise d'ouvrage bâtiment et ses partenaires, J. Riva, M. Frenot (Eyrolles, 1996).

Réussir la qualité dans la construction, Socotec (Le Moniteur, 1991).

La construction des bâtiments, J. Turaud (Le Moniteur, 1988).

Construction en terre, Unité pédagogique d'architecture de Grenoble (Institut de l'Environnement, 1975).

DÉTAIL DE CONSTRUCTION

Détails de construction, H. Banz (K. Kramer Verlag, 1979).

La construction du bâtiment : maçonnerie et béton armé, G. Baud (Spes, Vevey et Educative, 1981).

La maçonnerie sans fard : méthodes récentes de maçonneries apparentes, D. Berstein, J.-P. Champetier, F. Pfeiffer (Le Moniteur, 982).

Dachatlas - Geneigte Dächer, W. Brennecke, H. Folkerts, F. Haferland, F. Hart (Institut für Internationale Architektur Dokumentation München 1975).

Injection des sols, 2 vol.

Contribution à l'étude du rabattement des nappes aquifères, H. Cambefort (Eyrolles, 1964).

Forages et sondages, H. Cambefort (Eyrolles, 1971).

Géotechnique de l'ingénieur et reconnaissance des sols, H. Cambefort (Eyrolles, 1971).

Façades lourdes, CATED (Documentation française du bâtiment, 1979).

Joints, CATED (Documentation française du bâtiment, 1982).

Les revêtements de façade CATED (Documentation française du bâtiment, 1981).

Les revêtements extérieurs des constructions à ossatures bois, CATED (Documentation française du bâtiment, 1984).

Les cheminées, CATED (Documentation française du bâtiment, 1981).

Règles de calcul et de conception des charpentes en bois, 6e édition , Règles C.B 71 - juin 84 (1991).

Liste des normes iographie

Nouvelles constructions de cheminées, M. Cennette (Léonce Laget).

Cheminées, (Syros Alternatives).

Traité de couverture et d'évacuation des eaux pluviales, H. Charlent (Dunod, 1988).

Techniques françaises des façades légères, CIMUR (Eyrolles, 1965).

Conception des structures en bois lamellé-collé, D. Daguzé (Eyrolles, 1992).

Pieux et fondations sur pieux, Z. Davidian (Eyrolles).

Traité des matériaux de construction, Duriez (Dunod, 1962).

La technique du bâtiment tous corps d'état, H. Duthu (Le Moniteur, 1994).

Le marbre, Fédération marbrière de France (Eyrolles).

La pratique des sols et fondation, G. Filliat (Le Moniteur, 1981).

Technique des toitures et éléments de couverture - ferblanterie, C. Gaillard (Salubritas, Athenaz, 1973).

Les charpentes en bois, Y. Gasc, R. Delporte, Y. Praly, 14e édition (Eyrolles, 1989).

Le bois dans la construction, D. Gauzin-Müller (Le Moniteur, 1990).

Les assemblages des ossatures et charpentes en bois
Construction - Entretien - Restauration, M. Gerner (Eyrolles, 1995).

Couvertures toitures - terrasses, 2e édition, Guide Véritas (Le Moniteur, 1996).

L'ordre de la brique, A. Guilheux, ENS des Beaux Arts, Architecture + Recherche (P. Mardaga, 1985).

Altération des calcaires et des grés utilisés dans la construction, Iniguez Herrero (Eyrolles, 1967).

Construire une cheminée, O. Laederich, Y. Lecoffre (Le Moniteur, 1991).

Pathologies des fondations : les fondations superficielles, les fondations profondes, L. Logeais (Annales ITBTP, 1971).

Toits et charpentes en bois
Géométrie appliquée - Dessin des toits - Dessin des charpentes, 4e édition, W. Mannes (1990).

Le tirage des cheminées à feu couvert, J. Louvière (Ch. Massin).

Construire et rénover la charpente et la toiture, 3e édition, T. Margueritat (Eyrolles, 1989).

Pratique de la construction des bâtiments, Aide-mémoire encyclopédique à l'usage des ingénieurs, architectes, entrepreneurs, M. Mittag (Eyrolles, 1987).

Manuel des toits plats, K. Moritz (Dunod, 1967).

Technologie de la pierre de taille, P. Noël (Société de diffusion des techniques du bâtiment et des travaux publics).

Compatibles - incompatibles ou comment associer les matériaux de construction, F. Offenstein (Le Moniteur, 1988).

Les maçonneries, E. Olivier (Entreprise moderne).

Essais de maçonnerie armée en Belgique, O. Pfeffermann, (Fifth International brick masonry conference, Washington, 1979).

Moderne Euker an Fassade und Dach, K. Pracht (Deutsche Verlags-Anstalt GmbH, 1980).

Oriels d'aujourd'hui, K. Pracht (Deutsche Verlags-Anstalt GmbH, 1980).

Technologie de la construction des bâtiments, J. Puttati (Eyrolles, 1979).

La céramique de A à Z, J. Rigaud (Septima, 1980)

Problèmes pratiques de mécanique des sols et de fondation, 2 vol. G. Sanglerat et al. (Dunod, 1983).

Les produits de terre cuite, J. Sigg (Septima, 1991).

La brique et le projet architectural au XIXème, D. Treiber et al, ENS des Beaux Arts (1984).

Mécanique des sols appliquée aux travaux publics et au bâtiment, K. Terzaghi (Dunod, 1961).

Les dallages en béton sur terre-plein, Règles professionnelles de l'Union Nationale de la Maçonnerie (SEBTP, 1975).

Publications techniques, Veras.

Construire en acier, (Le Moniteur, 1993).

La brique, B. Butterworth (1949).

Gaines et conduites, (Le Moniteur).

Liste des normes Bibliograp

CHAUFFAGE ET VENTILATION

Le chauffage et l'eau chaude sanitaire dans les logements anciens, ANAH (Le moniteur, 1981).

Le chauffage électrique en habitat neuf ou existant, CATED (Documentation française du bâtiment).

Traité du bâtiment - Chauffage - Ventilation - Climatisation, D. Couillard et R. Bouige (Eyrolles, 1984).

Les économies d'énergie, P.-L. Debomy, Legibat (Eyrolles, 1980).

Votre chauffage central, G. Deutsch (Le Moniteur, 1981).

Le choix et l'installation d'une pompe à chaleur, 2e édition, P. Javault, G. Largier (Eyrolles, 1982).

350 questions pratiques de gaz naturel dans le bâtiment, 4e édition, Legibat (Le Moniteur, 1994).

Le chauffage des habitats, A. Missenard, " Que sais-je ? " n° 249 (P.U.F., 1965).

La pratique de l'eau, 2e édition, Permo (Le Moniteur, 1994).

Guide de la régulation, (Pyc).

Le nouveau Pohlmann, manuel technique du froid, (Pyc, 1983).

Manuel pratique du génie climatique, Recknagel, Sprenger, (Pyc, 1980).

Traité de chauffage et de climatisation, Rietschel, Raiss (Denoël, 1982).

Traité de chauffage et de climatisation, Tome 1, H. Rietschel, W. Raiss (Dunod, 1973)
Tome 2, H. Rietschel, W. Raiss (Dunod, 1974).

ISOLATION - PROTECTION

L'isolation acoustique des logements anciens, ANAH (Eyrolles, 1986).

Sonorisation professionnelle, Exploitation, matériels, application, 2e édition, R. Besson (Dunod, 1983).

Guide de la thermique dans l'habitat neuf, S. Charbonnier et al. (Le Moniteur, 1992).

Bilan technique d'une maison solaire, Méthode de calcul rapide, 2e édition, P. Chouard, H. Michel, M.-F. Simon (Eyrolles, 1979).

Réussir l'acoustique d'un bâtiment, L. Hamayon (Le Moniteur, 1996).

Vaincre l'humidité dans la maison, M. Louvigné (Eyrolles, 1986).

L'acoustique du bâtiment par l'exemple, M. Meisser (Le Moniteur, 1993).

Le livre des techniques du son, 3 vol. Tome 1, D. Mercier (Eyrolles, 1990).

ÉCLAIRAGE - VERRE

Emploi et mise en œuvre du verre dans le bâtiment, P. Camorey (Eyrolles, 1971).

L'éclairage naturel et artificiel dans le bâtiment, Traité du bâtiment, M. Déribéré, P. Chauvel (Eyrolles, 1968).

Lighting for architecture, W. M.C. Lam, an architectural Record Reprint.

Alvar aalto, 2e édition K. Fleig traduction française H.R. van der Mühller.

La lumière urbaine, éclairer les espaces publics, R. Narboni (Le Moniteur, 1995).

Le verre structural, P. Rice, H. Dutton, Le Moniteur (1995).

La lumière, P. Rousseau, " Que sais-je ? " (P.U.F. 1977).

FENÊTRES ET PORTES

Technologie du bois, R. Bermpohl et al. (Bordas, 1969).

Menuiserie - Serrurerie - Quincaillerie, 8e édition, G. Brigaux, R. Bolle (Eyrolles, 1987).

Les quincailleries d'ameublement, Cahier n° 112 (Centre technique du bâtiment).

Les portes planes, Cahier 108 (Centre technique du bois,1977).

Ameublement - Terminologie, Cahier n° 113 (Centre technique du bois).

Les portes, CATED (Documentation française du bâtiment, 1982).

Isolation et insonorisation des menuiseries, B. Duprey (Eyrolles, 1971).

Le bois dans la construction, D. Gauzin-Müller, (Le Moniteur, 1990).

Liste des normes
liographie

Technologie : menuiserie du bâtiment, J. Heurtemate et al. (Delagrave, 1974).

Fenêtres et porte-fenêtres, contrevents et volets à rouleaux, portes, Lignum, Union suisse en faveur du bois, (1960).

Fenster, K. Pracht (Deutsche Verlags-Anstalt, 1982).

Türen, K. Pracht (Deutsche Verlags-Anstalt, 1978).

Menuiserie du bâtiment. Technologie professionnelle pratique, 8e édition, C. Riollot (Dunod, 1980).

Technologie des métiers du bois. Menuiserie, ébénisterie, agencement, Tome 1, H. Trillat, B. Ampeau, R. Trillat, (Dunod, 1980)
Tome 2, H. Trillat, B. Ampeau, R. Trillat, (Dunod, 1981)
Tome 3, H. Trillat, B. Ampeau, R. Trillat, (Dunod, 1982).

ESCALIERS - ASCENSEURS

Scale, G. Aloi (Hoepli, 1983).

Construction artisanale d'escaliers en bois, W. Mannes (Eyrolles, 1994).

Technique de construction des escaliers. Données techniques et recommandations pour la construction d'escaliers en bois, en métal, en béton ou en pierre, 3e édition, W. Mannes (Eyrolles, 1988).

Architecture des escaliers en bois, W. Mannes (Eyrolles, 1979).

Architecture et construction des escaliers en bois, E. Longépé (H. Vial, 1985).

L'escalier en bois, J. Martin (H. Vial).

Escaliers en bois. Epures et tracés, R. Roy (Eyrolles, 1978).

JARDINS

L'art des jardins. Traité général, E. André (Laffite reprints, 1879).

Neue Gärten, E. Baumann (Girsberger, 1955).

L'homme et ses jardin, Benoist-Mechin (Albin Michel, 1975).

Le jardin sur mesure, H.-L. Boyer (Le Moniteur, 1980).

Le jardin en mouvement, G. Clément (Pandora, 1990).

Jardins Labyrinthes, H. Dufour (B. Grasset, 1985).

Du jardin au paysage urbain, J.-C. Forestier (Picard, 1994).

L'art des jardins, G. Gromort (1983).

Éléments de théorie de l'architecture, tome 4, J. Guadet.

A gardener's testament, G. Jekyll (Antique collectors' club, 1982).

Wood and garden, G. Jekyll (Antique collectors'club, 1981).

L'amour des jardins, B. et R. Kayser, (Arléa, 1986).

Garden design : history, principles, elements, practice, W. Lake Douglas et al. (Mac Donald, 1984).

Paysages, L. Leblanc (Le Moniteur, 1993).

L'aménagement des espaces verts, Ministère de l'équipement - Service technique de l'urbanisme (Le Moniteur, 1991).

Parcs et jardins remarquables, Ministère de l'équipement - Direction de l'architecture et urbanisme (1993).

L'ornement de jardin, histoire et pratique, G. Plumptre (Thames & Hudson, 1989).

Orangeries, splendeurs et métamorphoses, S. Saudan-Skira (Le 7e Fou, 1994).

Landscape architecture, J.-O. Simonds (Mac Graw Hill, 1961).

Petit traité du jardin en ville, J.-L. Vincendeau (Desclée de Brouwer, 1993).

Bibliographie de l'art des jardins, E. de Ganay (Union des arts décoratifs, 1989).

Revivre à la campagne, J. Seymour (Edita Vilo, 1976).

Liste des normes Bibliograph

LOCAUX ANNEXES
PIÈCES D'HABITATION

Conférence internationale de recherche sur le logement, (L'Harmattan, 1992).

L'homme et sa maison, P. Deffontaines (Gallimard, 1972).

Wohnbereiche Wohnquartiere, H. Deilmann et al. (K. Krämer, Eyrolles, 1977).

Wohnungsbau, H. Deilmann et al. (P. Krämer, 1977).

Des maisons et des hommes, A.-G., Diamandopoulos (Institut de l'environnement, 1974).

L'habitation en projet. Europan 89, M. Eleb-Vidal (Ministère de l'équipement, du logement, des transports et de la mer, 1989).

Penser l'habité, M. Eleb-Vidal et al. (P. Mardaga, 1988).

Éléments et théorie de l'architecture, J. Guadet .

Habitat et logement, J.-E. Havel, " Que sais-je ? " (P.U.F., 1985).

Construire pour vivre, J.-L. Millot (Promoca, 1977).

Grundrissatlas : Wohnungsbau, F. Schneider (Basel, 1994).

La maison sur mesure, J. Tournus (Maison française, Maison individuelle, 1977).

PISCINES

Deux siècles d'architecture sportive à Paris : piscine, gymnase, Délégation artistique de la ville de Paris, 1984.

Aquatic buildings Bäderbauten, D. Fabian (G. Callwey, 1970).

Équipements sportifs et socio-éducatif, France, Ministère de la jeunesse et des sports (Le Moniteur, 1993).

Les piscines, Ministère de la jeunesse et des sports - AFDES (Le Moniteur, 1986).

Les piscines. Conception, réalisation, exploitation, France, Ministère de la jeunesse et des sports, 1978.

Architectures des sports, M. Gaillard (Le Moniteur, 1981).

Swimmingpools, Ph. Perkins (Elsever Applied Science).

Piscines, équipements nautiques, S. Roché-Soulié, S. Roulet (Le Moniteur, 1992).

Des architectures pour mieux vivre, Direction M. Schofield (Le Moniteur, 1980).

HABITATS DE LOISIRS

Recherches sur l'architecture des loisirs, G. Candilis (Eyrolles, 1973).

Architecture hôtelière et de loisirs, J. Robinson (Le Moniteur, 1978).

TYPES DE LOGEMENTS

Housing in Europa, prima parte : 1900-1960, AAVV (L. Parma, 1978).

Hill housing - A comparative study, D. Abbott, K. Polliet.

Recherche pour un habitat personnalisé, Atelier Trois (Vuarnesson et al.), (Eyrolles, 1971).

Le logement collectif, F. Arnold (Le Moniteur, 1996).

La vivienda racional. Ponencias de los congresos del CIAM 1929-1930, C. Aymonino (G. Gili SA, 1973).

L'architecture moderne en France. Maisons les plus remarquables des principales villes des départements, F. Barqui (Noblet et Baudry, 1871).

La maison qui grandit avec la famille, A. Berty, J.-P. Decourcelles (Dossier Mult, 1984).

Pessac de Le Corbusier, P. Boudon (Dunod, 1969).

L'immeuble et la parcelle, A. Brauman, M. Culot et al. (AAM. 1982).

Les habitations ouvrières en tous pays, E. Cacheux (C. Béranger, 1903).

Zones d'habitat - Ville - Banlieue -Environs, H. Deilmann et al. (Eyrolles, 1980).

100 plans types de constructions urbaines, H. Deverin (C. Massin, 1910).

Liste des normes ographie

Architectes de Favelas, D. Drummond (Dunod, 1981).

Le logement social à Paris 1850-1930. Les H.B.M., M.-J. Dumont (Mardaga, 1991).

Penser l'habité, M. Eleb-Vidal, A.-M. Chatelet, T. Mandoul (P. Mardaga, 1990).

L'architecture mobile, Y. Friedman (Casterman, 1970).

La construction privée à la fin du XIX^e siècle. Hôtels et maisons de Paris, P. Gelis-Didot et T. Lambert.

Une Europe en construction, R.-H. Gerrand (La découverte, 1992).

Les nouveaux ensembles d'habitation et leur environnement, B. Lamy, (Centre de sociologie urbaine, 1971).

Derniers domiciles connus, enquête sur les nouveaux logements 1970-1990, J.-M. Léger (Créaphis, 1990).

L'habitat évolutif, M. Periañez (Plan de construction et architecture, 1993).

Évolution des modes de vie et architecture du logement (Plan de construction et architecture, 1993).

RÉHABILITATION

Sécurité et responsabilité en réhabilitation, ANAH (Le Moniteur, 1994).

Réhabiliter et entretenir un immeuble ancien point par point, 2^e édition, ANAH (Le Moniteur, 1993).

Restauration des anciennes maçonneries, R. Chaise (Eyrolles, 1984).

Techniques de l'architecture ancienne : construction et restauration, Y.M. Froidevaux (P. Mardaga, 1985).

Le ravalement, M. Laurent, F. Virolleaud (Le Moniteur, 1990).

Restauration des façades en pierre de taille, J.-M. Laurent (Eyrolles, 1994).

Guide de la maintenance des bâtiments, J. Perret (Le Moniteur, 1995).

Réhabilitation et maintenance, 3^e édition, Guide Veritas (Le Moniteur, 1993).

ÉTABLISSEMENTS SCOLAIRES

Enseignement supérieur

Garderie - Auberges de jeunesse

La noblesse d'état : grandes écoles et esprit de corps, P. Bourdieu (Editions de Minuit, 1989).

Edifici per l'istruzione, P. Carbonara (A. Vallardi, 1947).

Pour l'université avant, pendant et après 68, P.-H. Chombard de Lauwe (Payot, 1968).

Éléments et théorie de l'Architecture, J. Guadet.

Constructions scolaires et universitaires, C. Rambert (Vincent, Fréal et Cie, 1955).

Pour sauver l'université, L. Schwartz (Seuil, 1983).

Paris à l'école, "qui a eu cette idée folle...", Direction A.-M. Châtelet (Pavillon de l'Arsenal, Picard, 1993).

Aide-mémoire pour la conception des écoles élémentaires à Paris, Direction de l'Architecture (Ville de Paris, 1985).

Scuole asili d'infanzia, G. Minnucci (U. Hoepli, 1936).

L'école et les collectivités locales, J.-P. Muret , Guide technique juridique (Le Moniteur, 1992).

The new school, A. Roth (Girsberger, 1950).

Université et société aux Etats-Unis, A. Touraine (Seuil, 1972).

L'Europe des universités, S. Vassal (Paradigme, 1988).

Géographie des ensembles universitaires en Europe occidentale, S. Vassal (Thèse d'état, 1987).

Campus, an american planning tradition, P. Venable Turner (The Mit Press, 1987).

Programme architecture nouvelle. Résultats de la session "l'université et la ville", (Melte plan construction et architecture, 1991).

Écoles économes en énergie : 38 projets (Le Moniteur, 1984).

Les équipements scolaires : concevoir, construire, utiliser, (Le Moniteur, 1983).

Liste des normes Bibliogra

LABORATOIRES

A guide to laboratory design, — K. Everett et D. Hughes (Butterworths requinted with additions, 1981).

BIBLIOTHÈQUES - BUREAUX - BANQUES

Immeubles de bureaux, — M. Bédarida, M. Milatović (Le Moniteur, 1991).

Construire une bibliothèque universitaire. De la conception à la réalisation, — M.-F. Bisbrouck, D. Renoult (Editions du Cercle de la Librairie, 1993).

La bibliothèque dans la ville : concevoir, construire, équiper / avec 20 réalisations récentes, — sous la direction de M.-F. Bisbrouck , Ministère de la culture, direction du livre et de la lecture, (Le Moniteur, 1985).

Construction et aménagement des bibliothèques, Mélanges, — J. Bleton (Cercle de la Librairie, 1986).

Organiser et concevoir des espaces de travail, — P.-H. Dejean, J. Pretto, J.-P. Renouard (ANACT, 1988).

Un espace pour le livre : guide à l'intention de tous ceux qui créent, aménagent ou rénovent une bibliothèque, — J. Gascuel (Cercle de la librairie, 1984).

Bibliothèques dans la cité, — sous la direction de G. Grunberg (Le Moniteur, 1996).

Éléments et théorie de l'architecture, — J. Guadet (1909).

Créer des espaces de bureau, — P. Magni (Strafor/Nathan, 1990).

Bibliotheksneubauten in der Bundesrepublik Deutschland 1968-1983, — H. von Ralf Puhlrott, G. Liebers, F.-H. Philipp (Klostermann, 1983).

Des architectures pour mieux vivre, — sous la direction de M. Schofield (Le Moniteur, 1980).

Planning and Design of library buildings, — G. Thompson (Butterworth architecture, 1989).

Les bibliothèques : tradition et mutation, — Mélanges offerts à J.-P. Clavel à l'occasion du 65^{e} anniversaire (Bibliothèque cantonale et universitaire de Lausanne, 1987).

PASSAGES COUVERTS

Paris, capitale du XIX^{e} siècle, — W. Benjamin

Le passage. Histoire d'un type architectural, — J.-F. Geist (P. Mardaga, 1990).

COMMERCES

Designing to sell : a complete guide to retail store planning and design, — V. Barr, C. Braudy (Mac Graw Hill, 1986).

Shopping centers, retail development, design and management, — N. Beddington (Butterworth architecture, 1991).

Les grands magasins. Des origines à 1939, — B. Marrey (Picard, 1979).

Centre commerciaux, — P. Manger (Le Moniteur, 1991).

ATELIERS - USINES ENTREPOTS

Usines, tome 1 et 2, — J. Ferrier (Electra - Le Moniteur, 1987 / 1991).

Les châteaux de l'industrie, — Grenier et Benedetti (AAM, 1979).

Les maisons de l'atome, — Parent (Le Moniteur, 1983).

Architecture d'ingénieurs, — (CCI, 1978).

Lieux de travail ? — (CCI, 1986).

INSTALLATIONS AGRICOLES

Histoire de la campagne française, — G. Roupnel (Plon, 1977).

Habitat et vie sociale — n° 18, mai juin 1977.

GARES
INSTALLATIONS POUR VÉHICULES
AÉROPORTS

The airport. Architecture, urban integration, ecological problems, E. G. de Blankenship (Pall Hall Press, 1974).

Gares d'Europe, sous la direction de J. Dethier (Denoël, 1988).

L'architecture des gares, M. Ragon (Denoël, 1984).

Le temps des gares, (Exposition - Paris - Centre Georges Pompidou, 13 décembre 1978/1979.

Airport terminals reference manual, (IATA, 1978).

A history of building types, (Thames & Hudson, 1979).

Eero Soarinen : TWA terminal building Kennedy Airport, Global architecture n° 26 (Tokyo A.D.A., 1973).

HÔTELS - MOTELS / CAFÉS - RESTAURANTS

New metric handbook, P. et D. Adler (1988).

L'hôtellerie, F. Clair, G. Savoye, J. Sécheresse (Le Moniteur, 1992).

Nuevos restaurantes, J. Dahinden, G. Kühne (Gustavo Gili SA, 1974)

Cafés, L. Dru, C. Aslan (Electra - Le Moniteur, 1988).

Hôtels, B. Fitoussi (Le Moniteur, 1992).

Les lieux, histoire des commodités, R.-H. Guerrard (La Découverte, 1986).

Architects' Data, Neufert (1985).

Memphis, B. Radice (Electra, 1984).

Architecture hôtelière et de loisirs, J. Robinson, D.-L. Hughs (Le Moniteur, 1978).

Palaces et grands hôtels d'Europe, M. Walter (Flammarion, 1984).

ZOO-AQUARIUM

Zoological park and aquarium fundamentals, K. Sansman (American association of zoological parks and aquariums, 1982).

General principles of zoo design, G. Schomberg (Intra consultants, 1972).

THÉÂTRES - CINEMAS

A history of the theater in Europe, J. Allen (1983).

L'architecture française, J.-F. Blondel (1752).

Auditoriums, M.-L. Boulet, C. Moissinac, F. Soulignac (Le Moniteur, 1990).

Essais sur l'art de construire les théâtres (Boulet, 1820).

Théâtres, G. Breton (Le Moniteur, 1989).

Architectures, scénographies et décors de théâtre, J. Gaulme (Magnard, 1985).

Theater technology, G. Izenour (Mac Graw-Hill, 1988).

Architecture de cinémas, F. Lacloche (Le Moniteur, 1981).

Théâtres, 4 siècles d'architectures et d'histoire, P. Pougnaud (Le Moniteur, 1980).

Les architectures pour mieux vivre, sous la direction de M. Schofield (Le Moniteur, 1980).

Moderner theaterbau : Internationale Situation, Dokumentation, Projekte, Bühnentechnik, H. Schubert (K. Krämer, 1971).

Buildings for the arts (Architectural Record, 1978).

INSTALLATIONS SPORTIVES

Stades et terrains de sports, H. Cettour (Le Moniteur, 1996).

Deux siècles d'architecture sportive à Paris : piscine, gymnase, Délégation artistique de la ville de Paris (1984).

Architecture des sports : 107 réalisations et projets exemplaires, M. Gaillard (Le Moniteur, 1981).

Liste des normes Bibliogra

Handbook of sports and recreational building design, J. et H. Heard.

Équipements sportifs et socio-éducatifs, 2 tomes, Ministère de la jeunesse et des sports (Le Moniteur, 1993).

Les équipements sportifs et de loisirs : l'expérience française, Ministère de la jeunesse et des sports - Ministère de l'urbanisme et du logement (Le Moniteur, 1983).

Piscines, équipements nautiques, S. Roulet, S. Roché-Soulié (Le Moniteur, 1992).

HÔPITAUX

L'hôpital au XXI^e siècle, Assistance publique à Paris (Economica, 1988).

Design for health care, A. Cox, P. Groves (Butterworth and co, 1981).

Hospitals in planning, C. Davies, S. Howells, The Architects' Handbook (Butterworth and co, 1985).

Handicap et construction, L.-P. Grosbois (Le Moniteur, 1996).

L'hôpital et la ville, J. Labasse (Hermann, 1980).

MAISONS DE RETRAITE

L'accueil des personnes âgées : typologie des établissements, ARRCO.

Handicap physique et construction. Concevoir, adapter et réaliser pour tous, L.P. Grosbois (Le Moniteur, 1987).

Personnes âgées et habitat, Ministère de l'équipement - Ministère des affaires sociales UNFOHLM (Le Moniteur, 1992).

ÉGLISES - MUSÉES CIMETIÈRES

Dernières demeures : conception, composition, réalisation du cimetière contemporain, R. Auzelle (1965).

Le Corbusier et l'architecture sacrée, L'œil et la main, F. Biot, F. Perrot (La manufacture, 1985).

Quand les cathédrales étaient blanches, Le Corbusier (Gonthier / Plon, 1965).

Le livre de Ronchamp, Collection forces vives, Le Corbusier (Paris-Minuit).

L'architecture religieuse contemporaine en France. Vers une synthèse des arts, G. Mercier (Mame, 1968).

Créer ou aménager un cimetière : géologie, techniques, hygiène, F. Ottman (Le Moniteur, 1987).

L'espace de la mort : essai sur l'architecture, la décoratin et l'urbanisme funéraires, M. Ragon (Albin Michel, 1981).

Églises modernes. Evolution des édifices religieux en France depuis 1955, S. Robin (Hermann, 1980).

Les architectures pour mieux vivre, sous la direction de M. Schofield (Le Moniteur, 1980).

La ville des morts : essai sur l'imaginaire urbain contemporain d'après les cimetières provencaux, M. Vovelle (CNRS, 1983).

Musique et architecture, Collection Mutations-Orientations, I. Xenakis (Casterman poche, 1971).

A

Abat-sons 525
Abords 41
Abreuvoir 358
Abri pour habitations 246
Abris de jardin 233
Absorption (coefficient d') 124
Absorption 120, 122
Acoustique 425
Aération 29, 71
Aéroports 391, 393
Aiguillage (poste d') 372
Aiguillages 369
Air respiré 30
Aire de manoeuvres 382, 384
Alimentation (technique d') 355
Ambulance 487, 512
Amortisseur de bruit 108
Amphithéâtre 265
Amphithéâtre d'anatomie 266
Ancrage métallique 67
Ane 358
Anesthésie 492
Angle de cône d'éboulement 341, 363
Animaux (hôpital pour) 413
Antennes 127
Appareillage de briques 68
Appliques 131
Aquarium 140, 412
Aquazoo 412
Arbalète 455
Arbres 205
Arc (tir à l') 455
Armoire (classeurs verticaux) 299
Armoire à périodiques 281
Armoire à rideau roulant 299
Armoire de toilette 221
Armoire malade (hôpital) 499
Ascenseur (hôpital) 182, 490
Ascenseur 181, 185
Ascenseurs de façade 167
Atelier de carrosserie 335
Atelier de laquage 338
Atelier de réparation automobile 333
Auberge de jeunesse 277
Autel 521, 522
Autobus 374
Autocar 379
Autoroute 192
Avertisseur d'intrusion 174
Axe directeur 486
Azimut 144

B

Bac à sable 71, 276
Badminton 463
Baignoire 221, 222, 223
Bain de vapeur 474
Bains (salle de) 500
Balcons 230
Ballet 422
Banque 307
Bassin à vagues 469, 471
Bassin nageurs 471
Bassin non nageurs 469, 471
Bassins 206, 446, 469
Bateaux 444, 445, 446
Bateaux à moteur 447
Bâtiment agricole 463
Bergerie 353
Beurre (réfrigération du) 104
Bibliothèque 260, 279, 282, 511
Bicyclettes 191, 378
Billard 464, 476
Blanchisseries 229
Bloc sanitaire 468
Bob 451
Boeuf à l'engrais 361
Boucherie 316, 321, 338
Boulangerie 337
Bowling 465
Box (chevaux) 359
Boxe 463
Brasserie 320
Brique de verre 142
Bruit du trafic 197
Buffet de boissons 408
Buildings 301
Bureau 292
Bureau de dessin 270
Bureau de service (hôpital) 500
Bureau mixte 286, 290
Bureaux (grands) 288
Bus (arrêt de) 374

C

Cabine de déshabillage 467
Cabines de bateaux 232
Cabinet dentaire 478
Cabinet médical 477
Cadres bi-articulés 90
Café 400
Cafétéria 403
Caisse (magasin) 315, 317
Caisses 425
Camions 379
Canards 351
Caravanes 232
Carburant 97, 389
Carreaux en céramique 92
Caserne de pompiers 376, 377
Cases nichoirs 351
Casiers pour dossiers 294
Casseroles (lavage de) 402
Celliers (types de) 211
Cellule sanitaire 346
Centrales 98
Centres équestres 448
Cercueil 531
Chaire 521
Chaise-longue 230
Chaleur 29
Chambre de malade 499
Chambre froide 103
Chambre froide graisses 321
Chambres d'hôtel 406, 407
Chapelle du cimetière 531
Chariot 317, 330
Chariots de manutention 342
Chauffage à distance 93
Chauffage au fioul 93
Chauffage au gaz 93
Chauffage électrique 94
Chauffage par le plafond 95, 227
Chaufferie 93
Chemin d'accès 190
Chemin de fer 369, 370
Cheminée 69, 70
Cheval 358, 460
Chèvres 352
Cinéma *drive-in* 426
Classe (salle de) 261
Classement 295
Classeur-armoire 294
Clayonnage 201
Climatisation (installation de) 106, 108
Clinique de consultation 485
Clinique pédiatrique 514
Clocher 525
Cloches 525
Cloisons de distribution dans les logements 119
Club house 443
Coffres (salle des) 307, 308
Colombage (pan de bois) 249
Comptoir 299
Comptoir de vente 316
Comptoir réfrigéré 318
Conception 42, 340
Conductibilité thermique 110
Confessional 521
Congélation 321
Consigne mécanique 372
Convecteurs 94
Coordination des mesures 488
Corps (dimensions du) 26
Costume (théâtre) 421
Couche de protection 77
Couleurs 33
Coulisses (théâtre) 421
Couloir (de service) 402, 407
Courbes photométriques 129
Coursives 244
Court de tennis pour enfants 437
Couvert 217
Couverts 397
Couverture 75, 77
Crèche 275
Cuisine 215, 401, 402, 403, 404
Cuisine de service (hôpital) 500
Cuisine placard 215
Cuisine satellite 399
Cuisine scolaire 260
Cuisine de restaurant 400
Cuisson automatique 403
Cuves 96
Cyclable (piste) 190

D

Dégagement de secours 398
Dégagements 208
Degré de réflexion (lumière de jour) 152
Dépenses d'énergie 297
Dépôt mortuaire 531
Détection d'intrusion 173
Détection incendie 173
Diagnostic fonctionnel 504
Diagnostic radiologique 502
Dispensaire 506, 512
Distributeur de serviettes en papier 346
Douche 222, 468
Drainage 61, 62, 63

E

Eau sous pression 63
Eau souterraine 61
Écartement normalisé 193
Échangeur d'autoroute 192
Échelle fixe 177
Echo multiple 123
Éclairage (moyens d') 129
Éclairage (symbole d') 128
Éclairage artificiel 128
Éclairage naturel 144
Éclairage 131
Éclairement 132, 133, 134, 152
Éclairements nominaux 135
École d'enseignement professionnel 264
Écoles primaires 261
Écoles spécialisées 256
Écoulement des eaux 78
Écran 298, 424, 426
Écran anti soleil 162
Écran antibruit 195
Écurie (chevaux) 358, 359
Église 521, 522
Éléments préfabriqués en béton 344
Élévateur à fourche 323
Énergie solaire 101
Ensoleillement 100, 147, 157, 236
Entrées 41
Escalier à vis 178
Escalier en colimaçon 178
Escalier escamotable 177
Escaliers 175, 176, 398
Escaliers d'immeuble 176
Escaliers mécaniques 179
Établis 330
Établissement scolaire 256
Étagères pour livres 269
Étanchéité à la vapeur d'eau 77, 79, 112
Évier 214
Exploitations agricoles 363
Exposition (salle d') 528

F

Fabrication 340
Fauteuil roulant 479
Fenêtre à guillotine 166
Fenêtre en béton 140
Fenêtres 163, 165, 167
Fenêtres de toit pour comble habitable 164
Fermes en bois (formes de) 73
Fichier-catalogue 281
Fichiers 299
Filtrage par le sol 367
Filtre à air 107
Fioul (stockage du) 95
Flux des matériaux 339
Foin (stockage du) 365
Fondations 58, 59, 60
Fontaine d'eau potable 346
Fonts baptismaux 521
Forgeage (unité de) 332
Format de base 20
Formats de blocs (maçonnerie) 65
Foudre 125
Fourgonnette à plateau 379

Index des mots-clefs

Fourneau de sauna 474
Fourrage 365
Foyer 414
Foyer communautaire 522
Foyer pour invalides 482
Foyers 93
Fraction continue 37
Fumier 366

G

Gaine collectrice 273
Galeries 311
Garage silo 386
Garderie 275
Gare 372
Gares pour voyageurs 373
Golf (terrain de) 439
Golf 440, 441, 442
Gouttières 75
Grand immeuble 242
Grange en plein champ 363
Gratte-ciel 302
Grues 342
Guichets 309
Gymnastique 435, 459

H

Haies (hauteur des) 205
Hall d'accueil 373
Hall en bois lamellé-collé 343
Halles (types de) 343
Handicapés 481
Hockey sur glace 452
Hôpital (construction d'un) 483
Hôpital (grand) 489
Hôpital normal 489
Hôpitaux d'urgences 512
Hôpitaux spécialisés 483, 513
Hôpitaux universitaires 483
Hôtellerie pour jeunes 277
Humidification 107
Hygrométrie 29
Hypermarché 318

I

Immersion (bassin d') 475
Immeuble barre 242
Immeuble en forme de colline 245
Immeubles en terrasses 245
Incinération (local d') 531
Infections hospitalières 485
Infirmière (poste de travail pour) 500
Infirmières (salle des) 493
Informatique (table) 299
Insectes 412
Insonorisation 118
Insonorisation contre les bruits de choc 419
Installation murale incorporée 223
Installations sanitaires 345
Intensité sonore 117
Isolation acoustique 120
Isolation aux bruits aériens 117, 118
Isolation thermique 77, 110, 112

J

Jardins-terrasse 80
Javelot (installation de lancer de) 434
Jetée 443
Jeux (installations de) 276
Jeux (salles de) 476
Joint de dilatation 78
Judo 463

L

Laboratoire 274
Laboratoire aseptisé 271
Laboratoire de froid 272
Laboratoire de langues 258
Laboratoire de recherche 271, 511
Laboratoire de travaux pratiques 271
Lampes (disposition des) 132
Lampes 128
Lampes pour éclairage intérieur 130
Lancer du disque 434
Lancer du poids (installation de) 434
Lancer du marteau 434
Lanterneaux 159
Lapins 351
Lavabos 221, 222
Lavabos collectifs circulaires 346
Lavage (capacité de) 228
Lave-linge (laverie) 228
Lave-pieds 346
Lecture 281
Légumes (magasin de) 316
Légumes (préparation des) 400
Lever du poids 463
Ligne polygonale 34
Linge (hôpitaux) 507
Lisier 366
Lit (hôpital) 499
Lit (alcove) 219
Lit (passage de) 490
Lit (types de) 218
Lits (centrale des) 507
Lits (disposition des) 220
Logement pour handicapés 481
Logements (types de) 237
Loges 416
Longueur d'ondes 144
Luge (piste de) 451
Lumière (incidence de la) 133
Lumière (orientation de la) 153
Lumière 133, 144
Lumière du jour (quotient de) 150
Lumière zénithale 156
Luminaires 129
Luminance 133
Lutrin 521
Lutte 463

M

Machine à coudre 210
Machine à dessiner 22
Machine à sous 476
Machinerie 182
Maçonnerie 67
Maçonnerie apparente 65
Magasin libre-service 315, 318
Magasinage 421
Magasins 419
Main-courante (profils de) 177
Main-courante 175
Maison de retraite 518
Maison de week-end 233
Maison individuelle 235
Maison médicalisée 518
Maison solaire 102
Maisons à patios 237
Maisons de ville 237
Maisons en bande continue 237
Maisons groupées 237
Maisons jumelées 237
Manège 448, 449
Maquilleur 422
Marchandises (expédition de) 371
Marchandises (hall de) 371
Marches (profils de) 177
Marchés couverts 320
Massage (table de) 477
Matières synthétiques 143
Médecine intensive 496
Médecine nucléaire 515
Médiathèque 260
Médical (cabinet) 500
Médicale (maison) 478
Menuiserie 327
Mini-golf 440
Miroiterie 330
Mise à la terre 126
Modulor 37
Monte-charge 183
Mosaïque (sols en) 92
Mosquée 527
Motel 410
Motocyclette 378
Mouton 353
Mur à lits de pierre 64
Mur cyclopéen 64
Mur d'entrainement 437
Mur en pierres sèches 200
Musculation 435, 436
Musée 529

N

Nombres normalisés 53
Nourrissons (service des) 516
Nu académique 265

O

Obstétrique 501
Office de service 408
Oies 351
Ombre (construction de l') 146
Ondes radio 127
Opéra 414
Opération (opératoire) 492
Orgues 523
Orientation du son 124
Ossature porteuse 90

P

Paillasse 272
Paille 363
Palettes 342
Palissade en bois 231
Parking 383, 384
Parking avec élévateur 386
Parkings couverts 387
Parquet 392
Parquet préfabriqué 92
Passage de circulation (vente) 348
Passager 394, 395
Passages à niveau 369
Passages couverts 310
Pateaugeoire 471
Pathologie 515
Patinage artistique 452
Patisserie 408
Pavés autobloquants 231
Pavés de bois 92
Perception (champ de) 417
Pergola 200
Personnes âgées 518
Perspective (quadrillages pour dessins en) 23
Pharmacie (hôpital) 493, 500
Pharmacie 507
Physiothérapie 505
Pierre (type de) 64
Pierre tombale 532
Pieux forés 60
Pigeons 351
Piscine 206, 226
Piscine couverte 226, 446
Piscine de plein air 471, 472, 473
Piscine municipale 473
Piste cyclable 190
Piste d'atterrissage 391, 395
Piste de bowling en bois 465
Piste de course d'obstacles 433
Piste de course de haies 433
Piste de lancer 451
Piste de vitesse 451
Pistes (sport) 433, 434
Pistes de golf miniature 440
Pistes de patins à roulettes 452, 453
Place de travail / lecture 269
Place nécessaire à des hommes en marche 27
Places assises 397, 428
Places debout 416, 428
Plan d'exploitation 369
Planche à dessin 270
Plancher à poutres en bois 91
Plancher à prédalles 91
Plancher mixte en acier béton 91
Plancher préfabriqué 91
Plantation extensive 81
Plantations en toiture-terrasse 80
Plantes 204
Plateforme de levage 335
Plats (répartition des) 403
Plein-jeu (orgues) 523
Plonge (vaisselle) 407
Plongeoir 470
Point de rosée 112
Point observé 428
Poissonnerie 316
Pompes (carburant) 389
Ponts thermiques 113
Porcherie 355, 357, 367
Port 445
Portail coulissant 171
Portail descendant 171
Portail escamotable 170
Porte coupe-feu 171
Porte télécospique 170
Portes battantes 170
Portes en verre 139
Portes intérieures 168

Portique pour plantes grimpantes 200
Ports de plaisance 445
Poubelles 209
Poulaillers 351
Poules 351
Poussée au vent 138
Poutres en lamellé-collé 91
Prières (salle de) 527
Produits en vrac 342
Projection de film 424
Pupitre pour travail debout 294

Q

Quai de chargement 381
Quais (escalier d'accès aux) 372

R

Radiologie (institut de) 478
Radiologie 502
Radiothérapie 502
Rails 368
Rampe circulaire 385, 387
Rampes 178, 385, 387, 426
Rangées 425
Rangement de plans 270
Rangements 211
Ravitaillement collectif 403
Rayon de braquage 382
Rayonnages (systèmes de) 326
Rayonnages à livres 279
Rayonnages à valises 372
Rayonnages de vente 315
Rayonnement 100, 148
Réfrigération 214, 31
Réfrigération du poisson 104
Réfrigérés (produits) 104
Refroidissement par évaporation 107
Régates 447
Registre analytique des pièces 53
Repas (distribution des) 260, 403
Repasser (machine à) 210
Repasseuse mécanique 228
Réseaux (exécution des travaux) 48
Résistance thermique 114
Restaurant 398
Réverbération (durée de) 122
Rideau d'air 170
Rideau métallique 471
Rideaux de séparation 170
Ring de boxe 463
Robot de cuisine 214
Rond-point 189
Rose des vents 391
Routes 186

S

Saisons 144
Salle à manger 217
Salle audiovisuelle 406
Salle d'athlétisme 462
Salle d'auscultation 477
Salle d'opérations 494
Salle de bains pour malade (hôpital) 500
Salle de bureaux 286, 292
Salle de dessin 270
Salle de plâtre 492
Salle de remise en forme 436
Salle spectacle 415
Salles aseptiques (technique des) 493
Salles de bains préfabriquées 223
Salles de conférences 406
Salles de sport 458, 460
Salon de thé 400
Sanitaires (locaux) 345
Sas (hôpital) 495
Sas 317
Sas (phonique) 268
Sauna 474, 475
Saut à la perche 433
Scène 415
Scène annexe 419
Scène de répétitions 423
Scènes (variantes de) 418
Sécurité (dispositifs de) 173
Sellerie 448
Séminaires (hôtel pour) 406
Séminaires (locaux pour) 269
Sentier 200
Serrurerie 332
Serrures de sûreté sur passe général 172
Service (hôpital) 497
Service (locaux de) 210
Service chirurgical (bloc opératoire) 491
Service maladies bénignes 497
Service rapide 390
Siège tournant et roulant 294
Sièges d'amphithéâtre 268
Silo-couloir 365
Skateboard 453
Snackbar 400
Soins (chambre de) 519
Soins (zone de) 497
Soins 477
Soins individuels 498
Soins intensifs 496
Soins par groupe 498
Soins pédiatriques 516
Soins pour nouveaux-nés 516
Solaire (système) 149
Soleil (position du) 144
Soleil (trajectoire du) 158
Solstice d'été 158
Solstice d'hiver 158
Sons (transmission des) 121
Sons 117
Sons transmis par l'air 118
Sorbonnes 272
Souffleries (orgues) 523
Soufflets (orgues) 523
Spectateurs (salle de) 416, 424
Spectateurs 428, 461, 462
Squash 454
Stabulation entravée 487,512
Stabulation libre en boxes 360
Stades 427,431
Stalles de repos 360
Stand de tir 455
Station service 390
Stationnement (aires de) 194
Stationnement 383, 387
Stérile (local matériel) 492
Stérilisation 506
Stérilisation centrale (hôpital) 494
Stockage (technique de) 342
Stockage (température de) 104
Stockage (types de) 341
Stockage en hauteur 323
Stockage sur rayonnage en hauteur 325
Store 162
Structure en filet 85
Structure pneumatique 84
Structure secondaire 123
Structures dimensionnelles 87
Supermarché 317
Surfaces de vente 317
Surfaces utiles 293
Surveillance d'une pièce 174
Surveillance des malades 493
Symboles des unités physiques 2
Synagogue 526

T

Tables (répartition des) 398
Talus 201, 202
Taureau 360
Technique de transformation 420
Température (variation de la) 110
Température de l'air dans une pièce 106
Tennis 343, 438
Tennis (mur d'entrainement) 437
Tennis de table 464
Tentes 232
Terrain 234
Terrain de jeux 276, 429, 432
Terrain de sport 429, 458
Terrassements 201
Terrasses 245
Théâtre 414, 415, 416, 420, 423
Tir (trap et skeet) 456
Tir au fusil 455
Tir au pigeon artificiel 455, 456
Tir au pistolet 455
Tir sur glace 452
Toilettes, WC, sanitaires 345, 398
Toit (formes de) 74
Toit à chevrons 72
Toit à la Mansard 73
Toit en tôle 75
Toits monocoques 40
Toits suspendus 40
Toiture chaude 77, 78
Toiture en béton 76
Toiture froide 77
Tour (habitation) 233
Tour (immeuble) 242
Tour de bureaux 306
Tournage du bois (atelier de) 330
Tracteur 362
Tracteur routier 379
Tramways 193
Transbordeur à niveau 369
Transélévateur 323
Transmission calorifique 110
Transporteurs continus 342
Transtockeurs 323
Travail (poste de) 285, 298, 332
Travail de bureau 284
Traverses en bois 368
Treillis tridimensionnel 253
Tremplins de saut 450
Tribune (couvertures de) 428
Tribune (profils de) 427
Tribune 461
Triple saut (installation de) 433
Trottoir 190
Trottoirs roulants 180

U

Unités SI 18
Urinoir 222
Urne à cendres 531
Usine 339

V

Vaches 360
Vaisselle 216
Vapeur d'eau (diffusion de) 112
Vapeur d'eau (production de) 29
Végétation (couche de) 81
Véhicules 378
Vent (force du) 103
Ventilation (dispositifs de) 106
Ventilation 109
Verre 137
Verre coulé 142
Verre de protection contre la chaleur 140
Verre de protection contre le bruit 139
Verre de protection contre le feu 140
Verre de protection contre le soleil 137, 139
Verre façonné 141
Verres isolants 137
Verres ornementaux 141
Vestiaires 258, 269, 348, 422, 423, 467
Viande (préparation) 400
Viande (réfrigération de la) 103
Vide ordures 209
Visibilité (construction des lignes de) 428
Voie ferrée urbaine 193, 195
Volaille (élevage de) 354
Volaille (magasin de) 316
Voltige (espace pour) 448
Voyageurs 373
VTT 454

W

Wagon restaurant 399
Water-polo 470

Z

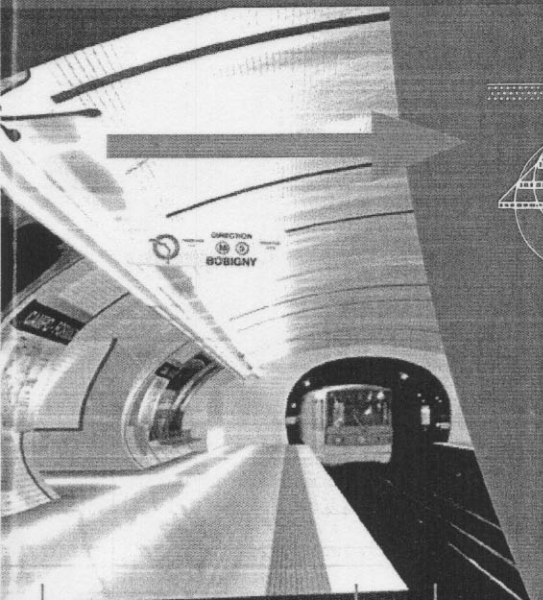
Zone industrielle 339
Zones de vente situées devant les caisses 320
Zoo 411

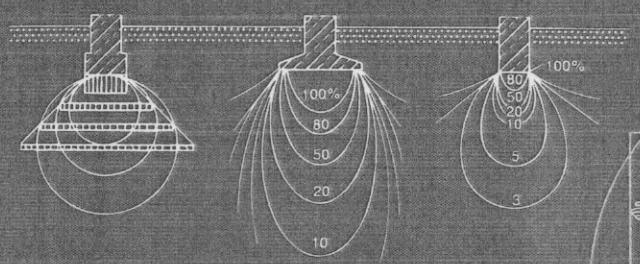
LES ÉLÉMENTS DES PROJETS DE CONSTRUCTION

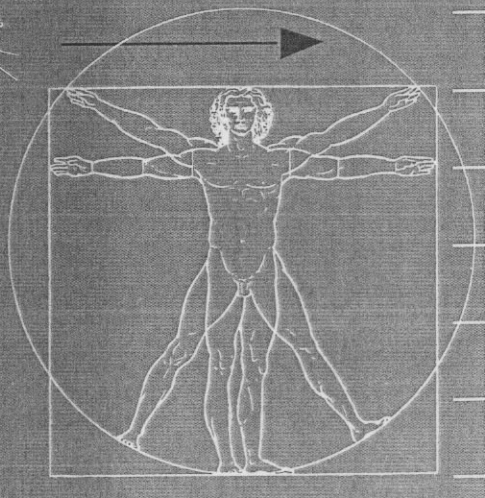
7e ÉDITION



ERNST NEUFERT







DUNOD