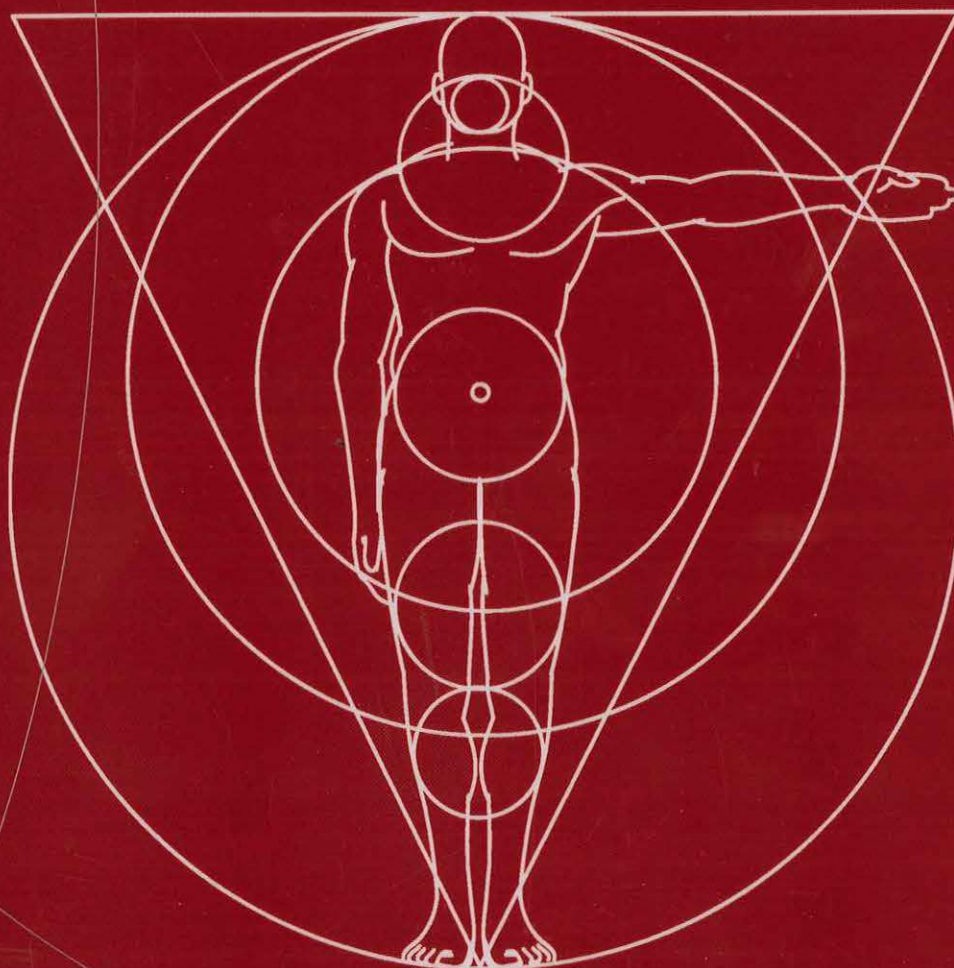


EDITIONS
LE MONITEUR

10^e édition
française
revue et
augmentée

NEUFERT

LES ÉLÉMENTS DES PROJETS DE CONSTRUCTION



DUNOD

Traduction et adaptation française de la 39^e édition allemande (2009),
publiée sous la direction de Johannes Kister,
en collaboration avec : Mathias Brockhaus, Matthias Lohmann et Patricia Merkel,
sous le titre :

Ernst Neufert : *Bauentwurfslehre. 39. überarb. und akt. Aufl.*
© Vieweg+Teubner | GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden, 2009

Illustrations intérieures : Alain et Ursula Bouteville-Sanders,
Raphaëlle Danet et René Gibert

Couverture : Atelier Martine Fichter (conception) et Rachid Maraï (illustration)

Le pictogramme qui figure ci-contre mérite une explication. Son objet est d'alerter le lecteur sur la menace que représente pour l'avenir de l'écrit, particulièrement dans le domaine de l'édition technique et universitaire, le développement massif du photocopillage.

Le Code de la propriété intellectuelle du 1^{er} juillet 1992 interdit en effet expressément la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Or, cette pratique s'est généralisée dans les établissements

d'enseignement supérieur, provoquant une baisse brutale des achats de livres et de revues, au point que la possibilité même pour les auteurs de créer des œuvres nouvelles et de les faire éditer correctement est aujourd'hui menacée.

Nous rappelons donc que toute reproduction, partielle ou totale, de la présente publication est interdite sans autorisation de l'auteur, de son éditeur ou du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC, 20, rue des Grands-Augustins, 75006 Paris).



© Vieweg+Teubner | GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden, 2009,
pour la 39^e édition allemande.
ISBN 978-3-8348-0732-8

© Dunod, Paris, 2010, pour la 10^e édition française.
ISBN 978-2-10-054317-5
ISBN (Campus) 978-2-10-054318-2

Le Code de la propriété intellectuelle n'autorisant, aux termes de l'article L. 122-5, 2^e et 3^e a), d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite » (art. L. 122-4).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles L. 335-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle.

TABLE DES MATIÈRES

FONDAMENTAUX

Explication des symboles et abréviations	1
Normes de référence	2
Unités du système international	2
Dessiner	4
Formats normalisés	4
Dessins techniques	5
Présentation des dessins	6
Dessins du bâtiment	7
Symboles pour les dessins de constructions	8
Assainissement des terrains et des maisons	12
Installations électriques	14
Technique de la sécurité	17
Installations de gaz dans les constructions	18
Dessiner à la main	19
Dessin d'architecture et conception assistée par ordinateur	20
Mesures et poids	22
Équivalence entre le système décimal et le système anglais	22
Prévisions de charges pour le bâtiment	23
Accessibilité aux personnes handicapées	33
Dimensions	33
Accessibilité des bâtiments publics	34
Accessibilité des bâtiments d'habitation	35
Règles d'accessibilité des bâtiments d'habitation	37
Mesures de base et proportions	38
L'homme, base de toute mesure	38
Dimensions et place nécessaire	40
Proportions géométriques	42
Dimensions de base. Relations entre dimensions	46
Coordination modulaire dans les bâtiments	46
Géobiologie	48
Fondements	48
Climat intérieur	49
Champs électromagnétiques	50
Perceptions oculaires	51
L'œil	51
L'homme et la couleur	53

CONCEPTION DU PROJET

Conception architecturale	54
Qu'est-ce que le projet architectural ?	54
Les étapes de la conception	55
Questionnaire préalable	56
Développement durable dans l'architecture et l'urbanisme	58
Contexte, enjeux et objectifs	58
Vers un urbanisme durable et équitable	59
L'intégration au territoire	60
Facility management. Aide à la gestion du projet	62
Contexte	62
Méthodes	63

Construire dans l'existant	64
Conserver et transformer	64
Conservation du patrimoine monumental	65
Diagnostic	66
Changement de fonction	67
Changement d'usage	68
Projet de construction	69
Programme. Méthodologie (en France)	69
Les acteurs d'une opération de construction (en France)	70
Phase I : conception des ouvrages	71
Les étapes de la conception	71
La préparation de la consultation des entreprises	72
Réalisation pratique de consultation	74
Choix des entreprises	74
Phase II : exécution des travaux	75
Origine des délais	75
Période de préparation	75
Objectifs de la planification d'un ouvrage	76
Période d'exécution	78
Achèvement du chantier	80
Éléments de construction	82
En fonction d'une mise en œuvre rationnelle	82
Formes de bâtiments	83
En fonction des techniques constructives	83
Constructions textiles	85
Structures en filets	86
Structures haubanées	87
Structures tridimensionnelles	88
Ossatures porteuses	91
Architecture parasismique	92
Projet parasismique	92

ÉLÉMENTS DE CONSTRUCTION

Fondations	96
Tracé des constructions	96
Fouilles	97
Types de sols	99
Étanchéité, drainage	101
Drainage des parties enterrées	102
Assainissement	103
Murs	104
Maçonnerie en pierres naturelles	104
Maçonnerie en blocs manufacturés	105
Construction mixte	108
Constructions à structure en bois	109
Constructions à revêtement en bois	110
Remise en état	111
Planchers	112
Construction des planchers	112
Réfection	113
Restauration des bétons	114
Sols	115
Revêtements de sol	116

Toitures	117	Desserte	172
Formes de toitures	117	Desserte isolée, groupée	172
Charpentes	118	Desserte par couloirs	173
Couvertures	120	Maisons d'habitation	174
Toitures en pentes	122	Maisons groupées	174
Toits plats	123	Maisons jumelées	175
Toits terrasses	124	Maisons à patio	176
Plantations en toiture-terrasse	125	Avec jardin d'hiver	178
Fenêtres	128	Sur plan carré, toit à deux pentes	180
Disposition	128	Constructions écologiques en bois	181
Protection solaire	129	Sur pente	182
Types d'ouvertures et formes de tableaux	130	Maisons importantes	185
Nettoyage des façades	133	Plans	186
Éclairage zénithal	134	Immeubles d'habitation	188
Le verre	136	Desserte par palier	188
Fondements	136	Disposition en terrasses	189
Vitrages	137	Appartements	190
Vitrages isolants	137	Pièces d'habitation	191
Vitrages de sécurité	139	Accès	191
Types de vitrages	141	Cuisines	194
Vitrages façonnés	142	Équipements de cuisine	196
Briques de verre	143	Cuisines	198
Vitrages spéciaux	144	Espaces de séjour	199
Façades en verre	145	Habitabilité	200
Matières synthétiques	146	Jardins d'hiver	201
Portes	147	Pièces principales	202
Disposition	147	Chambres à coucher	203
Types de portes	149	Armoires murales	204
Portails	150	Salles de bains	205
Dispositifs de fermeture	151	Locaux de services	207
Protections intérieure et extérieure	152	HÉBERGEMENT	
Escaliers	154	Foyers pour étudiants	212
Principes	154	Maisons de retraite	213
Règles	155	Exemples	215
Construction	156	Hôtels	216
Escaliers à vis	157	Chambres	217
Rampes et balustrades	158	Exemples	218
Escaliers et échelles de secours	159	Cafés et restaurants	219
Escaliers mécaniques et trottoirs roulants	160	Organisation	220
Escaliers mécaniques	160	Salles, services	221
Trottoirs roulants	161	Restaurants	222
Ascenseurs	162	Snacks	222
Principes	162	Cuisines	223
Technique de commande	163	Restauration	226
Ascenseurs pour personnes	164	Cuisines centrales	226
Monte-charges	166	Exemples de cuisines centrales	228
Ascenseurs hydrauliques	167	Habitats de loisirs	229
Constructions spécifiques	168	Auberges de jeunesse	229
HABITATION		Motels	230
Principes	169	Chalets	231
Principes de conception	169	Camping	232
Densité d'habitation	170	ENSEIGNEMENT. RECHERCHE	
Valeurs de références	170	Accueil de jour pour enfants	233
Orientation	171	Accessibilité et morphologie des bâtiments	233
Principes de conception	171		

Espaces intérieurs et aménagements extérieurs	234	Construction	290
Installations de jeux, terrains de jeux	235	Immeubles de grande hauteur (IGH)	291
Établissements scolaires	236	Principes	291
Espaces spécifiques par matière	236	Construction	292
Espaces d'information et de rencontre	238	Immeubles de bureaux	293
Équipements sanitaires,		Exemples	293
aires de récréation et de circulation	239	Bibliothèques	294
Disposition des salles de classe	240	Principes de base	294
Organisation par type d'établissement	241	Ameublement	296
Exemples	242	Besoins en surfaces	297
Établissements d'enseignement supérieur	243	Bibliothèques universitaires	298
Amphithéâtres	243	Exemple	299
Laboratoires	248	Archives	300
		Banques	301

CULTURE. LIEUX DE SPECTACLES

Musées	252	Magasins	302
Organisation	252	Typologies	302
Salles d'exposition	253	Entrées et vitrines	303
Exemples internationaux	254	Caisnes et zones avant-caisse	304
Théâtres	256	Cheminement, escaliers roulants	306
Aperçu historique	256	Mobilier - dimensionnement	307
Salle de spectacle	258	Magasins d'alimentation	308
Rangées de sièges	259	Magasins libre-service	309
Scènes	260	Industrie	310
Surfaces annexes de scènes	262	Conception	310
Ateliers et locaux du personnel	263		
Modernisation et extension	265	INDUSTRIE. LIEUX D'ACTIVITÉ	
Salles de concert	266	Industrie	312
Origines et variantes	266	Construction de halls	312
Critères techniques, orgues, orchestres	267	Bâtiments à étages	313
Acoustique	268	Transport	314
Cinémas	269	Stockage	315
Salles de projection	269	WC - sanitaires	317
Cinéma multiplex	271	Salles d'eau	318
Cinéma multiplex, exemples	272	Vestiaires	319
Drive-in	273	Exemples	320
Cirque	274	Ateliers	321
Jardins zoologiques	275	Conception	321
Principes	275	Ateliers de charpente	322
Entretien des animaux	276	Ateliers de serrurerie	323
Enclos	277	Ateliers de réparation automobile	324
		Boulangerie-pâtisserie	325
ADMINISTRATION. BUREAUX		Boucheries industrielles	326
Immeubles de bureaux	278	Divers	327
Principes de base	278	Blanchisseries-laveries	328
Tendances et critères	279	Blanchisseries-laveries de collectivité	329
Typologie jusqu'en 1980	280	Casernes de pompiers	330
Typologie depuis 1980	281		
Surface nécessaire	282	LIEUX DE CULTE	
Poste de travail sur écran	283	Églises	332
Archivage	284	Éléments liturgiques	332
Locaux annexes	285	Mobilier, sacristie	333
Typologie	286	Cloches, clochers	334
Dimensionnement	287		
Desserte	288		
Installations techniques	289		

Synagogues	335
Plan d'ensemble	335
Mosquées	336
Plan d'ensemble	336

SANTÉ

Cabinets médicaux	337
Cabinet médical / cabinet de groupe	337
Hôpitaux	338
Généralités	338
Généralités, dimensionnement	339
Projet de construction	340
Exemples de centres de soins médicaux	341
Dégagements, portes, escaliers, ascenseurs	342
Domaines fonctionnels	343
Soins ambulatoires	344
Exemple de centre de soins médicaux	345
Diagnostic et analyse	346
Examens et traitements médicaux	347
Zones de soins	352
Soins spécialisés	357
Hôpitaux spécialisés	358
Dispensaires, interventions pour gens mobiles	359
Administration, services sociaux	360
Approvisionnement	361
Approvisionnement alimentaire	362
Approvisionnement et évacuation	363
Approvisionnement, installations techniques	364

SPORT. LOISIRS

Stades	366
Dispositions d'ensemble	366
Terrains de sport	367
Aires de jeu	367
Installations sportives	369
Installations pour l'athlétisme	371
Courts de tennis	375
Golf miniature	377
Terrains de golf	379
Installations sportives	381
Sport nautique et ports de plaisance	381
Avirons	387
Nautisme	388
Centres équestres et manèges	389
Tremplins de saut à ski	391
Patinoires	392
Pistes de patins à roulettes	393
Skateboard	394
Cyclo-cross et VTT	395
Salles de sport	396
Stands de tir	396
Pour gymnastique et jeux	398
Salles de gymnastique et jeux	402
Implantation	403
Exemple	404
Salles multisports	405
Salles de gymnastique et de musculation	407
Halls d'escalade	409

Bowling	410
Piscines	411
Piscines publiques couvertes	411
Piscines couvertes	412
Piscines de plein air	416
Piscines couvertes et de plein air	417

Remise en forme, aquathérapie	420
Saunas	420
Spa	421
Saunas / bien-être	422
Salles de jeu	423
Détails de conception	423

CIRCULATION. TRANSPORTS

Routes et rues	424
Rues	424
Autoroutes	426
Espace nécessaire à vitesse réduite (50 km/h)	427
Embranchements et intersections	429
Zones de circulation pour les piétons et les cyclistes	430
Circulation à bicyclette	431
Amélioration de la circulation	433
Zone de circulation	434
Dimensions des véhicules	435
Véhicules légers	437

Stationnement, parking	438
Véhicules légers	438
Parkings couverts	440
Stationnement et immeubles-parkings	441
Parkings couverts	442
Garages et parkings	443
Dimensions des véhicules lourds	445
Véhicules lourds	446
Aires de service, restoroutes	447
Stations-service	448
Stations de lavage	450

Transport en commun de proximité	451
Conditions et moyens de transport	451
Chemin de fer	452

Transports urbains	453
Tramways et chemins de fer métropolitains	453
Gares routières	454

Voies ferrées	456
Installations des rails	456

Chemins de fer	458
Expéditions marchandises, containers	458
Bâtiments d'accueil	460
Quais d'accès aux trains	461

Aéroports	463
Principes	463
Classification des aéroports	464
Pistes d'envol et d'atterrissage	465
Terminaux	466
Terminaux et tarmac	467
Types d'avions	468
Aérogares	469
Exemples	470

AMÉNAGEMENTS EXTÉRIEURS

Cimetières	471
Salle funéraire, crématorium	471
Aménagement général	472
Aménagement de cimetières	473

Aspects paysagers	474
Projet et concept	474

Jardins	475
Sols et terrassements	475
Sols	476
Clôtures	477
Murs d'enceinte et clôtures	478
Pergolas et supports de plantes	479
Supports de plantes	480
Plantes rampantes et grimpantes	481
Chemins, places, escaliers	482
Utilisation	483
Plantes	484
Plantes et pelouses	485
Mesures de génie biologique	486
Serres	488
Pièces d'eau	489
Pièces d'eau pour nager	490
Aménagements extérieurs	492

EXPLOITATION AGRICOLE

Exploitations agricoles	493
Fondamentaux	493
Superficies utiles	494
Équipements en machines agricoles	495
Locaux de stockage des aliments pour les animaux	496
Excréments et eaux usées	497
Conditions climatiques des étables	498
Installations pour petits animaux	499
Élevages de volailles	502
Porcheries	503

Bâtiments pour animaux	504
Étables pour bovins	504
Étables pour engraissement des bovins	505
Écuries	506

APPROVISIONNEMENT. ÉVACUATION

Cours de livraisons	508
----------------------------------	------------

Quais, ponts de transbordement, élévateurs	509
---	------------

Évacuation des déchets	510
Vide-ordures	510
Locaux poubelles	511

Locaux pour groupe électrogène de secours	512
--	------------

TECHNIQUES CONSTRUCTIVES

Les énergies renouvelables dans le bâtiment	513
--	------------

Énergies renouvelables	517
-------------------------------------	------------

Aperçu	517
Énergie solaire	518
Bioénergie	519
Géothermie, pompes à chaleur	520
Production combinée électricité-chaleur, centrale de cogénération, piles à combustible	521

Physique du bâtiment	522
Isolation thermique	522

Isolation thermique	523
Diffusion de la vapeur d'eau	523
Différents types de constructions	524

Réglementation thermique en France	525
RT 2005	525

Isolation acoustique	529
Fondamentaux	530
Cloisons intérieures	531
Transmission des sons	532

Acoustique des salles	534
Fondamentaux	534
Principes	535

Protection contre la foudre	537
Principes	537
Mise à la terre	538
Zones de protection	539

Lumière du jour	540
Exigences pour l'éclairage naturel des pièces	540
Diagrammes de la position du soleil	541
Calcul de l'ensoleillement des bâtiments	542
Position du soleil, ombrage, méthodes	545
Conditions météorologiques	546
Lumière latérale	547
Éclairage zénithal	549
Éclairage	550
Guidage de la lumière du jour	551
Protection solaire	552

Éclairage	553
Moyens d'éclairage	553
Emplacement et puissance de l'éclairage	556
Types d'éclairages pour l'intérieur	557
Géométrie de la disposition des lampes	559

Sécurité incendie	563
Définitions	563
Les différents types de constructions	566

Installations techniques	577
Évacuation des eaux usées	577
Traitement de l'air	583
Chauffage	587
Petites stations d'épuration	591
Cheminées et conduits de ventilation	592

Liste des normes-DTU et DTU	595
--	------------

Bibliographie	607
----------------------------	------------

Index	619
--------------------	------------

La 10^e édition française du Neufert présente une profonde mise à jour des grandes thématiques architecturales. Avec ses très nombreux dessins actualisés, elle constitue la synthèse la plus complète sur le projet d'architecture et de construction aujourd'hui.

L'ouvrage réunit trois approches :

- progressive et chronologique, depuis le rappel des fondamentaux jusqu'aux techniques constructives ;
- typologique, à partir de tous les programmes de bâtiment ;
- technologique, selon les différents modes de mise en œuvre technique.

Ainsi conçu, il offre une multitude d'entrées pour sa consultation. L'accès à l'information est direct et permet aussi bien une recherche documentaire qu'une recherche ciblée à propos d'un projet précis, au stade conceptuel ou au cours de la réalisation.

Pour les techniques constructives, les rubriques suivantes ont été largement remaniées : fondations, techniques de réhabilitation et d'intervention dans l'existant, géobiologie, énergies renouvelables. La mise à jour des éléments du projet concerne principalement l'accessibilité aux bâtiments des personnes handicapées, l'implantation et la desserte des bâtiments, la conception des espaces intérieurs.

L'actualisation des types de constructions intéresse notamment les musées, les immeubles de bureaux, les hôpitaux, les jardins et les paysages.

Cette 10^e édition, conforme aux usages et aux règles en vigueur en France, transpose systématiquement la problématique dans le contexte français et introduit des développements originaux abordant les sujets les plus actuels de la conception architecturale : l'architecture écologique, la qualité environnementale ou les énergies renouvelables.

Véritable bibliothèque d'exemples concrets, d'une variété et d'une richesse inégalées qui font son succès depuis plus de 70 ans, cette somme constitue la référence dans le domaine de la conception et de la construction, tant pour la formation des étudiants que comme outil incontournable pour les professionnels de l'architecture et du bâtiment.

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 diplômés 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

EXPLICATION DES SYMBOLES ET ABRÉVIATIONS

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
Dgt	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
Rdc	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

A.S.	Aide-soignante
ACC.	Accouchement
ADM	Administration
ANX	Annexe
AP	Appareils
ATT.	Attente
C.	Cabine
CATH	Cathédère
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
"	pouce anglais
'	pied anglais
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 Celsius
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
~	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 (a)	Alpha	N ν (n)	Nu
B β (b)	Béta	Ξ ξ (ks)	Ksi
Γ γ (g)	Gamma	O o (o)	Omicron
Δ δ (x)	Delta	Π π (p)	Pi
E ε (e)	Epsilon	P ρ (n)	Rô
Z ζ (dz)	Dzéta	Σ σ (s)	Sigma
H η (e)	Eta	T τ (t)	Tau
Θ θ (th)	Thêta	Υ υ (u)	Upsilon
I ι (i)	Iota	Φ φ (ph)	Phi
K κ (k)	Kappa	X χ (kh)	Khi
Λ λ (l)	Lambda	Ψ ψ (ps)	Psi
M μ (m)	Mu	Ω ω (o)	Oméga

Chiffres romains

I = 1	LXXX = 80
II = 2	XC = 90
III = 3	C = 100
IV = 4	CL = 150
V = 5	CC = 200
VI = 6	CCC = 300
VII = 7	CD = 400
VIII = 8	D = 500
IX = 9	DC = 600
X = 10	DCC = 700
XV = 15	DCCC = 800
XX = 20	CM = 900
XXX = 30	M = 1 000
XL = 40	MCMLXIV = 1 964
L = 50	MM = 2 000
LX = 60	MMVI = 2 006
LXX = 70	

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	(°C, K)	Différence de température
q	(Wh)	Quantité de chaleur
λ	(W/mK)	Conductibilité thermique
λ'	(W/mK)	Conductibilité thermique équivalente
Λ	(W/m²K)	Coefficient de conductibilité thermique
α	(W/m²K)	Coefficient de transmission de chaleur entre matériau et air
k	(W/m²K)	Coefficient global de transmission de chaleur
1/λ	(m²K/W)	Résistance à la conductibilité thermique
1/α	(m²K/W)	Résistance à la transmission de chaleur entre matériau et air
1/k	(m²K/W)	Résistance totale à la transmission de chaleur
D'	(m²K/Wcm)	Coefficient de résistance thermique
c	(Wh/kgK)	Capacité thermique spécifique
S	(Wh/m³K)	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/m²hPa)	Coefficient de perméabilité à la vapeur d'eau
1/Λ ₀	(m²hPa/g)	Résistance à la perméabilité à la vapeur d'eau
μλ	(W/mK)	Facteur de position
μλ'	(W/mK)	Facteur de position pour une couche d'air
P	€/kWh	Prix de l'énergie calorifique
b) Isolation acoustique		
λ	(m)	Longueur d'onde
f	(Hz)	Fréquence
f _i	(Hz)	Fréquence limite
f _r	(Hz)	Fréquence de résonance
E _{dyn}	(N/cm²)	Module d'élasticité dynamique
S'	(N/cm³)	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	(m²)	Surface équivalente d'absorption
r	(m)	Rayon de réverbération
ΔL	(dB)	Réduction de niveau sonore

② Symboles des unités physiques (SI)

NORMES DE RÉFÉRENCE
UNITÉS DU SYSTÈME INTERNATIONAL

Les préfixes et leurs symboles sont :

T (tétra)	= 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)	μ (micro)	= 10 ⁻⁶ (millionième)
k (kilo)	= 10 ³ unités	(millier)	n (nano)	= 10 ⁻⁹ (milliardième)
h (hecto)	= 100 unités		p (pico)	= 10 ⁻¹²
da (déca)	= 10 unités		f (femto)	= 10 ⁻¹⁵
d (déci)	= 1/10 unité		a (atto)	= 10 ⁻¹⁸

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	Conversion
Longueur	m Mètre	
Surface	m² Mètre carré	
Volume	m³ Mètre cube	
Masse	kg Kilogramme	
Force	N Newton = 1 kgm/s²	1 kgf = 9,8 N
Pression	Pa Pascal = 1 N/m² bar Bar = 100 000 Pa = 100 000 N/m²	1 mm Hg = 1,333 mbar 1 kgf/cm² = 0,98 bar
Température	°C Degré Celsius (seulement comme échelle de température) K Kelvin *	0 °C = 273,15 K
Travail (Energie, quantité de chaleur)	Ws, J Watt-seconde = Joule = Newton-mètre Nm Watt-heure = 3,6 kJ kWh kilowatt-heure = 10³ Wh = 3,6 MJ	1 kcal = 4186 J 1 thermie = 1,163 kWh 1 ch = 736 W
Puissance (électrique ou calorifique)	W Watt	1 th/h = 1,163 kW

* Obligatoire depuis 1975

④ Conversion des unités de référence.

1 m x 1 m	= 1 m²	1 m.1 s ⁻¹ = 1 m.s ⁻¹ (= 1 m/s)
1 m x 1 s ⁻²	= 1 m.s ⁻²	(= 1 m/s²)
1 kg x 1 m x 1 s ⁻²	= 1 kg.m.s ⁻²	(= 1 kg m/s²)
1 kg x 1 m ⁻³	= 1 kg.m ⁻³	(= 1 kg/m³)
1 m x 1 m x 1 s ⁻¹	= 1 m².s ⁻¹	(= 1 m²/s)

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

Coulomb	1 C = 1 As	Ohm	1 Ω = 1 V/A
Farad	1 F = 1 As/V	Pascal	1 Pa = 1 N/m²
Henry	1 H = 1 Vs/a	Siemens	1 S = 1/Ω
Herz	1 Hz = 1 s ⁻¹ (= 1/s)	Tesla	1 T = 1 Wb/m²
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/m²	Weber	1 Wb = 1 Vs
Newton	1 N = 1 kgm/s²		

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 = 1 F

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

Résistance à la conductibilité thermique	1/λ = 1 m² hK/kcal	= 0,859 8 m² K/W
Conductibilité thermique	λ = 1 kcal/mhK	= 1,163 W/mK
Coefficient de transmission interne de chaleur entre deux milieux	k = 1 kcal/m² hK	= 1,163 W/m²K
Coefficient de transmission de chaleur pour un même milieu	α = 1 kcal/m² hK	= 1,163 W/m² K
Masse volumique	= 1 g/cm³	= 1 000 kg/m³
Poids volumique	= 1 kg/m³	= 0,01 kN/m³
Résistance à la pression	= 1 kg/cm²	= 0,1 N/mm²

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

Unités de mesure dans les bâtiments

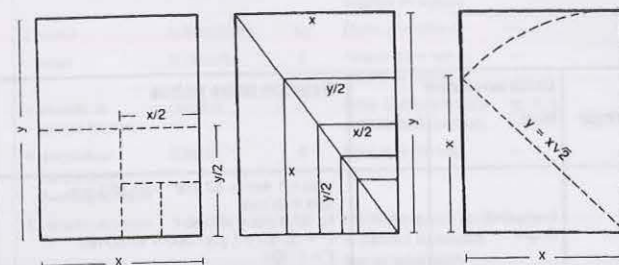
L'introduction légale des unités SI s'est faite progressivement entre 1974 et 1977.

Le système de mesure international avec unités SI (SI = Système international d'unités) prévaut depuis le 1^{er} janvier 1978.

Grandeur	Symbole (dans les relations)	Unité SI	Unité légale	Unité ancienne	Relation entre unités
		Nom	Symbole	Nom	Symbole
Angle plan	α, β, γ	Radian	rd	Angle de 360° Degré Minute Seconde Gon	pla ° ' " gon
				Angle droit Degré	L
				Grade Minute centésimale Seconde centésimale	gr cgr mgr
					1 rad = 1 m/m = 57,296° = 63,662 gon 1 pla = 2π rad 1 L = 1/4 pla = π/2 rad 1° = 1 L/90 = 1 pla/360 = π/180 rad 1' = 1°/60 1" = 1'/60 = 1°/3600 1 gon = 1 gr = 1 L/100 = pla/400 = π/200 rad 1 cgr = 10 ⁻² gon 1 mgr = (10 ⁻² cgr) = 10 ⁻⁴ gon
Longueur	L	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	m²	Are Hectare	a ha
					1 a = 10² m² 1 ha = 10⁴ m²
Volume	V	Mètre cube	m³	Litre	l
Volume norm.	V _n			Mètre cube norm. Mètre cube	Nm³ m³
					1 l = 1 dm³ = 10 ⁻³ m³ 1 Nm³ = 1 m³ norm. 1 m³ = 1 m³
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 . 10⁶ s
Fréquence	f	Hertz	Hz		
Vitesse angulaire	ω	Radian par seconde	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 1 kn = 1 mi (naut.)/h = 1,852 km/h
Accélération, accélération de la pesanteur	g	Mètre par seconde au carré	m/s²		gal
					gal
					1 gal = 1 cm/s² = 10 ⁻² m/s²
Masse : poids (comme résultat d'une pesée)	m	Kilogramme	kg	Gramme Tonne	g t
				Pound Livres Quintal	lb L q
					1 g = 10 ⁻³ kg 1 t = 1 Mg = 10³ 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 kgm/s² = 1 Ws/m = 1 J/m 1 dyn = 1 g cm/s² = 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/m²	Newton par millimètre carré	N/mm²
					kgf/cm² kgf/mm²
					1 kgf/cm² = 0,0980665 N/mm² 1 kgf/mm² = 9,80665 N/mm²
Travail, énergie	W, E	Joule	J	Kilowattheure	kWh
Quantité de chaleur	Q	Joule	J		
Moment d'un couple (torsion)	M	Newton-mètre ou Joule	Nm J		
Moment d'un couple (flexion)	M _b				
Puissance	P	Watt	W		
				Cheval-vapeur	CV
					CV
					1 W = 1 J/s = 1 N m/s = 1 kg m²/s³ 1 CV = 0,73549675 kW
Température thermodynamique	T	Kelvin	K	Degré Kelvin	°K
Température Celsius	θ			Degré Rankin	°Rk
Intervalle et différence de température	Δθ ou ΔT			Degré Celsius	°C
				Grad	grad
Température Fahrenheit	θ _F			Degré Fahrenheit	°F
Température Réaumur	θ _R			Degré Réaumur	°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).

NORMES DE RÉFÉRENCE
UNITÉS DU SYSTÈME INTERNATIONAL



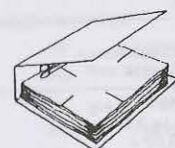
① ③ Formats de base

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	

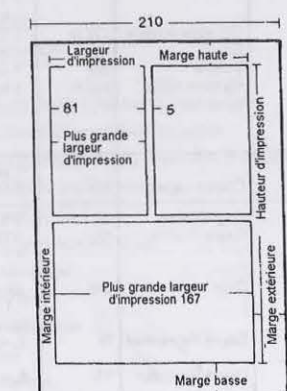
④ Séries supplémentaires de formats

Format	Abbré- viation	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

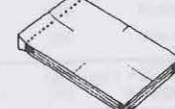


⑥ Formats dérivés du format A4

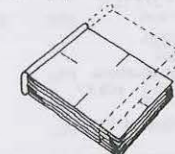


⑩ (fig. 11)

⑦ Classeur



⑧ Bloc-notes et cahiers avec papier autocopiant



⑨ Livres brochés massicotés

DESSINER FORMATS NORMALISÉS

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 m² dont les côtés x et y satisfont les conditions :

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

$$x \cdot y = 1 ; \text{ longueur du côté } y = 1,189.$$

Le format de base (rectangle de surface égale à 1 m² 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 blocs-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	55 1/2	247	250
Interligne	1		5	
Plus grande largeur d'impression sur une colonne	37		167	
Plus grande largeur d'impression par colonne (sur deux 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).

DESSINER DESSINS TECHNIQUES

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 diapositives 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.

Exceptionnellement 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 :

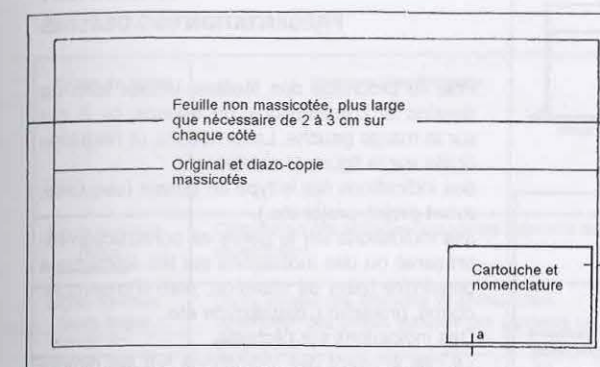
- pour les papiers à dessin et les papiers transparents : 1 500, 1 560 mm (dont il faut déduire 250, 1 250, 660, 900 mm) ;
- pour le papier photocalque : 650, 900, 1 200 mm.

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 complètement 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 côté a d'une largeur appropriée supérieure à 18,5 cm, en utilisant un calibre 18,5 x 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.

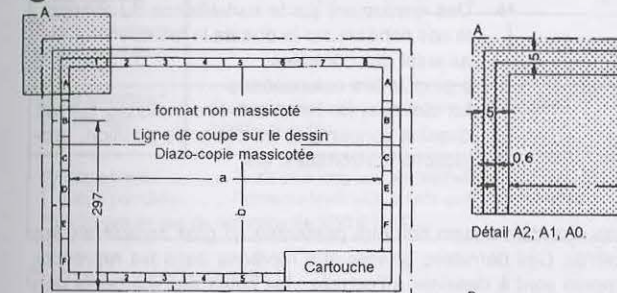
Pour renforcer le bord perforé ou broché, on peut coller un carton de format A5 = 14,8 x 21 cm sur le dos de la partie à perforer ou à brocher du dessin. En respectant les règles mentionnées ci-dessus, le pliage d'une feuille de n'importe quelle dimension est possible. Après déduction du pliage de 21 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.



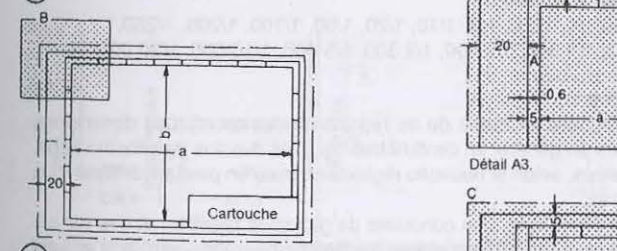
① Dessin normalisé

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

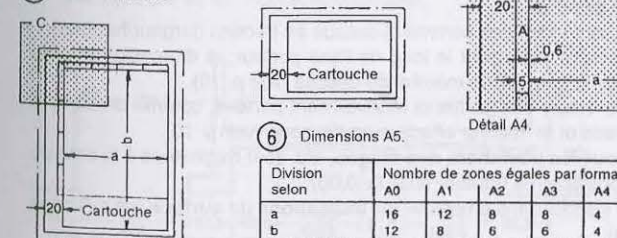
② Dimensions des feuilles



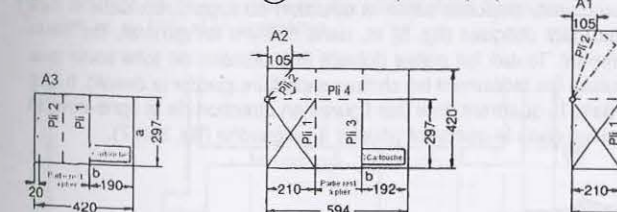
③ Dimensions A2, A3, A4



④ Dimensions A3



⑤ Dimensions A4



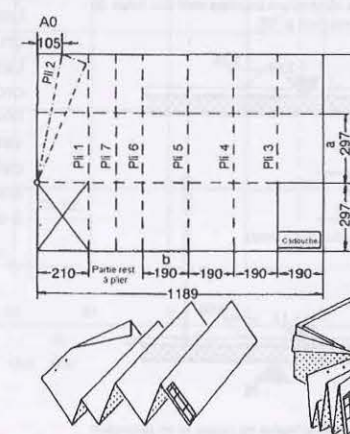
⑥ Dimensions A5

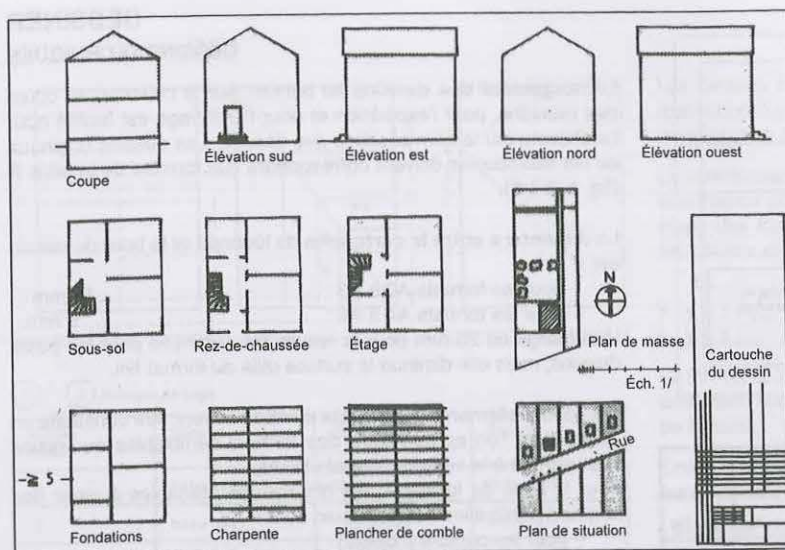


⑦ Subdivisions (zones de plan).

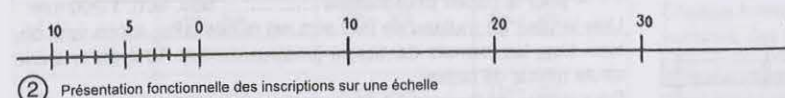


⑧ Dimensions et schémas de pliage

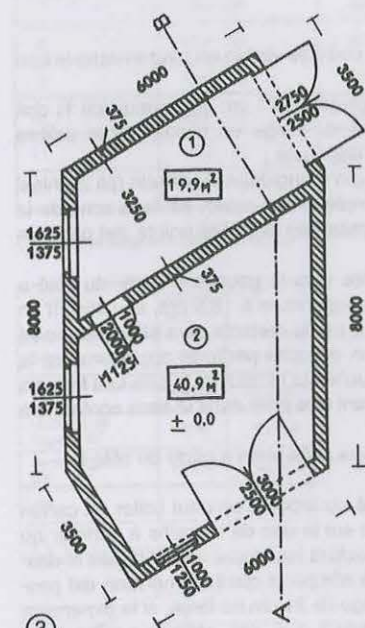




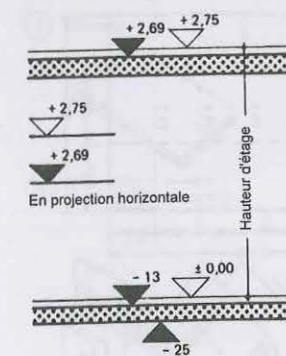
① Principe de présentation des plans de construction



② Présentation fonctionnelle des inscriptions sur une échelle



③ Exemple de dessin avec inscription des dimensions conformément aux normes dans le cas d'un plan en biais. Les dimensions inscrites sont des cotes de gros œuvre (voir p. 55).



⑦ Cotes verticales en coupe et en projection

Échelle (fig. 2)

L'échelle principale dans le cartouche d'un dessin doit être présentée en gros caractères, les autres échelles en petits caractères. Ces dernières doivent être répétées dans les représentations connexes. Tous les éléments sont à dessiner à l'échelle ; les cotes des éléments non dessinés à l'échelle doivent être soulignées.

Il faut choisir de préférence comme échelle :

- pour les plans de construction 1/1, 1/2,5, 1/5, 1/10, 1/20, 1/50, 1/100, 1/200, 1/250,
- pour les plans de position 1/500, 1/1 000, 1/2 000, 1/2 500, 1/5 000, 1/10 000, 1/25 000.

Cotes et autres inscriptions (fig. 3)

Toutes les dimensions sont indiquées en cotes de nu (épaisseur des murs). Les dimensions au-dessous de 1 m sont inscrites en général en centimètres dans les dessins de constructions, celles au-dessus de 1 m, en mètres, selon le nouveau règlement, mais on peut aussi dans tous les cas les indiquer en millimètres.

Les dimensions des **tuyaux de cheminée**, des conduites de gaz sous pression et des canalisations d'air sont indiquées par leur gabarit exprimé en fraction (largeur/longueur) et s'ils sont ronds par leur diamètre avec le signe Ø.

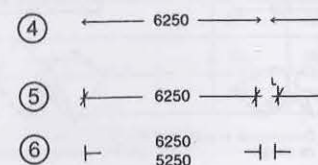
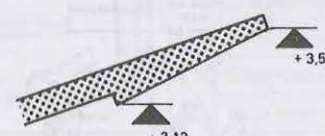
Les **dimensions des poutres** sont indiquées comme ci-dessus en fraction (largeur/hauteur). Le taux de montée pour un escalier est inscrit le long de l'axe porteur, la dimension pour la marche du dessous et celle pour la hauteur de marche du dessus (voir p. 10).

Les dimensions concernant l'ouverture des portes et fenêtres sont portées, comme ci-avant, le long de l'axe, la largeur au dessus et la hauteur effective en dessous (voir p. 10).

Les **indications de hauteur pour les planchers des étages**, etc. sont rapportées à la cote du plancher du rez-de-chaussée pris comme hauteur nulle (± 0,00).

Les **numéros des pièces** sont inscrits dans un cercle, les **indications de surface** (en m²) dans un carré ou un rectangle (fig. 3).

Les **lignes de coupe** sont indiquées en traits mixtes dans les plans horizontaux et notées par ordre alphabétique en gros caractères, disposés selon la direction du regard. En dehors des flèches normalisées (fig. 4), les traits obliques (fig. 5) et, dans ce livre en général, les traits verticaux sont utilisés couramment. Toutes les **cotes** doivent être placées de telle sorte que celui qui est devant le dessin puisse lire facilement les chiffres sans faire pivoter le dessin. Il faut inscrire toutes les dimensions dans le quadrant droit des figures en direction de la ligne-cote et à sa droite et toutes les dimensions dans le quadrant gauche à sa gauche (fig. 3 et 7).



④

⑤

⑥

⑦

⑧

⑨

⑩

⑪

⑫

⑬

⑭

⑮

⑯

⑰

⑱

⑲

⑳

㉑

㉒

㉓

㉔

㉕

㉖

㉗

㉘

㉙

㉚

㉛

㉜

㉝

㉞

㉟

㊱

㊲

㊳

㊴

㊵

㊶

㊷

㊸

㊹

㊺

㊻

㊼

㊽

㊾

㊿

0

1

2

3

4

5

6

7

8

9

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

U

V

W

X

Y

Z

aa

ab

ac

ad

ae

af

ag

ah

ai

aj

ak

al

am

an

ao

ap

aq

ar

as

at

au

av

aw

ax

ay

az

ba

bb

bc

bd

be

bf

bg

bh

bi

bj

bk

bl

bm

bn

bo

bp

bq

br

bs

bt

bu

bv

bw

bx

by

bz

ca

cb

cc

cd

ce

cf

cg

ch

ci

cj

ck

cl

cm

cn

co

cp

cq

cr

cs

ct

cu

cv

cw

cx

cy

cz

da

db

dc

dd

de

df

dg

dh

di

dj

dk

dl

dm

dn

do

dp

dq

dr

ds

dt

du

dv

dw

dx

dy

dz

ea

eb

ec

ed

ee

ef

eg

eh

ei

ej

ek

el

em

en

eo

ep

eq

er

es

et

eu

ev

ew

ex

ey

ez

fa

fb

fc

fd

fe

ff

fg

fh

fi

fj

fk

fl

fm

fn

fo

fp

fq

fr

fs

ft

fu

fv

fw

fx

fy

fz

ga

gb

gc

gd

ge

gf

gg

gh

gi

gj

gk

gl

gm

gn

go

gp

gq

gr

gs

gt

gu

gv

gw

gx

gy

gz

ha

hb

hc

hd

he

hf

hg

hh

hi

hj

hk

hl

hm

hn

ho

hp

hq

hr

hs

ht

hu

hv

hw

hx

hy

hz

ia

ib

ic

id

ie

if

ig

ih

ii

ij

ik

il

im

in

io

ip

iq

ir

is

it

iu

iv

iu

iv

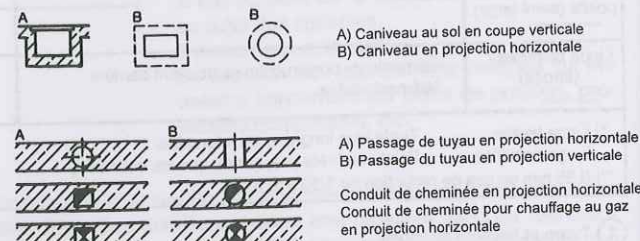
DESSINER

SYMBLES POUR LES DESSINS DE CONSTRUCTIONS

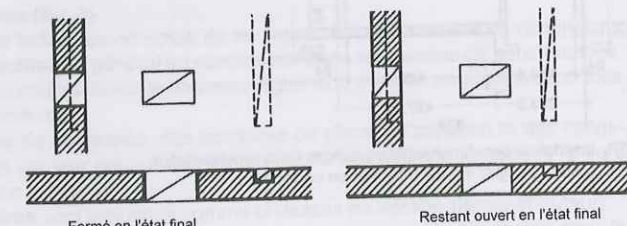
Représentation monochrome	Représentation en couleur
	Vert clair
	Sépià
	Terre de Sienne
	Noir et blanc
	Brun rouge RAL 3016
	Brun rouge RAL 3016
	Brun rouge RAL 3016
	Brun rouge RAL 3016
	Brun rouge RAL 3016
	Brun rouge RAL 3016
	Brun rouge RAL 3016
	Brun rouge RAL 3016
	Brun rouge RAL 3016
	Brun rouge RAL 3016
	Brun rouge RAL 3016
	Sépià
	Gris foncé
	Jaune de chrome
	Ocre
	Blanc
	Violet RAL 4005
	Vert bleu céladon RAL 6000
	Vert olive RAL 6013
	Noir
	Brun RAL 8001
	Gris bleu RAL 5008
	Noir et blanc
	Gris RAL 7001

Herbe
Tourbe et apparentés
Terre végétale
Terre de remblai
Murs maçonnés en briques avec mortier de chaux
Murs maçonnés en briques avec mortier au ciment
Murs maçonnés en briques avec mortier bâtard
Murs maçonnés en briques poreuses avec mortier au ciment
Murs maçonnés en briques perforées avec mortier bâtard
Murs maçonnés en briques vitrifiées avec mortier au ciment
Murs maçonnés en briques silico-calcaires avec mortier de chaux
Murs maçonnés en briques légères avec mortier de chaux
Murs maçonnés en briques avec mortier
Murs maçonnés en pierres naturelles avec mortier au ciment
Graviers
Scories, laitier
Sable
Plâtre
Mortier pour enduit
Éléments préfabriqués en béton
Béton armé
Béton non armé
Métal
Bois en coupes longitudinale et transversale
Couche d'isolant
Étanchéité
Constructions existante

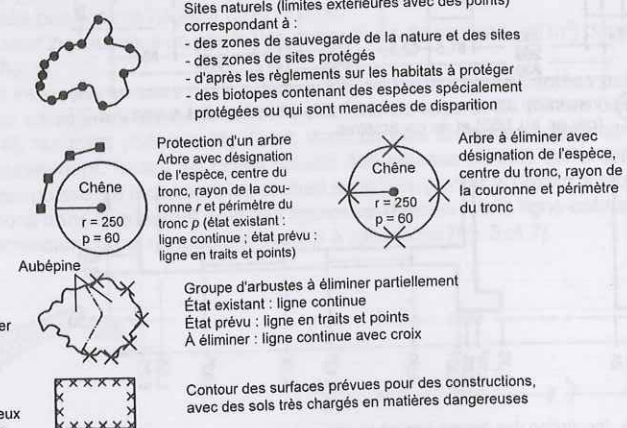
	Désignation	Désignation	Dimensions			Représentation en projection	
			L	P	H	horizontale	verticale (coupe)
Plafond	Évidement au plafond	DD	A x B				
	Saignée au plafond (au-dessus)	DS	A x B x C				
	Saignée au plafond (au-dessous)	DS	A x B x C				
Étages intermédiaires : sol, fondations	Évidement au sol (fondations)	BD	A x B				
	Caniveau au sol Saignée au sol	BK BS	A x B x C				
Murs	Ouverture à travers murs (Fondations en tirets dans le plan du niveau inférieur)	WD	A	x C			
	Saignée dans mur (horizontale) Fondations	WS	A x B x C				
	Saignée dans mur (verticale) Fondations	WS	A x B x C				



③ Représentation des évidements



④ Rainure. Ouverture à travers un mur.

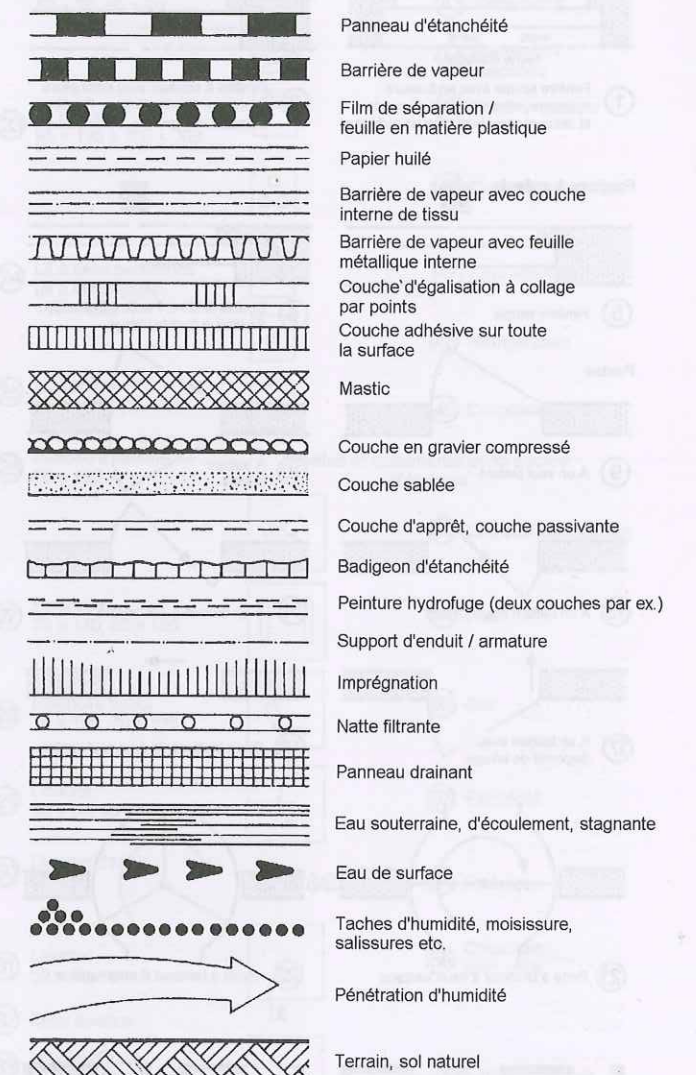


⑤ Représentation en plan des espaces en plein air

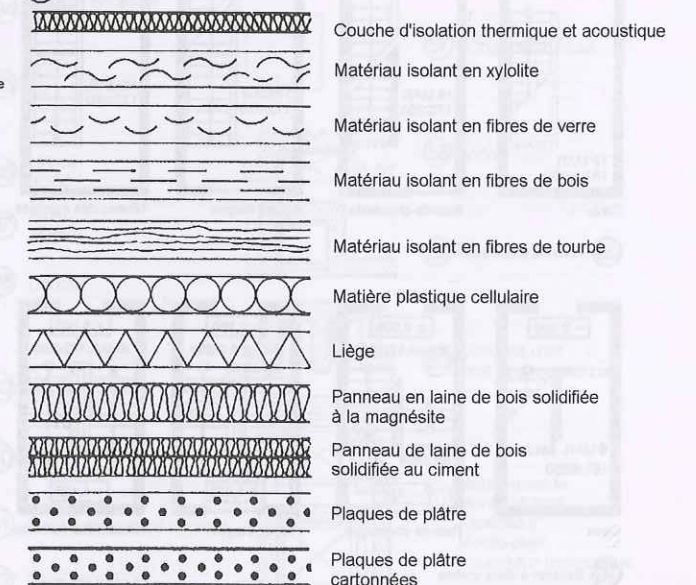
DESSINER

SYMBLES POUR LES DESSINS DE CONSTRUCTIONS

⑤ Étanchéification, isolation. Symboles pour l'étanchéification à l'eau sans pression



6 Isolation



① Dimensions et autres inscriptions, selon utilité

- a) Surface du sol
- b) Surface du plafond
- c) Surface des murs
- d) Surface des baies des fenêtres
- e) Surface des baies des portes
- f) Type de revêtement de sol
- g) Type de peinture ou de revêtement de murs
- h) Type de peinture ou de revêtement de plafonds

② Types de peinture et de revêtement pour plafonds et murs

<i>Plafonds</i>	<i>Murs</i>
Peinture à la chaux	Carrelage
Peinture en détrempe	Bois
Peinture minérale	Brique de parement
Peinture à l'huile	Papier peint
Encaustique	etc.
Volets battants	} dans ouvertures fenêtres ou portes, éventuellement derrière.
Volets roulants	
Jalousies	

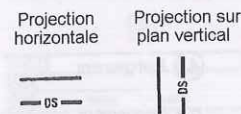
③ Types de sols

- | | |
|---------------------------------|--------------------------------|
| 1) Chape | Dalles en grès cérame |
| Asphalte | Dalles d'argile |
| Plâtre | etc. |
| Xylolite | 3) Pavage |
| Granito | Bois |
| Ciment | Pavés de granite ou de syénite |
| etc. | Briques en laïtier |
| 2) Revêtements | Briques |
| Caoutchouc | etc. |
| Brique | 4) Bois |
| Linoléum | Planches en bois tendre |
| Dalles d'asphalte | Frise en hêtre |
| Dalles de granite | Frise en chêne |
| Dalles calcaires | Frise en pin |
| Dalles en pierre artificielle | Frise en pitchpin |
| Dalles de marbre | Parquet en hêtre |
| Dalles de grès | Parquet en chêne |
| Dalles en pierre lithographique | etc. |
| Dalle de xylolite | |

④ Code des couleurs pour les tuyauteries

rouge	Vapeur	jaune	bleu	jaune	Gaz de gazéificateur				
rouge	blanc	rouge	Vapeur surchauffée	jaune	rouge	jaune	Gaz de ville, gaz d'éclairage		
rouge	vert	rouge	Vapeur d'échappement	jaune	vert	jaune	Gaz à l'eau		
vert	Eau potable	jaune	marron	jaune	Gaz d'huile				
vert	blanc	vert	Eau chaude	jaune	blanc	jaune	blanc	jaune	
vert	jaune	vert	Eau condensée	Acétylène	Gaz carbonique				
vert	rouge	vert	Eau sous pression	jaune	noir	jaune	noir	jaune	
vert	orange	vert	Eau salée, saumure	jaune	bleu	jaune	bleu	jaune	
vert	noir	vert	Eau industrielle, eau de rivière	Oxygène	Hydrogène				
vert	noir	vert	noir	vert	jaune	rouge	jaune	rouge	jaune
	Eau sale, eaux usées	jaune	vert	jaune	vert	jaune			
vert	Remblayage hydraulique	Azote	Ammoniac						
bleu	Air	jaune	mauve	jaune	mauve	jaune			
bleu	blanc	bleu	Air chaud	orange	Acide				
bleu	rouge	bleu	Air comprimé	orange	rouge	orange	Acide concentré		
bleu	noir	bleu	Poussière de charbon	mauve	Solutions alcalines				
jaune	Gaz de hauts fourneaux, de fourneaux, purifié	mauve	rouge	mauve	Solutions alcalines concentrées				
jaune	noir	jaune	Gaz de hauts fourneaux, de fourneaux brut	brun	Huile				

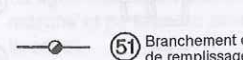
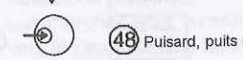
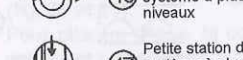
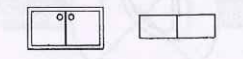
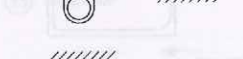
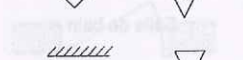
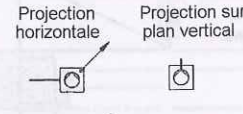
Représentation significative et symboles pour conduits et éléments d'assainissement



Désignation

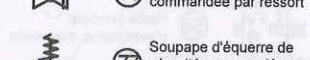
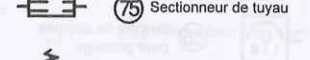
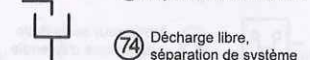
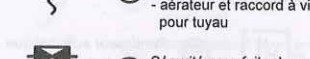
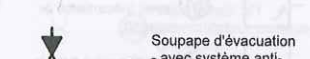
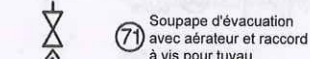
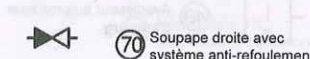
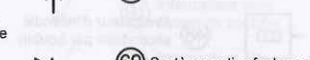
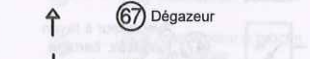
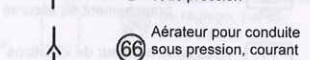
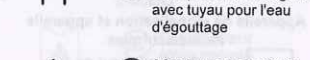
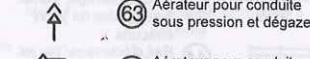
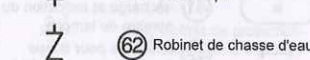
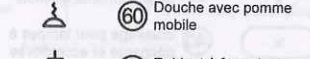
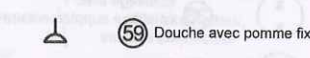
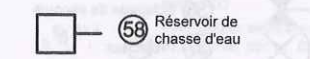
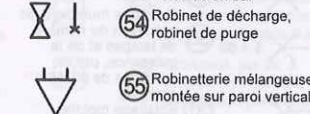
- 1 Conduite d'eaux usées
Les conduites sous pression sont repérées avec Pr
- 2 Conduite d'eau de pluie
Les conduites sous pression sont repérées avec Pl
- 3 Conduite d'eau mixte
- 4 Conduite d'aération. Indication de direction comme sur fig. 5, par ex. commençant et allant vers le haut
- 5 Conduite de descente
Indication de direction
a) continue
b) commençant et allant vers le bas
c) commençant en haut et se terminant
d) commençant et allant vers le haut
- 6 Changement de matériau
- 7 Obturateur de tuyaux
- 8 Tuyau pour nettoyage avec ouverture ronde ou rectangulaire
- 9 Fermeture pour nettoyage
- 10 Changement de dimension nominale
- 11 Obturateur anti-odeurs
- 12 Conduite d'écoulement ou d'assainissement sans obturateur anti-odeurs
- 13 Conduite d'écoulement ou d'assainissement avec obturateur anti-odeurs
- 14 Écoulement avec clapet anti-retour pour les eaux usées sans matières fécales
- 15 Séparateur de graisse
- 16 Séparateur de fécules
- 17 Séparateur d'essence (Séparateur pour liquides peu denses)
- 18 Pot à boue
- 19 Séparateur d'acide
- 20 Séparateur de fuel (Séparateur pour liquides peu denses)
- 21 Obstruteur de fuel
- 22 Obstruteur de fuel avec clapet anti-retour
- 23 Clapet anti-retour pour eaux usées sans matières fécales
- 24 Clapet anti-retour pour eaux usées chargées en matières fécales
- 25 Regard avec circulation libre (représenté avec une conduite d'eaux usées)
- 26 Regard avec circulation aveugle

DESSINER ASSAINISSEMENT DES TERRAINS ET DES MAISONS



- 27 Pompe d'assainissement en cave
- 28 Dispositif de relevage pour matières fécales
- 29 Baignoire
- 30 Douche
- 31 Table de toilette, lavabo
- 32 Bidet
- 33 Urinoir
- 34 Urinoir avec chasse d'eau automatique
- 35 Cuvette de WC fixée au sol
- 36 Cuvette de WC fixée au mur
- 37 Vidoir
- 38 Évier simple
- 39 Évier double
- 40 Lave-vaisselle
- 41 Lave-linge
- 42 Sèche-linge
- 43 Climatiseur
- 44 Petite station d'épuration, système à deux niveaux
- 45 Petite station d'épuration, système à plusieurs niveaux
- 46 Petite station d'épuration, système à plusieurs niveaux
- 47 Petite station d'épuration, système à plusieurs niveaux
- 48 Puisard, puits perdu
- 49 Branchement souterrain
- 50 Branchement de surface
- 51 Branchement de jardin et de remplissage
- 52 Poste d'eau froide
- 53 Poste d'eau chaude
- 54 Poste d'eau froide orientable
- 55 Poste avec raccord à vis pour tuyaux
- 56 Robinet de chasse d'eau
- 57 Robinet à flotteur
- 58 Douche avec pomme
- 59 Douche avec flexible

DESSINER ASSAINISSEMENT DES TERRAINS ET DES MAISONS



- 53 Comme ci-dessus avec indication de la pression d'entrée et de la pression de sortie en bar
- 54 Robinet de décharge, robinet de purge
- 55 Robinetterie mélangeuse montée sur paroi verticale
- 56 Robinetterie mélangeuse montée sur paroi horizontale
- 57 Mélangeur
- 58 Réservoir de chasse d'eau
- 59 Douche avec pomme fixe
- 60 Douche avec pomme mobile
- 61 Robinet à fermeture automatique
- 62 Robinet de chasse d'eau
- 63 Aérateur pour conduite sous pression et dégazeur
- 64 Aérateur pour conduite sous pression et dégazeur avec tuyau pour l'eau d'égoutage
- 65 Aérateur pour conduite sous pression
- 66 Aérateur pour conduite sous pression, courant de circulation
- 67 Dégazeur
- 68 Coupure de conduite
- 69 Système anti-refoulement
- 70 Soupape droite avec système anti-refoulement
- 71 Soupape d'évacuation avec aérateur et raccord à vis pour tuyau
- 72 Soupape d'évacuation - avec système anti-refoulement, - aérateur et raccord à vis pour tuyau
- 73 Sécurité pour fuite dans tuyau et conduit flexible
- 74 Décharge libre, séparation de système
- 75 Sectionneur de tuyau
- 76 Soupape de sécurité commandée par ressort
- 77 Soupape d'équerre de sécurité commandée par ressort
- 78 Dispositif de dosage
- 79 Adoucisseur d'eau Déminéralisateur
- 80 Filtre
- 81 Pompe
- 82 Dispositif de surpression
- 83 Machine à laver
- 84 Lave-vaisselle
- 85 Sèche-linge
- 86 Appareil de climatisation
- 87 Appareil de mesure de courant volumique
- 88 Appareil de mesure de débit
- 89 Compteurs volumiques
- 90 Compteurs de quantité de chaleur
- 91 Branchement pour appareil de mesure
- 92 Appareil de mesure de pression avec en plus une marque distinctive Δp pour appareil de mesure de différence de pression π pour appareil de mesure de pression instantanée
- 93 Appareil enregistreur : le cas échéant indiquer D pour débit V pour volume T pour température Δp pour différence de pression
- 94 Conduite de commande
- 95 Commande par intermédiaire d'un liquide
- 96 Commande par flotteur
- 97 Commande par contrepoids
- 98 Commande par ressort
- 99 Commande manuelle
- 100 Commande par moteur électrique
- 101 Commande par membrane
- 102 Commande par piston
- 103 Commande par électro-aimant
- 104 Réservoir ouvert à pression atmosphérique avec trop-plein

Appareils électriques

- 1 Appareils électriques en général
- 2 Cuisinière électrique à 3 plaques
- 3 Cuisinière électrique avec un foyer à charbon
- 4 Cuisinière électrique avec un four à pâtisserie
- 5 Four (cuisson et pâtisserie)
- 6 Four micro-ondes
- 7 Grill infra-rouge
- 8 Plaque chauffante
- 9 Lave-vaisselle
- 10 Appareil ménager
- 11 Réfrigérateur, par ex. réfrigérateur avec compartiment de surgélation
- 12 Congélateur
- 13 Climatiseur
- 14 Appareil à eau chaude en général
- 15 Ballon d'eau chaude
- 16 Chauffe-eau rapide
- 17 Friteuse
- 18 Ventilateur
- 19 Générateur en général
- 20 Moteur en général
- 21 Moteur avec indication du type de protection
- 22 Séche-mains, sèche-cheveux
- 23 Lave-linge
- 24 Sèche-linge
- 25 Radiateur infra-rouge
- 26 Chauffage ambiant en général
- 27 Appareil de chauffage à accumulation
- 28 Vitre anti-buée chauffée électriquement
- 29 Éclairage en général
- 30 Éclairage multiple avec indication du nombre de lampes et de la puissance, par ex. 5 lampes de 60 W chacune
- 31 Éclairage mobile
- 32 Éclairage avec interrupteur
- 33 Éclairage avec distribution de courant pour une rampe de lampes
- 34 Éclairage réglable
- 35 Éclairage anti-panique
- 36 Éclairage de secours
- 37 Projecteur
- 38 Éclairage avec éclairage supplémentaire de secours
- 39 Éclairage avec deux filaments distincts
- 40 Éclairage pour lampes à décharge et accessoires
- 41 Éclairage pour lampes à décharge et indication du nombre de lampes
- 42 Éclairage pour lampe fluorescente en général
- 43 Rail d'éclairage, par ex. 3 ampoules de 36 W chacune
- 44 Rail d'éclairage, par ex. 2 rails de 2 x 58 W chacune
- 45 Avertisseur de signalisation et appareils radioélectriques
- 46 Avertisseur de surveillance, par ex. avec branchement de sécurité
- 47 Avertisseur de vibrations (pendule de coffre-fort)
- 48 Avertisseur à rayon lumineux, barrage photoélectrique
- 49 Avertisseur d'incendie secondaire par bouton poussoir
- 50 Avertisseur automatique d'incendie
- 51 Avertisseur relié à la police
- 52 Avertisseur d'incendie avec mécanisme à ressort
- 53 Avertisseur à fusible
- 54 Avertisseur automatique de température
- 55 Avertisseur secondaire automatique d'incendie
- 56 Serrure de sécurité pour passage
- 57 Poste principal d'avertisseur d'incendie
- 58 Avertisseur automatique à rayon lumineux, par ex. cellule photoélectrique
- 58 Horloge secondaire
- 59 Horloge mère
- 60 Horloge mère de signalisation
- 61 Amplificateur. La pointe indique la direction de l'amplification
- 62 Appareil téléphonique en général
- 63 Installation téléphonique multipostes
- 64 Poste téléphonique pour appel à distance
- 65 Poste téléphonique à prise limitée du réseau
- 66 Poste téléphonique sur réseau
- 67 Haut parleur
- 68 Appareil radio
- 69 Téléviseur
- 70 Poste d'interphone, par ex. poste interne ou près de la porte
- 71 Poste d'interphone en duplex, par ex. poste interne ou près de la porte
- 72 Central de télécommunication en général
- 73 Dispositif d'ouverture de porte
- 74 Signalisation lumineuse, lampe de signalisation, feu de signalisation
- 75 Bouton de sonnette
- 76 Boutons d'appel avec liste des noms
- 77 Microphone
- 78 Récepteur
- 79 Répartiteurs généraux (Télécommunication)
- 80 Point de répartition encastré
- 81 Point de répartition non encastré
- 82 Avertisseur en général
- 83 Avertisseur avec indication du type de courant
- 84 Poste d'interphone interne
- 85 Poste d'interphone à l'entrée
- 86 Enregistreur de sons
- 87 Lecteur de sons
- 88 Magnétophone
- 89 Plaque d'appel et d'accès
- 90 Compteur
- 91 Tableau de compteur, par ex. avec fusible
- 92 Minuterie à contact, par ex. pour changement de tarif de courant
- 93 Avertisseur de température
- 94 Temporisateur par ex. pour éclairage d'escalier
- 95 Relais clignotant, interrupteur clignotant
- 96 Interrupteur à impulsion de courant
- 97 Relais de télécommande centralisée à fréquence vocale
- 98 Fermeture à fréquence vocale
- 99 Sonnerie d'alarme en général
- 100 Sonnerie d'alarme en général avec indication du type de courant
- 101 Sonnerie d'alarme à un seul coup. Gong
- 102 Sonnerie d'alarme pour montage de sécurité
- 103 Sonnerie d'alarme avec mécanisme d'arrêt
- 104 Sonnerie d'alarme à moteur
- 105 Sonnerie d'alarme sans extinction automatique, sonnerie d'appel en continu
- 106 Sonnerie d'appel avec indicateur visuel
- 107 Sonnerie type bourdon
- 108 Vibreur sonore
- 109 Sirène en général
- 110 Sirène avec indication du type de courant
- 111 Sirène avec indication de la fréquence, par ex. 140 Hz
- 112 Sirène à vibration, par ex. variant entre 150 et 270 Hz

DESSINER

INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES

Courant

- 1 Courant continu
- 2 Courant alternatif en général
- 3 Avec indication de fréquence
- 4 Courant alternatif technique
- 5 Courant continu ou alternatif (tous courants)
- 6 Courant mixte
- 7 Courant alternatif à audiofréquence
- 8 Courant alternatif à haute fréquence
- 9 Courant alternatif à très haute fréquence

Points d'appui pour câbles aériens

- 10 Conducteur électrique
- 11 Conducteur souterrain
- 12 Point d'appui. Poteau en général
- 13 Poteau à ancrage
- 14 Poteau en bois
- 15 Petit poteau, potence, poteau tubulaire en général
- 16 Poteau à ancrage
- 17 Poteau en teillis
- 18 Poteau à ancrage
- 19 Poteau en béton armé en général
- 20 Poteau à ancrage
- 21 Poteau avec socle
- 22 Poteau double
- 23 Pylône transversal en H ou portique
- 24 Portique de pylône en treillis
- 25 Pylône longitudinal en A
- 26 Point d'appui avec tirant d'ancrage
- 27 Point d'appui avec jambe de force
- 28 Poteau avec éclairage

Conducteurs et raccords de conducteurs électriques

- 29 Posé
- 30 En cours de pose
- 31 Planifié
- 32 Conducteur mobile
- 33 Conducteur enterré, par ex. prise de terre
- 34 Conducteur hors-sol, par ex. conducteur aérien
- 35 Conducteur sur isolateur en porcelaine (cloche isolante)
- 36 Conducteur apparent
- 37 Conducteur semi-encastré
- 38 Conducteur encastré

- 39 Conducteur isolé dans un tube
- 40 Conducteur isolé pour les locaux secs, par ex. câble cuirassé
- 41 Conducteurs isolés pour locaux humides, par ex. câbles hydrofuges
- 42 Câbles pour pose à l'extérieur ou enterré

Conducteurs électriques, identification, applications

- 43 Conducteur de protection, par ex. pour la mise à la terre, la mise au neutre, ou pour système protecteur (ancien)
- 44 Conducteur pour signaux
- 45 Conducteur téléphonique
- 46 Conducteur radio
- 47 Conducteur avec marque distinctive
- 48 Représentation simplifiée
- 49 Autre représentation pour le conducteur de terre (PE)
- 50 Autre représentation pour le conducteur de terre avec neutre (PEN)
- 51 Autre représentation pour le neutre (N)
- 52 Groupe de conducteurs
- 53 Conducteur hors installation
- 54 Autres types de représentation, par ex. appel téléphonique, distribution électrique de nuit, signal intermittent, éclairage de secours

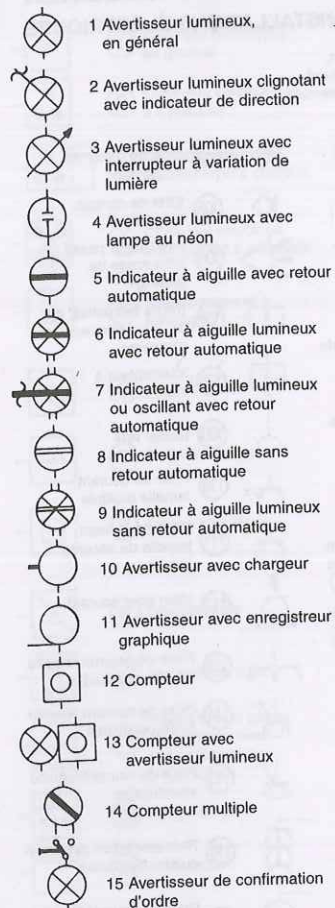
- 55 Conducteur torsadé par ex. à deux voies
- 56 Conducteur coaxial
- 57 Guide d'ondes rectangulaire pour très hautes fréquences
- 58 Conducteur allant vers le haut
- 59 Conducteur allant vers le bas
- 60 Conducteur allant vers le haut et vers le bas
- 61 Jonction
- 62 Boîtier d'extrémité, de fin de branchement
- 63 Boîtier de dérivation
- 64 Boîtier
- 65 Boîtier de raccordement au réseau en général
- 66 Comme avant, avec indication du type de protection
- 67 Répartition
- 68 Encadrement pour appareil, par ex. coffret, armoire électrique, tableau de distribution
- 69 Prise de terre en général
- 70 Endroit de raccordement pour mise à la terre selon les normes
- 71 Masse, carcasse
- 72 Pile, accumulateur ou batterie
- 73 Transformateur, par ex. transformateur pour sonnette

DESSINER

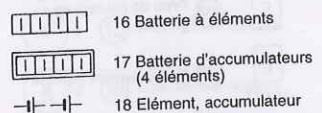
INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES

- 74 Convertisseur en général
- 75 Redresseur de courant, par ex. avec raccordement au réseau à courant alternatif
- 76 Onduleur, par ex. à inversion de polarité, à interruption périodique
- 77 Fusible en général
- 78 Fusible à vis, par ex. 10 A type D11, tripolaire
- 79 Coupe-circuit basse tension à haut pouvoir de coupure, par ex. 25 A calibre 00
- 80 Interrupteur-séparateur de sécurité, par ex. 63 A tripolaire
- 81 Interrupteur, disjoncteur
- 82 Disjoncteur de protection différentiel, quadripolaire
- 83 Disjoncteur automatique, par ex. 16 A tripolaire
- 84 Coffret de protection-disjoncteur, tripolaire
- 85 Relais de surcharge, par ex. interrupteur à priorité
- 86 Interrupteur d'urgence
- 87 Commutateur étoile-triangle
- 88 Démarreur à résistance de réglage, par ex. avec 5 plots de démarrage
- 89 Interrupteur poussoir
- 90 Interrupteur à touche lumineuse
- 91 Interrupteur avec lampe de contrôle
- 92 Interrupteur 1/1 (interrupteur unipolaire)
- 93 Interrupteur 1/2 (interrupteur bipolaire)
- 94 Interrupteur 1/3 (interrupteur tripolaire)
- 95 Interrupteur 4/1 (inverseur unipolaire)
- 96 Interrupteur 5/1 (commutateur multiple unipolaire)
- 97 Interrupteur 6/1 (commutateur inverseur unipolaire)
- 98 Commutateur inverseur comme interrupteur de passage
- 99 Interrupteur 7/1 (commutateur à multiples directions unipolaire)
- 100 Interrupteur à minuterie
- 101 Variateur de lumière
- 102 Interrupteur détecteur de proximité
- 103 Interrupteur capacitif de contact
- 104 Effet de proximité en général
- 105 Effet de contact en général
- 106 Avertisseur passif infra-rouge de passage
- 107 Relais temporisé, par ex. pour éclairage d'escalier
- 108 Interrupteur à impulsion
- 109 Boîtier vide
- 110 Prise de courant femelle multiple
- 111 Prise de courant femelle de sécurité simple
- 112 Idem pour courant triphasé
- 113 Prise de courant femelle de sécurité double
- 114 Prise de courant femelle court-circuitable
- 115 Prise de courant femelle verrouillable
- 116 Représentation perpendiculaire facultative
- 117 Prise de courant femelle pour transformateur de séparation
- 118 Prise de courant en général
- 119 Raccordement triphasé
- 120 Touche de ventilateur
- 121 Avertisseur à bouton poussoir
- 122 Avertisseur d'incendie (avertisseur à bouton poussoir)
- 123 Boîtier de raccordement pour traitement de l'information
- 124 Dispositif de communication large bande
- 125 Distributeur de communications téléphoniques
- 126 Prise pour télécommunication
- 127 Prise pour antenne
- 128 Dérivation pour antenne, par ex. 2 voies
- 129 Répartiteur pour antenne, par ex. 2 voies
- 130 Amplificateur d'antenne
- 131 Prise pour antenne (boîte de raccordement)
- 132 Prise pour antenne

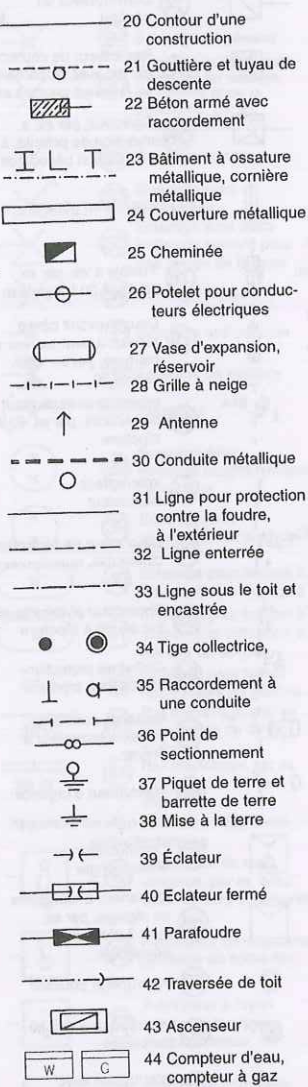
Avertisseur visuel



Batteries



Installations de protection contre la foudre



Appareil électrique	Puissance (kWh)	
	Courant alternatif	Courant triphasé
Cuisinière électrique Marmite encastrée Four encastré Four micro-ondes Grill	1,0 ... 2,0 0,8 ... 3,3	8,0 ... 14,0 6,0 ... 8,5 2,5 ... 5,0
Grille-pain/Plaque chauffante Mixeur à main/Presse-agrumes/Malaxeur Réchaud rapide Gaufrier Cafetière Friteuse Hotte	0,9 - 1,7 0,2 1,0 ... 2,0 1,0 ... 2,0 0,7 ... 1,2 1,6 ... 2,0 0,3	
Chauffe-eau à eau bouillante Ballon d'eau chaude Ballon d'eau chaude Ballon d'eau chaude Réservoir d'eau à chauffage rapide Chauffe-eau à écoulement libre Réservoir fixe	3 à 5 l 5/10/15 l 15 à 30 l 50 à 150 l 30 à 120 l 200 à 1000 l	2,0 2,0 4,0 6,0 21,0 18,0/21,0/24,0 2,0 ... 18,0
Fer à repasser Machine à repasser Essoreuse Machine toutes opérations Machine à laver Sèche-linge Sèche-cheveux	1,0 2,1 ... 3,3 0,4 3,2 3,3 3,3 0,8	7,5
Sèche-mains Sèche-serviette Saturateur Lampe infra rouge/ultra violette Solarium Sauna Radiateur de salle de bain	2,1 0,6 0,1 0,2 ... 2,2 2,8 3,5 1,0 ... 2,0	4,0 5,0 4,5 ... 18
Réfrigérateur Congélateur Combiné réfrigérateur/congélateur	0,2 0,2 0,3	
Lave-vaisselle Poste central de lavage Aspirateur Aspirateur-traineau Aspirateur-batteur Brosse à chaussures électrique Cireuse	3,5 3,5 1,0 0,6 0,2 0,5	4,5 5,0

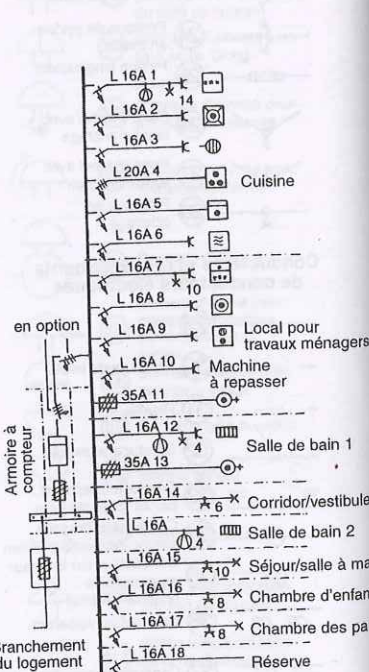
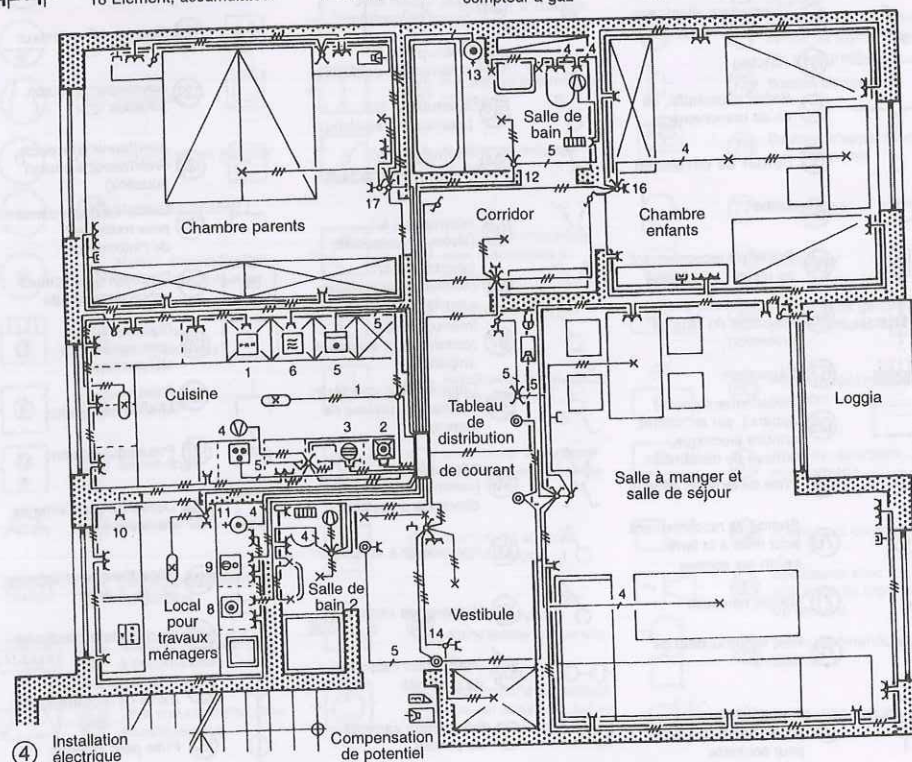
① Puissance des appareils électriques

Surface d'habitation m²	Nombre de circuits pour l'éclairage et les prises
jusqu'à 50	2
de 50 à 75	3
de 75 à 100	4
de 100 à 125	5
au-dessus de 125	6

② Nombre de circuits selon les normes

Surface d'habitation (m²)	Nombre de circuits pour l'éclairage et les prises
jusqu'à 50	3
de 50 à 75	4
de 75 à 100	6
de 100 à 125	7
au-dessus de 125	8

③ Nombre de circuits majoré

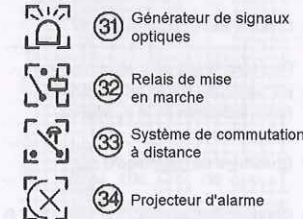
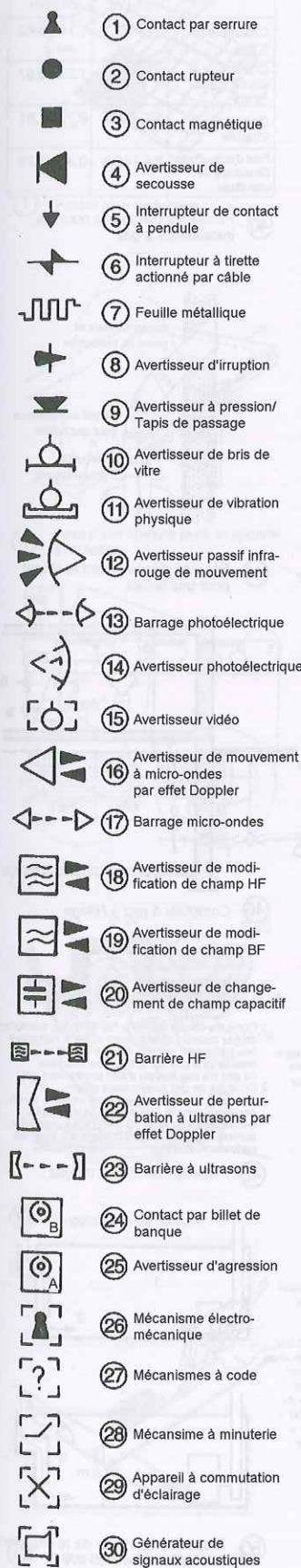


⑤ Schéma de distribution

DESSINER

INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES

Technique de signalisation d'effraction



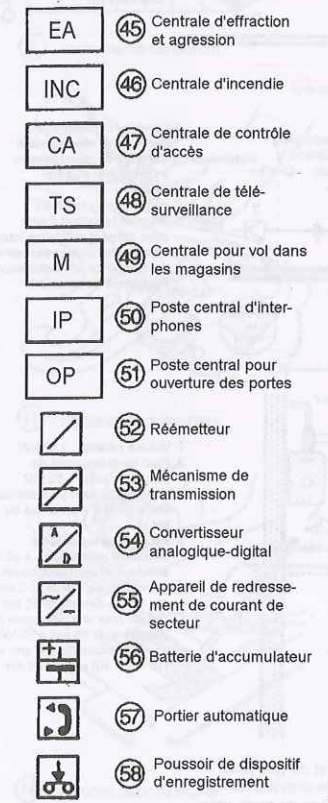
Technique de signalisation d'incendie



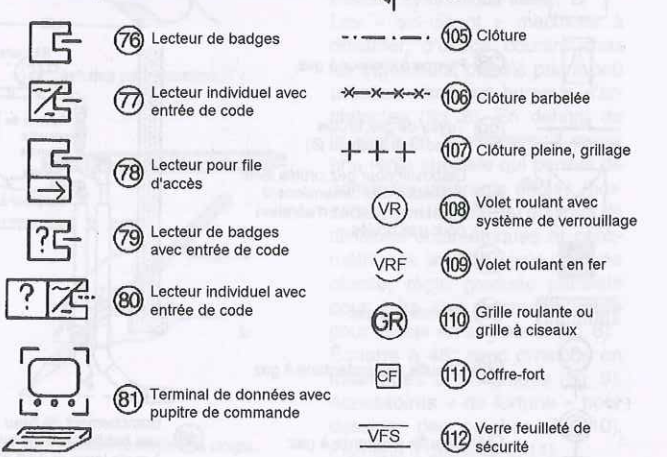
Technique de surveillance par télévision



Centrales/Accessoires

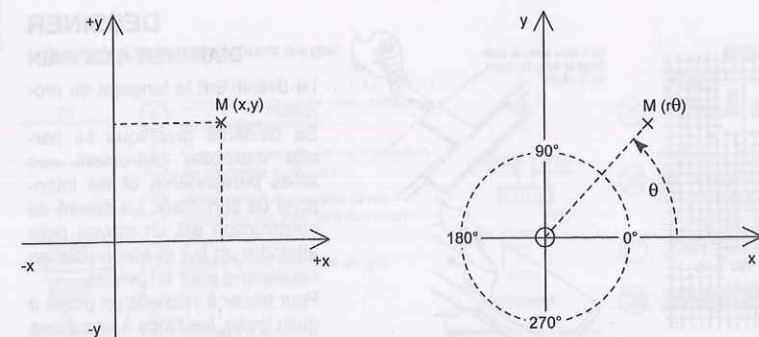


Technique de contrôle d'accès



DESSINER

TECHNIQUE DE LA SÉCURITÉ

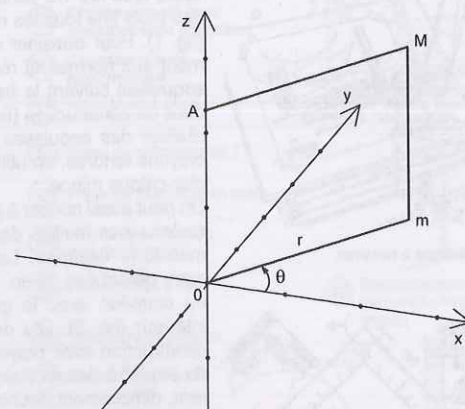


① Coordonnées cartésiennes.

Le couple (x,y) définit la position de tout point M du plan en fonction de l'origine O (0,0) par l'abscisse x - distance de M à l'axe (Ox) - et l'ordonnée y - distance de M à l'axe (Oy).

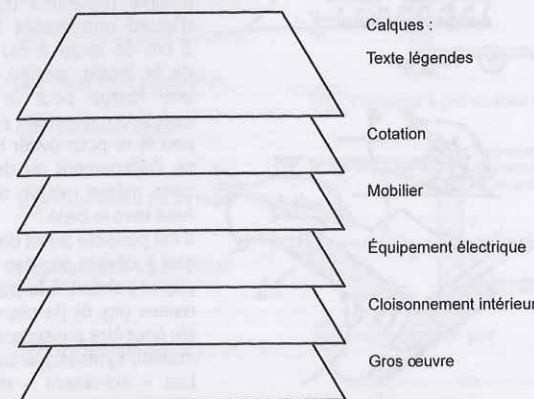
② Coordonnées polaires.

Le couple (r,θ) définit la position de tout point M du plan en fonction de l'origine O (0,0) par le module r - distance de M au point O - et l'angle θ - formé par les droites (Ox) et (OM).

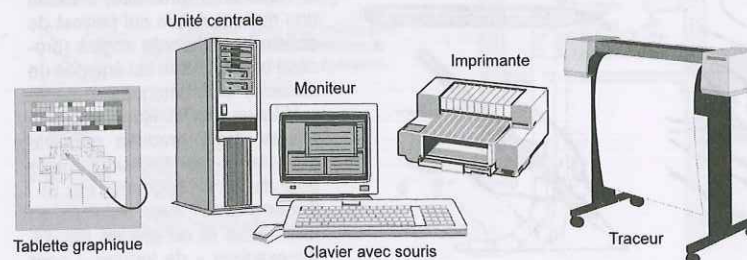


③ Coordonnées en trois dimensions.

En trois dimensions, on ajoute aux systèmes (x,y) ou (r,θ) une altitude z pour former les trinômes (x,y,z) ou (r,z,θ). Le point d'origine est généralement commun à tous les plans d'un projet. Il peut être défini par le géomètre en fonction du niveau général de la France (NGF) et des relevés sur le terrain.



④ L'utilisation des calques dans les logiciels de CAO/DAO consiste à dissocier un dessin en plusieurs couches élémentaires que l'on peut activer suivant les besoins pour les superposer ensuite dans le rendu final.



⑤ Équipement de base d'un poste CAO/DAO.

DESSINER

DESSIN D'ARCHITECTURE ET
CONCEPTION ASSISTÉE PAR ORDINATEUR

Pour l'architecte, le dessin est tout à la fois un outil de conception et de communication. Dans la phase de conception, il permet de confronter l'idée à sa représentation. Ensuite, il sert de support à l'expression du propos architectural et accompagne l'architecte tout au long du processus de création et construction, depuis la présentation du projet à la maîtrise d'ouvrage, jusqu'à l'échange des plans d'exécution avec les entreprises.

La table à dessin disparaît petit à petit des agences d'architecture, au profit de la mise en place d'outils informatiques, représentés par l'ensemble logiciel, ordinateur, imprimante et traceur.

Afin de répondre aux spécificités, tant de fond que de forme, des différentes étapes du processus architectural, il existe un large panel de logiciels de dessin et de modélisation numérique, l'ensemble constituant la Conception Assistée par Ordinateur (CAO). Depuis les simples logiciels de dessin qui offraient des avantages limités pour l'architecte, les systèmes ont évolué vers une réelle intégration de la démarche de l'architecte, afin de proposer des solutions cohérentes entre la conception (matérialisation d'une pensée) et la communication (production de documents destinés à être échangés et à évoluer).

L'avantage de ces outils provient de l'automatisation des tâches et de l'extension du tracé graphique à l'objet numérique. Derrière le dessin (double trait, par exemple) se trouve un objet possédant des caractéristiques (mur en béton, d'épaisseur x, isolé, etc.). Cette démarche enrichit le simple dessin de données constructives dans le cadre d'une conception globale que le logiciel, selon ses caractéristiques, peut contrôler. Cette dichotomie entre les représentations et l'objet architectural assure une plus grande fiabilité et diminue les temps d'exécution du dessin.

Le logiciel de CAO

Il utilise des outils de dessin numérique et comporte :

- une palette graphique contenant des outils de dessin (traits, vecteurs, rond, carré, hachures...);
- une bibliothèque d'objets afin de simplifier le dessin et de référencer les éléments par catégories et caractéristiques techniques (mur, fenêtre, dalle, prise électrique...);
- un système de calques qui permet de superposer sur une même couche, visualisée ou non, des informations de même ordre (gros œuvre, réseau électrique, évacuation des eaux usées...);
- une cotation des éléments en coordonnées cartésiennes ou polaires et des éléments de grille qui permettent de maîtriser précisément leur positionnement;
- une gestion des vues afin de gérer l'échelle du dessin (1/200°, 1/100°, 1/50°..., l'apparence générale (2D/3D) ou le mode de représentation (filaire/non filaire).

À ces éléments de dessin s'ajoutent des fonctions complexes propres aux spécificités du logiciel utilisé. Par exemple, une solution de dessin en trois dimensions pourra intégrer le calcul du métré alors qu'un logiciel technique permettra de faire des calculs de statique pour dimensionner les éléments de structure.

Il est important de connaître le champ d'utilisation que l'on souhaite faire de la CAO afin d'opter pour le système dont l'approche correspond le mieux à l'usage envisagé. L'intégration de paramètres plus complexes se fait généralement au détriment de la rapidité d'exécution. De même, il est possible de choisir un module de gestion multipostes. Celui-ci permet l'intervention de plusieurs personnes sur le même document (sur différents calques, par exemple) et d'agréger toutes les données. Les éditeurs de logiciels proposent des solutions de plus en plus sophistiquées et complètes. Il faut s'assurer de la cohérence de tous les modules sélectionnés et de l'adéquation entre la capacité des ordinateurs et la puissance que demandent les logiciels pour fonctionner correctement.

DESSINER

DESSIN D'ARCHITECTURE ET
CONCEPTION ASSISTÉE PAR ORDINATEUR

Objectifs et logiciels

Conception : dessin de plans, de coupes, d'élévations. Logiciels caractérisés par des outils de dessin puissants, par une simplicité de modification des vues, par le grand nombre de rendus possibles (filaire/non filaire, 2D/3D, axonométrie/perspective). Ils reprennent les techniques de dessin classique, et rassemblent dans un seul document toutes les informations contenues séparément (coupes, plans...). Ils permettent en outre d'élever le bâtiment en 3D.

Au sein de ce groupe de logiciels, on distingue les logiciels qui ont fondé leur technologie sur la 2D pour les uns et sur la 3D pour les autres. Dans le premier cas, le dessin s'effectue sur plan et la troisième dimension s'obtient par extrusion, c'est-à-dire en fixant une coordonnée z (altitude) aux éléments du plan. Dans le second cas, le dessin est effectué directement en 3D et le plan se déduit des éléments tridimensionnels. La différence entre les deux principes se manifeste lorsque la tâche à accomplir consiste à traiter des plans ou bien des éléments nécessitant une vue à trois dimensions. Dans la technologie 2D, le dessin sur plan est aussi précis que possible mais l'inclusion d'une fenêtre dans un mur, par exemple, impliquerait d'avoir préalablement créé le trou où prend place la fenêtre. Dans la technologie 3D, la cohérence entre les éléments de type fenêtre et mur est automatique, mais la vue en plan peut être imprécise, voire incomplète. Ces différences tendent à disparaître mais réclament une attention particulière.

Exemples : autocad, archicad

Rendu architectural

Logiciels permettant de travailler le rendu de projet, soigner la mise en page et le travail des images par la qualité des textures. Ils servent également à produire des animations en trois dimensions.

Exemples : illustrator, vector works, 3DSMax

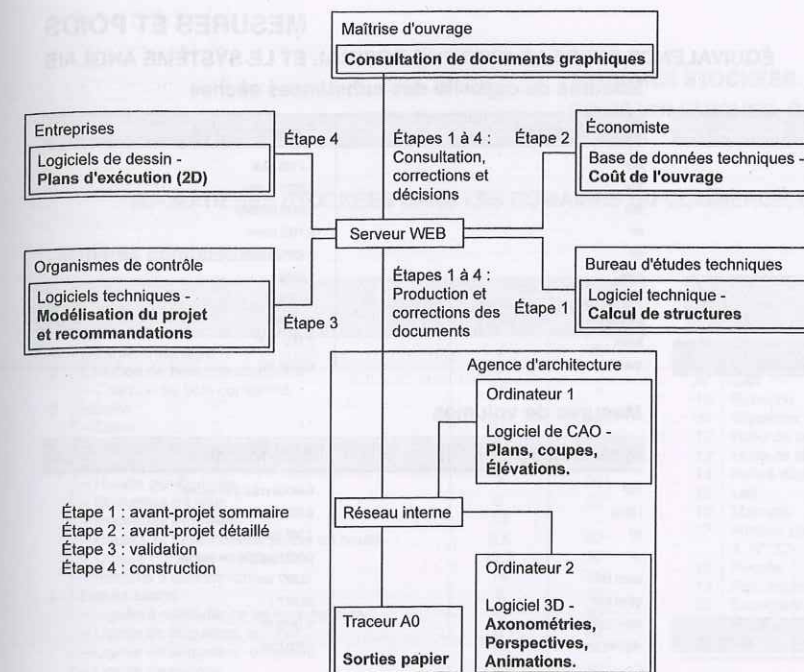
Calculs techniques : structure, réseaux (fluides, HVAC...), normes (incendie, HQE...).

Logiciels souvent issus de l'industrie, ils sont spécialisés dans le calcul et la modélisation de situations précises (forces et contraintes pour un calcul de structure, déplacement du front de flamme pour modéliser l'incendie...). Ils utilisent les éléments graphiques définis par l'architecte, les confrontent à un modèle technique et préconisent des solutions. Une fois les calculs réalisés, ces logiciels techniques produisent des plans d'exécution que l'architecte peut importer dans son projet numérique.

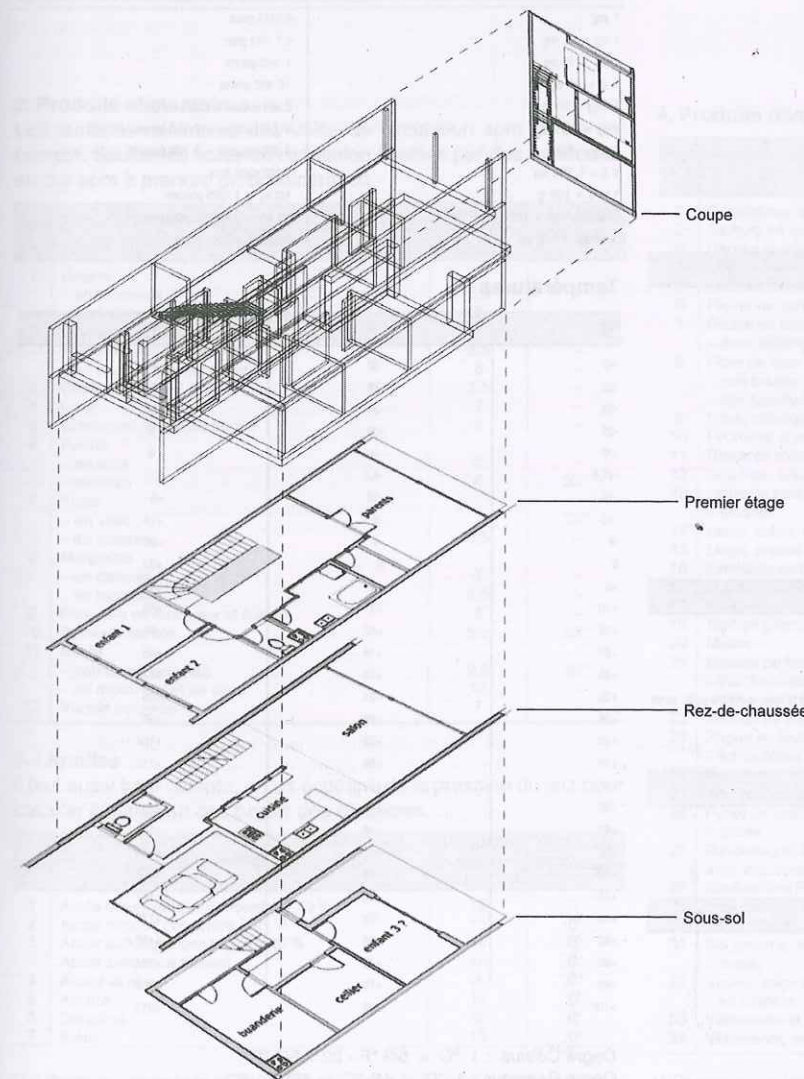
Exemple : Catia

Compatibilité et standards

L'intérêt principal de l'apparition de ces nouvelles solutions, outre la qualité et la rapidité d'exécution, vient de la compatibilité entre les différents documents. Chaque intervention, à quelque niveau que ce soit (architecte, bureau d'études, économiste, bureaux de contrôle, entreprises du bâtiment) peut être intégrée au sein de la maquette numérique, qui regroupe l'ensemble des données techniques et graphiques. Cela est rendu possible par l'utilisation de formats compatibles. Les extensions *.dxf, *.dwg, qui permettaient déjà l'échange de fichiers entre différentes plateformes ou entre différents logiciels sont en cours de remplacement par un modèle global, la norme IFC. Elle intègre les données graphiques et techniques au sein d'une vaste base de données dont la structure a été créée afin de répondre aux attentes de chaque intervenant de la chaîne de conception et construction.



⑥ Schéma simplifié de la circulation des documents informatiques pendant l'élaboration du projet.



⑦ Extraction des plans d'étages et de coupe à partir d'une vue 3D du projet.

MESURES ET POIDS

ÉQUIVALENCE ENTRE LE SYSTÈME DÉCIMAL ET LE SYSTÈME ANGLAIS

Mesures de longueur

Système décimal	Système anglais
1 mm	0.039 4 inch
1 cm	0.393 7 inch
1 dm	3.937 0 inches
1 m	1.093 6 yards
1 dam	10.936 1 yards
1 hm	109.361 4 yards
1 km	0.621 4 mile

Système décimal	Système anglais
cm	0.3937 inch (??)
m	3.2808 foot (?)
m	1.0936 yard (yd)
km	0.6214 statute mile (st. mi)
inch	2.5400 cm
foot	0.3048 m
yard	0.9144 m
statute mile	1.6093 km

Mesures de surface

Système décimal	Système anglais
1 mm ²	0.00155 square inch
1 cm ² = 100 mm ²	0.15499 square inch
1 dm ² = 100 cm ²	15.499 square inches
1 m ² = 100 dm ²	1.19599 square yards
1 dam ² = 100 m ²	119.5993 square yards
1 hm ² = 100 dam ²	2.4711 acres
1 km ² = 100 hm ²	247.11 acres
	ou
	0.3861 square mile
1 km ²	1.5499 square inches
1 a = 100 m ²	119.5993 square yards
1 ha = 100 a	2.4711 acres
	247.11 acres
	ou
1 km ² = 100 ha	0.3861 square miles

Système décimal	Système anglais
cm ²	0.1550 square inch (sq. in)
m ²	10.7639 square foot (sq. ft)
m ²	1.1960 square yard (sq. yd)
1 000 m ²	0.2471 acre (ac)
km ²	0.3861 square mile (sq. mi)
square inch	6.4516 cm ²
square foot	0.0929 m ²
square yard	0.8361 m ²
acre	4 046,8 m ²
square mile	2.5900 km ²

Mesures de volume

Système décimal	Système anglais
1 mm ³	0.000061 cubic inch
1 cm ³ = 1 000 mm ³	0.061023 cubic inch
1 dm ³ = 1 000 cm ³	61.024 cubic inches
	1 m ³ = 1 000 dm ³ 35.315 feet = 1.3079 cubic yards

Mesures de bois

Système décimal	Système anglais
1 m ³ = 1 stère	423.3 board feet

Mesures de capacité

Système décimal	Système anglais
1 ml = 1 cm ³	16.89 minims
1 cl = 10 ml	0.352 fluid ounce
1 dl = 10 cl	3.52 fluid ounces
1 l = 10 dl	1.76 pints
1 dal = 10 l	2.1998 gallons
1 hl = 10 dal	2.75 bushels
1 kl = 10 hl	3.437 quarters

Mesures de capacité des substances sèches

Système décimal	Système anglais
litre	0.1100 peck
litre	0.0275 bushel
litre	0.0122 kilderkin
m ³	6.1103 barrel
m ³	3.4370 quarter
peck	9.0922 l
bushel	36,3687 l
kilderkin	81,829 l
barrel	0,1637 m ³
quarter	0,2909 m ³

Mesures de volumes

Système décimal	Système anglais
cm ³	0.06102 cubic inch (cu.in)
l (litre)	0.03531 cubic foot (cu. ft)
m ³	1.308 cubic yard (cu. yd)
m ³	0.3531 register ton (reg.tn)
cubic inch	16,387 cm ³
cubic foot	28,317 l
cubic yard	0,7646 m ³
register ton	2,8317 m ³

Poids

Système décimal	Système anglais
1 mg	0.0154 grain
1 cg = 10 mg	0.1 543 grain
1 dg = 10 cg	1 543 grains
1 g = 10 dg	15 432 grains
1 dag = 10 g	0.353 ounce = 0.321 ounce
1 hg = 10 dag	3 527 ounces = 3 215 ounces
1 kg = 10 hg	2 205 pounds = 2 679 pounds
1 t = 1 000 kg	1.102 short tons
1 livre = 500 g	1/2 kg = 1.1023 pounds
1 demi-quintal = 100 livres	50 kg = 0.9842 hundred-weight
1 quintal = 100 kg	1.984 hundred-weight

Températures

°C	°R	°F
-40	-32	-40
-35	-28	-32
-30	-24	-22
-25	-20	-3
-20	-16	-4
-17,8	-4,2	0
-15	-12	+5
-10	-8	+14
-5	-4	+23
0	0	+32
+5	+4	+41
+10	+8	+50
+15	+12	+59
+20	+16	+68
+25	+20	+77
+30	+24	+86
+35	+28	+95
+40	+32	+104
+45	+36	+113
+50	+40	+122
+55	+44	+131
+60	+48	+140
+65	+52	+149
+70	+56	+158
+75	+60	+167
+80	+64	+176
+85	+68	+185
+90	+72	+194
+95	+76	+203
+100	+80	+212

Degré Celsius : 1 °C = 5/9 °F - 32 = 5/4 °R
 Degré Reaumur : 1 °R = 4/5 °C = 4/9 °F - 32
 Degré Fahrenheit : 1 °F = 9/5 °C + 32 = 9/4 °R + 32
 0 °C = 273,15 kelvins (K)

MESURES ET POIDS

PRÉVISIONS DE CHARGES POUR LE BÂTIMENT

MATIÈRES STOCKÉES. MATÉRIAUX ET ÉLÉMENTS DE CONSTRUCTION.

POIDS VOLUMIQUES CARACTÉRISTIQUES ET ANGLE DE FROTTEMENT

A.- MATIÈRES STOCKÉES DANS LES DOMAINES DU COMMERCE, DE L'INDUSTRIE ET DE L'AGRICULTURE

1. Matières combustibles

N°	Matière	Valeur de calcul (kN/m ³)	Angle de frottement
1	Bois de chauffage	4	45°
2	Charbon de bois non comprimé	4	—
	— Charbon de bois comprimé	15	—
3	Houille	6,5	35°
	— Coke	10	35°
	— Houille brute, à l'humidité de la mine	12	0°
	— Houille en décantation	7	25°
	— Houille pulvérulente	8	35°
	— Briquettes en vrac	13	—
	— Briquettes empilées	8,5	30°
	— Boulets et toutes autres sortes de houille	12,5	35°
	— Qualité moyenne d'exploitation	14	35°
	— Résidus d'exploitation	8	35°
4	Lignite sèche	10	30°
	— Lignite à consistance de terre humide	8	30°
	— Lignite en briquettes, en vrac	13	—
	— Lignite en briquettes, empilées	10	40°
	— Lignite semi-coke	5	25°
5	Tourbe (seulement comme combustible; voir aussi section 5 N° 22)	5	—
	— Tourbe noire, séchée, tassée	3	45°
	— Tourbe noire, séchée, en vrac non tassée	3	45°

2. Produits alimentaires

Les surfaces minimales des voies de circulation sont prises en compte. Seules les voies de circulation limitées par des matériaux en dur sont à prendre en considération.

N°	Matière	Valeur de calcul (kN/m ³)	Angle de frottement
1	Beurre	5,5	—
	— en tonneaux	8	—
2	Boissons en bouteilles	8,5	—
	— empilées et en caisses	6	—
	— en casiers (par ex. bière)	5,5	—
3	Cacao en sacs	7	—
4	Café	8	—
5	Conserves de toutes sortes	5	—
6	Farine	6	25°
	— en sacs	5	—
	— en vrac	7	25°
7	Fruits	3,5	—
	— en vrac	7	25°
	— en caisses	5,5	—
8	Margarine	8	—
	— en caisses	5,5	—
	— en tonneaux	8	—
9	Poissons en tonneaux et caisse	5,5	35°
10	Semoule de blé	9,5	35°
11	Sucre	16	—
	— non tassé (en vrac)	7	—
	— en morceaux et en sacs	7	—
12	Viande surgelée	7	—

3. Liquides

Il faut aussi tenir compte, le cas échéant, de la pression du gaz pour calculer l'épaisseur des parois des récipients.

N°	Matière	Valeur de calcul (kN/m ³)	Angle de frottement
1	Acide chlorhydrique concentré à 40 %	12	0°
2	Acide nitrique concentré à 91 %	15	0°
3	Acide sulfurique concentré à 30 %	14	0°
	Acide sulfurique fumant	19	0°
4	Alcool et éther	8	0°
5	Aniline	10	0°
6	Benzène	9	0°
7	Bière	10	0°

* La charge est exprimée ici en kN/m³. Elle correspond à une force (en kN) exercée par un volume unitaire de matériau de 1 m³ sur une surface unitaire de 1 m².

N°	Matière	Valeur de calcul (kN/m ³)	Angle de frottement
8	Céruse prête à l'emploi dans l'huile (voir paragraphe 4, N° 3)	10	0°
9	Eau	10	0°
10	Essence	8	0°
11	Glycérine	12,5	0°
12	Huile de créosote, huile lourde et créosote	11	0°
13	Huile de térébenthine	9	0°
14	Huiles végétales et ani males	10	0°
15	Lait	10	0°
16	Mercure	136	0°
17	Minium de plomb prêt à l'emploi (voir paragraphe 4, N° 22)	60	0°
18	Pétrole	8	0°
19	Poix liquide	12	0°
20	Sapropèle avec 50 % d'eau (voir paragraphe 4, N° 29 et 30)	11	0°
21	Vin	10	0°

4. Produits divers en vrac et empilés

N°	Matière	Valeur de calcul (kN/m ³)	Angle de frottement
1	Caoutchouc et élastomère bruts	10	—
2	Carbure en morceaux	9	30°
3	Céruse pulvérulente	90	—
4	Copeaux de bois, en vrac non tassé	2	45°
5	Cuir, en lamelles	10	—
6	Farine de poisson	8	45°
7	Feutre en ballots	5	—
	— avec revêtement PVC en rouleau	7	—
8	Fibre de bois, en sacs, sèche	3	—
	— non tassée, sèche	2,5	45°
	— non tassée, humide	5	45°
9	Fibre, cellulose, pressées en ballots	12	0°
10	Fournures et peaux empilées ou en ballots	9	—
11	Glace en morceaux	8,5	—
12	Goudron, bitumes	14	—
13	Laine de bois, non tassée	1,5	45°
	— pressée	4,5	—
14	Laine, coton, pressés, séchés à l'air	13	—
15	Liège, pressé	3	—
16	Linoléum en rouleaux	13	—
17	Livres et dossiers empilés	8,5	—
18	Malt	5,5	20°
19	Malt en germe	2	—
20	Mastic	12	—
21	Minéral de fer	14	40°
	— Fer limoneux	39	40°
22	Minium de plomb pulvérulent	90	—
23	Papier en feuilles	11	—
	— en rouleaux	15	—
24	Poix	11	—
25	Porcelaine ou faïence empilée	11	—
26	Pyrite en vrac	27	45°
	— grillée	14	45°
27	Rayonnages à documents et armoires courantes avec leur contenu	6	—
28	Revêtement PVC en rouleaux	15	—
29	Sapropèle avec plus de 50 % d'eau ⁽¹⁾	11 ⁽¹⁾	0 ⁽¹⁾
30	Sapropèle concentré jusqu'à 30 % d'eau ⁽¹⁾	12,5 ⁽¹⁾	20 ⁽¹⁾
31	Sel gemme, concassé	22	45°
	— moulu	12	40°
32	Soude, calcinée	25	45 ⁽²⁾
	— en cristaux	15	40°
33	Vêtements et tissus, en paquets ou en ballots	11	—
34	Vêtements, non tassés	3	—

(1) Remarque : les valeurs entre 30 % et 50 % sont à interpoler linéairement.

(2) Remarque : l'angle de frottement est supposé être de 20° pour le stockage en silo.

5. Matières agricoles en vrac et empilées

La valeur de 3,5 kN/m² doit être prise pour base comme plus petite charge, même quand des valeurs plus faibles résultent des estimations suivantes.

N°	Matière	Valeur de calcul (kN/m ²)	Angle de frottement
1	Aliments concentrés		
	a) Flocons de farine verte et de pomme de terre	1,5	45°
	b) Fourrage vert en boulettes Ø 15 à 30 mm	6	45°
	c) Fourrage vert en briquettes Ø 50 à 80 mm	4,5	50°
	d) Granulés de farine verte Ø 4 à 8 mm	7,5	45°
	e) Gruau de graines oléagineuses et aliments concentrés mélangés	5,5	45°
	f) Gruau de malt et de céréales	4	45°
	g) Son	3	45°
	h) Tourteau de graines oléagineuses	10	—
2	Betteraves à sucre - pulpe de betterave humide	10	0°
	pulpe de betterave sèche	3	45°
3	Céréales		
	a) Avoine, blé, seigle, orge	9	30°
	b) Chènevis	5	30°
	c) Fruits oléagineux, laiche, en entier	6,5	25°
	d) Légumes secs	8,5	25°
	e) Maïs	8	28°
	f) Orge à brasser	8	30°
	g) Riz	8	33°
	h) Semence de betteraves à sucre et d'herbe	3	30°
4	Ensilage d'herbes humides	11	0°
5	Ensilage humide (grains de maïs)	16	0°
6	Ensilage préfané	5,5	0°
7	Foin comme ci-avant, mais lié par fil de fer	1,7	—
8	Foin en balles fortement comprimées ou haché court	1,4	—
9	Foin long et peu dense en balles peu comprimées ou haché long (plus de 11,5 cm)	0,9	—
10	Fourrage vert, étalé non tassé	4	—
11	Houblon en sacs	1,7	—
	— en boîtes cylindriques	4,7	—
	— comprimé ou en sacs	2,9	—
12	Lin empilé ou pressé en ballots	3	—
13	Paille en balles fortement comprimées liées avec ficelles	1,1	—

N°	Matière	Valeur de calcul (kN/m ²)	Angle de frottement
14	Paille en balles fortement comprimées liées avec fil métallique	2,7	—
15	Paille en balles peu comprimées ou hachée court (jusqu'à 5 cm)	0,8	—
16	Paille en morceaux	1	—
17	Paille, longue et en vrac ou en balles de moissonneuse-batteuse	0,7	—
18	Pommes de terre ensilées	10	0°
19	Pommes de terre, betteraves, carottes (en vrac non tassées)	7,6	30°
20	Soja	7,8	23°
21	Tabac lié ou en balles	5	—
22	Tourbe, peu dense séchée à l'air, peu dense en vrac	1	—
	— peu dense, mais vibrée	1,5	—
	— pressée, en balles	3	—

6. Engrais

N°	Matière	Valeur de calcul (kN/m ²)	Angle de frottement
1	Chlorure de potassium	12	28°
2	Compost (en tas jusqu'à 1 m)	12	45°
3	Engrais à base d'azote et de phosphore	11,5	25°
4	Engrais à base d'azote et de potassium	10	28°
5	Engrais à base d'azote, de phosphore et de potassium	12	25°
6	Engrais à base de phosphore (sans phosphate métallurgique)	14	25°
7	Engrais à base de phosphore et de potassium	13	25°
8	Engrais simple à base d'azote	11	25°
9	Fumier de ferme jusqu'à une hauteur de 1,5 m	6	45°
10	Fumier en tas	10	45°
11	Magnésium, potassium	13	30°
12	Phosphate métallurgique	22	25°
13	Purin, lisier, fumier liquide	10	0°
14	Sulfate de potassium	16	28°
15	Urines	8	24°

B.- MATÉRIAUX ET ÉLÉMENTS DE CONSTRUCTION (EN TANT QUE MATIÈRES STOCKÉES ET CONSTITUANTS DE BÂTIMENTS)

1. Matériaux stockés⁽¹⁾

N°	Matière	Valeur de calcul (kN/m ²)	Angle de frottement
1	Argile expansée, schiste expansé	15 ⁽²⁾	30°
2	Béton peu dense	8	40°
	vibré	11	—
3	Briques en poudre, graviers de briques et briques concassées, à l'humidité de la terre	15	35°
4	Calcaire en poudre	13	27°
5	Cendre de coke	7,5	25°
6	Cendre de lignite pour filtre	15	20°
7	Cendre pulvérisée	10	25°
8	Chaux ; Chaux durcissant à l'air (chaux blanche, chaux dolomitique, chaux carburée)		
	calcinée, en morceaux	13	45°
	calcinée, broyée	13	25°
	calcinée, éteinte (hydrate sec)	6	25°
	calcinée, éteinte (pâte de chaux)	13	0°
9	Chaux ; Chaux durcissant à l'eau (chaux hydraulique, calcaire hydraulique, chaux fortement hydraulique)		
	calcinée, en morceaux	13	45°
	calcinée, broyée	13	25°
	calcinée, éteinte	11	25°
10	Ciment broyé	16	28°
	Clinker	18	36°
11	Graviers et sable, sec ou à l'humidité de la terre. En tas humide (pas sous l'eau), augmenter la valeur de calcul de 2 kN/m ²	18	35°
12	Gypse, broyé	15	25°
13	Lave cellulaire, concassée, à l'humidité de la terre	10	35°
14	Magnésite (oxyde de magnésium calciné caustique) broyé	12	25°
15	Matériaux synthétiques		
	a) Colle résinique	13	—
	b) Polyéthylène, polystyrol en granulés	6,5	30°
	c) PVC en poudre	6	40°
	d) Résine polyester	12	—

N°	Matière	Valeur de calcul (kN/m ²)	Angle de frottement
16	Plexiglas	12	—
17	Ponce de laitier, à l'humidité de la terre (portland métallurgique écumeux), pierre ponce naturelle	9	35°
18	Ponce de laitier, sèche	7	35°
19	Scorie de haut-fourneau en granulés, scorie de chaudière	11	30°
20	Scorie de haut-fourneau en morceaux	18	40°
21	Tuf volcanique, broyé	15	25°
22	Verre armé	26	—
23	Verre en plaques	25	—

⁽¹⁾Remarque : voir les normes pour autres informations concernant les matériaux non cohérents (graviers, sable, cailloux roulés, etc.) et les matériaux cohérents et organiques (diatomite, marnes, argile, tourbe).

⁽²⁾Remarque : la plus grande valeur qui n'est généralement pas atteinte.

2. Métaux

N°	Matière	Valeur de calcul (kN/m ²)
1	Acier et fer soudé	78,5
2	Alliages d'aluminium	28
3	Aluminium	27
4	Bronze	85
5	Cuivre	89
6	Étain, laminé	74
7	Fonte	72,5
8	Laiton	85
9	Magnésium	18,5
10	Nickel	89
11	Plomb	114
12	Zinc coulé	69
	— laminé	72

3. Bois et matériaux dérivés du bois (protégés de l'humidité et des intempéries)

Sont pris en compte dans les calculs de poids les suppléments pour les petites pièces en acier, en bois dur, la peinture ou les produits d'imprégnation. Il faut encore tenir compte du poids des tirants en acier, des plaques d'éclissages, des colliers de fixation, des coussinets et des paliers.

N°	Matière	Valeur de calcul (kN/m ²)
1	Bois d'arbres à feuilles caduques	6 à 8
2	Bois de conifères, en général	4 à 6 ⁽¹⁾
3	Bois exotiques	Identification nécessaire
4	Bois stratifié collé en planches	4 à 5
5	Contreplaqué à plis	4,5 à 8
6	Lamellé collé	4,5 à 6,5
7	Panneaux d'agglomérés	5 à 7,5
8	Panneaux durs en fibres	9 à 11
9	Panneaux isolants	2,5 à 4
10	Panneaux semi-durs en fibres	6 à 8,5

(1) Voir paragraphe 5.1.

4. Béton et mortier

4.1 Béton

Les valeurs de calcul sont aussi valables pour les éléments préfabriqués en béton. Elles sont en général à majorer de 1 kN/m² pour le béton frais. La charge caractéristique du béton et du béton armé doit être déterminée à partir d'éprouvettes, respectivement à partir de l'estimation de la part de ferrailage, quand elle s'écarte des valeurs suivantes pour des raisons particulières (par ex. agrégats pesants ou particulièrement légers, part de l'armature importante) dans la mesure où une telle différence aurait une influence notable sur la stabilité du bâtiment. Les effets sur la pression du coffrage ne sont pas ici pris en compte.

4.1.1 Béton-gaz armé

Classe de masse volumique apparente (g/cm ³) ⁽¹⁾	Valeur de calcul (kN/m ²)
0,5	6,2
0,6	7,2
0,7	8,4
0,8	9,5

4.1.2 Béton léger selon les "Directives pour le béton léger et le béton léger armé à texture fermée"

Classe de masse volumique apparente (g/cm ³) ⁽¹⁾	Valeur de calcul (kN/m ²)
1,0	10,5
1,2	12,5
1,4	14,5
1,6	16,5
1,8	18,5
2,0	20,5

4.1.3 Béton léger armé selon les "Directives pour le béton léger et le béton léger armé à texture fermée"

Classe de masse volumique apparente (g/cm ³) ⁽¹⁾	Valeur de calcul (kN/m ²)
1,0	11,5
1,2	13,5
1,4	15,5
1,6	17,5
1,8	19,5
2,0	21,5

4.1.4 Béton standard à texture fermée (masse volumique apparente jusqu'à 2,7 g/cm³)

jusqu'à B 10 (Bn 100)	23
à partir de B 15 (Bn 150)	24

4.1.5 Béton armé en béton normal à texture fermée

à partir de B 15 (Bn 150)	25
---------------------------	----

4.1.6 Béton léger avec addition de copeaux de bois (béton à copeaux de bois)⁽²⁾

Classe de masse volumique apparente (g/cm ³) ⁽¹⁾	Valeur de calcul (kN/m ²)
1,0	10
1,2	12
1,4	15
1,6	16
1,8	18
2,0	20

L'interpolation linéaire est autorisée

⁽¹⁾Remarque : 1 g/cm³ = 1 kg/dm³.

⁽²⁾Remarque : à signaler la réglementation dans le cahier de surveillance des travaux.

4.1.7 Béton léger à texture poreuse de débris

Classe de masse volumique apparente (g/cm ³) ⁽¹⁾	Valeur de calcul (kN/m ²)
1,0	10
1,2	12
1,4	15
1,6	16
1,8	18
2,0	20

4.2 Mortier pour maçonnerie et pour enduit

N°	Matière	Valeur de calcul (kN/m ²)
1	Mortier de chaux (mortier pour maçonnerie et pour enduit), mortier de plâtre et de chaux, mortier de sable et de plâtre (mortier pour enduit), mortier d'anhydrite	18
2	Mortier de ciment et de chaux (mortier bâtard) et mortier de tuf et de chaux	20
3	Mortier de ciment, mortier de tuf et de ciment et mortier avec liant	21
4	Mortier de plâtre, sans sable	12
5	Mortier de terre (argile)	20

5. Ouvrages de maçonnerie

Les valeurs de calcul concernent seulement les maçonneries sans enduits. Le mortier des joints et un taux d'humidité normal sont ici pris en compte.

5.1 Maçonnerie en roches naturelles

Les valeurs supérieures des caractéristiques moyennes courantes selon la norme concernant le « Contrôle des pierres naturelles » sont à la base des valeurs suivantes.

5.1.1 Roches éruptives (cristallines)

N°	Matière	Valeur de calcul (kN/m ²)
1	Basalte, mélaphyre, diorite, gabbro	30
2	Diabas	29
3	Granite, syénite, porphyre	28
4	Lave basaltique	24
5	Trachyte	26

5.1.2 Roches sédimentaires

N°	Matière	Valeur de calcul (kN/m ²)
1	Autres calcaires y compris conglomérats calcaires, travertins et autres	26
2	Calcaire dense, dolomie y compris calcaire coquillier et marbre	28
3	Grès de houillère, grès	27
4	Tufs volcaniques	20

5.1.3 Roches métamorphiques

N°	Matière	Valeur de calcul (kN/m ²)
1	Gneiss, granulite	30
2	Schiste, ardoise	28
3	Serpentine	27

MESURES ET POIDS

PRÉVISIONS DE CHARGES POUR LE BÂTIMENT

5.2 Maçonnerie en blocs artificiels

Briques ; briques pleines, briques creuses
Briques ; briques légères de remplissage
Briques ; briques à haute rigidité et brique recuite (clinker)
Briques ; briques pleines, briques perforées et briques creuses
Agglomérés en laitier granulé ; agglomérés pleins, agglomérés perforés et parpaings creux
Agglomérés en béton cellulaire
Agglomérés à trous en béton léger
Parpaings creux en béton léger
Agglomérés pleins et blocs pleins en béton léger (actuellement en projet)
Parpaings creux et agglomérés en T en béton à texture fermée

Les valeurs suivantes de calcul sont à diminuer de 1 kN/m³ pour les maçonneries avec des mortiers légers.

0,5	7
0,6	8
0,7	9
0,8	10
0,9	11
1,0	12
1,2	14
1,4	15
1,6	17
1,8	18
2,0	20
2,1	21
2,2	22
2,5	25

5.2.2 Briques réfractaires (briques siliceuses)

1,8	18
2,0	20

6. Planchers (planchers d'étages et planchers de combles)

6.1 Plancher en béton armé (y compris les armatures en acier, mais sans le poids d'éventuelles poutres métalliques)

N°	Matière	Valeur de calcul (kN/m ³)
1	Dalles de béton armé	0,25
2	Planchers mixtes, en acier et en agglomérés pontés avec joints partiellement en mortier (élément de longueur 250 mm) pour une épaisseur de plancher de :	
	Masse volumique apparente des agglomérés (g/cm ³)	
	0,60 0,80 1,00 1,20	
	1,25 1,45 1,65 1,85	
	1,50 1,75 2,00 2,25	
	1,90 2,15 2,40 2,75	
	2,15 2,45 2,80 3,15	
	2,45 2,80 3,15 3,55	
	2,75 3,10 3,50 3,95	
	3,05 3,45 3,90 4,30	
	3,35 3,80 4,25 4,70	
3	Planchers en béton armé en agglomérés pontés avec joints entièrement en mortier (élément de longueur 250 mm) pour une épaisseur de plancher de :	
	Masse volumique apparente des agglomérés (g/cm ³)	
	0,6 0,8 1,0 1,2	
	1,45 1,60 1,85 2,00	
	1,80 1,95 2,20 2,45	
	2,20 2,40 2,65 2,95	
	2,55 2,80 3,05 3,40	
	2,90 3,15 3,45 3,65	
	3,20 3,55 3,90 4,30	
	3,70 4,10 4,45 4,80	
	4,05 4,45 4,85 5,25	
4	Planchers en poutres de béton armé avec éléments intermédiaires en béton sans rôle statique, pour une distance entre axes des poutres de 62,5 cm et une épaisseur de plancher :	
	Masse volumique apparente du béton (g/cm ³) des éléments intermédiaires	
	1,40 2,30	
	2,13 2,85	
	2,28 2,95	
	2,48 3,18	
	pour une distance entre axes des poutres de 75 cm et une épaisseur de plancher de : 20 cm	2,13 2,85
5	Planchers à nervures en béton armé précontraint suivant une direction ⁽⁹⁾ avec éléments intermédiaires sans rôle statique en béton, par ex. de forme C ou D et avec une dalle de compression en béton de 5 cm d'épaisseur	

N°	Matière	Valeur de calcul (kN/m ³)
a)	pour une distance de 50 cm entre les axes des nervures et une épaisseur totale de plancher de :	Masse volumique apparente du béton (g/cm ³) des éléments intermédiaires
	17 cm	1,40 2,30
	19 cm	2,95 3,58
	21 cm	3,14 3,75
	23 cm	3,71 4,38
	25 cm	3,79 4,48
	27 cm	3,87 4,55
	29 cm	4,00 4,71
	33 cm	4,11 4,83
		5,04 6,15
b)	pour une distance de 62,5 cm entre les axes des nervures et une épaisseur totale de plancher de :	Masse volumique apparente du béton (g/cm ³) des éléments intermédiaires
	17 cm	1,40 2,30
	19 cm	2,77 3,36
	21 cm	2,99 3,63
	23 cm	3,42 4,13
	25 cm	3,50 4,16
	27 cm	3,57 4,24
	29 cm	3,67 4,35
	33 cm	3,76 4,47
		4,63 5,74
c)	avec des briques pontées sans rôle statique et une dalle de compression en béton de 5 cm d'épaisseur (distance de 50 cm entre axes des nervures)	Masse volumique apparente des briques (g/cm ³) des éléments intermédiaires
	19,0 cm	0,60 0,90
	21,5 cm	2,55 2,95
	24,0 cm	2,80 3,25
	26,5 cm	3,05 3,55
	29,0 cm	3,40 4,00
	31,5 cm	3,65 4,30
	34,0 cm	3,90 4,65
	36,4 cm	4,15 4,95
	39,0 cm	4,65 5,45
		4,90 5,80
6	Planchers à nervures en béton armé précontraint suivant une direction avec	Valeurs de calcul d'après les données des fabricants en considérant les normes correspondantes ; pour des calculs approximatifs, les poids des planchers sont estimés en respectant les normes correspondantes.
a)	Éléments intermédiaires en béton ayant un rôle statique	
b)	Éléments intermédiaires en briques ayant un rôle statique ou en briques pontées (sans couche de béton)	
	• Distance entre les axes des nervures de 50 cm et épaisseur du plancher de :	Masse volumique apparente des briques (g/cm ³)
	11,5 cm	0,6 0,8 1,0 1,2
	14,0 cm	1,19 1,39 1,59 1,79
	16,5 cm	1,43 1,68 1,92 2,17
	19,0 cm	1,67 1,96 2,25 2,55
	21,5 cm	1,92 2,25 2,58 2,92
	24,0 cm	2,24 2,61 2,98 3,36
	26,5 cm	2,50 2,91 3,32 3,74
	29,0 cm	2,81 3,26 3,71 4,17
	31,5 cm	3,07 3,56 4,05 4,56
	34,0 cm	3,32 3,85 4,40 4,95
		3,58 4,16 4,74 5,33
	• Distance entre les axes des nervures de 62,5 cm et épaisseur du plancher :	Masse volumique apparente des briques (g/cm ³)
	11,5 cm	0,6 0,8 1,0 1,2
	14,0 cm	1,13 1,33 1,54 1,75
	16,5 cm	1,35 1,60 1,85 2,11
	19,0 cm	1,58 1,88 2,18 2,48
	21,5 cm	1,81 2,15 2,50 2,85
	24,0 cm	2,11 2,49 2,87 3,27
	26,5 cm	2,35 2,77 3,20 3,64
	29,0 cm	2,64 3,11 3,58 4,06
	31,5 cm	2,88 3,39 3,91 4,43
	34,0 cm	3,13 3,68 4,24 4,81
		3,37 3,96 4,57 5,19
7	Planchers à nervures sans hourdis	La recherche des valeurs de calcul des charges caractéristiques est à faire en fonction de la configuration.
8	Structure creuse en béton armé avec béton de masse volumique apparente 2,3 g/cm ³ et avec une épaisseur :	
	5 cm	0,85
	6 cm	1,00
	7 cm	1,15
	8 cm	1,30
	9 cm	1,50
	10 cm	1,65
	11 cm	1,85
	12 cm	2,00

6.2 Planchers en plaques de béton-gaz et béton-mousse durcis à la vapeur ainsi que structures creuses en béton armé de béton léger

N°	Matière	Valeur de calcul par centimètre d'épaisseur (kN/m ³)
1	Plaques de toit	
	Masse volumique apparente du béton (g/cm ³)	
	0,5	0,062
	0,6	0,072
2	Plaques de plancher et plaques de toit	
	Masse volumique apparente du béton (g/cm ³)	
	0,7	0,084
	0,8	0,095
3	Structures creuses en béton armé de béton léger pour une épaisseur de :	Valeur de calcul (kN/m ³)
	5 cm	0,55
	6 cm	0,60
	7 cm	0,65
	8 cm	0,72
	9 cm	0,80
	10 cm	0,88
	11 cm	0,95
	12 cm	1,00
	14 cm	1,17
	16 cm	1,35

6.3 Planchers en éléments pleins et éléments perforés ou en éléments pleins de béton léger(1)

N°	Matière	Valeur de calcul (kN/m ³)
	Épaisseur 11,5 cm (résistance minimum à la pression 15 N/mm ²)	
	Briques pleines, éléments pleins ou élément de laitier granulé avec masse volumique apparente de 1,8 g/cm ³	2,20
	Éléments réfractaires à grands trous, éléments pleins en béton léger avec masse volumique apparente de 1,6 g/cm ³	2,05
	Éléments poreux ou perforés avec masse volumique apparente du constituant de 1,4 g/cm ³	1,90
	Éléments poreux ou perforés avec masse volumique apparente du constituant de 1,2 g/cm ³	1,70

⁽¹⁾Remarque : les valeurs de calcul pour les planchers précontraints suivant deux axes sont à majorer de la partie due aux nervures supplémentaires.

6.4 Planchers voûtés (sans poids porteur). Voûte de cave jusqu'à une distance entre appuis de 2 m, y compris le remplissage

N°	Matière	Valeur de calcul (kN/m ³)
1	En éléments pleins avec une épaisseur totale de :	
	11,5 cm	2,75
	24,0 cm	5,40
2	En éléments pleins de béton léger, briques perforées et éléments perforés silico-calcaires avec une épaisseur totale de :	
	11,5 cm	1,20 2,40
	24,0 cm	1,80 2,25 3,60 4,50

6.5 Planchers en béton armé et verre

N°	Matière	Valeur de calcul (kN/m ³)
1	Avec pavés de verre massifs (nervures de largeur 3 cm et de hauteur 8 cm)	1,00
2	Avec pavés de verre creux (nervures de largeur 3 cm et de hauteur 10 cm)	1,40
3	Avec pavés de verre massifs de 6 cm de haut (nervures de largeur 5 cm et de hauteur 12 cm)	1,95

7. Panneaux, mur en panneaux, parois diverses, murs en dalles de verre

Les valeurs de calcul concernent des murs sans crépi en incluant les joints. La charge des murs avec ossatures est à déterminer à partir des valeurs de chaque élément de construction.

MESURES ET POIDS

PRÉVISIONS DE CHARGES POUR LE BÂTIMENT

7.1 Panneaux muraux en béton léger et panneaux muraux perforés en béton léger

Masse volumique apparente des plaques (g/cm ³)	Valeur de calcul par centimètre d'épaisseur (kN/m ³)
a) Pour les panneaux muraux perforés en béton léger	
0,6	0,08
0,7	0,09
0,8	0,10
0,9	0,11
1,0	0,12
1,2	0,14
1,4	0,15
b) Pour les panneaux muraux en béton léger	
0,8	0,09
0,9	0,10
1,0	0,11
1,2	0,13
1,4	0,15

7.2 Panneaux muraux non armés en béton-gaz

Masse volumique apparente des plaques (g/cm ³)	Valeur de calcul par centimètre d'épaisseur (kN/m ³)
Avec une épaisseur de joint normale	
0,5	0,060
0,6	0,070
0,7	0,080
0,8	0,090
Avec une couche mince de mortier	
0,5	0,055
0,6	0,065
0,7	0,075
0,8	0,085

7.3 Panneaux muraux en plâtre et plaques de parement en plâtre

N°	Matière	Masse volumique apparente (g/cm ³)	Valeur de calcul (kN/m ³) cm d'épaisseur
1	Panneau mural en plâtre cellulaire	0,7	0,07
2	Panneau mural en plâtre	0,9	0,09
3	Plaque de plâtre cartonné		0,11

7.4 Autres types de parois

7.4.1 Murs en panneaux de béton-gaz durcis à la vapeur et armés

Masse volumique apparente des plaques (g/cm ³)	Valeur de calcul par centimètre d'épaisseur (kN/m ³)
0,5	0,062
0,6	0,072
0,7	0,084
0,8	0,095

7.4.2 Construction murale avec éléments de revêtement en béton mélangé à des copeaux de bois

Matière	Valeur de calcul (kN/m ³)
Mélange béton-copeaux de masse volumique apparente jusqu'à 0,6 g/cm ³	
Béton maigre de masse volumique apparente 2,3 g/cm ³	
Épaisseur de mur	
17,5 cm	2,8
20,0 cm	3,2
24,0 cm	4,0
30,0 cm	4,9

7.4.3 Construction murale avec éléments de revêtement en béton léger

Matière	Valeur de calcul (kN/m ³)
Béton léger de masse volumique apparente allant de 1,0 à 1,6 g/cm ³	
Béton maigre de masse volumique apparente 2,3 g/cm ³	
Épaisseur de mur	
17,5 cm	1,0 1,2 1,4 1,6
20,0 cm	3,2 3,3 3,4 3,6
24,0 cm	3,7 3,8 4,0 4,1
30,0 cm	4,5 4,7 4,8 5,0
	5,5 5,6 6,0 6,2

MESURES ET POIDS

PRÉVISIONS DE CHARGES POUR LE BÂTIMENT

7.4.4 Cloisons avec plaques de plâtre cartoné

N°	Matière	Valeur de calcul (kN/m ²)
	Cloisons à montants avec garniture de laine minérale	0,35
	– à parement simple	0,50
	– à parement double	

7.4.5 Cloisons avec plaques de plâtre cartoné et garniture de laine

N°	Matière	Valeur de calcul (kN/m ²)
	Avec enduit à la truelle	0,50
	Cloison sèche	0,70

7.4.6 Cloisons en plaques de plâtre

N°	Matière	Valeur de calcul (kN/m ²)
1	Cloison simple	0,55
	60 mm d'épaisseur	0,75
	80 mm d'épaisseur	0,90
2	Cloison double avec garniture de laine minérale de 40 mm	1,50
3	Cloison double avec garniture de laine minérale, y compris 2 x 50 mm de panneaux légers en laine de bois et un espace d'air intermédiaire de 20 mm d'épaisseur	1,80
	200 mm d'épaisseur	
	280 mm d'épaisseur	

7.5 Murs de briques de verre

N°	Matière	Valeur de calcul (kN/m ²)
	Briques de verre	1,00
	80 mm d'épaisseur	1,25
	100 mm d'épaisseur	

7.6 Vitrage sans meneaux comme cloison ou mur transparent

N°	Matière	Valeur de calcul (kN/m ²)
1	Verre profilé simple	0,27
2	Verre profilé double	0,54

8. Enduits

N°	Matière	Valeur de calcul (kN/m ²)
1	Enduit sur treillage (plafond en treillis métallique de type Rabitz et revêtement) avec épaisseur de mortier de 30 mm	0,50
	avec enduit au plâtre avec mortier de chaux : mortier de plâtre cuit ou mortier de plâtre et de sable avec mortier de ciment	0,80
		0,80
2	Enduit de plâtre cuit sur support d'enduit comme treillis soudé, treillis avec pastilles en briques, métal déployé, avec épaisseur de mortier de 30 mm	0,50
3	Enduit de plâtre cuit sur panneaux légers en laine de bois d'épaisseur 15 mm, avec épaisseur de mortier de 20 mm	0,35
4	Enduit de plâtre cuit sur panneaux légers en laine de bois d'épaisseur 25 mm, avec épaisseur de mortier de 20 mm	0,45
5	Enduit de plâtre cuit sur plaque de support d'enduit en plaques de plâtre cartoné d'épaisseur 9,5 mm, avec épaisseur de mortier de 8 mm	0,23
6	Enduit de plâtre cuit sur couche double de treillis de roseaux, y compris roseaux et lattes ainsi que sur panneaux de fibres, avec 20 mm de mortier	0,40 ⁽¹⁾
7	Enduit au plâtre lissé	0,18
8	Mortier de plâtre	0,35
9	Mortier bâtard 20 mm d'épaisseur	0,40
10	Enduit aéré	0,25
11	Enduit mural avec liant	0,40
12	Enduit pour plafond en roseaux (plâtre)	0,30
	15 mm d'épaisseur	
	20 mm d'épaisseur	
	20 mm d'épaisseur	
	20 mm d'épaisseur	
	20 mm d'épaisseur	
	20 mm d'épaisseur	

N°	Matière	Valeur de calcul (kN/m ²)
13	Façade en rideau avec enduit minéral de 95 mm d'épaisseur, composée de : 40 mm de panneau isolant, support d'enduit, rail en Z, 25 mm de parement de plâtre	0,50
14	Enduit calorifuge de 50 mm constitué de 35 mm d'enduit isolant et de 15 mm d'enduit aéré	0,40
15	Revêtement calorifuge composé de : 35 mm de panneaux légers en laine de bois 20 mm d'enduit bâtard y compris le treillis Rabitz	0,55
16	Revêtement calorifuge composé de 35 mm de matière plastique cellulaire 10 mm d'un mélange colle/ciment et de couches d'enduit artificiel	0,03
17	Mortier de ciment de 20 mm d'épaisseur	0,42

(1) Remarque : augmenter la valeur de calcul d'environ 0,1 kN/m² pour l'enduit avec roseaux sur recouvrement.

9. Revêtements de murs et de sols

N°	Matière	Valeur de calcul (kN/m ²)/cm
1	Revêtement en asphalte	0,24
	– Béton bitumineux	0,18
	– Asphalte brut	0,23
	– Asphalte mastic	0,22
	– Asphalte comprimé en plaques	0,24
2	Plaques de béton surfacées (ainsi que Terrazzo = granito)	
3	• Chapes :	0,22
	– en anhydrite	0,20
	– en plâtre	0,23
	– en asphalte mastic	0,24
	– en matériau dur	0,22
	– en matière synthétique	
	• Chape en magnésie	0,22
	– Couche utile servant de support pour des réalisations à une ou plusieurs couches	0,12
	– Couche inférieure pour des réalisations à plusieurs couches	0,22
	• Chape en ciment	0,25
4	Dalles en verre	0,25
	Dalles murales en verre	0,25
	Pavés en verre	0,25
	Mosaïque en verre	0,15
5	Caoutchouc	0,19
6	Carreaux muraux en céramique (grès cérame non vitrifié) (y compris mortier de pose)	0,22
	Carreaux de sol en céramique (grès cérame vitrifié et carreaux de grès étié) (y compris mortier de pose)	0,15
7	Plancher en matière synthétique	0,13
8	Linoléum	0,30
9	Dalles en pierre naturelle (y compris mortier de pose)	0,03
10	Tapis de sol	
11	Sols pour salles de sport	0,12 ⁽¹⁾
	– Sols élastiques (y compris la surface)	0,30 ⁽¹⁾
	– Sols flexibles	

(1) Remarque : valeur de calcul en kN/m² identique pour toutes les épaisseurs.

10. Matériaux d'étanchement, d'isolation et de remplissage

10.1 Matériaux en vrac

N°	Matière	Valeur de calcul (kN/m ²)/cm
1	Ponce en vrac	0,070
2	Mica expansé en vrac	0,015
3	Perlite expansée	0,010
4	Schiste expansé et argile expansée, en vrac	0,020
5	Matière isolante fibreuse (par ex. agglomérés de fibres de scories ou de verre)	0,010
6	Matière fibreuse bitumée, en vrac	0,020
7	Débris de caoutchouc	0,030
8	Plaques de chanvre, bitumées	0,020
9	Ponce de laitier de haut fourneau (laitier ponce), scories de houille, cendre de coke	0,140
10	Sable de laitier de haut fourneau	0,100
11	Diatomite	0,025
12	Débris de liège, en vrac	0,020
13	Magnésite, calcinée	0,100
14	Matière plastique cellulaire	0,005

10.2 Plaques, nattes ou bandes

N°	Matière	Valeur de calcul (kN/m ²)/cm
1	Plaques d'asphalte	0,220
2	Matière isolante fibreuse en bandes, nattes, feutre ou plaques	0,010
3	Mousse plastique moulée en résine formaldéhyde ou en urée (carbamide) 0,001 à 0,002 kN/m ²	0,001
4	Panneaux de fibres	
	– durs	0,100
	– semi-durs	0,080
	– souples	0,040
5	Panneaux légers en laine de bois	
	– en plaques de 15 mm d'épaisseur	0,080
	– en plaques de 100 mm d'épaisseur	0,040
6	Plaques de diatomite	0,025
7	Plaques de débris de liège en liège imprégné, bitumé ou goudronné	0,020
8	Panneaux légers à plusieurs couches	
	– Panneaux à deux couches	0,045 ⁽¹⁾
	– Panneaux à trois couches	0,080 ⁽¹⁾
9	Plaques de débris de liège en liège aggloméré	0,012
10	Plaques de perlite	0,020
11	Mousse plastique moulée en polyuréthane 0,004 à 0,01 kN/m ²	0,004
12	Verre mousse (masse volumique apparente 0,07 g/cm ³) d'épaisseur 4 à 6 cm avec placage de carton	0,010
13	Plaques de matière plastique cellulaire	0,004

(1) Remarque : la valeur de calcul est identique pour toutes les épaisseurs.

10.3 Couches d'arrêt contre l'humidité (sans liant)

N°	Matière	Valeur de calcul (kN/m ²)/cm
1	Carton feutre bitumé avec couche de revêtement en bitume des deux côtés	0,03
2	Bande d'étanchéité bitumée avec garniture de carton feutre brut	0,04
3	Bandes bitumineuses	0,07
4	Bandes d'étanchéité pour étanchement des constructions	0,04
5	Bandes bitumées avec nappe de fibres de verre	
	– sablées	0,02
	– gravillonnées	0,05
6	Bandes en matières synthétiques	0,02
7	Carton bitumé et carton goudronné sans recouvrement	0,02
8	Carton goudronné sablé des deux côtés	0,03
9	Carton goudronné spécial, carton bitumé et goudronné	0,03

11. Toitures

Les valeurs de calcul sont valables pour 1 m² de surface de toit sans chevrons, ni pannes ni fermes.

11.1 Couverture en tuiles, tuiles en béton et en verre

Les valeurs de calcul sont valables sans utilisation de mortier, si cela n'est pas indiqué, mais lattes incluses. Ajouter 0,1 kN/m² si utilisation de mortier.

N°	Matière	Valeur de calcul (kN/m ²)
1	Tuiles en béton avec nervures multiples à la partie inférieure et rainure longitudinale en relief	
	– jusqu'à 10 tuiles par mètre carré	0,50
	– au-dessus de 10 tuiles par mètre carré	0,55
2	Tuiles en béton avec nervures multiples à la partie inférieure et rainure longitudinale en creux	
	– jusqu'à 10 tuiles par mètre carré	0,60
	– au-dessus de 10 tuiles par mètre carré	0,65
3	Tuiles plates à crochets de 155/375 mm et 180/380 mm ainsi que tuiles plates à crochets en béton	
	– pour des toits à échelons (y compris les bardeaux)	0,60
	– pour les toits doubles et les toits à couronnement	0,75
4	Tuiles à emboîtement, tuiles en S à l'ancienne, tuile à emboîtement	
	– à une encoche	0,55
5	Tuile en verre pour le même type de couverture voir N° 1 à 4	
6	Tuiles en S de grand format jusqu'à 10 tuiles par mètre carré	0,50
7	Tuiles plates à crochets de petit format et de format particulier (tuiles d'églises, de tour etc.)	0,95
8	Tuile plate recourbée, tuile creuse sans emboîtement	0,45
9	Tuile plate recourbée, tuile creuse	0,55
	– posée sur recouvrement en carton bitumé	
10	Tuile mâle et tuile femelle	0,90
11	Tuile mécanique	0,60

MESURES ET POIDS

PRÉVISIONS DE CHARGES POUR LE BÂTIMENT

11.2 Couverture en ardoises

N°	Matière	Valeur de calcul (kN/m ²)
1	Couverture en ardoise, style Renaissance allemande et couverture en écailles de style allemand, sur voliges de 22 mm, y compris support en carton et voligeage	
	– en simple recouvrement	0,50
	– en double recouvrement	0,60
2	Couverture en ardoise de style anglais (en rectangles)	
	– en double recouvrement sur voliges, y compris le voligeage	0,45
	– sur voliges de 22 mm, y compris support en carton et voligeage	0,45

11.3 Couverture métallique

N°	Matière	Valeur de calcul (kN/m ²)
1	Couverture en tôle d'aluminium (0,7 mm d'épaisseur), y compris voligeage de 22 mm	0,250
2	Couverture à recouvrement double avec assemblage par agrafage sur bords relevés en tôle galvanisée pour pliage (0,63 mm d'épaisseur), y compris support en carton et voligeage de 22 mm	0,300
3	Couverture à recouvrement en cuivre avec pliage double (tôle de cuivre de 0,6 mm d'épaisseur), y compris voligeage de 22 mm	0,300
4	Couverture en tuiles en S en acier (tôle galvanisée pour tuiles) – y compris les lattes – y compris recouvrement en carton et voligeage de 22 mm	0,150 0,300
5	Couverture en tôle d'acier profilée en trapèze, en nervure en U ou en double nervure en U ⁽¹⁾	
	Hauteur de profil (mm)	Épaisseur nominale de la tôle (mm)
	26	0,75 1,00 1,50
	70	0,75 1,00 1,50
	121	0,75 1,00 1,50
	Les valeurs intermédiaires peuvent être interpolées	
6	Couverture en tôles ondulées (tôle d'acier galvanisé), y compris les éléments de fixation	0,250
7	Couverture en zinc avec tasseaux, y compris voligeage de 22 mm	0,300

11.4 Étanchement et recouvrement des toits plats avec des bandes bitumineuses et des bandes de matière synthétique

N°	Matière	Valeur de calcul (kN/m ²)
1	Couche d'égalisation	
	– peu dense	0,03
	– y compris la colle	0,04
2	Couche d'étanchement	
	– trois couches, y compris la colle	0,170
	– deux couches, y compris la colle	0,130
	– une couche de bande en matière synthétique, peu dense	0,020
3	Couche de recouvrement	
	– deux couches d'étanchement, y compris la colle	0,150
4	Couche d'égalisation sous pare-vapeur	
	– peu dense	0,020
	– y compris la colle	0,040
5	Pare-vapeur	
	– y compris la colle en bandes de matière synthétique,	0,070
	– peu dense	0,020
6	Couche de protection superficielle	
	– gravelage sur 5 cm, y compris couche d'enduit de recouvrement	1,000
	– charge supplémentaire pour chaque centimètre	0,190
	– gravillonnage (gravier tassé), y compris l'enrobage	0,200
	– couche d'enduit de recouvrement	0,050
	– bande de protection, y compris colle	0,080
7	Couche d'isolation thermique, voir ci-dessus, supplément pour colle	0,015

11.6 Couverture en plaques ondulées de fibres-ciment, sans pannes mais éléments de fixation inclus

N°	Matériau	Valeur de calcul (kN/m ²)
1	Recouvrement de type allemand sur voligeage de 22 mm, y compris carton bitumé et voligeage	0,400
2	Recouvrement double sur lattage, y compris lattage	0,380
3	Recouvrement horizontal sur lattage, y compris lattage	0,250

11.7 Couverture en plaques ondulées de fibres-ciment, sans pannes mais éléments de fixation inclus

N°	Matériau	Valeur de calcul (kN/m ²)
1	Plaques ondulées courtes en fibres-ciment (plaques pour maisons d'habitation), masse volumique apparente 1,6 g/cm ³	0,240
2	Plaques ondulées en fibres-ciment	0,200

Remarque.- Les surcharges indiquées pour les escaliers suffisent pour le dimensionnement de chaque marche seulement si la structure de l'escalier garantit une répartition suffisante des charges (par exemple, par assemblage de chaque marche avec une contremarche ou par appui des marches sur une pailasse allant de palier à palier ou encastrée dans le mur de la cage d'escalier ou autre).

Sinon, il faut adopter selon les cas (voir normes) une charge pour chaque marche de 1,5 kN ou de 2 kN en cas de charges défavorables.

En outre, pour des marches en encorbellement, il faut justifier dans le calcul que leur encastrement théorique dans le mur de la cage d'escalier ou dans le limon puisse être réellement admis. L'encastrement nécessaire de l'escalier en encorbellement doit être assuré au moyen de mesures constructives appropriées selon les emplacements, par exemple au droit de fenêtres d'escaliers, où la charge porteuse requise de la maçonnerie de la cage d'escalier n'est pas suffisante. Des marches sans répartition suffisante des charges ne sont pas autorisées dans le cas d'escaliers pour lesquels il faut compter avec des charges individuelles particulièrement importantes (par exemple bâtiments d'usine, grands magasins ou autres).

1. Surcharges verticales concentrées (ponctuelles) pour les toits

1.1 Élément porteur individuel

Pour les toits, il faut adopter pour le milieu de chaque poutre, chevron ou panne et pour le milieu de chaque poutrelle de charpente (partie supérieure des membrures), qui porte directement la couverture du toit, en négligeant les charges du vent et de la pluie, une charge concentrée de 1 kN. Cette charge est prévue pour les personnes marchant sur le toit pour les travaux de nettoyage et de réparation quand la charge due à la neige et au vent sur ces éléments porteurs est inférieure à 2 kN.

1.2 Couverture du toit

Le paragraphe précédent est valable également pour les couvertures accessibles. À ce sujet, la distance de répartition est à prendre à deux largeurs de planches mais pas plus grande que 1 m.

Au moment de la pose, on peut accéder à ces éléments de construction uniquement par des madriers.

1.3 Charges des toits

Il faut admettre deux charges, chacune de 0,5 kN, concentrées en des points d'appui situés aux quarts extérieurs. Aucune justification par calcul n'est nécessaire pour les lattes de toit en bois avec des sections avérées expérimentalement bonnes, pour une distance entre chevrons jusqu'à environ 1 m.

1.4 Chevrons légers

Les chevrons légers peuvent être calculés avec une charge ponctuelle de 0,5 kN et en position défavorable, quand les toits sont praticables, avec l'aide de madriers ou d'échelles.

2. Surcharges verticales pour des planchers accessibles aux véhicules

2.1 Planchers sur espace souterrain, etc.

Ces planchers et autres planchers accessibles aux véhicules à mo-

MESURES ET POIDS

PRÉVISIONS DE CHARGES POUR LE BÂTIMENT

11.8 Autres types de couverture

N°	Matériau	Valeur de calcul (kN/m ²)
1	Couverture en plaques ondulées en matière synthétique (différentes sortes de profilés), sans pannes mais éléments de fixation inclus en résine polyester renforcée par fibres de verre (masse volumique apparente 1,4 g/cm ³) Épaisseur de plaque 1 mm - comme ci-dessus mais avec une couche de recouvrement de plexiglas (masse volumique apparente 1,2 g/cm ³) Épaisseur de plaque 3 mm	0,030 0,060 0,080
2	Tissu polyester recouvert d'une couche de PVC sans support - Type 1 (résistance à la traction 3,00 kN/5 cm de largeur) - Type 2 (résistance à la traction 4,7 kN/5 cm de largeur) - Type 3 (résistance à la traction 6,0 kN/5 cm de largeur)	0,0075 0,0085 0,0100
3	Couverture en roseaux ou en chaume, lattagecompris	0,700
4	Couverture en bardeaux, voligeage compris	0,250
5	Vitrage sans structure intermédiaire - en verre de construction profilé simple - en verre de construction profilé double	0,270 0,540
6	Couverture en toile, sans ossature porteuse	0,030

PRÉVISIONS DE CHARGES

teur, sauf exceptions, sont à calculer au moins selon les normes concernant certaines catégories de ponts. Dérogeant à ces normes cependant, la surface en dehors de la voie principale doit être calculée avec les charges de surface de la voie principale, réparties uniformément.

Quand on s'attend au passage de véhicules lourds à moteur (par exemple véhicules de pompiers), les prévisions de charges valables sont celles concernant des catégories de pont avec des normes plus drastiques.

La charge est à calculer en considérant qu'elle est surtout mobile et en tenant compte d'un coefficient de vibration.

2.2 Planchers avec circulation de chariots élévateurs à fourche

Les planchers dans des ateliers, des usines, des entrepôts, sous des cours et autres, sur lesquels des chariots élévateurs sont utilisés, sont à dimensionner suivant les conditions de service pour un chariot en situation défavorable avec une charge à prendre en compte selon la figure 1 (colonne 3) et la figure 2 et avec des surcharges réparties uniformément autour selon la figure 1 (colonne 7). De plus, les éléments de construction sont aussi à calculer, selon la figure 1 (colonne 7), pour les surcharges réparties uniformément (sans coefficient de vibration) avec mise en pleine charge des zones particulières en conditions défavorables et zone par zone avec des charges variables, dans la mesure où la charge rapportée à la surface de stockage n'est pas défavorable. La valeur la plus défavorable est déterminante.

Une justification spéciale doit être établie dans le cas d'une charge du sol causée par des chariots élévateurs dont le poids total admissible est supérieur à 13 tonnes.

Pour un plancher qui sera utilisé non seulement par des chariots élévateurs mais aussi par des véhicules automobiles, le calcul est à faire en appliquant la charge dans les conditions les plus défavorables.

La charge selon la figure 1 (colonne 3), en tant que charge surtout non statique doit être utilisée en tenant compte du coefficient d'oscillation

3. Plate-forme d'atterrissage sur les toits pour hélicoptères

Il faut prendre pour le calcul statique concernant les plates-formes sur les toits, en tenant compte des applications prévues, le poids maximal autorisé au décollage des hélicoptères selon la figure 3.

1	2	3	4	5	6	7
Poids total autorisé	Capacité nominale de chargement	Charge statique sur essieu (charge normalisée)	Écartement moyen des roues	Largeur totale	Longueur totale	Surcharge répartie uniformément (charge normalisée)
t	t	kN	m	m	m	kN/m ²
2,5	0,6	20	0,8	1	2,4	10
3,5	1	30	0,8	1	2,8	12,5
7	2,5	65	1	1,2	3,4	15
13	5	120	1,2	1,5	3,6	25

Figure 1 : Types courants de chariot élévateur à fourche

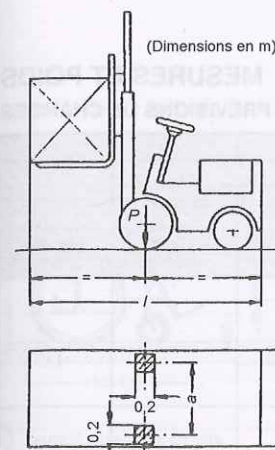


Figure 2 : Dimensions d'un chariot élévateur à fourche (dimensions en mètres)

Figure 2 : Charges normalisées pour les hélicoptères

Poids max. autorisé au décollage t	Charge normalisée pour les hélicoptères kN	Dimension du côté d'une plate-forme m
2	20	0,2
6	60	0,3

Figure 3 : Charges normalisées pour les hélicoptères

4. Forces oscillantes verticales

Voir les normes pour les forces oscillantes verticales concernant les balançoires, les manèges d'avions, etc. Pour les appareils de gymnastique dans les gymnases, par exemple pour les anneaux, les cordes, etc., 2 kN pour chaque point d'attache d'une corde (sans prise en compte supplémentaire du coefficient d'oscillation).

5. Surcharges horizontales

5.1 Charge horizontale concernant les balustrades et rampes dans les montants

Les forces horizontales peuvent agir dans n'importe quelle direction du plan horizontal.

• Pour les escaliers, pour les balcons et les arcades ouvertes :

0,5 kN/m² (figure 4).

• Pour les salles de réunions, les églises, les écoles, les salles de théâtre et de cinéma ainsi que pour les bâtiments sportifs, les tribunes et les escaliers : 1 kN/m² (figure 4).

5.2 Charges horizontales pour l'obtention d'une rigidité transversale et longitudinale suffisante

En plus des surcharges obligatoires dues à la poussée du vent et autres forces horizontales, il faut prendre en considération, pour obtenir une rigidité transversale et longitudinale suffisante, les surcharges horizontales suivantes, orientées de façon quelconque.

• Pour les tribunes et les installations semblables destinées à la position assise ou debout, il faut tenir compte d'une surcharge horizontale appliquée à proximité du plancher, égale à 1/20 de la surcharge verticale.

• Pour les échafaudages, prévoir une surcharge horizontale appliquée à la hauteur du revêtement, égale à 1/100 de toutes les charges verticales.

• Pour les éléments avec risque de basculement, mais situés à l'intérieur d'une construction fermée et non soumis à la poussée du vent comme par ex. les silos situés dehors, tenir compte d'une charge horizontale appliquée au niveau du centre de gravité, égale à 1/100 de la charge totale.

5.3 Forces de freinage et charges horizontales pour les grues et les voies de roulement des grues

6. Poussées horizontales sur les supports et les murs

6.1 Poussées horizontales sur des supports et murs porteurs

• Au bord des routes

Sont concernés les supports et murs (appelés éléments porteurs dans la suite du texte) de constructions situées à l'intérieur d'agglomérations, à une distance de moins d'un mètre du bord du trottoir et de ce fait directement exposées au danger des heurts dus à la circulation automobile : les arcades, par exemple. Pour prendre en compte ces effets, il faut considérer une charge horizontale de 500 kN à une hauteur de 1,2 m au-dessus du terrain, séparée suivant l'axe longitudinal et l'axe transversal de la construction porteuse et aussi aux angles de la construction en saillie, et une charge hori-

MESURES ET POIDS

PRÉVISIONS DE CHARGES

zontale de 250 kN pour d'autres éléments porteurs de la construction, dans la mesure où il ne peut pas être démontré que la stabilité de la construction n'est pas compromise par la chute de l'élément porteur de la construction. Il n'est pas utile de prendre en compte cette charge due à un choc pour le calcul des fondations. Pour les éléments porteurs de constructions situées à l'extérieur des agglomérations et exposées aux dangers de chocs dus à la circulation automobile.

• Pour les stations-service

Pour des éléments de construction supportant des toitures de stations-service non situées dans la circulation courante et protégées par des bordures de trottoir, il faut adopter, pour prise en compte d'un éventuel choc dû à un véhicule automobile, une charge horizontale de 100 kN à une hauteur de 1,2 m au-dessus du terrain, selon la direction la plus défavorable, dans la mesure où il ne peut pas être prouvé que la stabilité de la construction n'est pas compromise par la chute de l'élément porteur de la construction de la toiture de la station-service. Il n'est pas besoin de prendre en compte cette charge due à un choc pour le calcul des fondations.

• Pour les garages, les ateliers, les dépôts...

Pour des éléments porteurs dans des constructions à un ou plusieurs niveaux avec des espaces dans lesquels circulent, selon le type d'utilisation, des véhicules utilitaires ou des chariots élévateurs, il faut adopter une charge horizontale de 100 kN à 1,2 m de hauteur pour prise en compte d'un éventuel choc dû à un véhicule utilitaire et une charge horizontale correspondant à cinq fois le poids total admis à 0,75 m de hauteur pour un chariot élévateur (voir colonne 1 du tableau de la figure 1). Si ces charges horizontales ne peuvent pas être admises à partir d'un seul élément de construction, elles doivent alors être tenues à l'écart des éléments de construction porteurs par des mesures de construction particulières appropriées, par exemple grâce à des dispositifs suffisants de sécurité déformables en acier, ou alors elles doivent être diminuées de telle sorte que cet élément de construction résiste à la charge restante. En outre, le paragraphe suivant s'applique par analogie.

6.2 Chocs horizontaux et éléments de protection non porteurs

Pour les garages à étages, il faut adopter, pour tenir compte d'éventuels chocs de véhicules automobiles contre les murs extérieurs et contre les murs limitant les puits de lumière et autres, ainsi que contre les balustrades des rampes, etc., une charge linéaire horizontale de 2 kN/m poussant vers l'extérieur à une hauteur de 0,5 m au-dessus du terrain. Dans le cas où l'on doit compter sur la présence de poids lourds, les valeurs ci-dessus augmentent à 1,2 m pour la hauteur et à 5 kN/m pour la charge horizontale linéaire. Ceci est également valable pour d'autres bâtiments à plusieurs niveaux où sont prévus des véhicules automobiles.

De plus, les chocs contre les murs ou les balustrades de rampes, dus à des voitures automobiles, surtout ceux dus à des chariots élévateurs, doivent être empêchés par des chasses-roues, traverses, systèmes protecteurs et autres, d'une hauteur minimale de 0,2 m.

7. Surcharges verticales

7.1 Surcharges verticales réparties uniformément pour les toits, les planchers et les escaliers

Pour le calcul des éléments de construction qui doivent supporter la charge de plus de trois niveaux complets, la surcharge de 3,5 kN/m², éventuellement 5 kN/m² (figure 4), peut être diminuée à la valeur de 1,5 kN/m² pour la transmission des surcharges des balcons et passages en galerie extérieure uniformément pour tous les niveaux.

8. Diminution des surcharges

Pour le calcul des éléments de construction qui doivent supporter la charge de plus de trois niveaux complets, comme les supports, les poutres, les piliers de mur, les murs de fondation et autres, et pour la recherche de la pression correspondante sur le sol, la surcharge totale résultant de l'addition des surcharges des différents niveaux peut être réduite suivant les règles suivantes. Une telle diminution des charges n'est cependant pas admise pour les ateliers avec une activité importante et pour les greniers et entrepôts.

Les surcharges des trois niveaux de la partie de construction participant le plus à la charge doivent être établies avec la valeur totale. Par contre, une valeur augmentée d'un pourcentage déterminé peut être enlevée de la surcharge des autres niveaux agissant sur cette partie de construction, pour des charges inégales classées suivant une suite décroissante. Ces pourcentages s'élèvent à : (voir page 32)

MESURES ET POIDS PRÉVISIONS DE CHARGES

1	2	3	4
Toits horizontaux ou avec pente jusqu'à 1/20	Type d'utilisation	Escaliers y compris les paliers et accès	Surcharges verticales kN/m²
	Planchers		
1a	Sols sur ogive, accessibles sous réserve des dimensions de leur section.		1
1b	Planchers préfabriqués avec une faible charge admissible pendant l'étape de construction, utilisés par des engins de transport de béton de contenance allant jusqu'à 100 l.		
2a	Pièces de séjour avec une répartition latérale des charges suffisante.		1,5
2b	Planchers préfabriqués avec une faible charge admissible pendant l'étape de construction, utilisés par des engins de transport de béton de contenance allant jusqu'à 150 l.		
3a	Pièces de séjour sans distribution des charges suffisante (2) et planchers avec poutres en bois. En cas de transmission des surcharges sur les éléments porteurs de construction, ces surcharges peuvent être diminuées d'environ 0,5 kN/m².		
3b	Bureaux ; locaux de vente avec des surfaces au sol allant jusqu'à 50 m² dans des bâtiments d'habitation ; dégagements et combles dans les bâtiments d'habitation et de bureaux ; chambres de malade et salles de séjour dans les hôpitaux ; petites étables.		2
3c	Planchers préfabriqués avec faible charge admissible pendant l'étape de construction, utilisés par des engins de transport de béton de contenance allant jusqu'à 200 l.		
4a	Toits accessibles des maisons en terrasses, des jardins en terrasse quand cela n'implique pas des charges plus importantes	dans les bâtiments d'habitation	3,5
4b	Garages et parkings à plusieurs niveaux accessibles aux véhicules automobiles jusqu'à un poids total autorisé de 2,5 tonnes, pour des distances entre appuis $l \geq l_0$ avec $l_0 = 3$ m pour des plaques et $l_0 = 5$ m pour des poutres. Pour des distances entre appuis $l \leq l_0$ la surcharge ci-contre dans la colonne 4 est à multiplier par le facteur l_0 / l , ce facteur d'augmentation ne devant pas être pris plus grand que 1,43. Ce facteur n'a pas besoin d'être pris en considération pour la transmission de la surcharge sur les appuis ou les murs.		3,5
5a	Balcons, passages en galerie extérieure et galeries fermées mais ouvertes vers l'intérieur, de surface au sol jusqu'à 10 m² ; cave de type particulier, par ex. cave à charbon.		
5b	Espaces de réunion dans des bâtiments publics, par ex. églises, salles de théâtre et de cinéma, salles de danse, salles de gymnastique ; tribunes avec sièges fixes ; dégagements pour amphithéâtres et salles de classe ; salles d'expositions et locaux de vente, immeubles commerciaux et magasins, bibliothèques et salles d'archives ; locaux pour dossiers dans la mesure où les normes ne donnent pas une valeur supérieure ; auberges, cuisines centrales, boucheries, boulangeries ; usines et ateliers avec une faible activité ; cour sur plancher haut de cave non accessible à la circulation, palier de dépôt ; étables importantes.	dans les bâtiments publics selon la colonne 2, lignes 5b, 4b	5
5c	Accès et rampes de garages et parkings à plusieurs niveaux accessibles aux véhicules automobiles jusqu'à un poids total autorisé de 2,5 tonnes ; pour transmission de la surcharge sur les appuis ou sur les murs, atténuer celle-ci de 3,5 kN/m².		
6	Tribunes sans sièges fixes ; ateliers et usines ainsi qu'entrepôts quand il n'entre pas en ligne de compte, selon les lignes 7a à 7f, des charges plus importantes		7,5
7a			10
7b	Ateliers, usines et entrepôts avec forte activité, par ex. à cause de chariots élévateurs (voir paragraphe 1.2.2). La surcharge doit être déterminée dans chaque cas particulier. Pour cela, les surcharges réparties uniformément entrent en ligne de compte, à choisir, comme il convient, dans l'échelle ci-contre de la colonne 4. Si cette surcharge sert, pour l'essentiel, de charge de référence pour les charges concentrées lourdes (par ex. machines lourdes), alors elle peut être diminuée progressivement avec l'accord du service de surveillance du chantier pour les poutres principales et appuis, quand la charge de référence, qui se calcule pour la surface totale de charge de l'élément de construction, est essentiellement plus importante que la charge qui agit effectivement sur la surface aussi au moment du montage et du démontage de la machine.		12,5
7c			15
7d			20
7e			25
7f			30

Figure 4 : Surcharges verticales réparties uniformément pour les toits, les planchers et les escaliers

- 20 % jusqu'à une valeur maximale de 80 % pour les bâtiments d'habitation, bâtiments administratifs et commerciaux ;
 - 10 % jusqu'à une valeur maximale de 40 % pour les ateliers de faible d'activité, les grands magasins et pour les immeubles utilisés en partie comme les ateliers ou grands magasins.
- La réduction de la surcharge totale reposant sur un tel élément de construction ne peut pas cependant dépasser 40 % pour les

constructions citées dans a) et 20 % pour celles citées dans b). Si les surcharges provenant de chaque niveau sont semblables les unes aux autres, il en résulte les réductions indiquées en pour cent dans les lignes 1 et 3 du tableau 2 et les valeurs de réduction a (proportion entre la surcharge et la surcharge totale à prendre dans le calcul) concernant la surcharge totale, valeurs données dans les lignes 2 et 4.

Figure 5 : Déductions et valeurs de réduction pour la surcharge des éléments de construction qui doivent supporter la charge de plus de trois niveaux complets, pour une surcharge identique dans tous les niveaux

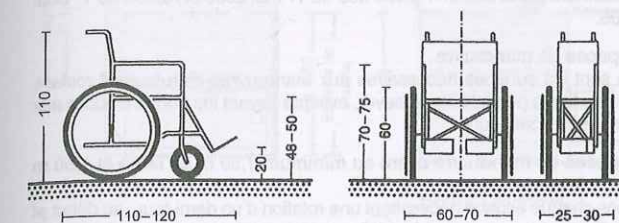
Nombre de niveaux	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Bâtiments d'habitation, etc. d'après a)											
1	Déduction en %	0	0	0	20	40	60	80	80	80	40	40
2	Valeur de réduction α	1	1	1	0,95	0,88	0,8	0,71	0,65	0,6	0,6	0,6
		Ateliers, etc. d'après b)										
3	Déduction en %	0	0	0	10	20	30	40	40	40	20	20
4	Valeur de réduction α	1	1	1	0,98	0,94	0,9	0,86	0,83	0,8	0,8	0,8

Pour le calcul des éléments de construction qui doivent supporter la charge de plus de trois niveaux complets, la surcharge de 3,5 kN/m² selon la figure 1 du paragraphe 3.1, peut être diminuée à la valeur de 1,5 kN/m² pour la transmission des surcharges des balcons et passages en galerie extérieure uniformément pour tous les niveaux.

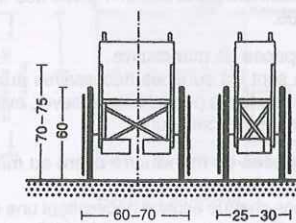
ACCESSIBILITÉ AUX PERSONNES HANDICAPÉES DIMENSIONS

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, téléphones, 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, les trajets doivent être courts. Les rampes doivent être autant que possible droites, avec pente de 5 % maximum sur une longueur inférieure à 10 m (fig. 5). Largeur de la rampe entre les mains courantes 1,20 m. Couloirs au moins 1,20 m, mieux 2,0 m de large. Largeur de passage des portes 0,90 m. Hauteur des interrupteurs et prises 0,90 à 1,30 m. Utiliser des boutons poussoirs larges.

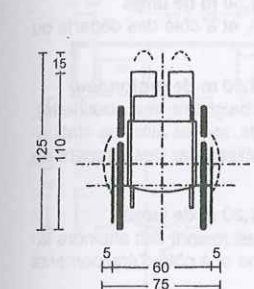
Dans les projets d'urbanisme, il faut prévoir de plus la possibilité pour les personnes qui se déplacent à l'aide d'un fauteuil roulant d'accéder aux points fréquentés par tout le monde, par exemple : supermarché, restaurant, bureau de poste, boîte à lettres, banque, bureau d'assistance publique, pharmacie, cabine téléphonique, boucherie, boulangerie, parking, train, arrêt d'autobus, etc.



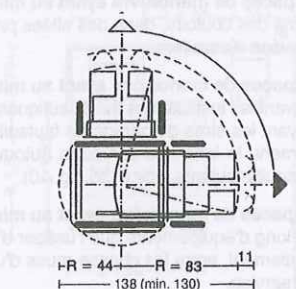
1 Fauteuil roulant vue de côté



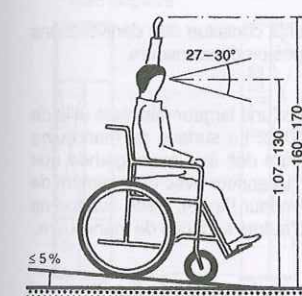
2 Vue frontale - Plié



3 Vue d'en haut



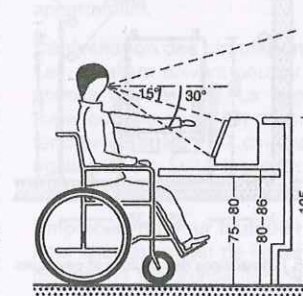
4 Espace de manœuvre



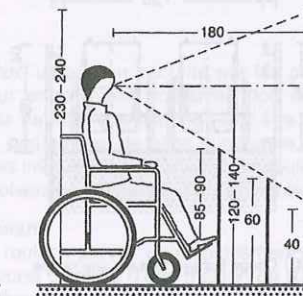
5 Fauteuil roulant dans une pente



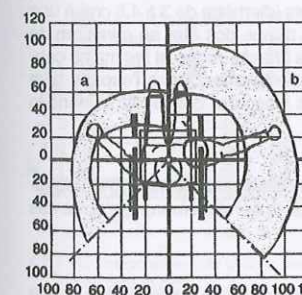
6 Dans des escaliers



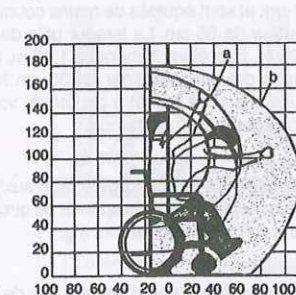
7 Poste de travail devant écran



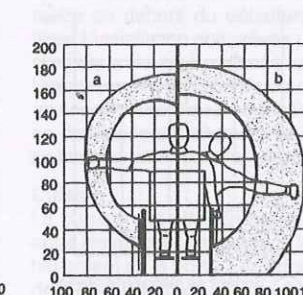
8 À la fenêtre



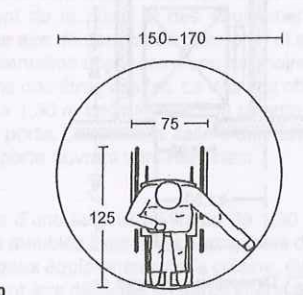
9 Vue du dessus



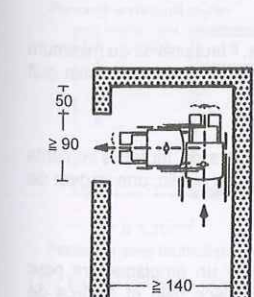
10 Vue de côté



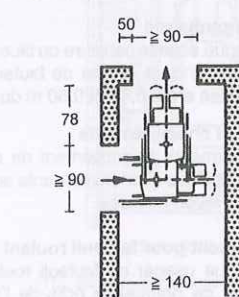
11 Vue arrière



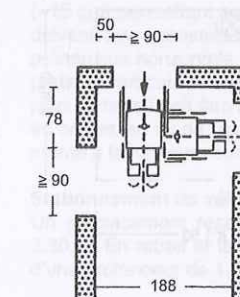
12 Espace minimal de rotation



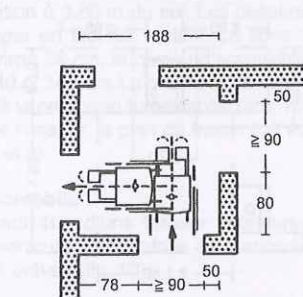
13 Passage par une porte



14 Par deux portes



15 Par trois portes



16 Par quatre portes

ACCESSIBILITÉ AUX PERSONNES HANDICAPÉES

ACCESSIBILITÉ DES BÂTIMENTS PUBLICS

L'accessibilité des établissements recevant du public (ERP) est régie principalement par le décret n° 2006-555 du 17 mai 2006 et l'arrêté du 1^{er} août 2006.

Espaces de manœuvre

Ce sont les surfaces nécessaires aux manœuvres d'un fauteuil roulant. Ces surfaces peuvent se recouvrir, excepté devant les portes d'accès aux trémies d'ascenseurs.

Espaces de manœuvre ayant au minimum 1,50 m de large et 1,50 m de profondeur

Dans chaque espace nécessitant une rotation d'un demi-tour : au début et à la fin de chaque rampe, devant les cabines téléphoniques et téléphones publics, guichets de services, passages, caisses, contrôles, boîtes aux lettres, machines et automates de services, sonneries et interphones.

Espaces de manœuvre ayant au minimum 1,50 m de large

Dans des couloirs, dans des allées principales, et à côté des départs ou arrivées d'escaliers.

Espaces de manœuvre ayant au minimum 1,50 m de profondeur

Devant les installations thérapeutiques (par ex. baignoire, lit et couchette), devant les aires de garage de fauteuils roulants, sur les aires de stationnement, le long des véhicules automobiles utilisés par des usagers de fauteuils roulants (voir p. 35, fig. 10).

Espaces de manœuvre ayant au minimum 1,20 m de large

Le long d'équipements que l'utilisateur d'un fauteuil roulant doit atteindre latéralement, entre les chaises d'une rampe et à côté d'équipements de service.

Espaces de manœuvre ayant au minimum 0,90 m de large

Dans des passages à côté de caisses et contrôles et sur des chemins de circulation secondaires.

Franchissement des dénivellations

La présence de niveaux dans les bâtiments constitue des dénivellations que l'on devra franchir au moyen de rampes ou d'ascenseurs.

Ascenseurs

Les cabines d'ascenseurs doivent justifier d'une largeur minimale utile de 1,10 m et d'une profondeur utile de 1,40 m. La surface de manœuvre devant les portes des trémies d'ascenseurs doit être aussi grande que la surface d'encombrement de la cage d'ascenseur avec un minimum de 1,50 m en largeur et de 1,40 m en profondeur (fig. 6). Cette surface ne doit pas recouvrir des cheminements et d'autres surfaces de manœuvre.

Rampes

Elles ne doivent pas dépasser une pente maximale de 5 % (fig. 3). Pour des rampes dont la longueur dépasse 10 m, un palier intermédiaire de 1,10 m de longueur est obligatoire. La rampe et le palier intermédiaire sont munis de part et d'autre d'un chasse-roue d'une hauteur de 5 à 10 cm, et sont équipés de mains courantes (diamètre de 3 à 4,5 cm) à une hauteur de 85 cm. La largeur utile de la rampe doit être au minimum de 1,20 m, et préférentiellement de 1,40 m. Les chaises-roues et les mains courantes doivent s'engager de 30 cm horizontalement dans l'espace d'un palier. Il ne doit pas être projeté de volée d'escalier descendante dans le prolongement d'une rampe.

Escaliers

Les espaces de manœuvre face aux escaliers doivent avoir une largeur minimale de 1,50 m ; la surface du giron de la dernière marche n'entre pas dans ce dimensionnement (fig. 7).

Portes

La dimension du nu d'un passage de porte doit être supérieure ou égale à 0,90 m (fig. 1 et 2). En avant de toilettes, de cabines de douche ou de vestiaires, les portes doivent battre vers l'extérieur.

Espaces sanitaires

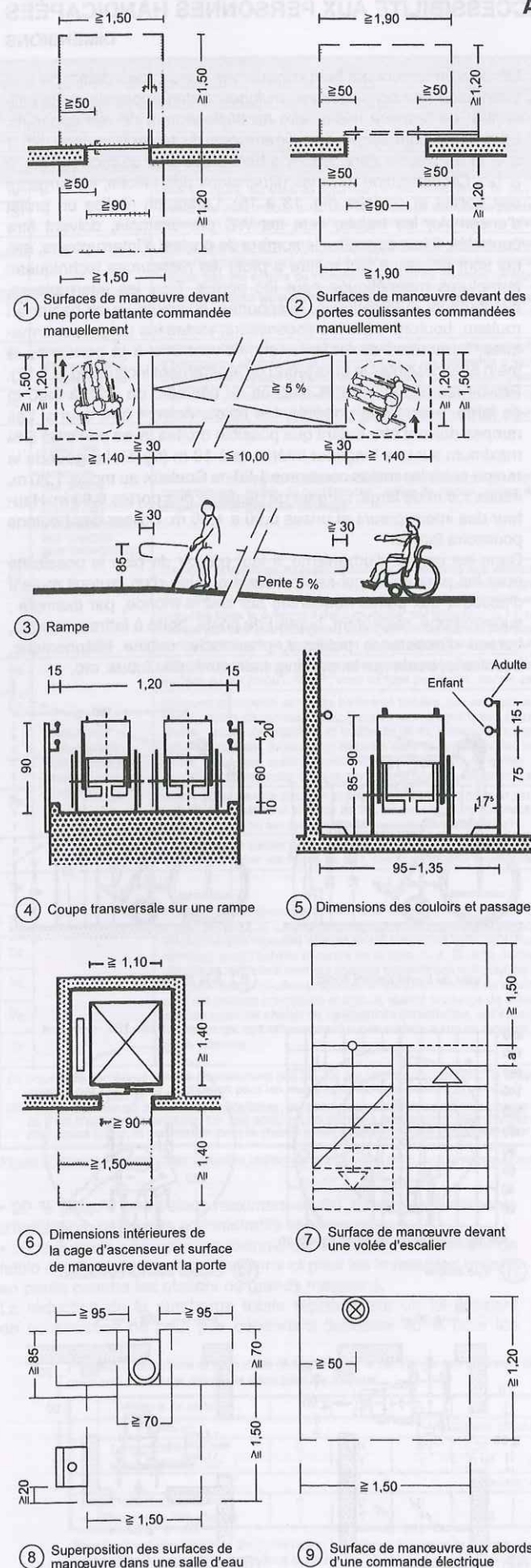
Dans chaque espace sanitaire ou bloc sanitaire, il faut prévoir au minimum un WC adapté à un usager de fauteuil roulant. La hauteur d'assise doit être comprise entre 0,45 et 0,50 m du sol.

Couloirs et cheminements

Afin de permettre le croisement de deux usagers de fauteuils roulants dans des couloirs et cheminements accessibles au public, une largeur de 1,60 m est recommandée.

Emplacement pour fauteuil roulant

Pour chaque usager de fauteuil roulant, prévoir un emplacement pour ce dernier, de préférence près de l'entrée. Surface utile et surface de manœuvre : voir p. 33, fig. 4.



ACCESSIBILITÉ AUX PERSONNES HANDICAPÉES

ACCESSIBILITÉ DES BÂTIMENTS D'HABITATION

L'accessibilité des bâtiments d'habitation est régie principalement par le décret n° 2006-555 du 17 mai 2006 et l'arrêté du 1^{er} août 2006.

Espaces de manœuvre ayant au minimum 1,50 m de large et au minimum 1,50 m de profondeur

Espace offrant une possibilité de demi-tour dans chaque pièce (à l'exception de petites pièces que l'usager de fauteuil roulant peut pratiquer en marche avant et en marche arrière), aire d'accès à la douche (fig. 1 et 4), en avant du WC et du lavabo (fig. 2 à 4), dans un espace extérieur ouvert, en avant de portes de trémies d'ascenseurs, au début et à la fin d'une rampe, et en avant d'une trappe d'un collecteur de déchets ménagers.

Espaces de manœuvre ayant au minimum 1,50 m de profondeur

En avant et selon la longueur du lit de l'usager du fauteuil roulant (fig. 9), en avant d'armoires, devant les équipements de cuisine (fig. 5 à 8), en avant du côté de l'accès à la baignoire (fig. 1 et 3), en avant d'un emplacement de garage d'un fauteuil roulant et le long d'un véhicule automobile (fig. 10).

Espaces de manœuvre ayant au minimum 1,50 m de large

Entre les murs à l'extérieur de l'appartement, à côté de montées et de descentes d'escaliers, dans ce cas la surface du giron de la dernière marche n'entre pas dans le dimensionnement de la surface de manœuvre.

Espaces de manœuvre ayant au minimum 1,20 m en largeur

Le long de meubles que l'usager de fauteuil roulant atteint latéralement, le long du côté d'accès à un lit de non-usager de fauteuil roulant (fig. 9), entre les cloisons à l'intérieur d'un appartement, à côté de commandes d'équipements (voir p. 34, fig. 9), entre les chaises-roues d'une rampe (voir p. 34, fig. 3), et sur les parcours à l'intérieur d'un appartement.

Dénivellation des circulations

Les escaliers doivent pouvoir être utilisés en sécurité par les personnes handicapées. La largeur entre mains courantes doit être supérieure ou égale à 1,00 m, la hauteur des marches doit être inférieure ou égale à 17 cm avec une largeur de giron supérieure ou égale à 28 cm. Éviter les feuillures inférieures de portes et les seuils ; s'ils sont indispensables, ils ne doivent pas dépasser 2 cm en hauteur.

Emplacement pour fauteuil roulant

Pour chaque usager de fauteuil roulant, prévoir un emplacement de garage, de préférence dans la zone d'entrée d'une maison ou d'un appartement. Surface utile et surface de manœuvre : voir p. 34, fig. 9.

Salle d'eau et toilettes

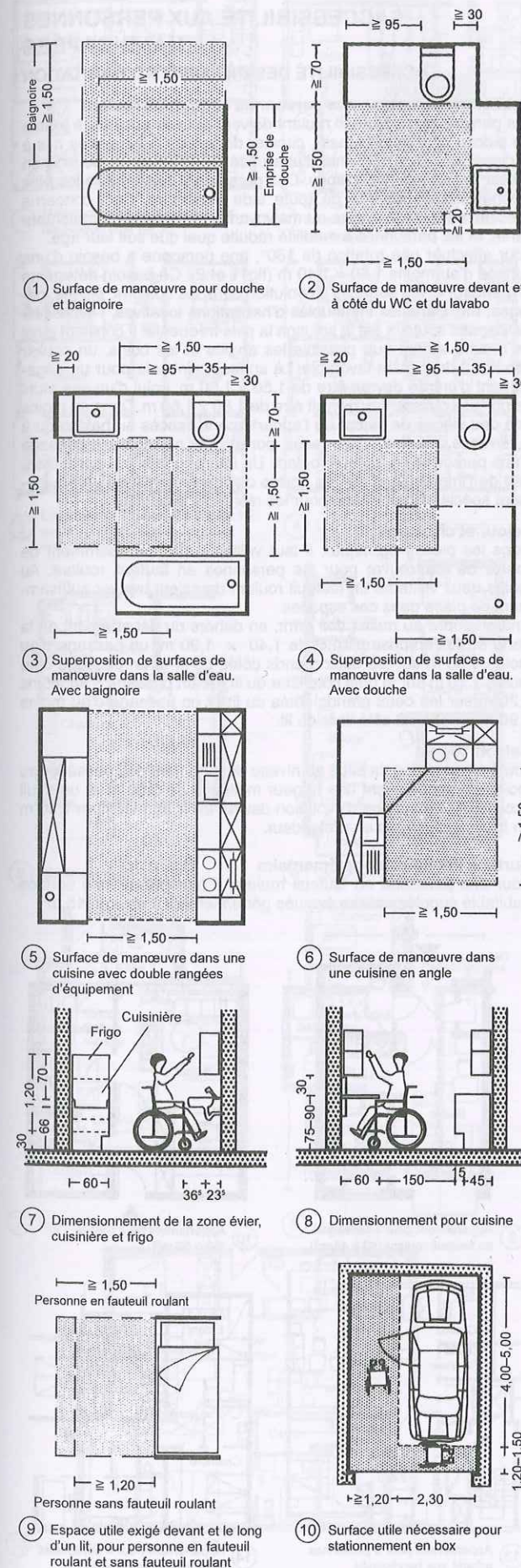
La salle d'eau doit offrir un espace libre d'au moins 1,50 m de diamètre en dehors du débatement de la porte et des équipements fixes. L'installation doit prévoir une aire de douche de plain-pied et accessible en fauteuil roulant. L'implantation ultérieure d'une baignoire à l'emplacement de l'aire de douche doit être possible. Le WC doit offrir un espace libre d'au moins 0,80 x 1,30 m latéralement à la cuvette et en dehors du débatement de la porte. L'accès à la salle d'eau devra se faire de préférence avec une porte ouvrant vers l'extérieur.

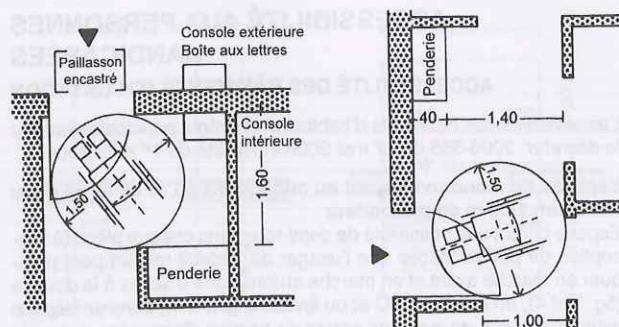
Cuisine

La cuisine doit offrir un passage d'une largeur minimale de 1,50 m entre les appareils ménagers, les meubles fixes et les parois, hors débatement de la porte. Les principaux équipements de la cuisine, plan de travail, cuisinière et évier doivent être dégagés en partie inférieure, sans contrainte ni encombre pour l'avancée du fauteuil roulant. Pour l'avancée du fauteuil roulant sous l'évier, il faut prévoir une cuve plate (≈15 cm) permettant son installation à 0,80 m du sol. Les dessertes doivent être accessibles à l'usager en fauteuil roulant. La zone de préhension horizontale est d'environ 60 cm, le niveau d'accessibilité pratique verticale se situe entre 40 et 140 cm. La hauteur optimale du plan de travail doit être adaptée à la personne handicapée (env. 75 à 90 cm) et, au vu de l'exigence de l'usager, le plan de travail doit être monté à la hauteur voulue (fig. 7 et 8).

Stationnement de véhicule automobile

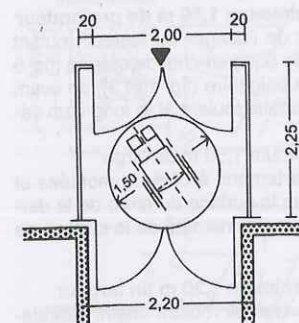
Un emplacement réservé ne peut être d'une largeur inférieure à 3,30 m. En retrait et le long du véhicule, une surface de manœuvre d'une profondeur de 1,50 m est à prévoir (fig. 10).



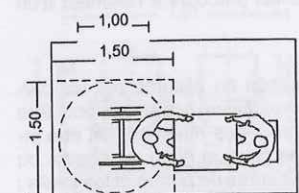


1 Entrée adaptée avec penderie

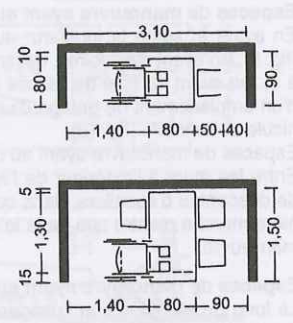
2 Entrée transversale



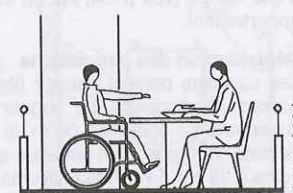
3 Sas avec portes à deux vantaux



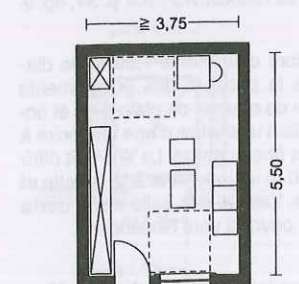
5 Plan d'un espace extérieur



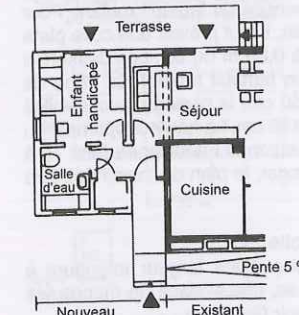
4 Disposition du coin-repas pour 2 et 4 personnes



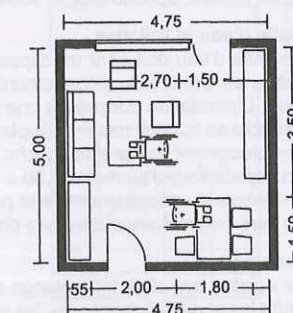
6 Élévation d'un espace extérieur



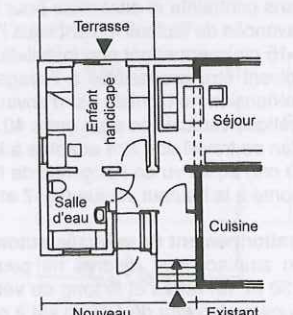
7 Studio pour 1 à 2 personnes



11 Extension de maison pour une personne handicapée avec rampe d'accès



8 Séjour avec coin-repas pour 4 à 5 personnes (23,75 m²)



12 Extension de maison avec installation d'un ascenseur pour handicapé

ACCESSIBILITÉ AUX PERSONNES HANDICAPÉES

ACCESSIBILITÉ DES BÂTIMENTS D'HABITATION

Habitations adaptées aux personnes en fauteuil roulant

Les personnes en fauteuil roulant doivent pouvoir accéder à toutes les pièces d'un appartement, circuler dans tous les espaces mis à la disposition des habitants d'une unité d'habitation, et pouvoir en utiliser toutes les installations. Ces personnes doivent être les plus indépendantes possible de toute aide extérieure. Ceci concerne spécialement les aveugles ou malvoyants, les sourds ou malentendants, et les personnes à mobilité réduite quel que soit leur âge. Pour effectuer une rotation de 180°, une personne a besoin d'une surface d'au moins 1,60 x 1,40 m (fig. 1 et 2). Ce besoin détermine la grandeur et les surfaces d'évolution dans les couloirs, pièces, garages, etc. Dans les immeubles d'habitations locatives, l'accessibilité par des couloirs est la solution la plus fréquente. Il convient ainsi de réduire autant que possible les angles et les coins, un couloir pénétrant droit étant favorable. La surface minimale pour un dégagement d'entrée devrait être de 1,50 x 1,50 m, celui d'un sas muni de portes coulissantes devrait être de 1,80 x 1,60 m. Dans au moins une des pièces de séjour de l'appartement, l'accès au balcon ou à la terrasse doit être conçu (seuil, porte) pour permettre le passage d'une personne en fauteuil roulant. Un interphone sur la porte d'entrée de l'immeuble et sur les portes d'appartements est un équipement spécial d'importance pour les résidents aveugles.

Séjour et chambre

Dans les pièces de séjour, il faut veiller à avoir suffisamment de liberté de manœuvre pour les personnes en fauteuil roulant. Au moins deux visiteurs en fauteuil roulant devraient trouver suffisamment de place dans ces espaces.

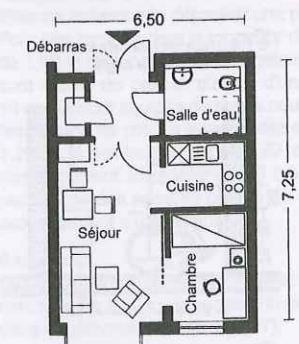
Une chambre au moins doit offrir, en dehors du débattement de la porte et de l'emprise d'un lit de 1,40 x 1,90 m, un passage d'au moins 0,90 m sur les deux grands côtés du lit et un passage d'au moins 1,20 m sur le petit côté libre du lit, ou un passage d'au moins 0,90 m sur les deux grands côtés du lit et un passage d'au moins 1,20 m sur le petit côté libre du lit.

Balcon, loggia

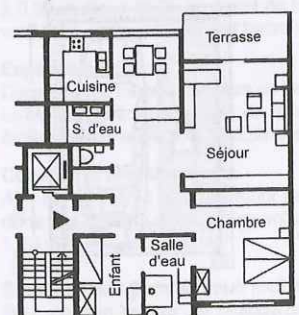
Tout balcon ou loggia situé au niveau du logement doit posséder au moins un accès ayant une largeur minimale de 0,80 m et un seuil accessible. La surface d'évolution devrait avoir au minimum 1,50 m en largeur et 1,50 m en profondeur.

Surface habitable supplémentaire

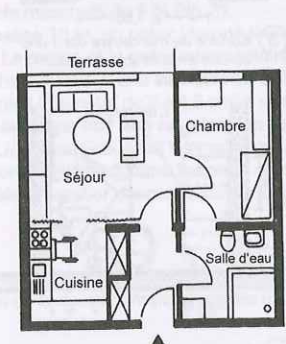
Pour une personne en fauteuil roulant, il faut prévoir une surface habitable supplémentaire évaluée généralement à environ 15 m².



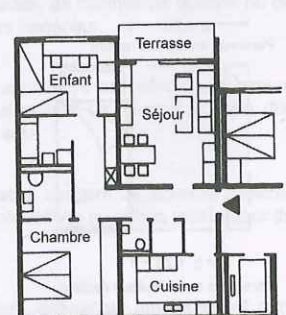
9 Appartement pour 1 personne en fauteuil roulant (40 à 45 m²)



13 Appartement pour 3 personnes adapté aux handicapés



10 Appartement de 2 pièces (50 à 55 m²)



14 Appartement pour 4 personnes adapté aux handicapés

ACCESSIBILITÉ AUX PERSONNES HANDICAPÉES

RÈGLES D'ACCESSIBILITÉ DES BÂTIMENTS D'HABITATION

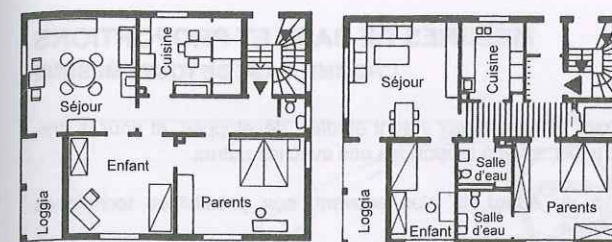
Les nouvelles règles d'accessibilité des locaux aux personnes handicapées issues de la loi n° 2005-102 du 11 février 2005 sont fixées par le décret 2006-555 du 17 mai 2006 (articles R.111-19-7 à R.111-19-12 du Code de la construction et de l'habitation) et l'arrêté du 1^{er} août 2006. Ces modifications importantes introduites dans le Code de la construction et de l'habitation doivent permettre d'assurer l'accessibilité de tous à tous les bâtiments, neufs ou existants.

Dispositions architecturales et aménagements propres à assurer l'accessibilité

Les bâtiments d'habitation collectifs et leurs abords doivent être conçus et aménagés de façon à être accessibles aux personnes handicapées, quel que soit leur handicap. Cette obligation d'accessibilité porte notamment sur les cheminements extérieurs ; l'accès aux bâtiments ; le stationnement automobile ; les circulations intérieures horizontales et verticales des parties communes dont les escaliers et ascenseurs ; les portes et sas des parties communes ; les revêtements des sols, murs et plafonds des parties communes ; les équipements et dispositifs de commande et de service des parties communes ; l'éclairage des parties communes.

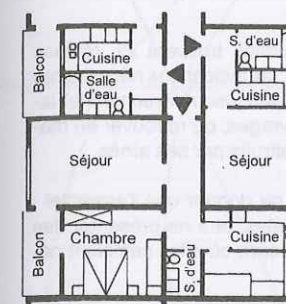
Logements des bâtiments d'habitation

Les circulations et les portes des logements doivent respecter des caractéristiques minimales. Les dispositifs de commande doivent être aisément repérables et utilisables par les personnes handicapées. Si les logements sont réalisés sur plusieurs niveaux, un escalier adapté doit relier tous les niveaux entre eux. Le niveau d'accès au logement doit comporter au moins la cuisine, le séjour, une chambre, un WC et une salle d'eau. Les logements situés au rez-de-chaussée, en étages desservis par un ascenseur ou pour lesquels une desserte ultérieure par un ascenseur est prévue dès la construction, doivent en outre offrir des caractéristiques minimales permettant à une personne handicapée d'utiliser la cuisine, le séjour, une chambre, un WC et une salle d'eau. Dans le cas de logements réalisés sur plusieurs niveaux, le niveau d'accès au logement doit comporter au moins la cuisine, le séjour, une chambre ou une partie du séjour aménageable en chambre, un WC et une salle d'eau. À compter du 1^{er} janvier 2010, au moins une salle d'eau doit être conçue et équipée de manière à permettre, par des aménagements simples, l'installation ultérieure d'une douche accessible à une personne handicapée.

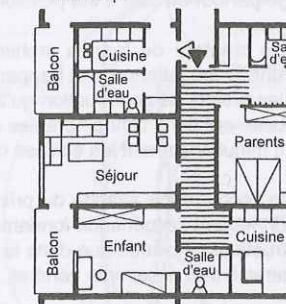


1 Maison pour deux familles avant rénovation (voir fig. 2)

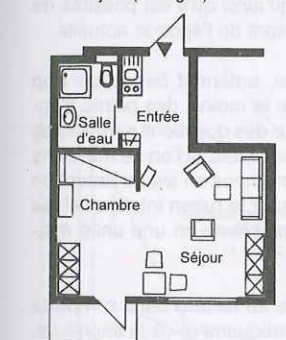
2 Maison pour deux familles après transformation en logement pour handicapé



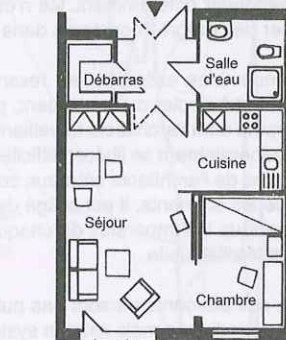
3 Logements d'1 pièce et 2 pièces 1/2 avant transformation pour enfant malvoyant (voir fig. 4)



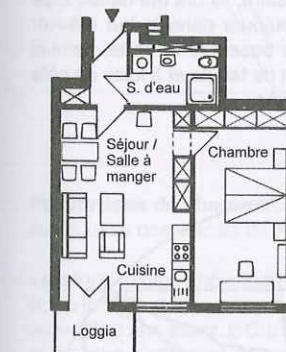
4 Logement après transformation



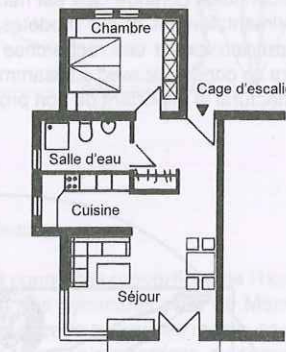
5 Studio de 40 m²



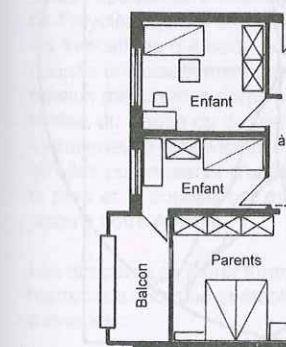
6 Logement de 45 m²



7 Logement de 2 pièces, 54 m²



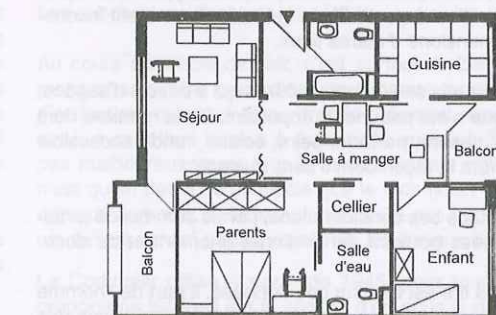
8 Logement de 60 m²



10 Logement de 4 pièces, 110 m²

	1 personne	2 personnes	3 personnes
Séjour	20,0	20,0	22,0
Coin-repas	6,0	6,0	10,0
Chambre	16,0	24,0	16,0
Enfant (1 lit)	-	-	14,0
Salle d'eau	6,0	7,0	7,0
Cuisine	8,0	9,0	9,0
Dégagement	5,0	6,0	6,0
Cellier	1,0	1,0	1,5
Stockage	6,0	6,0	6,0
Débaras	1,0	1,0	1,0
Surface habitable	69,0	80,0	98,5

9 Évaluation des besoins pour des logements avec une personne en fauteuil roulant (surface habitable en m²)



11 Logement de 3 pièces, 95 m²

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 fautive 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 quelle **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 pro-

MESURES DE BASE ET PROPORTIONS L'HOMME, BASE DE TOUTE MESURE

blèmes 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.

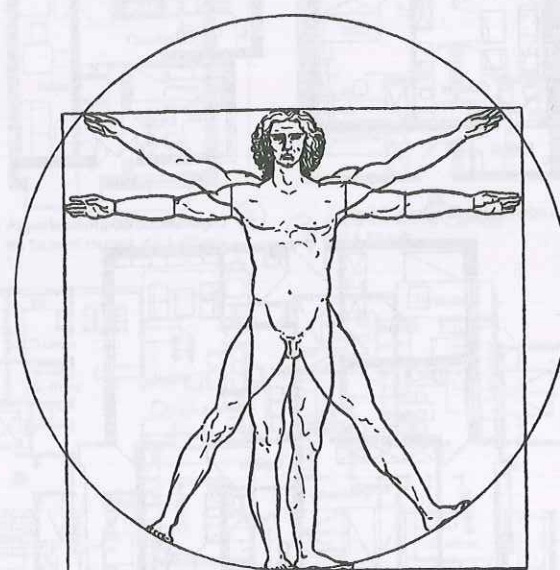
Ainsi le créateur de formes architecturales trouvera ici, réunies sous une forme rationnelle et frappante, les indications nécessaires pour les projets de construction qu'il devait jusqu'ici rechercher laborieusement dans d'innombrables ouvrages, ou retrouver en mesurant minutieusement les édifices construits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

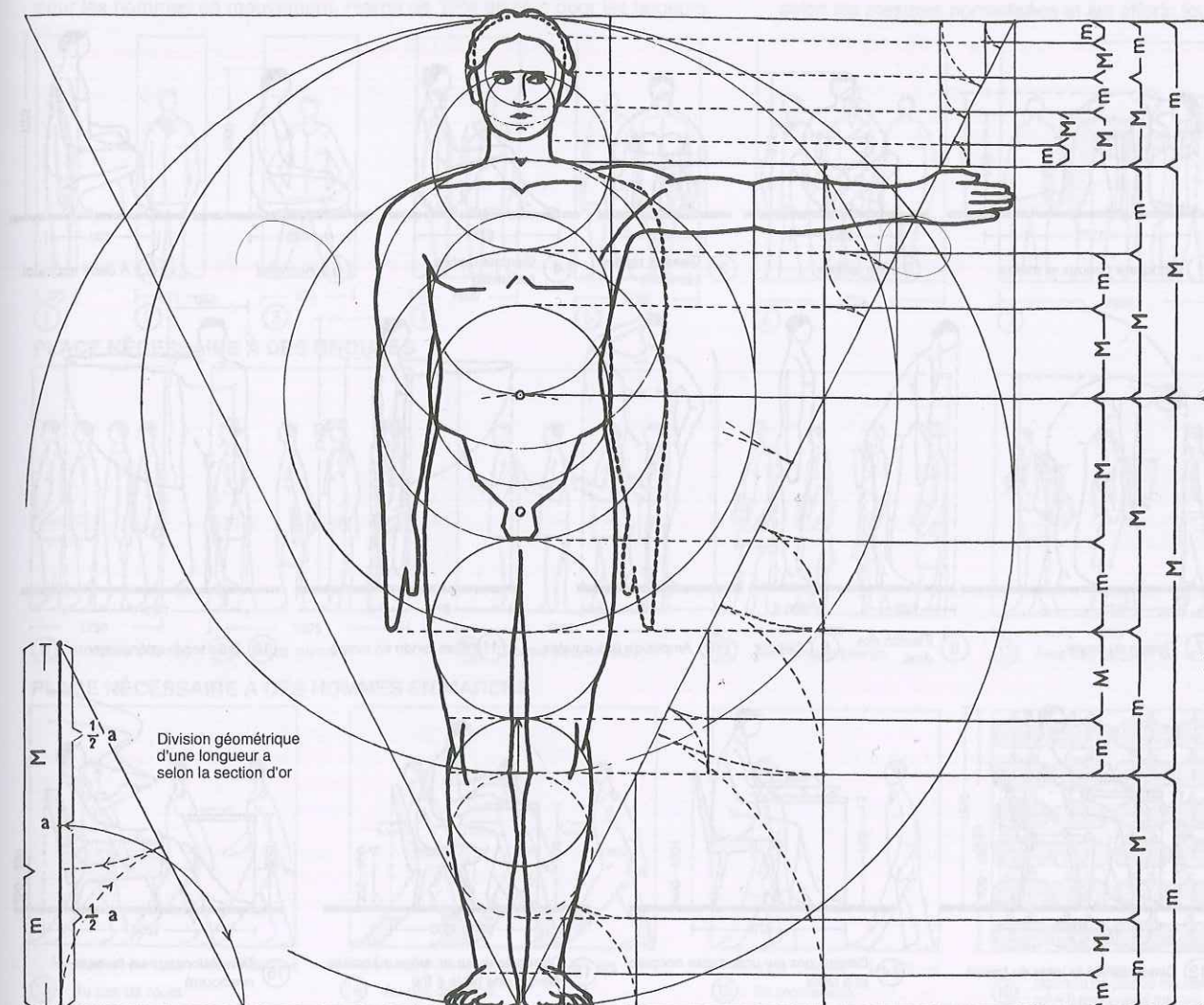
Les ensembles exécutés, en revanche, amènent beaucoup trop facilement à copier ou constituent, pour le moins, des points d'immobilisme dont l'architecte travaillant sur des questions semblables peut généralement se libérer difficilement. Mais, si l'on ne met dans les mains de l'architecte créateur, comme 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.

MESURES DE BASE ET PROPORTIONS L'HOMME, MESURE DE TOUTE CHOSE



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 :

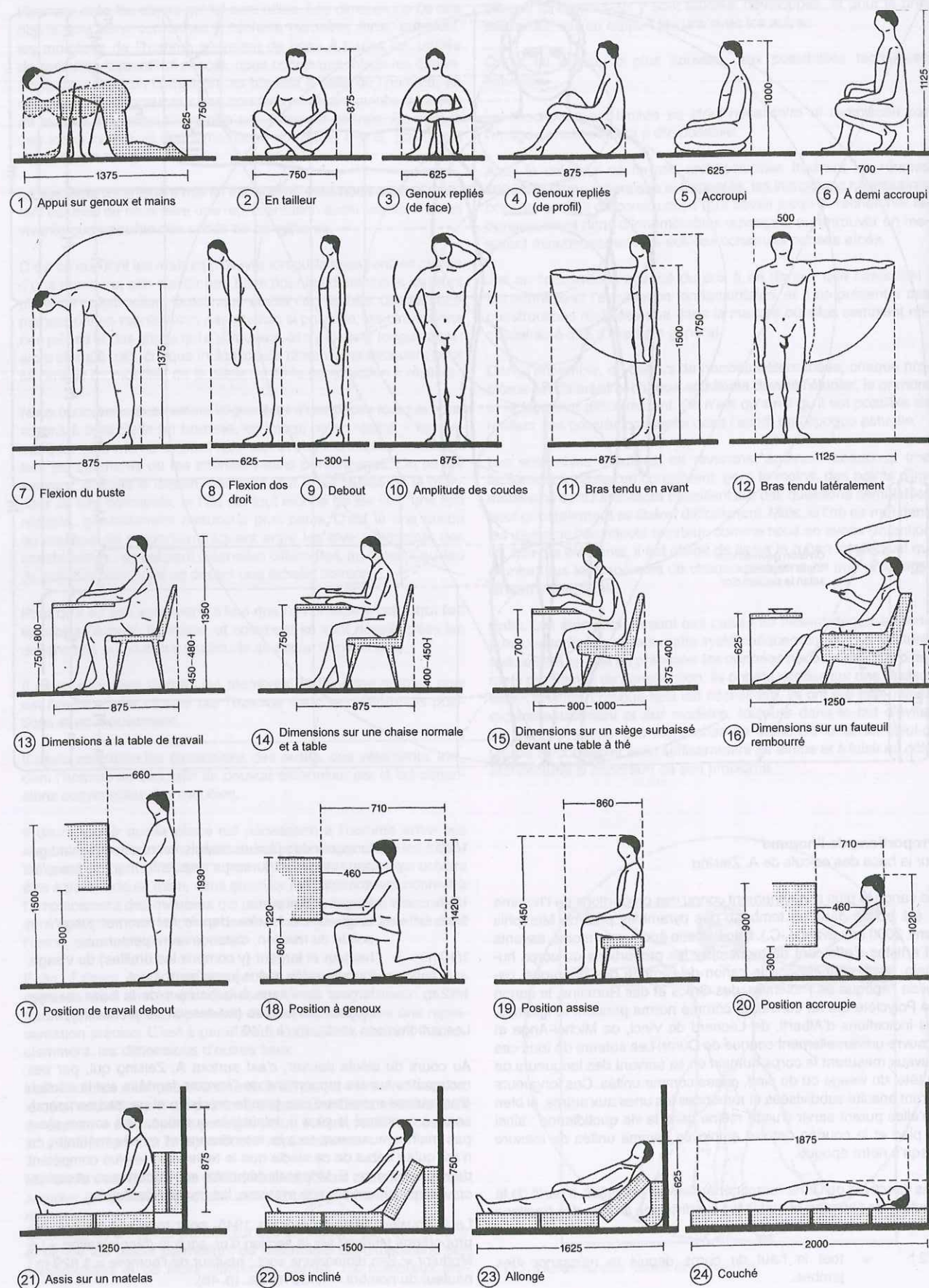
$1/2 h$ = tout le haut du corps depuis la naissance des jambes.

$1/4 h$ = 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 recherches 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. 45).

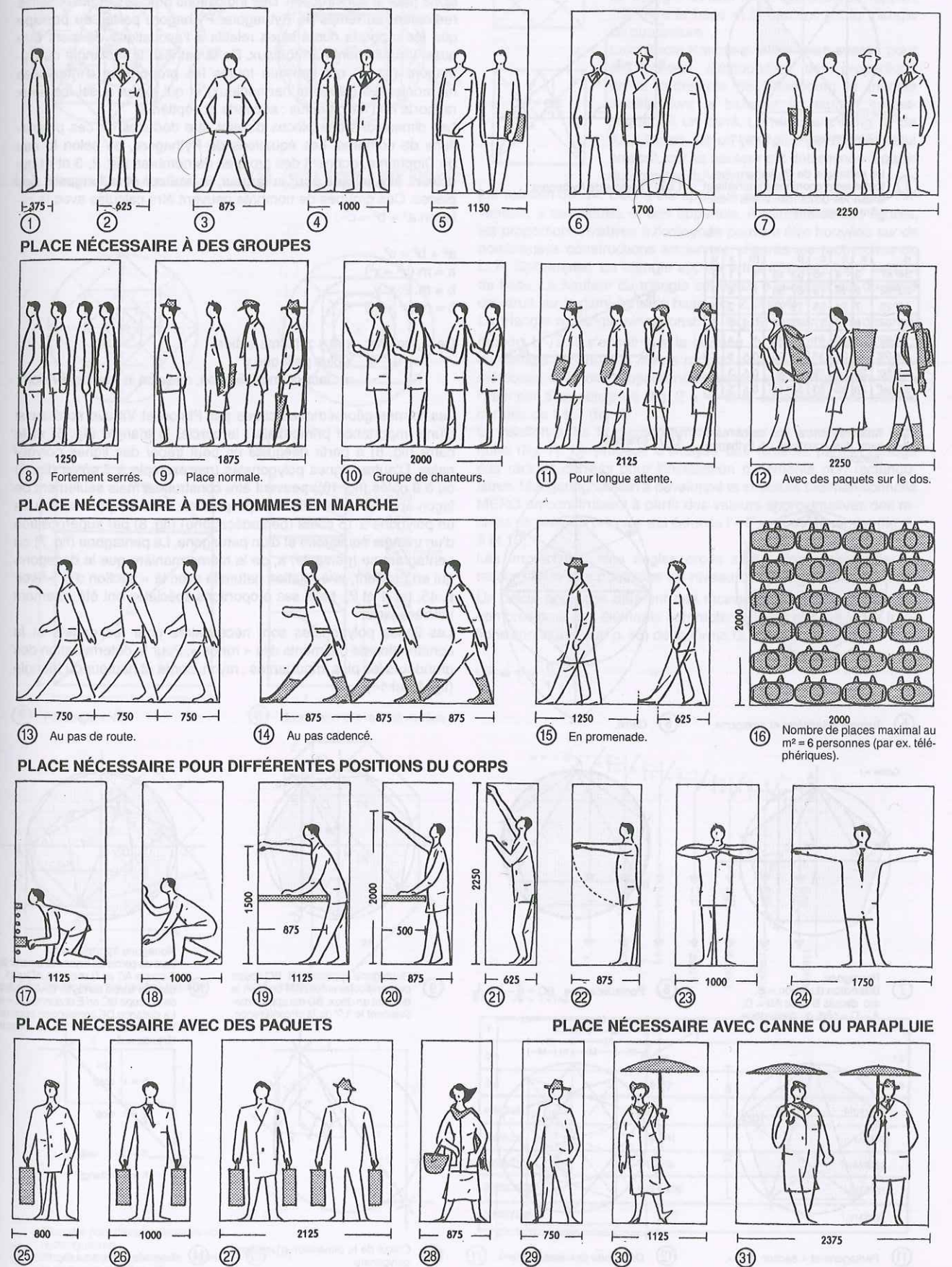
DIMENSIONS DU CORPS

MESURES DE BASE ET PROPORTIONS
DIMENSIONS ET PLACE NÉCESSAIRE

DIMENSIONS DU CORPS

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

selon les mesures normalisées et les efforts fournis



MESURES DE BASE ET PROPORTIONS

PROPORTIONS GÉOMÉTRIQUES

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.

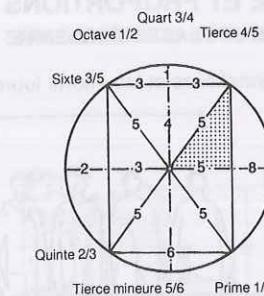
Les dimensions des pièces doivent être déduites de ces proportions de nombres. Les équations de Pythagore, ou selon le cas de Diophante, donnent des groupes de nombres (fig. 2, 3 et 4) qui doivent être utilisés pour la largeur, la hauteur et la longueur des pièces. Ces groupes de nombres peuvent être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

$$\begin{aligned} a^2 + b^2 &= c^2 \\ a &= m(y^2 - x^2) \\ b &= m \cdot 2 \cdot x \cdot y \\ c &= m(y^2 + x^2) \end{aligned}$$

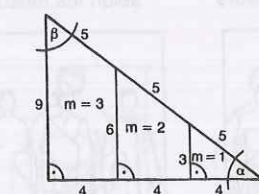
De là, on tire : x et y : chiffres entiers
 x plus petit que y
 m : fact. de multiplication, ou selon le cas, de division

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. 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 » (voir p. 45, fig. 1 et 2). 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 (fig. 13 et 14).



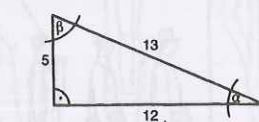
① Le rectangle de Pythagore inclut toutes les proportions d'intervalle et exclut les disharmonieuses : deuxième et septième.



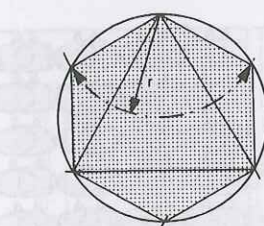
② Triangle de Pythagore.

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

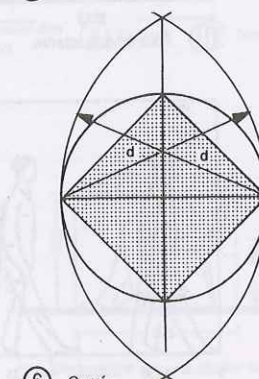
③ Relation entre les nombres à partir des équations de Pythagore (sélection).



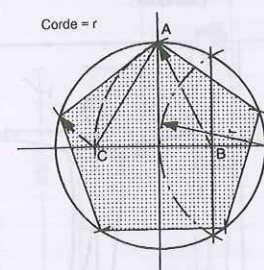
④ Exemple.



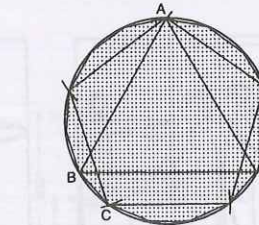
⑤ Triangle équilatéral et hexagone.



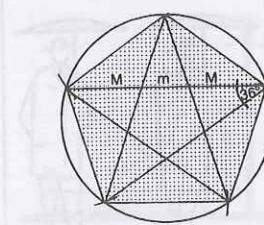
⑥ Carré.



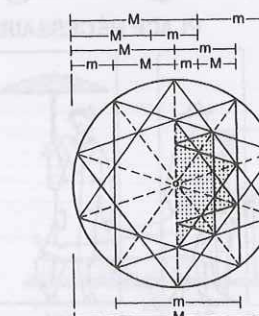
⑦ Pentagone. Bissection du rayon ≈ B, arc depuis B avec AB ≈ C, A-C ≈ côté du pentagone.



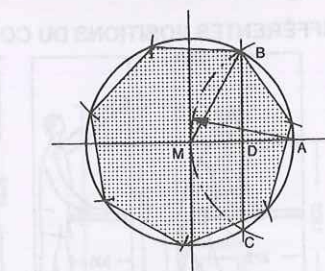
⑧ Pentadécagone $BC = \frac{2}{5} - \frac{1}{3} = \frac{1}{15}$.



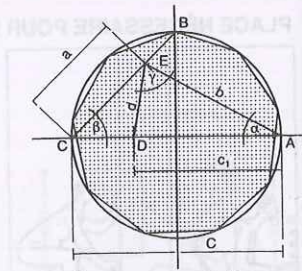
⑨ Pentagone et « section d'or ».



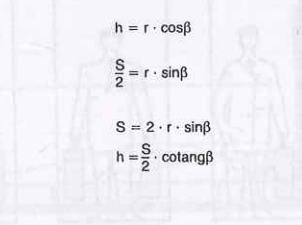
⑩ Décagone et « section d'or ».



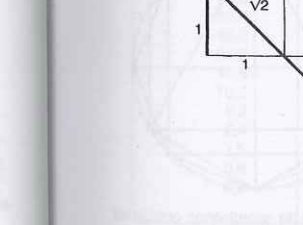
⑪ Heptagone approximatif. BC coupe perpendiculairement AM en D et donne AD = c1. L'arc de cercle de rayon CA/2 à partir de C coupe BC en E et donne CE = a. La distance DE correspond approximativement au 1/9 de la circonférence ≈ d.



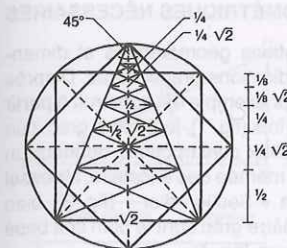
⑫ Nonagone approximatif. L'arc de cercle de rayon AB à partir de A coupe AC en D et donne AD = c1. L'arc de cercle de rayon CA/2 à partir de C coupe BC en E et donne CE = a. La distance DE correspond approximativement au 1/9 de la circonférence ≈ d.



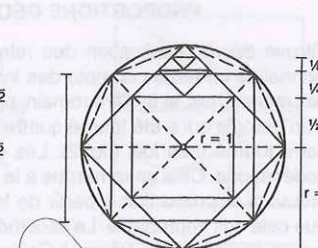
⑬ Calcul de la dimension d'une ligne polygonale.



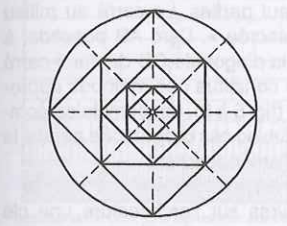
⑭ Formules de calcul (fig. 13).



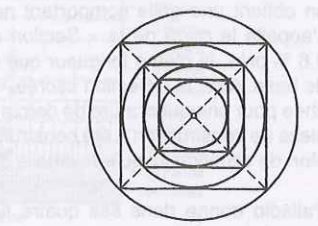
⑮ Triangle $\pi/4$ selon A. v. Drach.



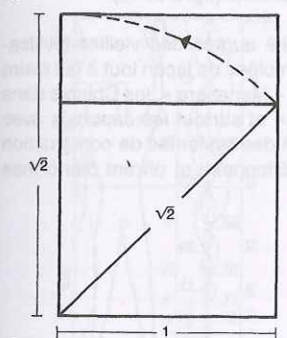
⑯ Carrés réalisés à partir d'un octogone (figures 2 à 4).



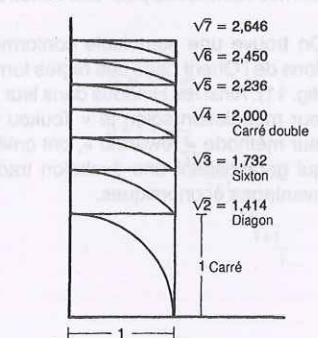
⑰ Rectangle $1/\sqrt{2}$.



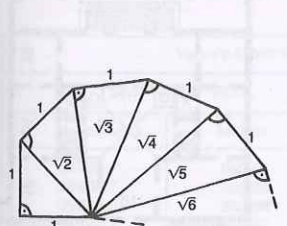
⑱ Succession des racines carrées.



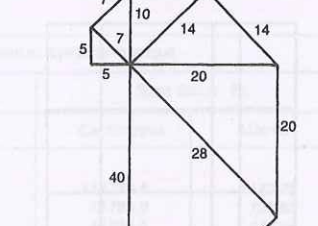
⑲ Relations entre racines carrées.



⑳ Escargot.



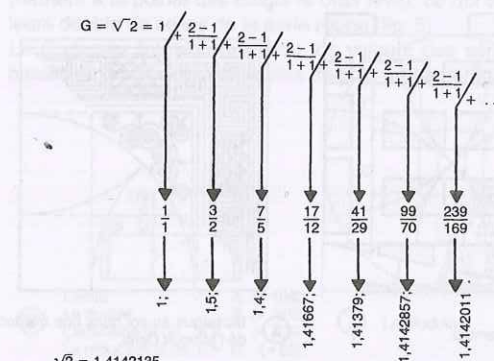
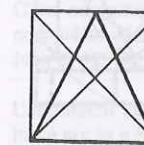
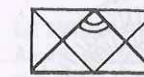
㉑ Exemple pour des coordinations non rectangulaires. Structure tridimensionnelle : construite à partir de $\sqrt{2}$ et $\sqrt{3}$.



㉒ $\sqrt{3}$.

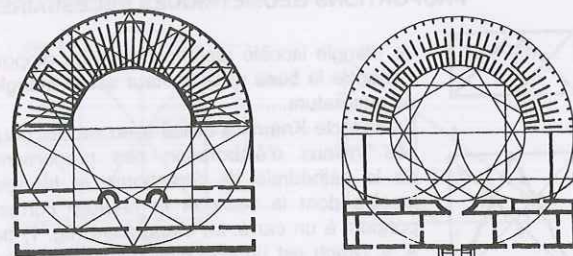
MESURES DE BASE ET PROPORTIONS

PROPORTIONS GÉOMÉTRIQUES NÉCESSAIRES



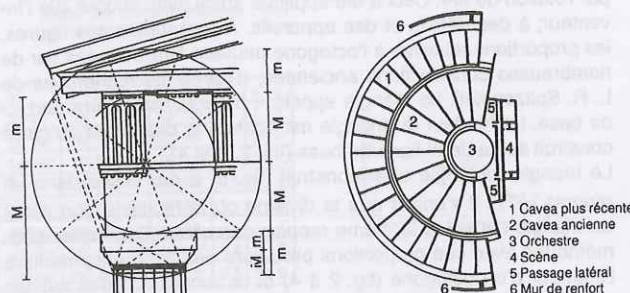
㉓ Fraction continue $\sqrt{2}$.

1	1	1
0,5	2	1,5
0,6	5	1,4
0,58333...	12	1,41667...
0,58621...	29	1,41379...
0,5857143...	70	1,4142857...
0,5857989...	169	1,4142011...
0,5857865...	$\sqrt{2}$	1,4142135...



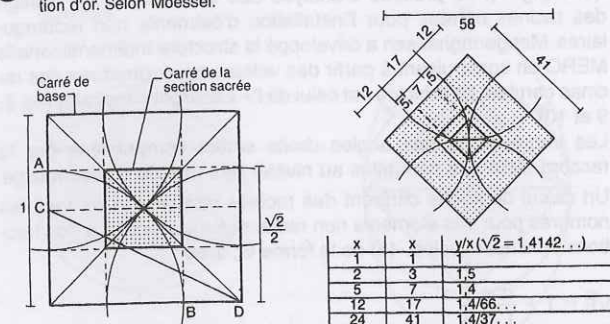
① Théâtre romain d'après Vitruve.

② Théâtre grec d'après Vitruve.



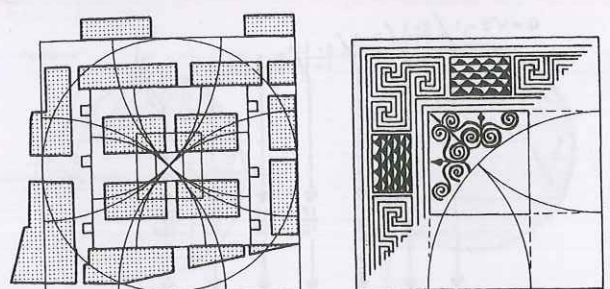
③ Proportions d'un fronton de temple dorique construit à partir de la section d'or. Selon Moessel.

④ Théâtre à Épidaure.



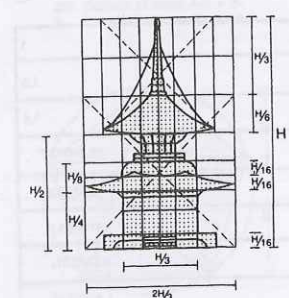
⑤ Section sacrée. Bâtiments dans l'antique Ostie.

⑥ Principe géométrique.

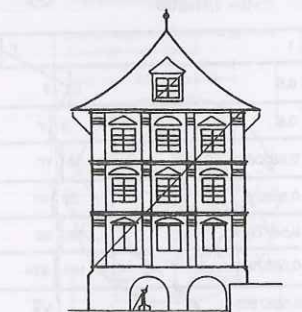


⑦ Plan d'ensemble.

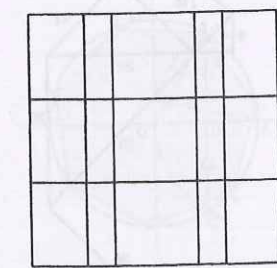
⑧ Mosaïque au sol dans une maison de l'antique Ostie.



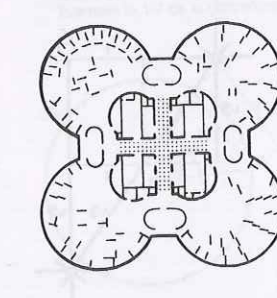
⑨ Pavillon du trésor japonais.



⑩ Maison des corporations Rügen à Zurich.



⑪ Clé géométrique des villas de Palladio.



⑫ Plan d'ensemble du bâtiment BMW à Munich.

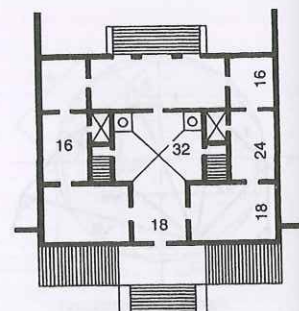
MESURES DE BASE ET PROPORTIONS
PROPORTIONS GÉOMÉTRIQUES NÉCESSAIRES

Vitruve décrit l'application des relations géométriques et dimensionnelles en tenant compte des indications précédentes. D'après ses recherches, 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 Épidaure (fig. 4).

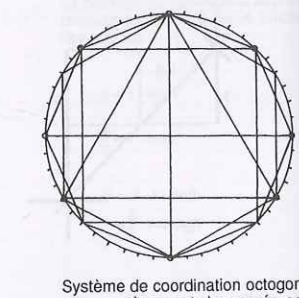
Un site d'habitation récemment découvert dans la ville antique d'Ostie, ancien port de Rome, est connu comme un principe de plan selon la « Section sacrée ». Ce principe repose sur la division par deux de la diagonale d'un carré. Lorsque l'on relie les points où les arcs de cercle de longueur $\sqrt{2}/2$ 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 (fig. 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.

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 (fig. 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 « Kiwariko », ont créé des systèmes de construction qui garantissent une évolution traditionnelle et offrent d'énormes avantages économiques.



⑬ Palladio. Villa Pisani à Bagodo.



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.

MESURES DE BASE ET PROPORTIONS
PROPORTIONS GÉOMÉTRIQUES NÉCESSAIRES

LE MODULOR

Au 18^e siècle et plus tard, on a préféré des coordinations dimensionnelles additives aux coordinations dimensionnelles harmoniques. De là provient le système octamétrique. C'est seulement avec la coordination modulaire qu'est revenue la compréhension et la prise en compte des proportions harmoniques (voir p. 42, fig. 12 à 14).

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 $\frac{l}{\text{subdiv. majeure}} = \frac{\text{subdiv. majeure}}{\text{subdiv. mineure}}$

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. 40 et 41), qu'il subdivisa selon la « Section d'or » suivant les dimensions 108,2 - 66,8 - 41,45 - 25,4 (fig. 4).

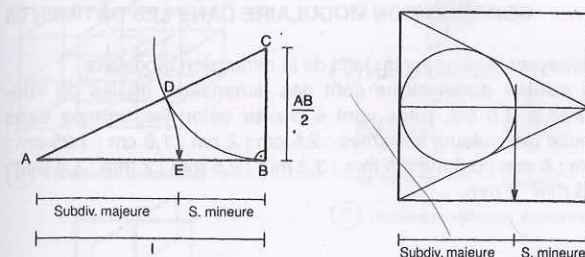
Comme cette dernière mesure correspondait pratiquement à 10 pouces, il trouva ainsi une correspondance avec le pouce anglais, ce qui en revanche ne fut pas le cas pour des dimensions supérieures.

C'est pourquoi Le Corbusier partit de 6 pieds anglais = 1 828,8 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).

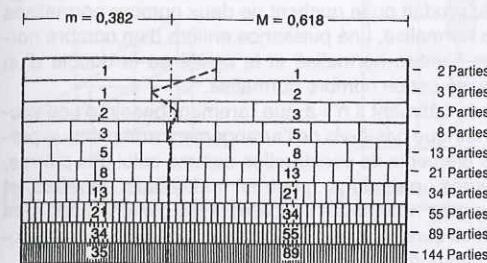
Comme la progression de cette série est trop rapide pour l'usage pratique, il constitua en outre une série bleue en parlant de 2,26 m (hauteur à la pointe des doigts le bras levé), ce qui donne des valeurs double de celles de la série rouge (fig. 5).

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

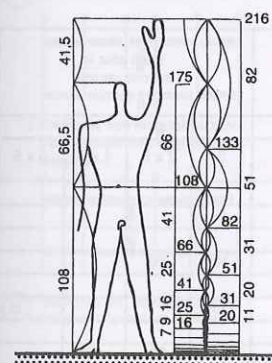


① Construction géométrique de la « Section d'or ».

② Relation entre carré, cercle et triangle.



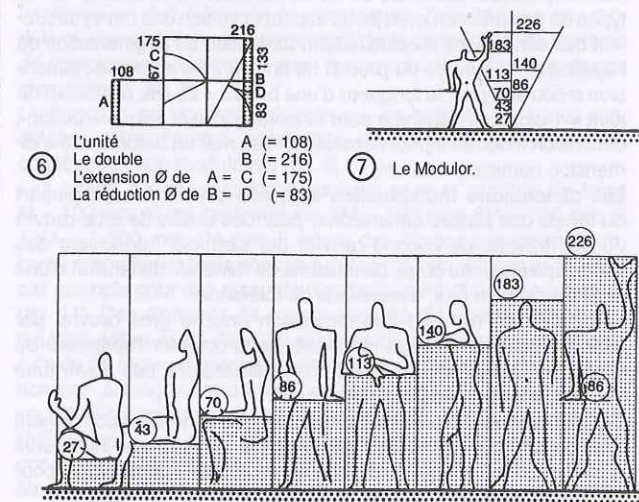
③ Fraction continue : Section d'or.



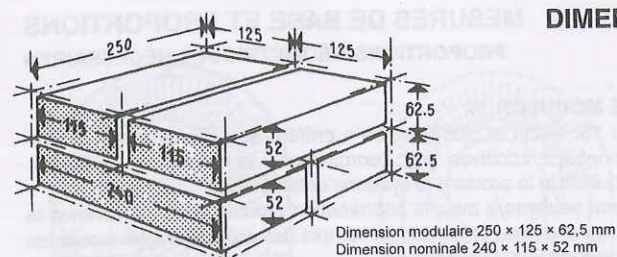
④ Figure donnant les proportions.

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

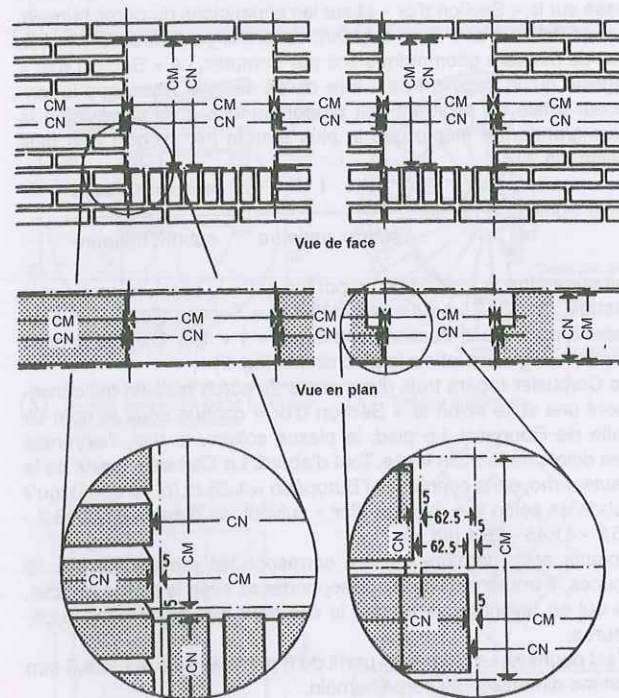
⑤ Séries des valeurs numériques illimitées, selon le Modulor de Le Corbusier.



⑥ Mesures rattachées à la stature humaine, selon le Modulor de Le Corbusier.



1 Cotes avec et sans joint pour des briques



2 Cote modulaire (CM) et cote nominale (CN) pour une construction en briques.

Les **nombre normalisés pour la construction** sont des nombres concernant les dimensions modulaires ainsi que les dimensions individuelles, les dimensions de gros œuvre et les dimensions qui en découlent.

Les **dimensions modulaires** sont tout d'abord des dimensions théoriques. Mais elles sont à la base des dimensions individuelles, des dimensions de gros œuvre et des dimensions que l'on rencontre dans la pratique. Les cotes de nu ou les cotes nominales (pour les types de construction avec joints et pour la finition des murs) découlent des dimensions modulaires par déduction ou augmentation de l'épaisseur du joint ou du produit de finition. (Par exemple : dimension modulaire pour la longueur d'une brique = 25 cm, épaisseur du joint = 1 cm, cote nominale pour la longueur de la brique = 24 cm ; dimension modulaire pour l'épaisseur d'un mur en béton coulé = dimension nominale = 25 cm).

Les **dimensions individuelles** sont des dimensions (la plupart du temps des petites dimensions) pour des unités de gros œuvre ou des travaux de second œuvre, par exemple : épaisseur des joints, épaisseur du crépi, dimensions de rainures, dimension d'une feuillure dans un mur, dimensions de tolérance.

Les **cotes de nu** sont des dimension pour le gros œuvre, par exemple pour un ouvrage maçonnerie (sans compter l'épaisseur du crépi), épaisseur des plafonds bruts, dimensions des ouvertures des portes et des fenêtres sans enduit.

Les **dimension de second œuvre** sont des dimension concernant une construction achevée, par exemple dimensions intérieures d'une pièce ou d'une ouverture après finition, dimensions pour l'emplacement des meubles, hauteur d'étage.

Les **cotes nominales** sont des dimensions modulaires pour les constructions sans joints.

Pour les constructions avec joints, la cote nominale s'obtient en

DIMENSIONS DE BASE. RELATIONS ENTRE DIMENSIONS COORDINATION MODULAIRE DANS LES BÂTIMENTS

soustrayant l'épaisseur du joint de la dimension modulaire.

Les **petites dimensions** sont des dimensions égales ou inférieures à 2,5 cm. Elles sont à choisir selon les normes dans la suite des valeurs suivantes : 2,5 cm ; 2 cm ; 1,6 cm ; 1,25 cm ; 1 cm ; 8 mm ; 6,3 mm ; 5 mm ; 3,2 mm ; 2,5 mm ; 2 mm ; 1,6 mm ; 1,25 mm ; 1 mm.

Nombres normalisés

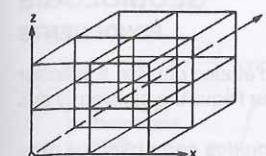
Les nombres normalisés sont issus des dimensions communes aux machines et outillages techniques.

Les nombres normalisés offrent des avantages de calcul de toutes sortes : ainsi le produit ou le quotient de deux nombre normalisés est un nombre normalisé, une puissance entière d'un nombre normalisé est un nombre normalisé et la moitié ou le double d'un nombre normalisé est un nombre normalisé.

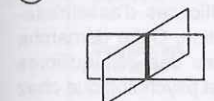
Bien que pour le bâtiment il n'y a que rarement besoin d'une progression géométrique (vis-à-vis de l'arrangement arithmétique prépondérant des éléments de construction comme celui des pierres, poutres, chevrons, parpaings, poutres maîtresses, fenêtres et autres) les nombres normalisés concernant les constructions sont clairement définis dans la norme concernant la coordination modulaire dans les bâtiments et sont aussi indiqués ici.

Suite des dimensions à privilégier pour le gros œuvre				Idem pour dimensions particulières	Idem pour le second œuvre			
a	b	c	d	e	f	g	h	i
25	25 2	25 3	25 4	25 10	5	2 x 5	4 x 5	5 x 5
				2,5				
				5	5			
		6 1/3		7,5				
		8 1/3		10	10	10		
	12 1/2			12,5				
		12 1/2		15	15			
		16 2/3		17,5				
		18 2/3		20	20	20	20	
	25	25	25	25	25			25
				27,5				
			31 1/4	30	30	30		
		33 1/3		32,5				
				35	35			
	37 1/2		37 1/2	37,5				
		41 2/3		40	40	40	40	
			43 3/4	42,5				
				45	45			
50	50	50	50	50	50	50		50
				52,5				
			56 1/4	55	55			
		58 1/3		57,5				
				60	60	60	60	
	62 1/2		62 1/2	62,5				
				65	65			
		66 2/3	68 3/4	67,5				
				70	70	70		
				72,5				
75	75	75	75	75	75			75
				77,5				
			81 1/4	80	80	80	80	
		83 1/3		82,5				
				85	85			
	87 1/2		87 1/2	87,5				
		91 2/3		90	90	90		
			93 3/4	92,5				
				95	95			
				97,5				
100	100	100	100	100	100	100	100	100

3 Dimensions normalisées pour les constructions



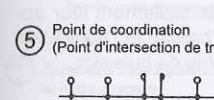
4 Droite de coordination (Ligne d'intersection de deux plans)



5 Point de coordination (Point d'intersection de trois plans)



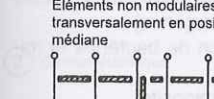
6 Superposition de système unitaires de coordination



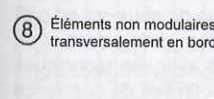
7 Zone non modulaire



8 Éléments non modulaires joints transversalement en position médiane



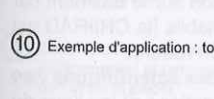
9 Éléments non modulaires joints transversalement en bordure



10 Exemple d'application : toit en pente



11 Opérations complémentaires selon la verticale



12 Construction d'une bordure de toiture curviligne à partir d'un tracé polygonal régulier (plan de situation)



13 Tracé modulaire de la courbe

DIMENSIONS DE BASE. RELATIONS ENTRE DIMENSIONS COORDINATION MODULAIRE DANS LES BÂTIMENTS

Coordination modulaire

La coordination modulaire dans le bâtiment est un procédé pour harmoniser les dimensions dans les constructions.

La coordination modulaire contient des indications pour les méthodes d'élaboration de projets et de construction, sur la base des systèmes de coordination comme moyen pour la conception et la réalisation des travaux. De plus les définitions géométriques et dimensionnelles sont précisées par la coordination spatiale des éléments de construction. En outre les domaines techniques qui dépendent les uns des autres du point de vue géométrique et dimensionnel, peuvent être coordonnés.

Définitions géométriques

Un système de coordination est toujours spécifique d'un objet.

Un système de coordination permet d'harmoniser construction et éléments de construction. Leur taille et leur position sont définies.

On en déduit la cote nominale des éléments ainsi que la dimension des joints et des raccords (fig. 1 à 4).

Un système de coordination est composé de plans disposés orthogonalement entre eux et dont les distances sont des dimensions elles-mêmes coordonnées. Ces distances peuvent être différentes dans les trois dimensions en fonction du projet.

On dispose en général les éléments de construction suivant une dimension entre deux plans de coordination parallèle de telle sorte qu'ils correspondent aux dimensions de coordination y compris les joints compte tenu des tolérances. Un élément de construction est ainsi déterminé dans son extension en une dimension, c'est-à-dire par ses dimensions et sa position, extension que l'on nomme **domaine de référence** (fig. 3).

Dans d'autres cas, il peut être avantageux de ne pas positionner un élément de construction entre deux plans mais de faire concorder son axe médian avec un plan de coordination. L'élément de construction est alors déterminé, dans un espace unidimensionnel, seulement en position. Cette axe est appelé **axe de référence** (fig. 3).

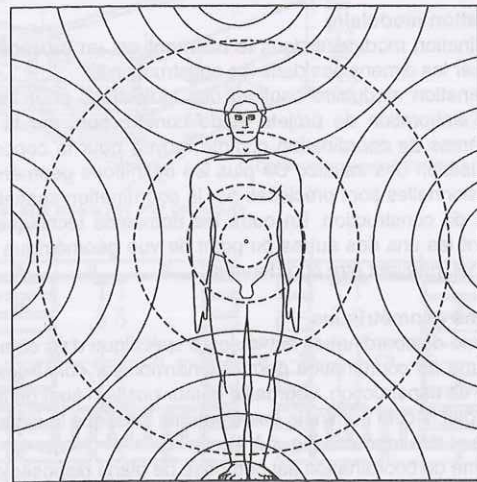
Un système de coordination peut être subdivisé en sous-systèmes relatifs à différentes catégories d'éléments de construction (par exemple structure porteuse, éléments de bâtiment fermé, etc.) (fig. 6).

Il est apparu que non seulement les éléments de constructions doivent être modulaires (par exemple marches d'escalier, fenêtres, portes, etc.) mais aussi les ensembles construits à partir d'eux (volées d'escalier, éléments de façade ou de cloison, etc.) (fig. 9).

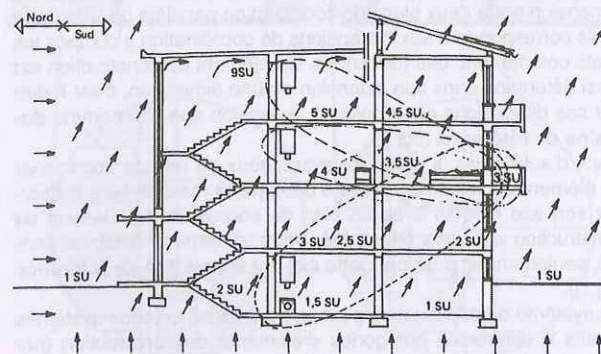
On peut introduire une **zone non modulaire** composée d'éléments de construction non modulaires traversant obliquement ou longitudinalement toute une construction, peut être introduite une soit disant zone non modulaire, zone qui divise complètement le système de coordination en deux systèmes partiels. Il faut cependant que la dimension des éléments de construction dans la zone non modulaire soit déjà connue au moment de la conception du système de coordination, puisque la zone non modulaire a des dimensions bien définies (fig. 7).

L'adjonction en position médiane ou en bordure de zones modulaires offre d'autres possibilités d'introduction d'éléments de construction non modulaires (fig. 8).

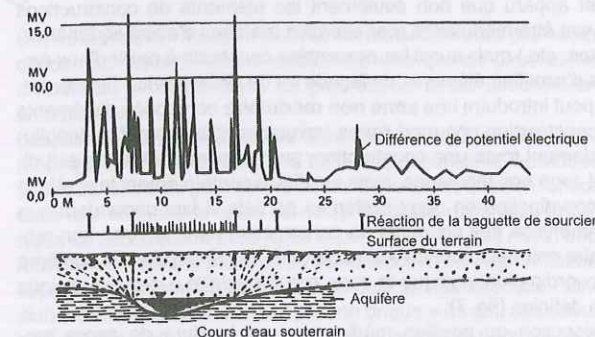
Les unités de coordination modulaire sont le module de base $M = 100$ mm et les multimodules $3M = 300$ mm, $6M = 600$ mm et $12M = 1200$ mm. De plus il existe des dimensions complémentaires normalisées mais non modulaires (25 mm, 50 mm et 75 mm), par exemple pour des raccords d'emboîtement et de recouvrement (fig. 11). Des éléments de construction de dimensions différentes peuvent entrer aussi dans un système de coordination modulaire, à l'aide de règles d'assemblage (fig. 5). Des éléments de construction non orthogonaux peuvent entrer aussi dans un système de coordination modulaire à l'aide de calculs de séries (par exemple Pythagore) ou par mise en facteurs premiers (par exemple fraction continue) (fig. 10). Des constructions « circulaires » peuvent aussi être conçues en réalisant un tracé polygonal (par exemple triangle, quadrilatère, pentagone et leurs subdivisions) (fig. 12 et 13).



1 La géobiologie vue sous l'angle des interactions globales régnant entre l'habitant et l'édifice bâti



2 Champs électromagnétiques dans un bâtiment



3 Différence de potentiel électrique mesurée au-dessus d'un cours d'eau souterrain

Champs électriques et magnétiques (« brouillard électromagnétique »)

- Champs électriques alternatifs de basses fréquences en provenance de câbles et d'appareils électriques sous tension, etc.
- Champs magnétiques alternatifs de basses fréquences en provenance d'appareils électriques en fonctionnement, etc.
- Champs de hautes fréquences en provenance d'émetteurs mobiles, de téléphones, etc.
- Courants électrostatiques produits par les tissus synthétiques, par la laine, etc.
- Champs magnétiques statiques

Mesures des matériaux de construction

- Métaux lourds, agents toxiques, rayonnements

Pollution de l'air

- Composés organiques volatils (COV), gaz, fibres, poussières fines, allergènes

Son / Vibrations

- Zones de turbulences pathogènes (par exemple : cours d'eau souterrains et ce qu'il est convenu d'appeler « rayonnement terrestre »)

Rayonnements et champs magnétiques terrestres

4 Étendue des mesures de géobiologie dans l'environnement construit

GÉOBIOLOGIE FONDEMENTS

La **géobiologie** constitue un domaine d'études qui vise à préciser la nature des influences du lieu de vie sur l'équilibre biologique des êtres vivants (fig. 1 et 2).

Son but est de prévenir, par l'**observation des composantes physiques, chimiques et microbiologiques présentes à l'intérieur des espaces bâtis**, toute exposition humaine à des agents nocifs. Le cas échéant, à engager des mesures efficaces d'assainissement en vue d'éliminer les causes de pollution. Cette démarche empirique cherche aussi à établir les causes des déséquilibres constatés à la fois sur un plan physiologique et psychologique chez l'homme soumis à divers rayonnements : champs magnétiques ou électromagnétiques principalement.

Les thèmes de la géobiologie recoupent en partie ceux d'autres disciplines.

À côté de l'**écologie du bâti**, qui traite principalement de la qualité de l'environnement dans la construction et dans la fabrication ou la transformation et le recyclage de matériaux de construction, on trouve la **physique du bâtiment** (matériaux et techniques), l'**électrotechnique** ainsi que la **biologie**, la **chimie** et la **médecine**.

Les principes de la géobiologie trouvent essentiellement leur application raisonnée dans la construction de l'habitat et l'édification d'écoles, d'hôpitaux, de crèches et d'immeubles de bureaux.

L'examen d'un bâtiment comporte en règle générale les domaines suivants (fig. 4) :

- mesure des champs magnétiques et électromagnétiques générés par des appareils électriques et techniques dans les registres des basses et hautes fréquences ;
- contrôle des matériaux de construction en vue de la détection de composants nocifs (produits toxiques, métaux lourds, radiations) ;
- contrôle de la qualité de l'air ambiant intérieur en vue de la détection d'agents nocifs dans l'air (composés organiques volatils (COV) et gaz, fibres, poussières fines et allergènes) ;
- analyses microbiologiques pour la détection de bactéries et micro-organismes (moisissures) ;
- mesures du bruit, des vibrations et de la luminosité.

Au-delà de ces investigations, des tentatives sont faites pour mettre en évidence des zones de turbulences, potentiellement pathogènes, provoquées par la structure géologique du sous-sol en présence de courants d'eau souterrains, de failles géologiques et de réseaux telluriques. Ces mesures pratiquées avec les techniques de la **radiesthésie** explorent un domaine aux limites de la science (fig. 3).

Parmi les effets pathogènes du sous-sol, il faut mentionner le radon, un gaz radioactif naturel, incolore et inodore qui pénètre dans les bâtiments depuis le sol. Il s'accumule particulièrement dans les endroits clos (cave, vide sanitaire et pièces fermées) et se diffuse dans tout l'édifice. Les concentrations les plus importantes se forment au niveau des sols granitiques et volcaniques. Lorsque les émanations sont importantes, le radon peut atteindre dans certains cas des teneurs très élevées nécessitant une intervention sur le bâtiment car les risques pour la santé sont parfaitement établis (la CRIIRAD est habilitée à procéder aux mesures de teneur en radon).

La **géobiologie conduite selon des méthodes scientifiques** vise à créer un environnement sain dans les habitations et les lieux de travail. Les mesures doivent être effectuées selon des méthodes reconnues et reproductibles afin que les facteurs de risque à l'intérieur des édifices puissent être aisément identifiés et supprimés. Cependant, il est admis que les influences auxquelles l'homme est exposé ne sont connues que très partiellement à ce jour. Les connaissances scientifiques à leur égard sont encore insuffisantes. D'où la tentation de trouver des explications à de nombreuses et anciennes observations sur le caractère favorable ou au contraire nocif de certaines configurations ou emplacements du bâti. Les mesures qui en découlent ainsi que les valeurs retenues sont contestées, du fait, en partie, qu'il n'existe pas de méthodes de mesure fiables et reconnues pour ces investigations.

GÉOBIOLOGIE CLIMAT INTÉRIEUR

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

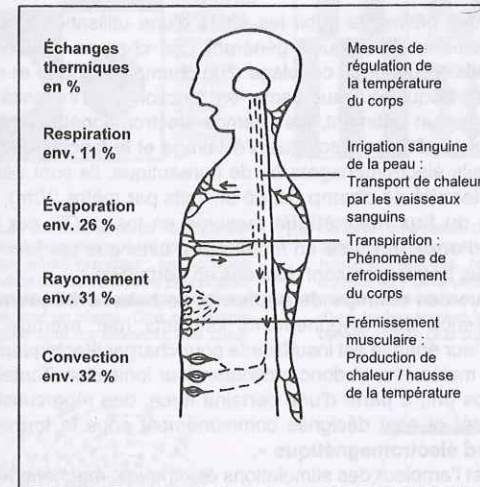
Production de chaleur : irrigation sanguine de la peau, accélération de la circulation sanguine, dilatation des vaisseaux sanguins, tremblements musculaires.

Diminution de chaleur : sécrétion de sueur.

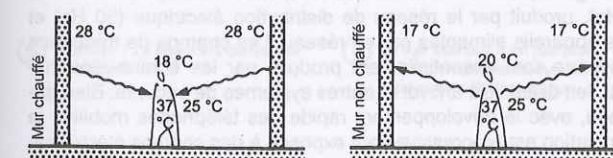
Flux thermique entre le corps et son environnement

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).

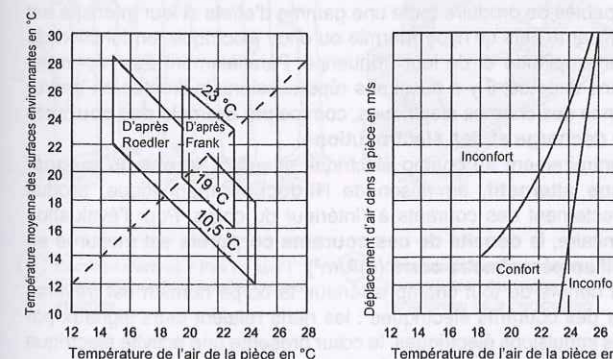


1 Échanges thermiques et modes d'autorégulation de la température par le corps humain



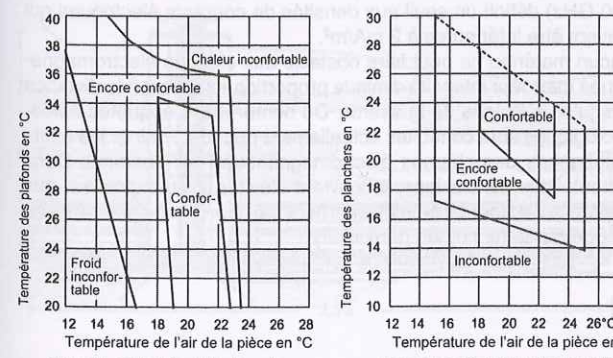
2 Confort thermique

3 Inconfort thermique



4 Zone de confort (surfaces environnantes et température de l'air de la pièce)

5 Zone de confort (déplacement d'air dans la pièce et température de l'air)



6 Zone de confort (température des plafonds et température de l'air de la pièce)

7 Zone de confort (température des planchers et température de l'air de la pièce)

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	

8 Taux d'humidité de l'air pour l'air respiré

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). 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 supérieure à 17 °C. 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.

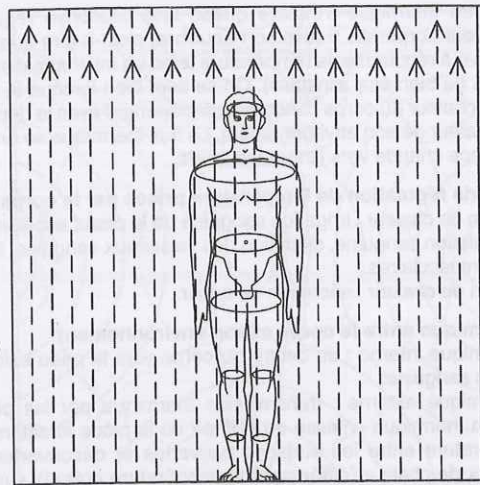
Air et circulation d'air. La circulation d'air ne doit pas provoquer un courant d'air cause d'un refroidissement local du corps.

Température de l'air et humidité relative de l'air. Une humidité relative de l'air de 40 à 50 % est agréable.

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 CO₂ de l'air ne doit pas dépasser une teneur volumique en CO₂ 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
5 g/kg	100 %	4 °C	Climat pr soins des poumons
5 g/kg	40 %	18 °C	Bel automne tardif
8 g/kg	50 %	21 °C	Très bon climat pr les pièces
10 g/kg	70 %	20 °C	Bon climat pour les pièces
28 g/kg	100 %	30 °C	Climat des pièces trop humide
			Forêt tropicale pluvieuse

9 Quelques valeurs d'humidité relative pour comparaison



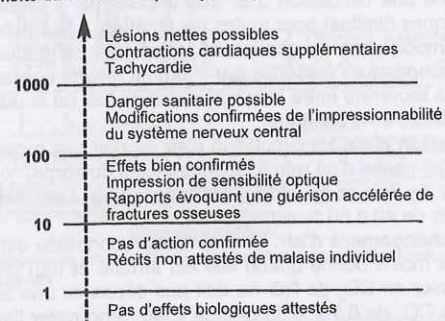
① L'induction de courants corporels comme principale action des champs alternatifs magnétiques et électromagnétiques sur le corps humain

En Allemagne, la protection contre l'exposition aux champs électromagnétiques a conduit à fixer des valeurs limites pour les intensités de champs électriques et pour la densité du flux magnétique. Elles sont, pour la fréquence du courant domestique (50 Hz), de 5 kV/m soit 100 μ T.

Au vu de persistantes incertitudes scientifiques relatives à de possibles effets sanitaires indésirables en provenance de champs à basses fréquences, l'Office Fédéral de Protection contre les rayonnements (BfS) préconise les mesures préventives suivantes : Optimiser le tracé des conduites et l'isolation des installations électriques en vue de réduire au maximum l'exposition des habitants. Si possible couper complètement l'alimentation des appareils et des sources de champs après usage et ne pas laisser les installations en mode veille (ceci principalement pour les téléviseurs et les chaînes stéréo).

Dans les lieux de repos, placer si possible les sources de champs (par exemple radio-réveil branché sur le secteur) très éloignées du lit.

Densité du courant corporel (mA/m²)



② Effets biologiques selon la densité du courant corporel

Appareil	3 cm	30 cm	100 cm
Sèche-cheveux	6 - 2000	0,01 - 7	0,01 - 3
Rasoir électrique	15 - 1500	0,08 - 9	0,01 - 3
Lampe fluorescente	40 - 400	0,5 - 2	0,02 - 0,25
Micro-ondes	73 - 200	4 - 8	0,25 - 0,6
Téléviseur	2,5 - 50	0,04 - 2	0,01 - 0,04
Ordinateur	0,5 - 30	< 0,01	
Réfrigérateur	0,5 - 1,7	0,01 - 0,25	< 0,01

③ Valeurs de densité de flux magnétique émises par des appareils ménagers, mesurées en microteslas à des distances différentes

GÉOBIOLOGIE CHAMPS ÉLECTROMAGNÉTIQUES

L'intérieur des bâtiments subit les effets d'une utilisation intense des équipements électriques générant des champs électromagnétiques. Ils résultent du couplage d'un champ électrique et d'un champ magnétique qui augmentent en fonction de l'intensité du courant. Dans un bâtiment, les champs électromagnétiques sont produits par le câblage électrique, l'éclairage et le fonctionnement des appareils électroménagers ou de bureautique. Ils sont définis par leur **intensité de champ** donnée en volts par mètre (V/m), par la **densité du flux magnétique** mesurée en teslas (T), par leur **longueur d'onde** mesurée en mètres (m), ainsi que par leur **fréquence**. Les fréquences sont données en hertz (Hz).

On distingue des **champs de hautes et de basses fréquences**. À la différence des rayonnements ionisants (par exemple les rayons X), leur énergie est insuffisante pour charger électriquement atomes et molécules, et donc provoquer leur ionisation. Toutefois, ces champs ont, à partir d'une certaine force, des répercussions sur la santé, et sont désignés communément sous le terme de « **brouillard électromagnétique** ».

La nature et l'ampleur des stimulations électriques, magnétiques et électromagnétiques, nocives tant pour les humains que pour l'environnement sont l'objet de nombreuses analyses de géobiologie.

Effet du point de vue de la géobiologie

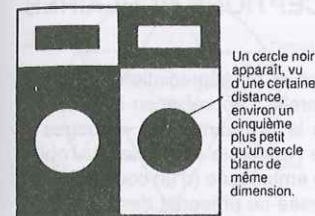
Au quotidien, il résulte d'une exposition à des champs électriques et magnétiques de basses fréquences, entre 1 Hz et 100 kilohertz (kHz), produit par le réseau de distribution électrique (50 Hz) et des appareils alimentés par ce réseau. Les champs de fréquence moyenne sont essentiellement produits par les écrans d'ordinateur, les dispositifs antiviol et autres systèmes de sécurité. Bien entendu, avec le développement rapide des téléphones mobiles, la population est progressivement exposée à des champs électromagnétiques de hautes fréquences pouvant atteindre 300 gigahertz (GHz). Leur principale origine se trouve dans les antennes de radio, de télévision et de téléphones portables ou encore les fours à micro-ondes.

Ces champs créent dans l'organisme des courants induits qui sont capables de produire toute une gamme d'effets si leur intensité est suffisante, tels qu'hyperthermie ou choc électrique, en fonction de leur amplitude et de leur fréquence. Parallèlement aux répercussions directes, il y a aussi des répercussions indirectes en provenance des champs électriques, comme par exemple **des courants de décharge et des électrocutions**.

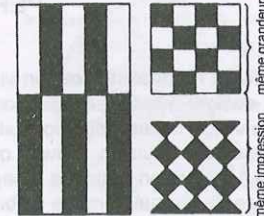
Contrairement au champ électrique alternatif, le **champ magnétique alternatif**, en raison de l'induction magnétique, produit directement des courants à l'intérieur du corps. Pour l'évaluation sanitaire, la **densité de ces courants corporels** est mesurée en **milliampères/mètre carré (mA/m²)**.

En dehors de tout champ extérieur, le corps humain est traversé par des courants électriques : les nerfs relaient leurs signaux par des impulsions électriques, le cœur présente une activité électrique (« électrocardiogramme »), et presque tous les métabolismes s'opèrent à partir de particules chargées (ions). L'ordre de grandeur de ces densités du courant naturel du corps est de 1 à 10 mA/m². Une recommandation européenne relative à la limitation de l'exposition du public aux champs électromagnétiques (de 0 Hz à 300 GHz) définit un seuil aux densités de courants électriques qui doivent être inférieures à 2 mA/m².

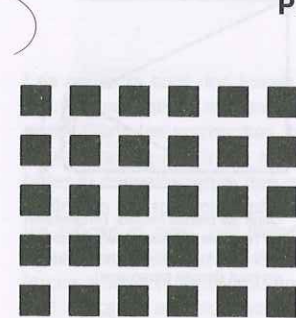
Aucun matériau ne peut faire obstacle aux champs électromagnétiques mais leur intensité diminue proportionnellement à la distance lorsqu'on s'éloigne de la source. De nombreuses enquêtes épidémiologiques sont conduites actuellement pour déterminer les effets pathogènes des champs électromagnétiques sur l'homme. Dans l'attente des conclusions, il convient d'éviter la surexposition aux appareils électriques en ne séjournant pas à proximité pendant une longue durée (la nuit en particulier).



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.



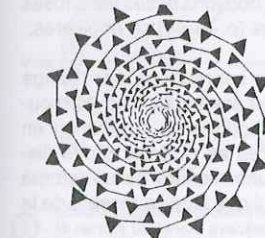
② Lorsque l'on a besoin d'une impression d'égalité entre les surfaces noires et blanches, ces dernières doivent être diminuées en conséquence. Une couleur claire à côté d'une couleur sombre fait apparaître celle-ci encore plus sombre.



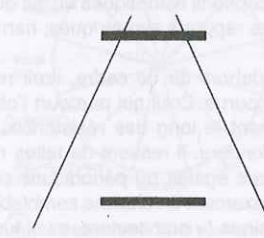
③ Voyez-vous aussi des cercles gris entre les carrés? C'est notre cerveau qui « densifie » l'ensemble au moyen de ces cercles.



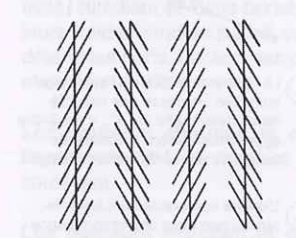
④ Leurre de l'esprit : nous croyons voir un carré blanc. En réalité, il manque les lignes de contour.



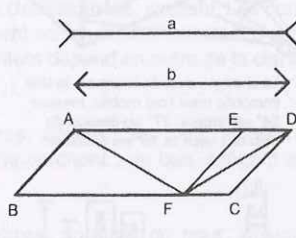
⑤ Spirales ? La figure est composée de cercles



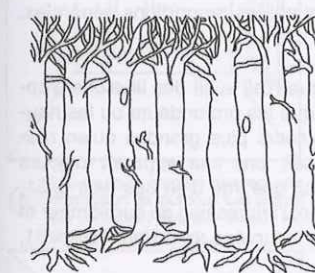
⑥ Le trait inférieur n'est pas plus court que celui de dessus, ce n'est qu'une illusion optique



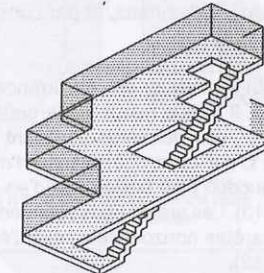
⑦ Sur ce dessin, les lignes verticales, parallèles en réalité, apparaissent obliques.



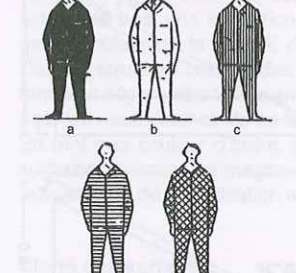
⑧ Les segments a et b ainsi que les segments A-F et F-D semblent inégaux, les premiers par suite de l'adjonction d'attributs minimes et les seconds par suite de leur incorporation dans des surfaces différentes.



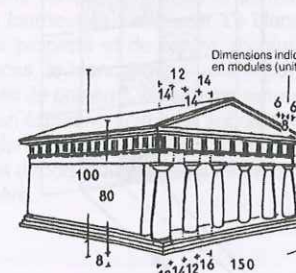
⑨ Combien d'arbres ? Pas un seul ! Il n'y a aucune liaison entre racines et cimes.



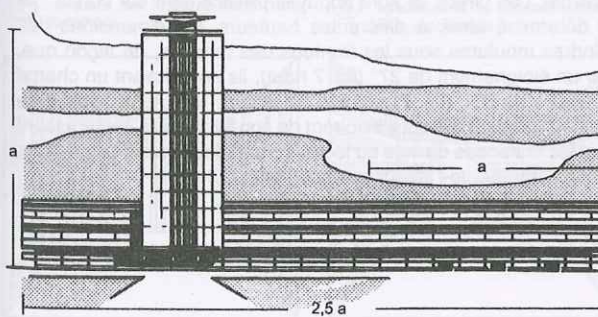
⑩ Représentation trompeuse par transgression des règles dominantes de la perspective



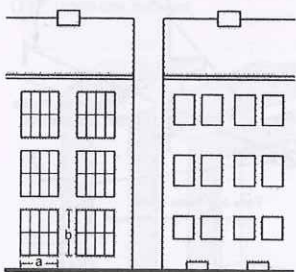
⑪ La couleur et les dispositions du tissu des vêtements modifient l'apparence de l'homme. Le noir amincit (a) car il absorbe la lumière. Le blanc grossit (b) car il la diffuse. Les rayures verticales allongent (c), les rayures horizontales élargissent (d), les quadrillages allongent et élargissent (e).



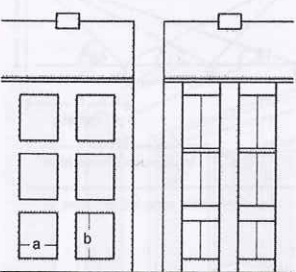
⑫ Les murs en retrait régulier vers le haut apparaissent verticaux. Les marches, corniches et bandeaux incurvés vers le haut apparaissent horizontaux.



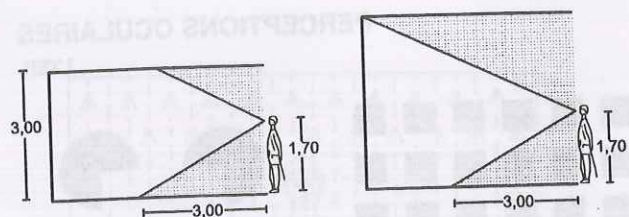
⑬ Dans les éléments verticaux, les dimensions semblent à l'œil faire plus d'effet que les mêmes dimensions dans les éléments horizontaux



⑭ - ⑮ La structure architectonique (vert., horiz. ou mixte) mise à part (fig. 13), le rapport des échelles se trouve déjà modifié par celui des ouvertures des fenêtres aux surfaces de murs 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)

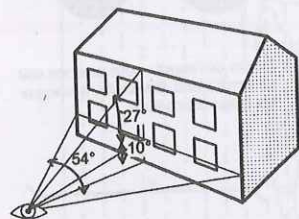


PERCEPTIONS OCULAIRES L'ŒIL



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

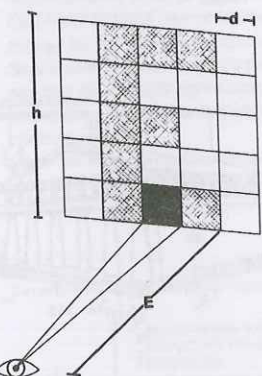
2 Dans les pièces hautes, l'impression de l'espace est ressentie par l'œil en parcourant cet espace de bas en haut (image parcourue).



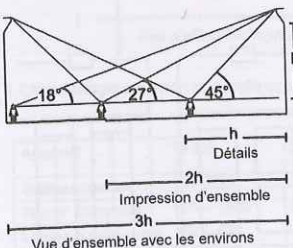
3 Le champ visuel de l'homme, la tête immobile mais l'œil mobile, mesure 54° en largeur, 27° au-dessus du plan des yeux et 10° en dessous.



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.

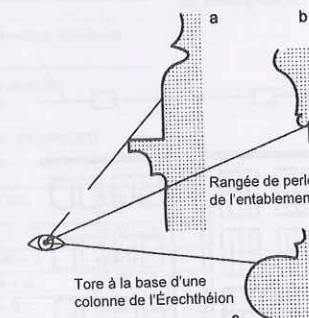


5 L'œil ne voit exactement les différences que dans une circonférence de 0°1' = champ de lecture, ce qui conditionne l'éloignement limite du détail à discerner. Cet éloignement E doit être inférieur au détail (d) / $\tan 0°1' = d/0,000\ 291$, soit la grandeur du détail $d \geq E \times \tan 0°1'$.



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 $\geq 700 \times 0,000\ 291 = 0,203$ m; la hauteur normale h est en général cinq fois plus grande que $d = 5 \times 0,203 = 1,015$.

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.

PERCEPTIONS OCULAIRES

L'ŒIL

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. 43-44) ou équilibrés.

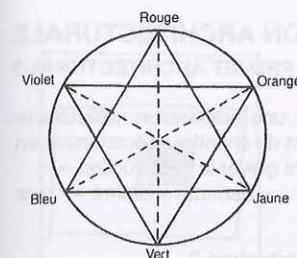
En dehors de ce cadre, l'œil reçoit ses impressions par l'image parcourue. L'œil qui parcourt l'objet reçoit ses impulsions de mouvement le long des résistances qu'il rencontre en largeur ou en profondeur. Il ressent de telles résistances se répétant à des distances égales ou périodiques comme une mesure 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.

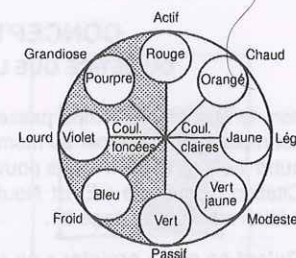
Il faut remarquer en l'occurrence que l'œil subit des illusions d'optique. Il évalue mieux les largeurs que les profondeurs ou les hauteurs; ces dernières semblent toujours plus grandes qu'en réalité. C'est ainsi que, comme l'on sait, une tour apparaît toujours beaucoup plus élevée vue d'en haut que vue d'en bas (voir p. 51, fig. 13). Les arêtes verticales donnent l'impression de surplomber et les arêtes horizontales, celle d'être incurvées au milieu (voir p. 51, fig. 12).

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).

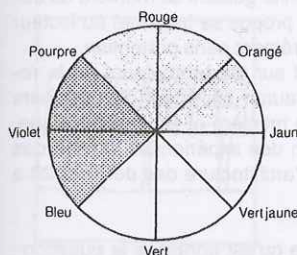
L'éloignement pour ce dernier détermine la grandeur du détail à discerner. Les Grecs se sont appuyés précisément sur ce fait; ils ont déterminé ainsi, à différentes hauteurs, les dimensions des moindres moulures sous les frontons des temples, de façon que, pour un éloignement de 27° (fig. 7 haut), ils 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.



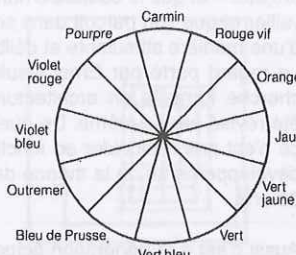
1 Le cercle naturel des couleurs (d'après Goethe): triangle rouge, bleu, jaune: couleurs fondamentales dont le mélange donne théoriquement toutes les couleurs; triangle opposé: vert, orange, violet = couleurs mélangées de première classe résultant du mélange des couleurs fondamentales.



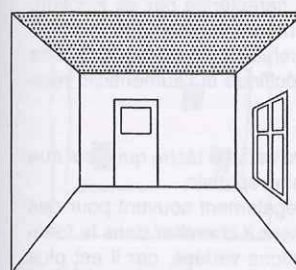
2 Couleurs foncées et claires et leur action sur l'homme.



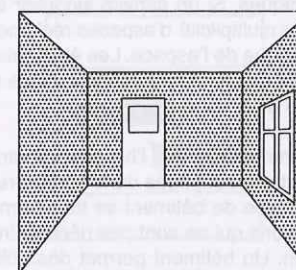
3 Couleurs légères et couleurs lourdes (à ne pas confondre avec les couleurs foncées et les couleurs claires (fig. 2), car à côté de l'élément foncé, l'élément rouge naturel est aussi décisif sur le sentiment de lourdeur).



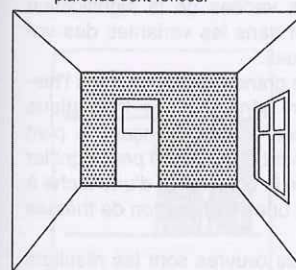
4 Le cercle des douze couleurs.



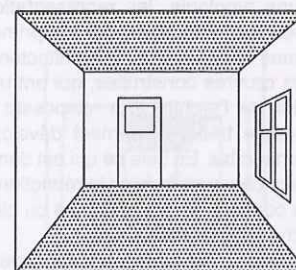
5 Les couleurs foncées donnent une impression de lourdeur. Les pièces ont un aspect plus bas lorsque les plafonds sont foncés.



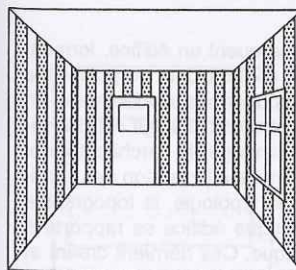
6 Les murs et fonds latéraux colorés agrandissent la pièce vers le haut et le bas.



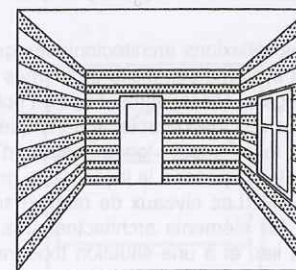
7 Les pièces longues semblent plus courtes quand les murs transversaux les limitant ressortent fortement.



8 Sols et plafonds colorés font paraître la pièce plus basse, plus spacieuse et les surfaces semblent plus importantes.



9 Les bandes verticales augmentent la hauteur des murs.



10 Les bandes horizontales augmentent la largeur des murs et font paraître la pièce plus basse.

PERCEPTIONS OCULAIRES

L'HOMME ET LA COULEUR

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 les pièces et ainsi, par l'intermédiaire de l'action d'espace, d'oppression ou de libérer (fig. 5 et 7). Elle est également **directe** par les forces actives (impulsions) émises par les diverses couleurs (fig. 2 et 3). L'orange a la plus grande force d'impulsion; elle est suivie par le rouge, le vert et le bleu. 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.

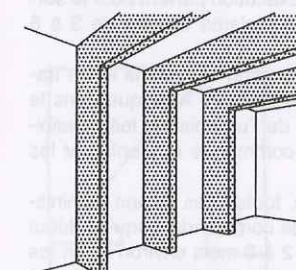
Les couleurs froides et claires, agissant du haut, illuminent et détendent; du côté, dirigent; du bas, rendent lisse et incitent à courir.

Les couleurs froides et sombres, agissant du haut, donnent une sensation de menace; du 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 absolu. 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.

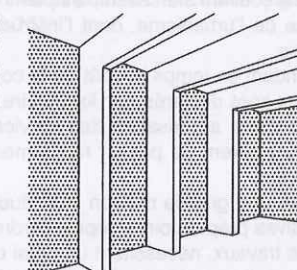
Clarté des surfaces: valeurs entre le blanc théorique (100 %) et le noir absolu (0 %)

Papier blanc	84	Gris argent	env. 35
Jaune or, pur	60	Brique jaune	env. 32
Orange pur	25-30	Brique rouge	env. 18
Rouge écarlate	16	Brique hollandaise foncée	env. 10
Vermillon	20	Couleur pierre moyenne	35
Carmin	10	Asphalte sec	env. 20
Bleu clair	40-50	Asphalte mouillé	env. 5
Bleu ciel profond	30	Noyer	env. 18
Bleu turquoise pur	15	Pin clair	env. 50
Vert gazon	env. 20	Feuille d'aluminium	83
Vert tilleul, pastel	env. 50	Tôle d'acier galvanisé	16

11 Clarté des surfaces



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



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

Dès les premières éditions du Neufert, la question de la conception architecturale était posée par l'auteur, Ernst Neufert, dans des termes qui restent actuels :

« (...) Le travail commence par l'établissement d'un programme de construction détaillé avec l'aide d'un architecte expérimenté sur la base du questionnaire des pages 54 et 55.

Puis débute le travail d'esquisse schématisant les pièces par de simples rectangles exprimant la surface désirée à une échelle commune, ainsi que l'établissement des relations souhaitées de ces pièces entre elles et leur orientation.

Au cours de ce travail, les enjeux de la construction se révèlent toujours plus explicites pour le concepteur, et commencent à prendre corps sous son regard inspiré.

Mais avant d'entamer le projet de construction il revient de clarifier, à l'appui de la surface à bâtir calculée ci-avant, l'emplacement définitif de la maison sur le terrain.

Les questions de l'orientation, la direction du vent, les possibilités d'accès, de la situation du terrain, de la présence d'arbres, des abords immédiats, sont décisives.

Maints essais sont alors nécessaires pour épuiser les possibilités offertes et constituer le fond d'une discussion détaillée pour ou contre, si ne s'impose pas d'emblée la seule implantation de la maison qui soit judicieuse. Fondée sur de telles investigations, la décision tombe en général très vite ; l'image de la construction se forme déjà plus clairement (...).

Alors commencent les douleurs d'enfantement du premier projet de maison, d'abord intellectuellement en s'abîmant au sein des rapports organisationnels et organiques des enjeux de la construction et de leurs arrière-plans spirituels.

De là se développe pour le concepteur une représentation schématique de la forme générale du bâtiment et de l'atmosphère se dégageant de ses espaces, puis cette représentation se matérialise en plan et en élévation. Selon le tempérament, la première esquisse ébauchée est chez les uns un griffonnage en filigrane, chez les autres, la première manifestation de ce processus de naissance. À cause de soins malhabiles, souvent, l'esquisse initiale perd de sa vivacité.

Avec l'expérience et grâce au caractère du concepteur, la clarté de la représentation intellectuelle s'intensifie. Les architectes, avec l'âge et la maturité, sont souvent à même de dessiner le projet de construction définitif, directement à main levée avec les dimensions exactes et tous les détails.

Ainsi se développent les œuvres tardives qui voient le jour mais auxquelles souvent manque l'élan des œuvres de jeunesse.

Après l'établissement de l'avant-projet (...) un temps de repos de 3 à 14 jours est recommandé parce qu'il instaure une distance par rapport au projet et fait paraître les défauts plus prégnants, mais aussi parce qu'il apporte souvent des idées pour y pallier ; en effet le temps intermédiaire dissipe quelques obsessions et ce, notamment, au cours des discussions avec les collaborateurs ou le maître d'ouvrage.

Alors commence l'élaboration du projet, on entame la discussion avec l'ingénieur structure et l'ingénieur s'occupant du chauffage et des réseaux d'eau et d'électricité, et rapidement intervient la détermination du mode constructif et des équipements. À la suite, mais souvent bien avant, les plans d'exécution partent pour le service de l'urbanisme, dont l'instruction réclame environ de 3 à 6 mois.

Pendant ce temps le coût de la construction est estimé et les travaux sont déclarés par formulaire, de manière à ce que dans le cas d'une autorisation des services de l'urbanisme, les possibilités s'offrent de passer rapidement commande et d'entamer les travaux.

Pour une grande maison individuelle, toutes ces tâches administratives préparatoires depuis l'ordre de commande jusqu'au début des travaux, nécessitent un délai de 2 à 3 mois environ selon les circonstances et pour les grands chantiers (hôpitaux par exemple) un délai de 3 à 12 mois.

Il serait déraisonnable d'escamoter ce travail préalable de concep-

CONCEPTION ARCHITECTURALE QU'EST-CE QUE LE PROJET ARCHITECTURAL ?

tion, le surcroît de temps passé à une préparation méticuleuse est rapidement rattrapé au moment du chantier et économisé en outre les frais et les intérêts pouvant grever la construction. » Citation extraite de : Ernst Neufert, « Bauentwurfslehre », 1ère édition allemande, page 34.

Qu'est-ce que « projeter » en architecture ?

Comment fonctionne « l'acte de projeter » et qu'est-ce qui distingue le « bâti » de « l'architecture » ?

On peut encore attester de nos jours, à propos du texte de Ernst Neufert extrait de « Éléments des projets de construction », qu'il aborde les moments essentiels du déroulement de « l'acte de projeter » et que le courant d'humanité guidant sa manière de travailler et que l'on perçoit dans son propos se transmet au lecteur d'une manière stimulante et délibérément sans prétention.

Le regard porté par Ernst Neufert sur les promoteurs de la recherche formelle en architecture aurait sûrement de nos jours été révisé par lui-même. De quelle manière et avec quelle visée, ce n'est pas à élucider en fonction des expériences vécues des développements de la théorie de l'architecture des derniers 20 à 30 ans.

Aussi c'est à la génération actuelle qu'est adressée la question : quels peuvent être les fondements du projet qui conduisent à une forme d'architecture authentique ?

Projeter paraît très simple et en même temps très difficile, et de nombreux aspects y jouent un rôle. Pourtant il s'agit toujours de l'espace et de sa construction au moyen des éléments architectoniques. Si un espace singulier est caractérisé par sa fonction, une multiplicité d'espaces réclame un ordonnancement, une thématique de l'espace. Les éléments architectoniques servent cette thématique et impriment la forme spécifique et l'authenticité relative à l'époque.

Comme le montre l'histoire, construire est une tâche qui n'est que partiellement figée dans son expression spatiale.

Un type de bâtiment se transforme également souvent pour des raisons qui ne sont pas nécessairement à chercher dans la fonction. Un bâtiment permet des utilisations variées, car il est plus qu'un « gant » pour la fonction, ce à quoi renvoie la grande longévité des constructions anciennes.

Sont essentielles au contraire, pour l'évolution au sein même d'une typologie, les représentations variées de la signification culturelle d'un objet, qui s'expriment dans les variantes des volumes et des éléments architectoniques.

Les œuvres construites, qui ont une grande influence dans l'histoire de l'architecture, disposent en général d'une thématique spatiale très précisément développée et ordonnant le plan d'ensemble. En cela ce qui est dominant et magistral peut signifier deux choses à la fois : la réduction de la complexité d'une tâche à un concept simple et unique ou bien une combinaison de thèmes riche en variantes.

Projeter n'est jamais académique, les œuvres sont les résultats de processus intuitifs au cours desquels l'ensemble des facultés sensorielles de leur créateur joue un rôle. Malgré tout, les œuvres utilisent une grammaire architectonique, qui est ordonnée thématiquement et non pas stylistiquement.

Les réflexions architectoniques qui marquent un édifice, forment un système complexe de thèmes qui sont toujours de puissance inégale, consciemment mis en scène ou formés incidemment, en tous cas inséparablement intriqués entre eux. Il s'agit de présenter les éléments fondamentaux d'un langage de l'architecture et de les exposer à la façon d'une grammaire à l'intention des architectes. Les niveaux de relation sont la typologie, la topographie et les éléments architectoniques. Chaque édifice se rapporte à un lieu et à une situation topographique. Ces derniers créent et déterminent un topos. Pour une fonction particulière, on choisit une typologie spatiale et les éléments architectoniques produisent la forme stylistique.

CONCEPTION ARCHITECTURALE LES ÉTAPES DE LA CONCEPTION

Typologie

La structure typologique d'une construction se développe aussi bien à partir de sa fonction, de son mode constructif que de sa situation urbanistique.

La structure typologique est tridimensionnelle et c'est pourquoi elle doit être comprise comme un thème de l'espace.

Topographie

La thématique de la topographie fait référence à la situation singulière de la construction sur le terrain et développe à partir d'elle un discours soit urbanistique soit en relation avec le paysage.

Ce discours qu'il soit urbanistique ou en relation avec le paysage empreint fortement la nature de l'espace public.

Les éléments architectoniques

Les éléments de construction qui composent un bâtiment doivent toujours être conçus en corrélation avec l'image reflétée par l'ensemble et obéissent aussi bien à des principes d'ordres formels, qu'à des impératifs d'ordre technique ou des critères d'usage.

Façade/ouvertures

Tous les éléments d'ouverture forment une composition graphique sur la surface du mur.

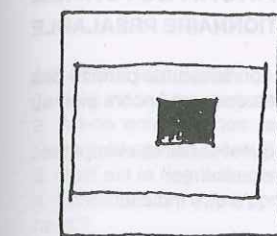
Un mélange ou une combinaison des différents principes de composition peut conduire à une façade surchargée (fig. 7 à 9).

Les éléments plastiques

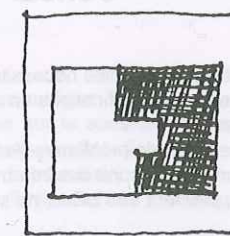
Les éléments fonctionnels comme les balcons, les loggias mais aussi les poteaux forment des structures tridimensionnelles qui façonnent la surface du mur. Le traitement de ces éléments structurant ne doit pas casser l'unité de la façade (fig. 10 à 12).

Toit

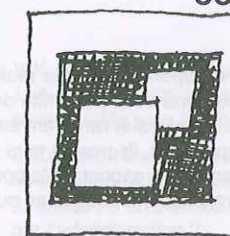
Seul le toit transforme la masse construite en une sculpture close. Le contexte urbanistique et le concept architectonique sont déterminants pour le choix du toit (fig. 13 à 15).



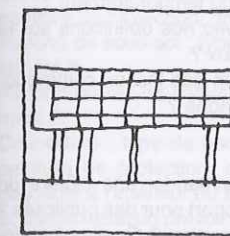
1 Volumes dans la structure
Masses enserrées dans un corps et s'exprimant plastiquement à l'intérieur d'une structure.



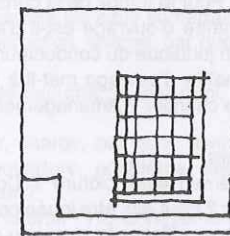
2 Corps ouverts et fermés
Vides et volumes pleins sont indissociablement liés. Une thématique de l'espace pluridisciplinaire depuis les concepts de cour jusqu'à celui des constructions de soillaires.



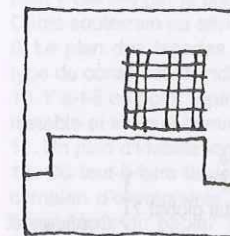
3 Organisation de l'espace / espaces creux à l'intérieur du volume
Des espaces intérieurs isolés ou bien une suite composée de ces espaces s'organisent dans leur forme spécifique au sein du volume.



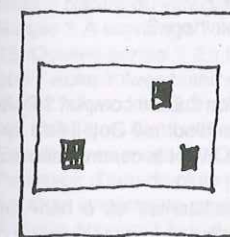
4 Sur pilotis
Le volume du corps de la construction se libère du niveau inférieur, ce qui lui permet de créer un espace intermédiaire d'une expression particulière.



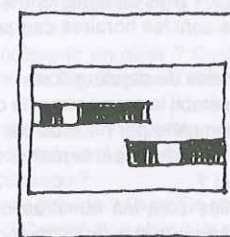
5 Cuvette
La construction crée un lieu en relation avec lui-même, la masse du volume s'enfonce.



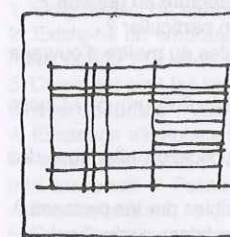
6 Plateau
La zone de socle sépare de la rue les façades qui se déploient : l'élévation topographique à la fois libère la construction et crée un lieu particulier.



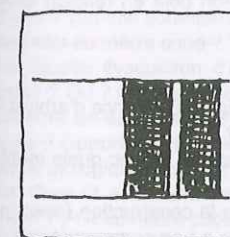
7 Point sur une surface
Ouvertures à la manière de points sur un mur



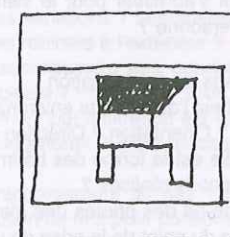
8 Ligne sur une surface
Bandes de fenêtres horizontales et verticales



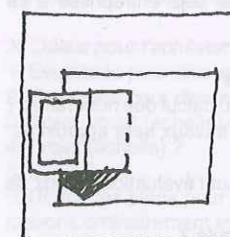
9 Structure sur une surface
Partition du vitrage et éléments de construction forment un réseau de lignes qui crée un élément de composition plastique propre



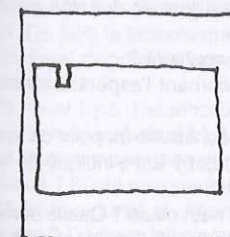
10 Tête de mur et poteaux
Éléments de mur en forme de points, de bandes et de surfaces



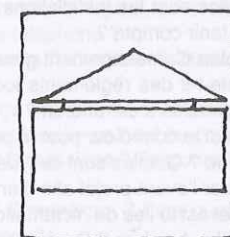
11 Incisions
Vides incisés et creusés dans le volume



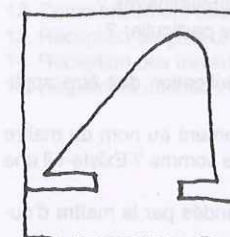
12 Excroissances
Éléments plastiques qui sortent du volume



13 Toit plat
La clôture horizontale souligne la massivité de la construction



14 Toit comme un corps
Les surfaces de toit inclinées forment un corps géométrique



15 All over
Traitement identique du toit et des murs

CONCEPTION ARCHITECTURALE QUESTIONNAIRE PRÉALABLE

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 ?
2. Comment se passe sa gestion des affaires ?
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 ?
À 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 ?

Confidentiel

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 cet 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 ? Âgé 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 proche (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. Quels 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. À 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. À 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. À 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. Quelles 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 ?

CONCEPTION ARCHITECTURALE QUESTIONNAIRE PRÉALABLE

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 ? À survitrage ? À vitrage double ?
12. Quelles portes ? En bois ? À huisserie en acier ? Contre-plaqué ? 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. Quel 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. Éléments 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 ?
9. Câble souterrain ou aérien ?
10. Le plan des façades des maisons voisines est-il relevé ? Leur type de construction indiqué (plan d'urbanisation) ?
11. Y a-t-il un point repère pour le plan coté, établi de façon incontestable et indiqué comme définitif ?
12. Un plan d'installation du chantier est-il exigé ?
13. 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) ?
14. Quelles sont les exigences pour la présentation des évaluations fixées ? Qui est admis comme bureau de contrôle ? Qui intervient (quel service désigne cette personne) ?

IX. Éléments 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 ?

DÉVELOPPEMENT DURABLE DANS L'ARCHITECTURE ET L'URBANISME

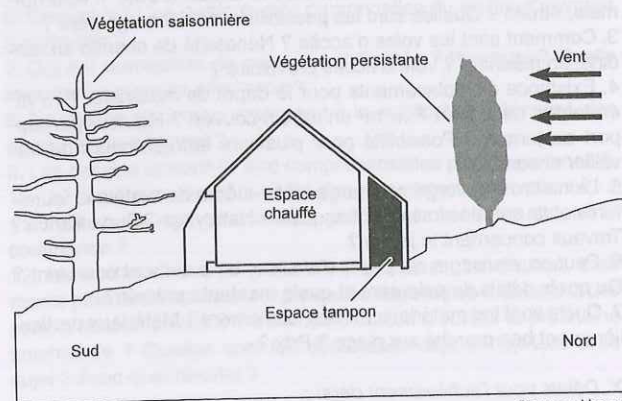
CONTEXTE, ENJEUX ET OBJECTIFS

Le concept de « développement durable » s'est répandu après le Sommet de la Terre organisé en 1992 à Rio de Janeiro. Il est issu du rapport intitulé *Notre avenir à tous*, publié en 1987 par la Commission des Nations Unies sur l'environnement et le développement sous la direction de madame Gro Harlem Brundtland, alors premier ministre de la Norvège.

Ce texte fondateur a alerté l'opinion et les responsables politiques sur les conséquences du gaspillage des matières premières, sur l'augmentation inquiétante de l'effet de serre, sur les changements climatiques et la dégradation rapide et spectaculaire des équilibres écologiques. Il met également l'accent sur le fait que l'explosion démographique et la pauvreté sont des causes majeures des problèmes environnementaux à l'échelle de la planète.

Les applications à l'échelle internationale

Au-delà de la prise de conscience de la dégradation de l'environnement et de la finitude des ressources naturelles, le concept de développement durable est un projet de société qui cherche à concilier des critères sociaux, écologiques, économiques et culturels. Il incite les habitants des pays industrialisés à remettre en question leur manière de vivre : ces pays « riches », qui représentent moins d'un quart de la population mondiale, utilisent environ 70 % de l'énergie primaire et 80 % des produits pétroliers. Depuis le Sommet de Rio, la démarche environnementale a été appliquée à l'architecture et à l'urbanisme avec plus ou moins de rapidité et d'efficacité selon les pays. Au centre et au nord de l'Europe, l'écologie est déjà intégrée à la culture et représente un



Source : Hespul

- ① Conception climatique : la conception d'une architecture bioclimatique est adaptée aux besoins saisonniers (chaleur en hiver, fraîcheur en été) et résulte d'une implantation tenant compte de l'orientation du bâtiment pour profiter d'un maximum d'apports solaires (ouvertures en façade sud, dispositif de serres, peu d'ouvertures en façade nord) et d'une exposition protégée des vents dominants (création d'espaces-tampons). Elle requiert une bonne étanchéité à l'air de l'enveloppe avec une isolation renforcée et suppose un choix raisonné des matériaux (issus de ressources renouvelables et peu coûteux en énergie).

Thèmes	Cibles
Écoconstruction	1- Relation harmonieuse du bâtiment avec son environnement immédiat 2- Choix intégré des procédés et produits de construction 3- Chantier à faibles nuisances
Écogestion	4- Gestion de l'énergie 5- Gestion de l'eau 6- Gestion des déchets d'activités 7- Entretien et maintenance
Confort	8- Confort hygrométrique 9- Confort acoustique 10- Confort visuel 11- Confort olfactif
Santé	12- Conditions sanitaires 13- Qualité sanitaire de l'air 14- Qualité sanitaire de l'eau

- ② Les 14 cibles de la démarche Hqe®.

véritable pouvoir politique et économique. L'Union européenne joue un rôle moteur à travers la normalisation communautaire et grâce à des programmes expérimentaux : EC 2000 sur l'énergie et confort, Sunh sur l'énergie solaire, Cepheus sur l'habitat passif économiquement efficace, etc. Au-delà d'un soutien financier, ces programmes favorisent le développement de méthodes et d'outils de conception communs et facilitent les échanges entre les professionnels des différents pays.

Les conséquences pour le secteur du bâtiment et des travaux publics en France

En France, le bâtiment (résidentiel et tertiaire) consomme 43 % de l'énergie et il est responsable de 25 % des émissions de gaz carbonique, un des principaux gaz à effet de serre (source ADEME). Ce qui est inquiétant, c'est qu'entre 1990 et 2004, les émissions de gaz à effet de serre dans le résidentiel et le tertiaire ont augmenté de 22 % (source Medd/Citepa) au lieu de baisser pour répondre aux engagements européens. Ces chiffres montrent à la fois la responsabilité du secteur du bâtiment et la nécessité d'agir le plus vite et le plus efficacement possible.

Les problèmes sont globaux, mais ils doivent être traités localement : réduction des pollutions et des gaz à effet de serre, gestion économe des ressources naturelles, gestion raisonnée des sols pour conserver des zones naturelles et préserver la biodiversité, maîtrise des déchets.

Quelle que soit l'approche choisie, le succès de la démarche nécessite une volonté forte de la maîtrise d'ouvrage et une équipe de maîtrise d'œuvre compétente et engagée, capable de mobiliser les entreprises. Il est indispensable que tous pensent à long terme et tiennent compte du « coût global » : le coût d'investissement majoré des coûts de fonctionnement (charges, entretien, maintenance), des coûts d'un éventuel changement d'usage du bâtiment, de sa déconstruction et de l'élimination des déchets en fin de vie, sans oublier le coût social, même s'il est plus difficile à évaluer.

D'une approche intuitive aux grilles d'évaluation

L'approche bioclimatique, qui s'est développée après les crises pétrolières des années 1970, est assez intuitive : elle s'appuie sur l'observation du site et sur l'enseignement tiré de l'habitat vernaculaire. Ce n'est qu'au début des années 1990 que sont apparues les premières grilles destinées à une évaluation « objective » des caractéristiques environnementales des bâtiments. Ces grilles multicritères, inspirées de la procédure Iso 14001, ont généralement des objectifs quantifiés et sont associées à une méthode de management environnemental : Green Building Tool en Amérique du Nord ; Breeam au Royaume-Uni ; Dbca aux Pays-Bas. Les pays germaniques mettent l'accent sur l'efficacité énergétique à travers une réglementation thermique très contraignante avec des valeurs chiffrées (62 kWh/m²/an en Allemagne) et des labels volontaires : Minergie® en Suisse, Habitat passif en Allemagne et en Autriche (Passivhaus Institut).

En France, la méthode la plus répandue est la démarche HQE® (Haute qualité environnementale). Contrairement à ce qui se passe dans les autres pays, l'objectif n'est pas d'évaluer les bâtiments, mais de certifier une démarche volontaire, qui s'appuie sur une grille d'évaluation de 14 cibles (Association HQE®). Plusieurs certifications s'appuient sur la démarche HQE® : « NF Bâtiment tertiaire » (Cstb), « NF Logement » (Cerqual, filiale de Qualitel), « NF Maison individuelle » (Cequami). A l'échelle de l'urbanisme, la démarche HQE2R®, développée par La Calade et le Cstb, propose une approche de développement durable pour des projets d'aménagement et de renouvellement urbain (voir aussi la nouvelle réglementation thermique (RT2005), page 525).

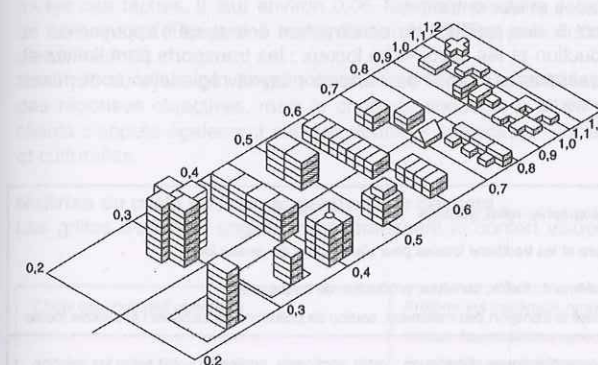
Pour atteindre les objectifs ambitieux fixés par l'Union européenne en terme d'économies d'énergie et de réduction des émissions de CO₂, la réalisation de bâtiments écologiques est nécessaire, mais pas suffisante. Les solutions doivent s'appliquer de manière interactive aux trois échelles : aménagement du territoire, opération d'urbanisme, construction des bâtiments.

Pour être efficace, le travail doit donc commencer au niveau des territoires en prenant en compte plusieurs domaines : la solidarité

DÉVELOPPEMENT DURABLE DANS L'ARCHITECTURE ET L'URBANISME

VERS UN URBANISME DURABLE ET ÉQUITABLE

sociale, la maîtrise des déplacements, la gestion raisonnée des ressources naturelles et du patrimoine (sols, biodiversité, culture locale). En Europe, 75 % de la population vit en ville et le nombre des métropoles dépassant les 10 millions d'habitants ne cesse d'augmenter. Cette concentration urbaine oblige décideurs et professionnels à travailler sur de nouveaux modèles, en particulier dans le domaine résidentiel, car même si 80 % de la population française rêve d'une maison individuelle sur une grande parcelle, il faut absolument lutter contre l'étalement urbain et le mitage du paysage. Les pays à forte densité ont déjà développé des alternatives, imposées par le prix du foncier : maisons jumelées ou en bande, habitat intermédiaire, restructuration ou agrandissement de maisons existantes avec optimisation énergétique, remplissage de dents creuses en centre de bourg. Cet habitat densifié à échelle humaine peut préserver l'intimité des usagers tout en réduisant l'empreinte environnementale. Lorsque l'activité professionnelle le permet, la proximité de l'habitat et du travail offre une alternative au stress et aux pollutions liés aux déplacements.



- ③ Comparaison du rapport des surfaces d'enveloppe des bâtiments par leur surface utile (en m²)
(Schéma Solarburo, Dr. Peter Goretzki)

Le développement durable appliqué à la construction

La démarche environnementale est une approche globale, interdisciplinaire et consensuelle qui fait appel à la responsabilité citoyenne des élus, des professionnels et des usagers.

Dans certains pays, les mentalités ont déjà beaucoup évolué et les pratiques en faveur d'un développement durable et équitable sont déjà bien ancrées dans la réalité quotidienne. L'avance de ces pays s'explique par des relations humaines basées sur la confiance et le respect de l'autre ; par la recherche d'un équilibre entre tradition et modernité ; par un pragmatisme qui évite le gaspillage en temps, en argent et en matières premières et par la généralisation du retour d'expérience après évaluation des projets.

La démarche environnementale exige un engagement personnel important, mais elle ne doit pas être considérée comme une contrainte ajoutée à beaucoup d'autres. C'est un état d'esprit qui recentre les champs du possible et ouvre la voie à des pratiques valorisantes pour tous.

Les principaux critères

Un bâtiment écologique, c'est d'abord une construction fonctionnelle, qui répond aux besoins actuels des usagers et qui anticipe une évolution dans l'utilisation. Les autres critères varient selon le milieu, urbain ou naturel, le contexte géographique et sociologique et les moyens financiers des clients.

La plupart des professionnels s'accordent sur les trois thèmes majeurs : intégration au territoire, confort thermique d'hiver et d'été et choix raisonné des matériaux.

La juxtaposition de réponses justes à des cibles spécifiques ne donnant pas toujours un résultat global pertinent, la démarche doit être abordée comme une synthèse créatrice cherchant le meilleur compromis entre des préoccupations sociales, culturelles, économiques et écologiques. Cette approche permet de tirer l'ensemble du secteur du bâtiment vers le haut en responsabilisant chacun à son échelle d'intervention.

La nécessité de respecter l'environnement ne s'applique pas qu'aux maisons implantées sur un sol à l'écosystème fragile dans un paysage naturel : elle s'impose également lorsque le bâti s'insère dans un tissu urbain dont il faut préserver l'intégrité.

Domaines et objectifs	Moyens
Solidarité (objectifs social et culturel)	Informar les citoyens dès l'enfance des enjeux du développement durable et les encourager à agir Former les usagers (habitat, lieux de travail, équipements publics) Encourager la participation et la gouvernance Prévoir la mixité sociale au sein des quartiers Faciliter les liens entre les générations et entre les communautés ethniques et religieuses (maisons de quartier) Favoriser l'intégration des personnes à mobilité, vision ou audition réduites Améliorer la qualité de vie dans les quartiers (sécurité, services de proximité, propreté)
Patrimoine (objectifs économique, écologique, social et culturel)	Gérer économiquement les sols (densification et restructuration de friches pour lutter contre l'étalement urbain) Valoriser le patrimoine naturel et préserver la biodiversité Préserver le patrimoine culturel et l'architecture vernaculaire Mettre en valeur les savoir-faire locaux (soutien à l'économie régionale, création d'emplois, transports réduits)
Ressources (objectifs économique et écologique)	Arrêter les gaspillages en matières premières Préserver l'eau potable et garantir sa qualité Gérer l'eau de pluie sur la parcelle Améliorer l'efficacité énergétique des bâtiments Favoriser les énergies renouvelables Choisir les matériaux sur des critères écologiques (faible énergie grise, disponibilité locale) Donner la priorité aux matériaux renouvelables Valoriser les déchets (énergie, recyclage)
Mobilité (objectifs écologique et social)	Réduire le nombre et la longueur des trajets automobiles (mixité fonctionnelle dans les quartiers) Donner la priorité aux déplacements doux (piéton, bicyclette) Développer les transports en commun et l'intermodalité (parkings relais pour voitures et vélos près des gares et stations de transports en commun) Encourager les alternatives (autopartage, covoiturage)

- ④ Le développement durable à l'échelle de la ville

DÉVELOPPEMENT DURABLE DANS L'ARCHITECTURE ET L'URBANISME L'INTÉGRATION AU TERRITOIRE

En ville ou en milieu rural, la conception d'un bâtiment commence donc par l'étude du terrain et de son environnement immédiat : la topographie, les accès, les vues, les masques, les végétaux existants, l'ensoleillement et les vents dominants. Mais elle doit être élargie à l'analyse des ressources du territoire : la végétation locale, les matériaux disponibles à proximité, les savoir-faire régionaux. Le projet doit minimiser les terrassements, préserver l'écosystème et les arbres remarquables. L'aménagement des abords du bâti privilégie les essences locales et les murets en pierre ou en briques de la région, afin de créer des abris pour les insectes et les petits animaux.

Confort thermique d'hiver et d'été

L'application des principes bioclimatiques permet de réduire les besoins énergétiques du logement et d'assurer le confort de manière passive, grâce à un choix judicieux de l'implantation, de l'orientation, de la forme du bâti et de ses prolongements vers l'extérieur, des matériaux et de la végétation plantée à proximité. Un bâti compact, avec des espaces de service au nord et des pièces principales au sud, minimise les déperditions thermiques. Dans des ouvertures judicieusement orientées et dimensionnées (environ 50 % au sud, 20 % à l'est et à l'ouest, 10 % au nord), des doubles ou triples vitrages « intelligents » à faible émissivité infrarouge et haute transmission lumineuse régulent les apports du soleil.

Les surchauffes peuvent être limitées par une ventilation naturelle traversante et des pergolas ou volets à claire-voie en façade sud et ouest, qui stoppent les rayons solaires indésirables. Lorsque les murs ont une ossature légère, quelques éléments massifs apportent une inertie favorable au confort d'été : la dalle en béton et un noyau en maçonnerie autour des pièces d'eau suffisent. Ces mesures bioclimatiques doivent être complétées par des installations performantes, utilisant si possible des énergies renouvelables : pompes à chaleur, capteurs solaires pour l'eau chaude sanitaire et le chauffage etc.

Le choix raisonné des matériaux

L'exigence d'un climat intérieur sain, au taux d'humidité naturellelement régulé, est justifiée à une époque où plusieurs scandales de santé publique liés au bâtiment ont déjà éclaté : maladies respiratoires dues à l'amiante, saturnisme, légionellose. Concepteurs et usagers doivent en tenir compte quand ils choisissent les matériaux de la structure, les équipements, les parements muraux et les revêtements de sol, sans oublier les finitions des différentes surfaces et leur entretien. Le choix des produits de construction doit aussi s'appuyer sur la production et les savoir-faire locaux : les transports sont limités et les ressources humaines et économiques régionales sont mises en valeur.

Intégration au territoire	Analyser les particularités du territoire : géographie, relief, géologie Étudier l'architecture vernaculaire, la culture et les traditions locales pour s'imprégner du <i>genius loci</i> Tirer parti des ressources disponibles localement : forêts, carrières, production de briques etc. Privilégier les produits régionaux pour limiter le transport des matériaux, source de pollutions, et valoriser l'économie locale
Adaptation au site	Analyser la topographie, les vues et les caractéristiques climatiques : vents dominants, angles du soleil selon les saisons, masques du relief et de la végétation Prendre en compte les nuisances : route bruyante, voie ferrée, odeurs désagréables Adapter le bâti au terrain : implanter au plus juste dans la pente naturelle, limiter les terrassements et les murs de soutènement, protéger les sols à l'écosystème fragile Préserver les végétaux existants et préférer les essences locales pour les nouvelles plantations

5 Intégration du bâti dans son site

Mesures « passives » sur l'enveloppe, gratuites ou rapidement amorties	Implantation optimisant l'orientation en fonction des caractéristiques climatiques Forme du bâti (compacte dans les régions aux hivers froids pour réduire les déperditions thermiques) Dimensionnement des baies en fonction de l'ensoleillement Isolation renforcée de l'enveloppe Suppression des ponts thermiques Vérification de l'étanchéité à l'air (système Blower Door) Doubles vitrages performants (à faible émissivité et haute transmission) Triples vitrages avec lames en gaz rare (indispensable pour le label Habitat passif) Protections solaires verticales et horizontales optimisées pour arrêter les rayons du soleil en été et les laisser pénétrer dans la maison en hiver Éléments pare-soleil fixes et mobiles pour éviter l'éblouissement Matériaux tenant compte de l'avantage apporté par la présence de quelques éléments à forte inertie thermique
Mesures rapidement amorties par la baisse de la consommation	Installation de chauffage et de rafraîchissement performante, faisant l'objet d'un suivi régulier Appareils électriques performants (classe A de l'étiquette énergie) Ampoules à basse consommation
Mesures demandant un surcoût d'investissement généralement amorti en 5 à 20 ans	Pompe à chaleur à haut rendement (réversible pour rafraîchir aussi la maison en été) Capteurs solaires thermiques pour l'eau chaude sanitaire Plancher chauffant solaire Ventilation double flux avec récupérateur de chaleur à haut rendement (indispensable pour les maisons avec le label Habitat passif) Poêle à bois ou insert (rendement plus élevé qu'une cheminée à foyer ouvert) Puits canadien pour préchauffer l'air neuf en hiver et le rafraîchir en été

6 Maîtrise des besoins en énergie pour le confort thermique (chauffage et rafraîchissement) et le confort visuel (éclairage naturel et artificiel)

DÉVELOPPEMENT DURABLE DANS L'ARCHITECTURE ET L'URBANISME L'INTÉGRATION AU TERRITOIRE

Il n'existe pas de matériau écologique par excellence, mais le bois remplit la majeure partie des exigences lorsqu'il provient d'une forêt durablement gérée, assez proche du site de construction, et qu'il n'a pas reçu de traitement chimique agressif. C'est en tout cas le seul matériau de structure renouvelable et sa transformation demande peu d'énergie. La mixité permet de profiter des avantages de chaque composant et la solution la plus écologique et la plus économique reste l'utilisation de la juste quantité du bon matériau au bon endroit.

Analyse du cycle de vie et traçabilité

Dans l'avenir, la traçabilité des matériaux et la généralisation d'un étiquetage décrivant tous les composants d'un produit faciliteront sans doute les décisions. Pour tous les produits de construction, des composants structurels aux finitions, le choix doit en effet prendre en compte l'ensemble du cycle de vie : l'exploitation de la matière première, sa transformation, la mise en œuvre, la déconstruction et le recyclage.

Il est nécessaire de vérifier la quantité d'énergie dépensée pour toutes ces tâches. Il faut environ 0,06 Tep pour produire 1 tonne de bois, mais 1 Tep pour 1 tonne d'acier et 2,9 Tep pour 1 tonne d'aluminium(1).

L'analyse du cycle de vie peut donner des valeurs quantifiées et des réponses objectives, mais le choix du concepteur et de ses clients s'appuie également sur des données subjectives, sociales et culturelles.

Maîtrise du cycle de l'eau et gestion des déchets

Les grilles d'analyse englobent généralement le confort visuel et

acoustique, la gestion des déchets et la maîtrise du cycle de l'eau. La préservation de cette ressource vitale demande de réserver l'eau potable aux emplois où elle est indispensable, de choisir des équipements économes pour robinets et chasses d'eau, de récupérer les eaux de pluie et de prévoir sur la parcelle leur infiltration vers la nappe phréatique.

Le secteur du bâtiment produisant un volume de déchets supérieur aux ordures ménagères, chantiers verts et tri sélectif sont devenus incontournables. Le traitement dans les centres spécialisés est de plus en plus coûteux : trier à la source sur le chantier apporte une économie de 40 % du prix de l'élimination finale (source CNIDEP).

Entre low-tech et high-tech, l'architecture raisonnée

Selon les sensibilités et les expériences, l'accent est mis sur les aspects écologiques, sociaux, culturels ou économiques de l'approche environnementale.

Aujourd'hui, trois grandes tendances se développent parallèlement : le low-tech, le high-tech et une architecture raisonnée qui cherche le juste milieu entre les deux.

Le high-tech, soutenu par la recherche industrielle, est essentiellement axé sur l'optimisation énergétique grâce à des installations techniques sophistiquées. Souvent mus par une forte implication sociale, les partisans du low-tech prônent l'économie de moyens, l'autoconstruction et la mise en valeur de savoir-faire traditionnels. Entre les deux, se dessine peu à peu une troisième voie, moins militante et plus pragmatique, qui n'hésite pas à utiliser des installations innovantes en complément de mesures bioclimatiques, et qui place l'humain au centre de ses préoccupations.

Choix raisonné des matériaux	Préférer les matériaux renouvelables, recyclés, recyclables ou dont la production demande peu d'énergie Utiliser des matériaux reconnus sans danger pour la santé (attention aux produits de traitement et de finition) À qualité équivalente, choisir des matériaux locaux pour limiter le transport et favoriser l'économie régionale
Réduction et valorisation des déchets	Concevoir et mettre en œuvre en tenant compte des dimensions de fabrication pour minimiser les chutes Préférer les filières sèches et la préfabrication en atelier (meilleure gestion des déchets) Mettre en place un chantier vert avec tri sélectif et valorisation des déchets

7 Gestion écologique et économique des matières premières.

Mesures efficaces, peu coûteuses et rapidement amorties	Prévoir un réducteur de pression à la source et des limiteurs de débit sur les robinets. Installer des chasses d'eau à double débit (3 l/6 l) Surveiller les réseaux pour réduire les fuites Choisir des appareils performants (lave-linge, lave-vaisselle)
Mesures demandant un surcoût d'investissement	Récupérer l'eau de pluie pour l'arrosage du jardin et éventuellement les chasses d'eau des toilettes, voire l'alimentation de la machine à laver le linge. Traiter naturellement les eaux grises (issues des cuisines et salles de bains) par lagunage avec des jardins filtrants plantés de végétaux spécifiques (iris, roseaux etc.) Végétaliser les toitures pour améliorer le microclimat et retenir l'eau en cas de fortes précipitations (de manière extensive avec faible épaisseur de substrat et sédum ou intensive avec terre végétale et plantation d'arbustes)

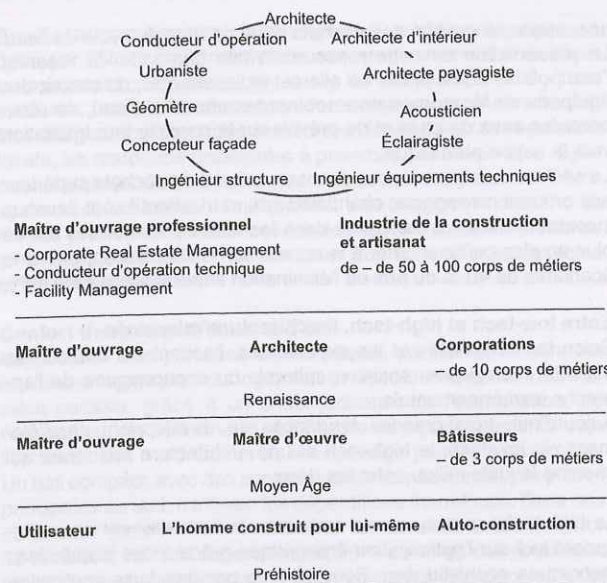
8 Maîtrise du cycle de l'eau.

Réemploi direct et valorisation	Réemploi direct pour certains matériaux (briques, pierres, tuiles) Valorisation de la matière pour les déchets recyclables (papier et carton, verre, plastiques, métaux, fabrication de granulats de béton ou de terre cuite) Valorisation thermique par incinération avec récupération de la chaleur pour les déchets combustibles Valorisation énergétique par méthanisation pour les déchets fermentescibles
Stockage dans des centres spécialisés	Stockage en centre de classe I pour les déchets ultimes dangereux solides (bois traités aux sels CA, amiante friable etc.) Stockage en centre de classe II pour les déchets ultimes banals non dangereux (bois non traités, polystyrène, moquette, déchets de plâtre etc.) Stockage en centre de classe III pour les déchets ultimes inertes (gravats, terre, cailloux, béton, tuiles, briques, céramique etc.)

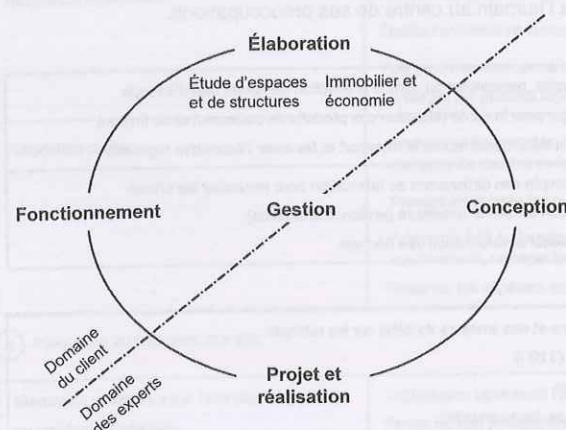
9 Élimination des déchets de chantier.

(1) Ces valeurs du contenu énergétique des matériaux sont tirées de Logements à faibles besoins en énergie de O. Sidler (ADEME, Rhône-Alpes, 2000). Il ne s'agit pas de valeurs précises, délicates à établir, mais d'ordres de grandeur. Tep = tonne équivalent pétrole.

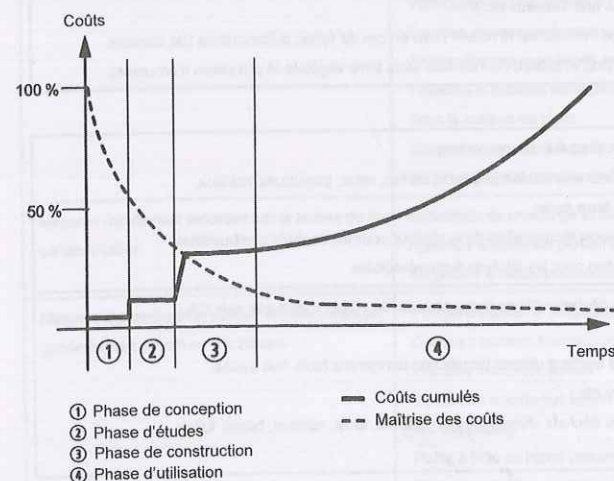
FACILITY MANAGEMENT AIDE A LA GESTION DU PROJET CONTEXTE



1 Acteurs du processus de construction. Évolution dans le temps



2 L'évaluation du cycle de vie d'un bâtiment



3 Possibilités de maîtrise des coûts de construction au cours de l'étude

Maître d'ouvrage - Responsabilités et missions

Le maître d'ouvrage en tant que donneur d'ordre constitue, de fait, le décideur de tout le processus de conception du bâtiment. Il porte une part essentielle de la responsabilité quant à sa qualité et à sa durabilité.

À l'architecte, en revanche, incombe le rôle central de conseil et d'expertise. Il dirige et coordonne tous les acteurs professionnels qui interviennent sur le projet et dans sa mise en œuvre, dans le sens d'une orientation cohérente par rapport à des finalités clairement énoncées. Face au maître d'ouvrage, l'architecte endosse une position qui recouvre une démarche globale, parvenant à conjuguer, par exemple, sa force de persuasion pour l'application de solutions conceptuelles et constructives innovantes avec les méthodes modernes de gestion de projet en matière de transparence et de fiabilité des coûts et des délais.

Les maîtres d'ouvrage doivent être distingués suivant qu'ils sont les futurs utilisateurs du bâtiment ou des investisseurs :

- le maître d'ouvrage-utilisateur est guidé, pour l'essentiel, par un besoin cohérent de fonctionnalité et d'image de représentativité d'une part, et par le coût d'autre part ;
- le maître d'ouvrage-investisseur, par contre, est motivé par l'adéquation de son offre avec le marché.

Ceci conduit à la nécessité d'adopter des méthodes de projet et de réalisation différenciées, qui atteignent, dans le monde anglo-américain, un haut degré de professionnalisme.

Exigences complexes propres aux bâtiments

Le concept de création de valeur/surface inspiré par l'industrie de production de biens s'impose progressivement. Pour cela, il faut intégrer une combinatoire complexe de paramètres quantitatifs et qualitatifs :

- valeurs locatives réellement adaptées hors considération d'effets fiscaux et politiques ;
- maîtrise complète et vérifiable des coûts sur l'ensemble de la durée de vie du bâtiment ;
- évolution raisonnée de l'utilisation du bâtiment en fonction de scénarios d'usages mis à l'étude de longue date, avec toutes les conséquences induites, notamment le maintien d'un fonctionnement sans perturbations.

Évaluation du cycle de vie d'un édifice

L'approche moderne du projet architectural est marquée par une prise en compte globale de toutes les phases de vie d'un édifice. D'où l'application de l'analyse de cycle de vie (ACV) au bâtiment (fig. 2)

Par là, est attribuée systématiquement à chaque séquence une appréciation tant sur les qualités fonctionnelles ou esthétiques, que sur les coûts, délais et système d'organisation. Pour cela, le transfert d'expériences du cycle de vie, issues de bâtiments en fonctionnement, doit être intégré aux séquences de démarrage des projets suivants. De ce fait, le projet mis à l'étude devient un bien économique régi par une responsabilité élargie, allant au-delà de la destination fonctionnelle première.

Mise au point d'un projet et établissement du programme

Pour les maîtres d'ouvrage-utilisateurs, le plus significatif en matière d'analyse de cycle de vie architecturale est la première phase d'étude dans laquelle on élabore le programme fonctionnel et la définition des différents espaces. Dans le cas des investisseurs, il s'agit du développement de différents scénarios locatifs types (fig. 3).

Par une programmation soignée de l'espace et des fonctions, il est possible de rehausser considérablement la valeur d'un projet de bâtiment :

- amélioration fonctionnelle du processus type de travail et de communication dans l'édifice (appelé processus primaire ou processus essentiel de rendement) ;
- réduction des surfaces utiles par un regroupement raisonné des fonctions.

FACILITY MANAGEMENT AIDE A LA GESTION DU PROJET MÉTHODES

Une nouvelle discipline professionnelle

Par *Facility Manager* (en anglais, Facility = « installations d'entreprise »), on désigne le responsable qui prend en charge l'ensemble des services liés à la gestion d'un site d'entreprise. Il s'agit de mettre à la disposition des utilisateurs un environnement de travail correspondant aux besoins de leur métier dans le respect des réglementations et avec un rapport qualité/coût optimisé.

Le profil de cette profession, née aux États-Unis, s'est développé largement à la fin du 20^e siècle sous une forme opposée à celle de la plupart des professions de l'immobilier. Son origine doit être recherchée dans les *études d'optimisation de l'occupation de surfaces* (Management des surfaces). Le Facility Management (FM) s'est développé dans le secteur des professions de la construction telles qu'architectes, chargés d'études d'immeubles ou celles des services généraux.

Par un FM rigoureux, contrairement à des gestions traditionnelles d'immeubles, on peut enregistrer jusqu'à 30 % d'économie, à exigences d'usages équivalentes. Considérant que les frais d'exploitation constituent environ 80 % des frais de l'ensemble du cycle de vie d'un immeuble, le FM s'impose rapidement en discipline-clé, en liaison étroite avec l'architecture (fig. 1).

Le principe directeur consiste à fournir des services en rapport avec la gestion d'un ensemble immobilier et des services aux usagers du site correspondant. De ce fait, le FM opère à l'interface de l'immobilier, de l'équipement et des services généraux. Il s'agit d'établir la convergence et l'optimisation de nombreux services, qui en règle générale sont déjà présents mais dispersés entre des fournisseurs multiples.

La performance du FM est totalement dépendante de l'architecture. De ce fait, l'architecte est le principal partenaire de travail du Facility Manager, ou, à l'inverse, c'est l'architecte qui présente les meilleures prédispositions pour prendre en charge les principales missions de cette discipline professionnelle.

Structure et aspects de services concernés

Le FM repose sur ce que nous désignons par *modèle à quatre colonnes* (fig. 2). Il décrit les domaines professionnels concernés et les classes selon des critères qualitatifs. Ceux-ci se présentent de façon très hétérogène, ce qui fait du Facility Manager un généraliste qui, de façon typique, est le responsable en mesure de coordonner des disciplines spécialisées.

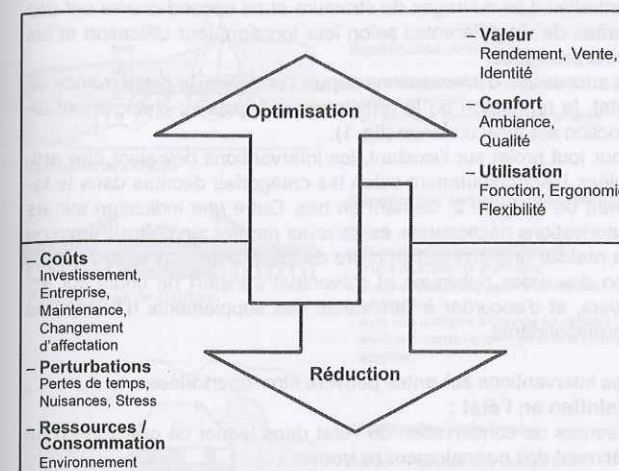
Les façons d'aborder les problèmes à l'intérieur du FM sont très diversifiées. D'où la nécessité, pour le Facility Manager d'agir en conseil et en pédagogue auprès de ses interlocuteurs : usagers et propriétaires d'immeubles, pour parvenir à des décisions pertinentes. Une autre particularité de ce profil professionnel, comparable à celui de l'architecte, est le large éventail de ses interventions qui vont de la stratégie globale, en amont, jusqu'à l'opérationnel le plus concret. De ce fait, il doit pouvoir s'adapter aux partenaires professionnels les plus divers et posséder les qualifications indispensables à la gestion de données complexes.

Méthodes de gestion

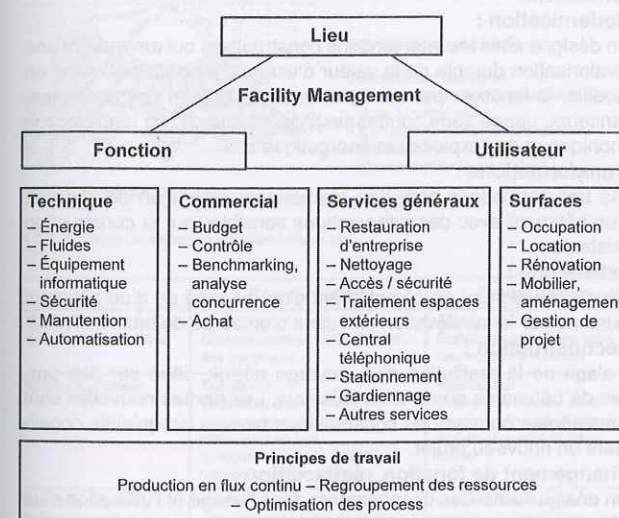
Les méthodes de travail propres au FM ne proviennent pas spécifiquement du secteur de la construction, mais plutôt des industries techniques, comme l'industrie automobile ou le transport aérien. Seules les banques de données sur le bâtiment qui sont à la base des processus d'étude et de fonctionnement ainsi que les plans de l'état des lieux consultables selon des entrées multiples (CAFM = FM assisté par ordinateur) sont des variantes des méthodes de dessins d'architecture, de dossiers d'appel d'offres et de carnets de relevés d'espaces (fig. 3).

En matière de réalisation d'études et de prise de décisions, le Facility Management applique des méthodes de gestion spécifiques découlant des industries citées ci-dessus :

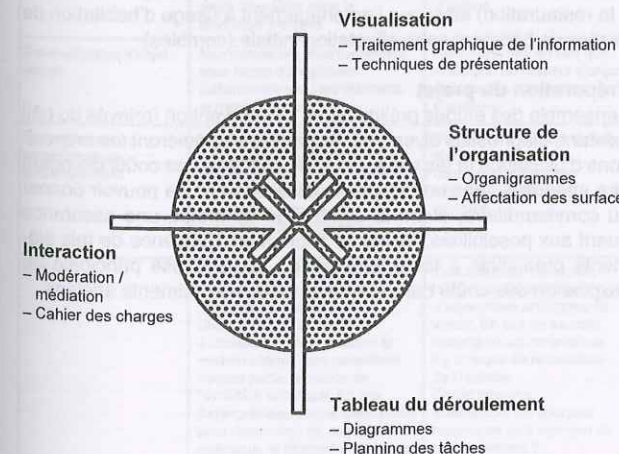
- constitution de scénarios alternatifs avec prise en compte du coût global ;
- management complexe des performances et des risques ;
- modération / médiation sur la base de facteurs psychologiques ;
- communication à partir d'un traitement graphique de l'information (Information Design) pour transmettre des contenus abstraits et des valeurs complexes.



1 Facteurs présents dans le Facility Management



2 Les quatre colonnes du Facility Management



3 Méthodes du Facility Management

Conception du projet

Durée de vie moyenne des éléments de construction

Jusqu'à 10 ans

Blanchiment de façades à la chaux
Vernis extérieur de fenêtres
Papier mural
Revêtements textiles
Traitement de surface des sols
Pompes

Jusqu'à 20 ans

Revêtements en papier bitume
Peintures minérales
Marquises
Éléments de construction extérieurs en PVC
Teintes de coloration des plastiques
Vitrage isolant
Étanchéité et joints au silicone
Linoléum et revêtements de sols en PVC
Instruments de mesure et de commande
Appareils électriques
Ballons de production d'eau chaude
Installations d'extraction et de ventilation

Jusqu'à 40 ans

Enduits extérieurs
Jointoiement apparent
Fenêtres en PVC
Huisserie
Couverture en fibrociment
Gouttières en zinc
Fixations d'isolants thermiques
Chape flottante
Tuyaux de chauffage et radiateurs
Réseaux d'eau
Installation électrique
Ascenseurs

Jusqu'à 80 ans

Crépis et enduits extérieurs
Béton net de décoffrage
Charpente en fermettes clouées
Charpente en bois collé
Tuiles
Escaliers intérieurs en bois tendre
Portes
Fenêtres en bois, en aluminium
Appuis extérieurs de fenêtres :
- en béton
- en pierre naturelle
Chapes sur couche de séparation
Chapes armées
Revêtements de sol en pierre,
en céramique
Équipement sanitaire en porcelaine
Conduites d'évacuation des eaux

Au-delà de 80 ans

Constructions massives en :
- briques
- grès calcaire
- béton
Construction métallique
Parements de façades en :
- verre
- pierre
Bois protégé des intempéries
Éléments de construction extérieurs
en acier pré-oxydé
Charpente en :
- bois massif
- acier
Couverture en ardoises
Appuis intérieurs de fenêtres en :
- pierre
- bois dur
Banquettes de fenêtres extérieures
en terre cuite

- ① La durée de vie des éléments de construction est influencée tant par la qualité de l'exécution que par celle de l'entretien. Les coûts de maintenance peuvent être réduits lorsque des éléments plus sollicités par l'usure sont mis en œuvre de façon à être aisément interchangeables.

Interventions	Définition	Coûts, amortissements, subventions	Permis de construire et autorisations
Maintien en l'état	Diagnostic Entretien Remise en l'état Améliorations	Coût de fonctionnement	Non
Modernisation	Amélioration de la valeur d'usage	Investissements, interventions, le cas échéant, subventions	Dans certains cas
Transformation	Changement de fonction	Investissements	Oui
Extension	Travaux neufs en rapport avec l'existant	Investissements	Oui

- ② Classification des mesures pour l'intervention dans l'existant d'après la HOAI et ses conséquences

Conservation

La simple sauvegarde et la maintenance de l'intégrité d'un monument existant avec ses traces et ses évolutions historiques.

Restauration

La reconstitution ciblée et la visualisation d'éléments esthétiques et historiques. Prioritairement, il s'agit d'élaborer et de mettre en valeur un stade, un état historique. Les ajouts amenant la confusion et ce qui est dépareillé peuvent être enlevés. Ainsi, à des fins d'unité d'aspect, des couches ou apports d'autres époques peuvent être recouverts ou détruits.

Reconstruction

La reconstruction de bâtiments détruits n'entre pas dans la catégorie des Monuments Historiques si aucune trace d'origine ne subsiste. Elle doit être considérée comme une construction neuve.

Anastylose : Reconstruction d'un bâtiment à partir de parties et d'éléments d'origine.
Translocation : Déplacement d'un bâtiment existant.

- ③ Classification des interventions dans l'existant du point de vue des Monuments Historiques

CONSTRUIRE DANS L'EXISTANT CONSERVER ET TRANSFORMER

Les bâtiments, après leur achèvement, demandent du soin et de l'entretien. Les ouvrages de structure et de second-œuvre ont des durées de vie différentes selon leur fonction, leur utilisation et les soins prodigués.

La succession d'interventions depuis l'entretien, la maintenance en l'état, la réparation ou le remplacement jusqu'au changement de fonction est ainsi continue (fig. 1).

Pour tout projet sur l'existant, les interventions devraient être articulées hiérarchiquement selon les catégories décrites dans le tableau de la figure 2, de haut en bas. Outre une indication sur les autorisations nécessaires, ce canevas permet au maître d'ouvrage de réaliser une distribution claire de ses investissements, en fonction des aides publiques et d'éventuel transfert de coûts sur les loyers, et d'accorder à l'architecte des suppléments d'honoraires correspondants.

Les interventions suivantes peuvent être répertoriées :

Maintien en l'état :

Mesures de conservation de l'état dans lequel un ouvrage ou un bâtiment doit normalement se trouver.

Remise en l'état :

Mesures en vue du rétablissement de l'état d'un ouvrage ou d'un bâtiment afin qu'il puisse répondre aux fonctions de sa destination première, en dehors de toute mesure de reconstruction et de modernisation.

Modernisation :

On désigne ainsi les interventions constructives qui amèneront une revalorisation durable de la valeur d'usage d'un bâtiment, sans en modifier la fonction, par exemple une amélioration des accès (ascenseurs, usage sans contraintes), de l'éclairage, de la protection phonique et de l'exploitation énergétique.

Transformations :

Les transformations sont des réaménagements d'un ouvrage ou d'un bâtiment avec des interventions sensibles sur la construction existante.

Extensions :

Elles interviennent en complément d'un ouvrage ou d'un bâtiment existant, par la surélévation ou l'ajout d'un corps de bâtiment neuf.

Reconstruction :

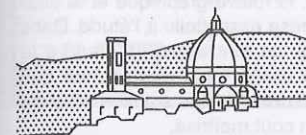
Il s'agit de la restitution d'un ouvrage détruit, situé sur des parties de bâtiments ou de sites existants. Les parties nouvelles sont considérées comme des constructions neuves lorsqu'elles constituent un nouveau projet.

Changement de fonction, réaffectation :

On désigne ainsi des changements dans l'usage et l'utilisation d'un bâtiment. De ce fait, d'autres exigences concernant la réglementation de la construction sont à prendre en compte. Ces travaux, tout comme l'édification d'un bâtiment, sont soumis à une demande de permis de construire ! Dans cette catégorie entrent aussi les changements d'affectations commerciales (par ex. passage de la vente à la restauration) ainsi que l'aménagement à usage d'habitation de parties de bâtiment sans affectation initiale (combles).

Préparation du projet

L'ensemble des études préliminaires à l'intervention (relevés du bâti existant, diagnostics divers) sur lesquelles s'appuieront les propositions d'utilisation et les variantes avec chiffrage des coûts devraient être intégrées dans une étude de faisabilité afin de pouvoir donner au commanditaire, avant le démarrage du projet, une assurance quant aux possibilités réelles de l'opération. L'absence de tels éléments préalables à toute intervention est la cause principale de l'explosion des coûts dans les travaux sur les bâtiments anciens.



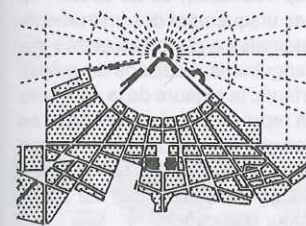
Cathédrale de Florence



Puits de mines de charbon



Pavillon de jardin de Goethe



Plan de la ville de Karlsruhe

- ① Critères de sélection d'édifice historique

	Conservation	Restauration
Façon de voir, de considérer l'édifice	Historique Documentaire en considération des matériaux	Artistique Esthétique, considéré sous l'aspect forme-fonction
Valeurs à protéger	Substance Substance d'origine avec tous les changements historiques en tant qu'expression de la qualité historique ou architecturale	Expression Expression visuelle, parti artistique, en tant qu'expression de la qualité architecturale
But de la mesure de traitement en terme de Monument Historique	Substance en grande partie retransmise en l'état de bonne conservation historique. Garder la lisibilité historique.	Clarifier, rendre visible et rétablissement de l'état d'origine
Type de mesure à prendre	Maintenir par la conservation Contrôle continu de l'édifice. Réparations immédiates de petits désordres dans la technique d'origine	Reproduction Réparation, éventuellement reconstruction dans l'état d'origine
Reconstruction d'objet détruit	Non admissible, éventuellement sous forme d'anastylose (reconstruire avec les éléments et matériaux d'origine)	Reconstruction en tant que restitution de l'aspect d'origine d'après des documents d'archives
Extensions et transformations contemporaines	Difficilement réalisable dans la mesure où l'écriture continue de l'Histoire est inscrite dans la démarche de conservation, pourtant improbable sans destruction de la substance historique	Difficilement faisable du fait du risque d'entrer en concurrence avec les intentions artistiques d'origine
Critique	La critique n'est lisible que par des spécialistes. Des édifices défigurés sont conservés. Changements de fonction et d'utilisation, transformations et modernisations sont considérés comme partie prenante de l'évolution historique. En cas d'interprétation stricte, c'est-à-dire sans destruction de substance historique, la démarche n'est pas applicable.	Occultation de l'évolution historique. Destruction d'ajoutions artistiques de valeur. En cas de sources historiques approximatives, il y a risque de réinvention de l'Histoire. Conflit fréquent : quelles sont les époques historiques qu'il convient de rendre visibles ?

- ② Différents points de vue et leurs effets en restauration et en conservation

CONSTRUIRE DANS L'EXISTANT CONSERVATION DU PATRIMOINE MONUMENTAL

La conservation des Monuments Historiques désigne toutes les mesures qui contribuent à la sauvegarde de biens culturels dans leur substance d'origine. Le but est la conservation et la retransmission d'un bâti historique d'importance tant pour la sauvegarde d'une mémoire culturelle que pour la constitution d'une identité et pour l'éveil d'une possible résonance historique. Des considérations essentielles ont été formulées à ce sujet dans la « Charte de Venise » en 1964. Des bâtiments protégés au titre des Monuments Historiques ne peuvent être conservés en général que dans la mesure où ils retrouvent un usage adapté, d'où le nécessaire compromis à trouver entre conservation et transformation.

Action de l'État dans le domaine des Monuments Historiques

Parmi les missions principales des services des Monuments Historiques, il faut citer l'identification puis l'inventaire des édifices, leur conservation et les actions d'animation et de promotion pour faire connaître les monuments.

La recherche fondamentale sur les matériaux, la conservation et la promotion des techniques artisanales traditionnelles, le conseil professionnel et spécialisé au maître d'ouvrage et aux exécutants, la formation du public par l'intermédiaire de publications, d'expositions et de conférences, constituent les autres missions en rapport avec les Monuments Historiques.

L'inventaire des monuments recense tous les objets protégés. Pour chacun d'eux, il a été établi un justificatif de sa valeur monumentale. Les critères de valorisation se fondent sur les significations historiques, artistiques, urbanistiques, scientifiques, techniques et ethnologiques d'un édifice (fig. 1).

La décision quant à la justification de la valeur d'un monument entraîne des préalables contradictoires sur la conservation de l'existant ou sur la restitution de l'état d'origine du monument (fig. 2).

L'option de restaurer se fixe comme finalité un certain état historique de l'édifice (par exemple les maisons d'habitation des maîtres du Bauhaus à Dessau). Ainsi des traces factuelles peuvent être supprimées. Dans le cas de reconstruction de parties d'édifice, il existe un risque d'interprétation historiciste en présence d'une documentation insuffisante sur le bâtiment d'origine.

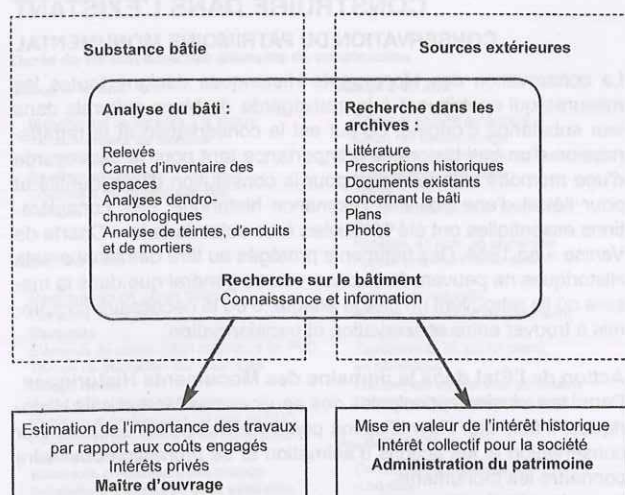
La conservation de l'état actuel, l'approche conservatoire, laisse apparaître l'évolution historique et les utilisations successives, visualisant ainsi le cours de l'Histoire, en acceptant un possible brouillage du dessin initial (par exemple l'Hôtel de Ville d'Esslingen).

Les deux attitudes sont permises mais sont aisément présentées de façon dogmatique. Elles devraient donc toujours être discutées au cas par cas et selon l'objet considéré, dans la mesure où elles déterminent les interventions futures sur le monument. Seule la démarche conservatrice, sur fond d'écriture continue de l'Histoire, autorise l'adjonction de parties modernes et des transformations, mais elle introduit aussi un dilemme car chaque intervention constructive a pour effet une perte de la substance historique.

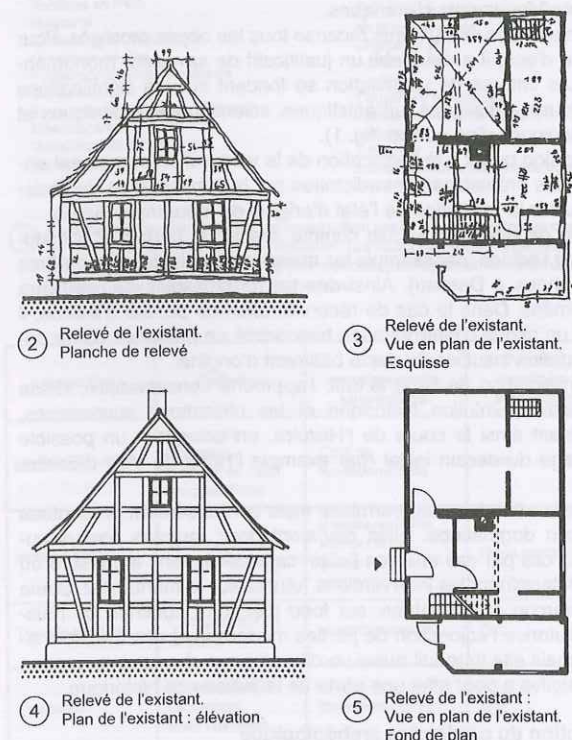
Protection du patrimoine archéologique

L'action des services du patrimoine sert aussi à protéger les traces des civilisations humaines dans le sous-sol (sites archéologiques). Contrairement au domaine des édifices historiques, tous les sites archéologiques connus ou à découvrir sont protégés. Ils devraient si possible être conservés en tant qu'« archives » dans le sous-sol, dans la mesure où chaque sondage, ou fouille complète, représente une destruction, empêchant en cela toute analyse ultérieure avec des moyens plus affinés. Dans le cadre de l'archéologie préventive, toute personne projetant des travaux d'aménagement affectant le sous-sol et celui qui est à l'origine des fouilles assume le coût des travaux archéologiques nécessaires à la protection du patrimoine historique. Cette obligation s'étend de même à une découverte de nature archéologique en cours sur le lieu de travaux de construction.

Conception du projet



1 La recherche sur le bâtiment ainsi que la documentation qui en est issue confèrent au maître d'ouvrage une sécurité pour l'étude et la maîtrise des coûts. Elles fournissent aux services du patrimoine des critères de valorisation pour la protection et la promotion des édifices.



Échelles		
I	1:100	Relevé schématique du type d'édifice et de la répartition des espaces pour une étude sommaire, une évaluation globale des surfaces, analyses en vue des usages - précision suffisante pour des interventions qui n'interfèrent pas sur la partition des espaces
II	1:50 Précision à ± 10 cm	Relevé géométrique avec une précision acceptable, organisation des parties verticales et relative des niveaux, représentation de la structure de l'édifice
III	1:50 Précision à ± 2,5 cm	Relevé avec mise en évidence précise des déformations formant la base d'une étude de restauration, d'exécution et d'analyse scientifique
IV	1:25-1:10 Précision à ± 2-0,5 cm	Relevé avec mise en évidence exacte des déformations pour des édifices avec exigences accrues en termes scientifique, technique et d'exécution
V	1:25-1:1 Précision à ± 2-0,1 cm	Relevé avec mise en évidence exacte des déformations pour l'archéologie et la recherche dans le cas d'édifices et d'objets demandant une exigence de précision particulière

6 Le choix de l'échelle dépend du niveau de précision requise pour le relevé

CONSTRUIRE DANS L'EXISTANT

DIAGNOSTIC

Le relevé du bâti existant

En cas de projet de transformation, le relevé graphique et le descriptif de l'existant constituent une base essentielle à l'étude. Dans l'idéal, le relevé et l'analyse du bâti se font avant de prendre la décision d'une intervention ou d'un usage futur, étant donné que seule une connaissance établie rend possible une solution adaptée à la substance du bâtiment, avec un coût maîtrisé.

Les plans de l'existant et le carnet d'inventaire des espaces devraient être établis sur place par le projeteur, même si des documents relatifs au bâtiment existent. De cette façon et d'emblée, on peut avoir un aperçu des désordres et de l'état d'un bâtiment. Les analyses devraient être faites si possible sans destructions. Si des interventions sur la substance même de l'édifice s'avèrent nécessaires, elles doivent être évoquées avec le maître d'ouvrage et le service des Monuments Historiques qui donneront leur accord au préalable. Les travaux seront exécutés, si possible, par des personnes spécialisées (restaurateurs, entreprises agréées).

Saisie graphique de l'existant

Le type de représentation et l'exactitude de la saisie de l'existant et de l'état d'un bâtiment dépendent des objectifs recherchés (fig. 6). Dans la précision de représentation, il faut distinguer la précision des mesures et la précision de la représentation ou du dessin. La précision des mesures ne dépend pas uniquement des instruments utilisés mais aussi du caractère systématique du relevé et des approximations résultantes (mesures angulaires, additions de cotes). Pour des niveaux de précision importants, la mesure de la cote sera en règle générale plus précise que la représentation graphique. Les plans de mise au net des relevés servent à la fois de fond de plan à une cartographie de désordres et à la définition du vieillissement d'un édifice, de documentation du diagnostic, de base au projet d'intervention et de documentation pour l'exécution.

Relevé descriptif de l'existant

Une description générale du bâti doit contenir toutes les données essentielles relatives à l'objet. Font partie de la description, les indications quant au terrain, les relations de propriété, les arrêtés régissant le bâti, les fonctions d'utilisation, les données de financement, locataires et rentrée des loyers, datation du bâti, séquences historiques dans le bâti, détails significatifs pour l'histoire de la construction, matériaux de construction, qualité du second-œuvre, équipement technique, système porteur, particularité constructives et autres indices. Dans le carnet des espaces est consigné, pièce par pièce, l'existant sous forme de textes et d'images (esquisses, dessins et photos). Les mesures à engager nécessairement y sont décrites ainsi que les travaux exécutés. La numérotation des pièces se fait par niveau en commençant par l'entrée, et dans le sens des aiguilles d'une montre. La constitution du numéro d'ordre doit permettre d'en déduire l'étage (par exemple **RC05** pour une pièce en rez-de-chaussée ou **1.08** pour une pièce au 1^{er} étage).

Recherche dans le Bâtiment et dans la Construction

Les connaissances réunies au sujet des différentes séquences de construction, des techniques utilisées, des interventions successives sur la structure d'un édifice ne servent pas uniquement à la valorisation de la qualité historique du bâtiment (voir p. 65, fig. 1). Elles servent aussi à l'étude d'avant-projet et à l'estimation précise du coût des travaux. Certaines analyses peuvent être menées par le projeteur lui-même, comme par exemple des recherches dans les services administratifs de la construction, dans les archives municipales, etc. alors que, pour d'autres examens, il convient de faire appel à des spécialistes (analyses scientifiques et de restauration concernant les matériaux de construction, datation au carbone 14 et dendrochronologie, analyses de pigments de couleur, de teintes, d'enduits et de mortiers). Les résultats donnent non seulement des indications sur la date d'exécution des ouvrages mais renseignent sur les zones à problèmes causées par des transformations antérieures, et permettent aussi de choisir les matériaux compatibles. D'une manière générale, ils permettent de préciser la nature exacte des interventions dans le descriptif d'appel d'offres (fig. 1).

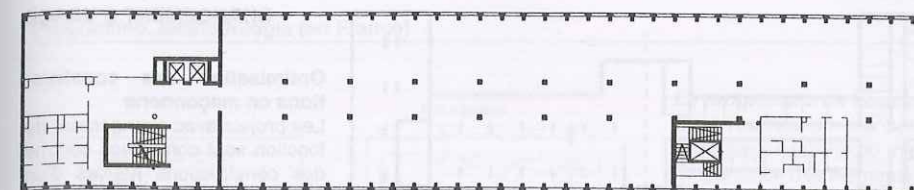
CONSTRUIRE DANS L'EXISTANT

CHANGEMENT DE FONCTION

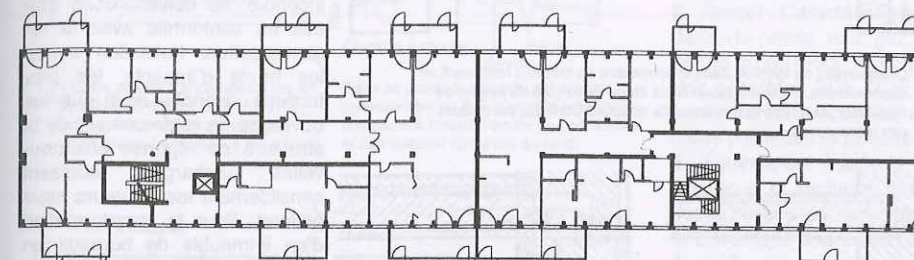
Constructions en béton

La conservation historique d'un édifice de qualité n'est qu'un des aspects de la relation aux bâtiments anciens. Le changement de fonction et la permanence de l'utilisation de bâtiments existants contribuent également à leur pérennité. Une grande partie des bâtiments industriels et de bureaux des 100 dernières années ne sont plus conformes aux exigences actuelles. L'analyse statique et la vérification du système porteur constituent la base essentielle d'une décision visant à poursuivre l'utilisation de bâtiments réalisés principalement en béton. L'analyse et les vérifications devraient être si possible conduites par un ingénieur-conseil spécialisé. Elles devraient être réalisées avant la phase d'étude et de conception dans la mesure où elles apportent une aide essentielle à la décision sur la réutilisation du bâtiment et sur les possibilités d'usages.

À côté de l'expertise *in situ*, un dossier du bâti concerné doit être établi à partir des connaissances des règles et prescriptions historiques du bâtiment dans la mesure où les analyses non destructives sont presque toujours impossibles dans le cas de construction en béton. Parallèlement à ces considérations de statique, il convient de répondre prioritairement aux exigences propres à la physique du bâtiment. Des capacités constructives croissantes du bâtiment sont exigées du fait des épaisseurs additionnelles dues à la protection accrue des bétons contre l'incendie et à l'accroissement continu des exigences thermiques. Dans ce cas, l'évaluation de l'ampleur des moyens à mettre en œuvre est plus aisée.



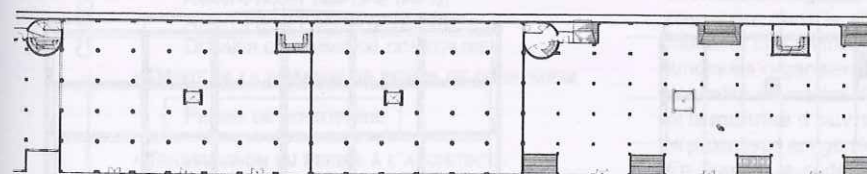
1 Immeuble de bureaux existant. Année de construction 1965



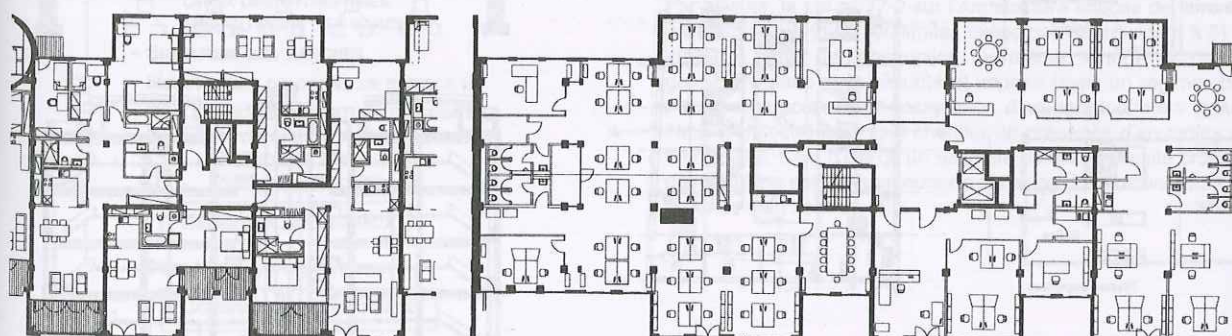
2 Transformation d'un immeuble de bureaux en appartements. Surfaces habitables de 60 à 200 m²



3 Transformation d'anciens entrepôts en immeuble d'habitations et de bureaux. Composition de la nouvelle façade



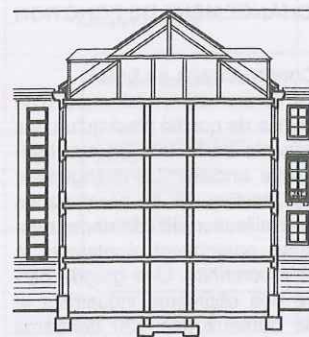
4 Vue en plan de l'existant



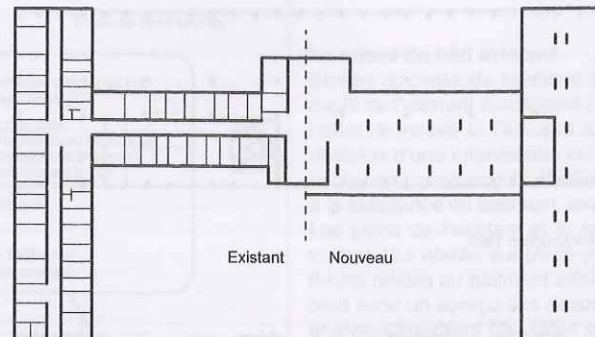
5 Variante habitations

6 Variante bureaux

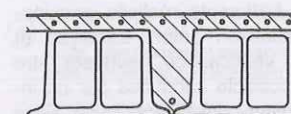
Arch. : Kister Scheithauer Gross



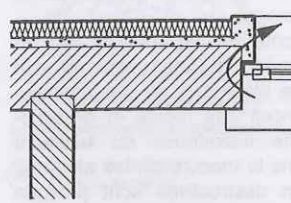
1 Système porteur existant avec planchers en poutre continue appuyés sur les murs de refends et de façades



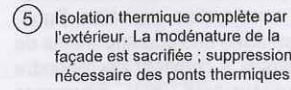
2 Changement de fonction dans un immeuble de bureaux reconverti en appartements. L'aile principale a été étendue du côté du jardin ; de nouveaux planchers et une nouvelle structure porteuse permettent des plans variés.



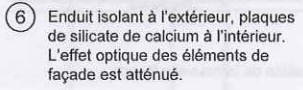
3 L'amélioration des planchers avec poutrelles et hourdis existants entraîne un surcoût trop important.



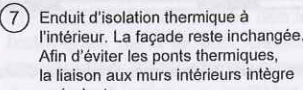
4 Le plancher d'origine, avec poutrelles et hourdis, a été remplacé par un plancher en béton armé ; afin d'éviter les ponts thermiques, le plancher repose sur le mur extérieur grâce à des appuis à rupture de pont thermique.



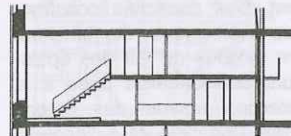
5 Isolation thermique complète par l'extérieur. La modénature de la façade est sacrifiée ; suppression nécessaire des ponts thermiques.



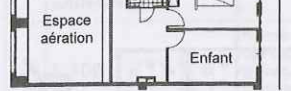
6 Enduit isolant à l'extérieur, plaques de silicate de calcium à l'intérieur. L'effet optique des éléments de façade est atténué.



7 Enduit d'isolation thermique à l'intérieur. La façade reste inchangée. Afin d'éviter les ponts thermiques, la liaison aux murs intérieurs intègre un isolant.



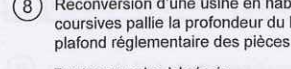
8 Reconversion d'une usine en habitations. Une courrette intérieure avec distribution par coursives pallie la profondeur du bâtiment. Par autorisation spéciale, la hauteur sous plafond réglementaire des pièces principales du duplex a pu être abaissée à 2,30 m.



Arch. : Fuchshuber et associés



Niveau supérieur



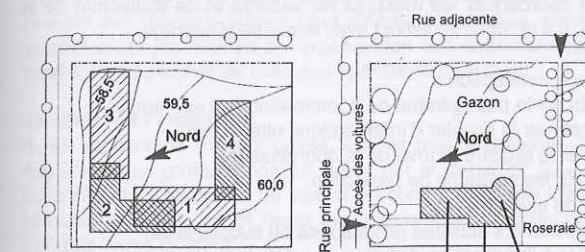
Niveau supérieur

CONSTRUIRE DANS L'EXISTANT CHANGEMENT D'USAGE

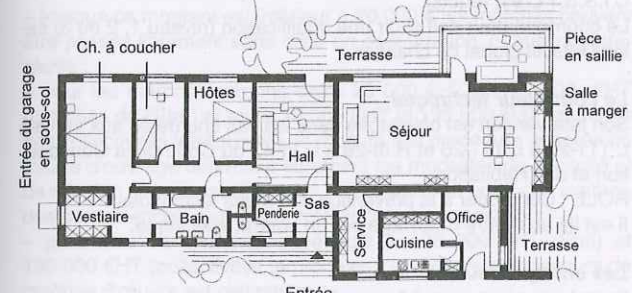
Optimisation des constructions en maçonnerie

Les projets avec changement de fonction sont considérés comme des constructions neuves d'un point de vue administratif. Les planchers, en règle générale, ne répondent pas aux exigences actuelles d'isolations acoustique et thermique ni à la protection incendie. Ils doivent donc être mis en conformité avec la réglementation. L'isolation contre les bruits d'impacts, les protections incendie, ainsi que les ouvrages de renforcement de la structure en réponse aux nouvelles surcharges, réduisent sensiblement les hauteurs sous plafond. Pour la transformation d'un immeuble de bureaux en appartements dont les planchers étaient réalisés en poutre continue au-dessus des murs intérieurs, il a fallu changer l'intégralité des planchers. La mise en œuvre d'appuis à rupture de pont thermique a permis la pose d'isolation intérieure sans ponts thermiques, n'altérant en rien l'aspect extérieur (fig. 1 à 7). Les changements d'usage des bâtiments entraînent des compromis. Dans le cas d'une halle industrielle protégée au titre des Monuments Historiques qui présentait une grande profondeur et hauteur libre de 5 m sous plafond, la création d'une courrette intérieure a été autorisée ainsi que la réduction des hauteurs de pièces par la création d'appartements en duplex (fig. 8).

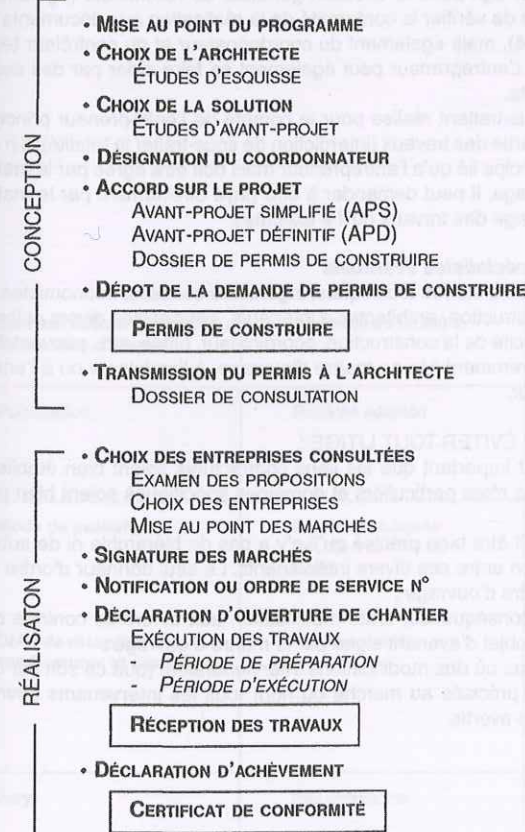
Programme. Méthodologie (en France)



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. 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.



2 Avant-projet 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



3 Étapes schématiques du processus de construction

PROJET DE CONSTRUCTION

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 :

- Besoins** : Recensement des surfaces et volumes nécessaires, tracé du schéma entre ces éléments, exigences particulières.
- Terrain** : Caractéristiques physiques, plan, situation, superficie, desserte (voirie, eau, gaz, électricité, téléphone, télévision), relief, nature du sous-sol, niveau de la nappe phréatique. Voir géomètre, EDF, GDF, cadastre, mairie. Caractéristiques d'urbanisme, constructibilité, règles d'implantation et d'aspect, servitudes publiques et privées (mairie, notaire).
- Équipement souhaité** : Chauffage, climatisation, équipement électrique et sanitaire, caractéristiques des machines ou équipements particuliers, voire des meubles souhaités.
- 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 réseaux divers, équipements particuliers, aménagements paysagers, honoraires, taxes fiscales et parafiscales.
- Délais de réalisation**

Méthodologie d'une opération de construction

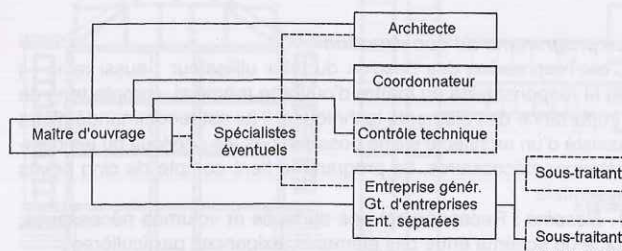
En général, une opération de construction répond aux besoins en locaux (travail, logement ou loisirs) d'un maître d'ouvrage, qui en confie la réalisation à un tiers. Même ainsi simplifiée à l'extrême, ce schéma pose cinq questions essentielles :

- Expressions des besoins et des possibilités de financement en fonction du site : c'est le **programme**.
- Définition des ouvrages : c'est la **conception**.
- Choix des constructeurs : ce sont les **marchés de travaux**.
- Réalisation conformément aux prévisions : c'est la **direction des travaux**.
- Livraisons 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 dans le schéma 3. En France, le code de l'Urbanisme dispose qu'à l'exception des ouvrages n'ayant pas le caractère de construction, des travaux de réparations 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 en présence d'au moins deux entreprises. Ceci n'est qu'un exemple de la complexité croissante des relations entre les acteurs de l'acte de construction dont il importe de bien saisir le rôle.

Les acteurs d'une opération de construction (en France)



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.

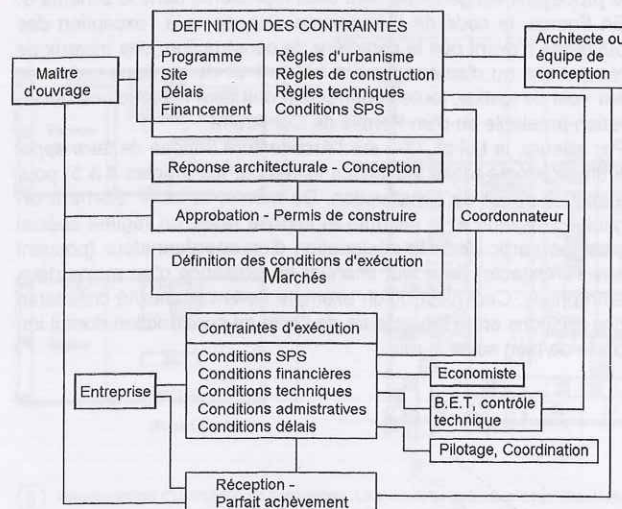
Le maître d'ouvrage peut se faire assister pour ces tâches par un mandataire en droit privé et (pour les personnes publiques) dans certaines conditions (loi M.O.P. n° 85.704 du 12 juillet 1985) par un mandataire ou par un conducteur d'opération. La personnalité (publique ou privée) du maître d'ouvrage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

L'architecte ou l'équipe de la 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 par le 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 :

1. 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.

2. 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 interentreprises 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) selon l'effectif global du chantier.

Le contrôleur technique

Son intervention est obligatoire dans les cas énumérés aux articles L 111-23 à L 111-26 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 des constructions (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 agréé 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'intérieurs, 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 et que les rôles particuliers et domaines spécifiques soient bien précisés ;
- il doit être bien 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'un 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 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

1. En matière de travaux privés, il n'est pas réglementé. Toutefois les règles professionnelles fixées par le décret n° 80-217 du 20/3/1980 font obligation de passer un contrat préalable librement discuté de gré à gré et fixant les missions de l'architecte. Des contrats-types existent.

2. En matière de constructions publiques, le choix de l'architecte obéit aux règles fixées par le Code des marchés publics et notamment du décret n° 2004-15 du 7/01/2004. Les conditions de passation des marchés de maîtrise d'œuvre dépendent du montant du marché :

- lorsque ce montant est inférieur à 20 000 € les marchés peuvent être passés librement sans mise en concurrence, ni publicité préalable ;
 - pour les marchés compris entre 20 000 € HT et 125 000 € HT (marchés de l'État) et entre 20 000 € HT et 193 000 € HT (marchés des collectivités territoriales), le recours à la procédure adaptée (le maître d'ouvrage détermine librement les modalités de publicité et de mise en concurrence) permet une sélection à partir de l'examen des compétences, moyens et références des candidats ;
 - pour tous les marchés supérieurs à 125 000 € HT (État) et 193 000 € HT (collectivités territoriales), le recours au concours de maîtrise d'œuvre est obligatoire.
- Compte tenu des conditions d'examen, le contenu du dossier de candidature, sa présentation et sa pertinence, sont essentiels pour être retenu.

Les étapes de la conception

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 1/100^e, avec détails significatifs au 1/50^e.

Montant estimé du marché de maîtrise d'œuvre	De 20 000 € à 90 000 €	De 90 000 € à 125 000 € pour l'État ou 193 000 € pour les collectivités locales	À partir de 125 000 € pour l'État ou 193 000 € pour les collectivités locales
Publication	Publicité adaptée	Avis d'appel public : BOAMP ou Journal d'Annonces Légales (JAL) (art. 40 CMP) Avis d'attribution	Avis d'appel public au BOAMP et au JOUE au delà de 750 000 € HT, avis de préinformation européen (art. 39 et 40 CMP)* Avis d'attribution
Mode de passation	Procédure adaptée (art. 28-1 et 74-II al. 1 CMP)	Procédure adaptée (art. 28-1 et 74-II al. 1 CMP)	Concours de maîtrise d'œuvre obligatoire (art. 70 et 74 CMP) ou appel d'offres ou procédure négociée spécifique dans les cas dérogatoires (art. 74 al. 5 et 6 CMP)
Délai de réception des candidatures et des offres	Non réglementé	Non réglementé	- 37 jours minimum pour la réception des candidatures - 15 jours en cas d'urgence ne résultant pas du fait de la personne publique (art. 60 CMP) - 40 jours pour la remise des prestations (art. 62 CMP)
Jury	Pas obligatoire	Pas obligatoire	Obligatoire (art. 25 et 74 CMP)

* L'avis de préinformation n'est obligatoire que si le maître d'ouvrage souhaite réduire le délai de réception des offres.
BOAMP : Bulletin officiel des annonces des marchés publics
JOUE : Journal officiel de l'Union européenne

① Récapitulatif des modalités d'attribution des marchés de maîtrise d'œuvre

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 ;
- de plans des façades des ouvrages, coupe avec indication du terrain naturel et traitement des espaces extérieurs ;
- de documents photographiques et graphiques permettant d'apprécier l'impact visuel de la construction dans l'environnement ;
- d'une notice relative à l'impact visuel du projet dans les paysages ;
- d'une étude d'impact éventuellement.

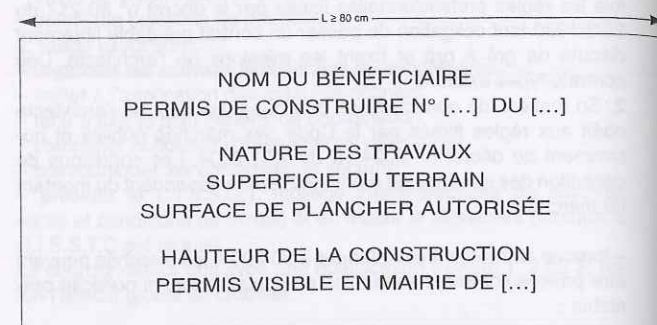
Ce dossier est complété les cas échéants par une demande de permis de démolir. La durée d'instruction du permis de construire est en principe de 2 mois, pouvant être portée à 3 ou 5 mois s'il y a consultation de services ou de Commission nationale. Des documents complémentaires peuvent être exigés pour vérifier :

- les règles de sécurité pour les immeubles de grande hauteur (IGH) ou recevant du public (ERP) ;
- les règles d'accessibilité pour les handicapés.

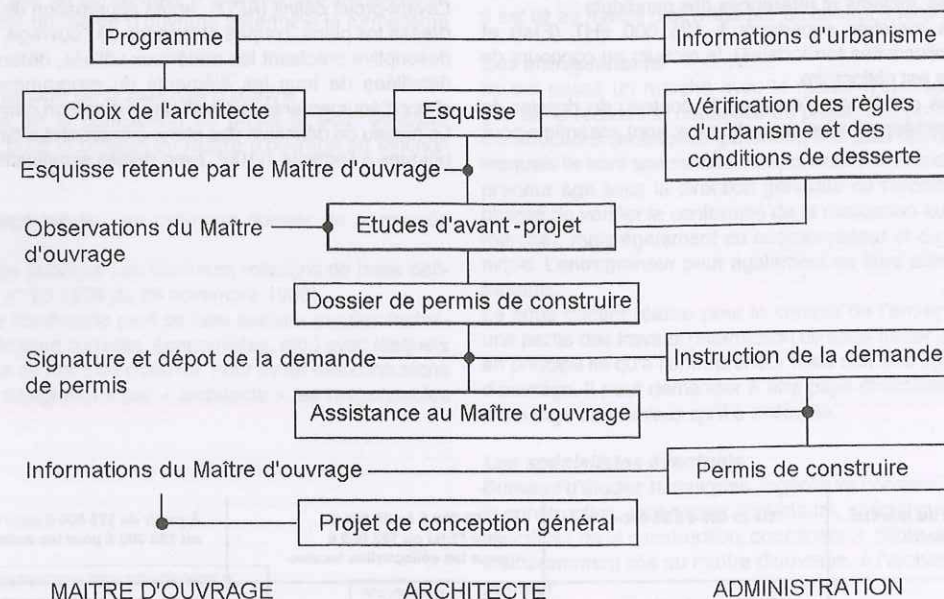
PHASE I : CONCEPTION DES OUVRAGES

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



Panneau et mentions obligatoires sur le terrain



① Organisation théorique de la conception

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.

À ce stade, il reste à préciser les formes des 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 la réalisation.
- Les documents graphiques nécessaires sont généralement établis au 1/50° et au 1/20° et à 1/2 pour les détails.

PHASE I : CONCEPTION DES OUVRAGES

L'assistance pour passation du marché des 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 :

- Des éléments généraux techniques et administratifs appelés « cahier des clauses » :
 - DROIT PUBLIC : CCAG ou cahier des clauses administratives générales ;
 - CCGT 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 particulières, 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 documents généraux ne peuvent préciser :
 - contractants, lieu des travaux,
 - propriété du terrain ou des constructions,
 - énumération des documents annexes au marché,
 - engagements réciproques de l'entrepreneur et du maître d'ouvrage,
 - modalités de paiements, clauses de révisions de prix, modifications, délais d'exécution et pénalité de retard,
 - fréquence des rendez-vous de chantier,
 - échantillons et essais,
 - dispositions d'hygiène et de sécurité du chantier,
 - conventions interentreprises,
 - assurance, 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.

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 (autrefois 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 est peut être plus avantageux, en fonction de la taille et de la technicité du chantier ainsi que 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, 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 regroupement est elle-même titulaire d'un marché (et doit donc être en mesure de répondre aux critères et aux obligations définies 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 interentreprises ».

AVERTISSEMENT

Les méthodes et procédures exposées ci-avant, à partir de la page 69, 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.

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 consultations 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 la somme est inférieure à 20 000 € HT sont passés librement. Les autres doivent faire l'objet d'une mise en concurrence et d'une publicité (voir CMP) qui doit contenir :

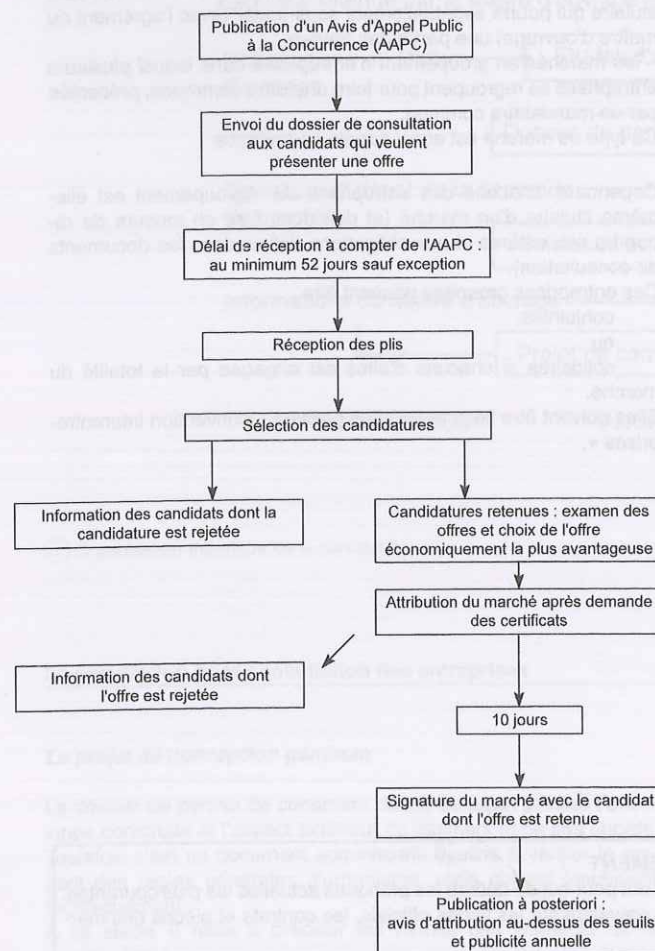
- l'identification de l'administration concernée,
 - l'objet et les caractéristiques principales du marché,
 - la procédure de passation,
 - le nombre limité éventuel de candidats admis,
 - les justifications de qualité et de capacité à produire,
 - la date limite de réception des candidatures,
 - le lieu, jour et heure de l'appel d'offre,
 - le lieu ou retirer le dossier de consultation et le montant de 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),
- l'acte d'engagement,
- les cahiers des charges,
- les documents graphiques (PCG),
- les devis descriptif et/ou estimatifs,
- le délai global des travaux,
- les informations techniques disponibles (sondages, ouvrages enterrés, etc.).

Choix des entreprises



Cas des marchés publics

Le mode principal d'attribution des marchés de travaux est celui de l'appel d'offres, il est obligatoire lorsque le montant est égal ou supérieur à 4 845 000 € HT. Pour des marchés de travaux d'un montant inférieur à 4 845 000 € HT, le pouvoir adjudicateur est libre de choisir le mode de passation du marché dans le cadre de la procédure dite adaptée, avec publicité préalable et mise en concurrence. L'appel public à la concurrence reste la règle pour tous les marchés d'un montant supérieur à 20 000 € HT (voir CMP).

Appel d'offres

L'appel d'offres peut être ouvert ou restreint :

1. appel d'offres ouvert : tout candidat peut faire une offre ;
2. appel d'offres restreint : seuls les candidats autorisés après sélection peuvent remettre une offre ; les offres sont examinées au regard d'une pluralité de critères parmi lesquels on mentionnera :
 - qualité et prix des prestations,
 - valeur technique des prestations,
 - caractère esthétique et fonctionnel,
 - caractéristiques environnementales,
 - coût global d'utilisation,
 - autres critères liés à la politique de l'emploi.

Cas des marchés privés

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

À 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

Période de préparation

Durée :

- 2 mois en marchés publics (CCAG Travaux)
- 3 mois en marchés privés (NFP 03 001)

Préparation administrative

Préalablement en début de 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 : registres 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 coordonnateur du stade de conception, il devra effectuer les opérations énumérées (p. 70).

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 préalable 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 stockages des matériaux,
 - des installations fixes de chantier (bureaux, vestiaires, sanitaires),
 - des emplacements du matériel (grues, bétonnières, silo à ciment, agrégats, ferrailage),
 - 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 chemins pour accès aux différents ouvrages.
- Ce plan devra tenir compte des phases successives d'aménagements en fonction du plan :
- désignation des arbres à protéger, marquage des fûts à abattre,
 - clôture de chantier.

Organisation relationnelle du chantier

A. Le bureau de chantier devra être suffisamment vaste pour recevoir tous les participants aux réunions, être chauffé, équipé

du délai global d'exécution un période de préparation et une période d'exécution.

d'une grande table, de sièges, de téléphone, de placards ou d'armoires pour ranger les différents documents de chantier, de panneaux d'affichage (à prévoir largement).

B. Les documents à afficher :

- les plannings,
- les plans tenus à jour,
- le dernier compte rendu du 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.).

Études et plans spécifiques d'exécution

Ils doivent définir de façon précise :

- les caractéristiques générales des matériels : poids et surcharge 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 dépendant 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 interentreprises

Les installations de chantier (bureaux, vestiaires et locaux de personnel, échafaudages et moyens lourds de manutention) constituent une source de dépenses d'intérêt générale 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.

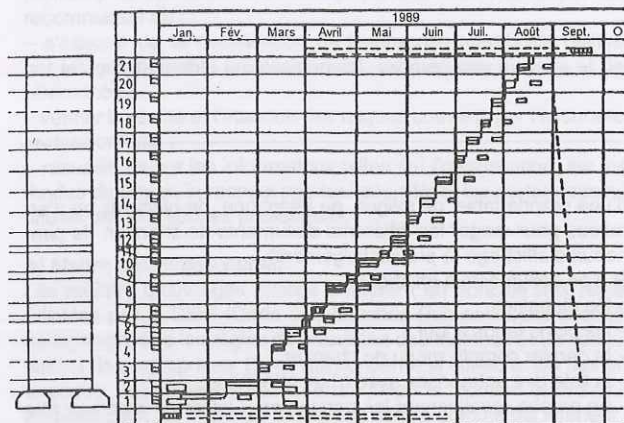
La mise en place d'un calendrier détaillé d'exécution

Elle a pour but la planification du déroulement des travaux.

Objectifs de la planification d'un ouvrage

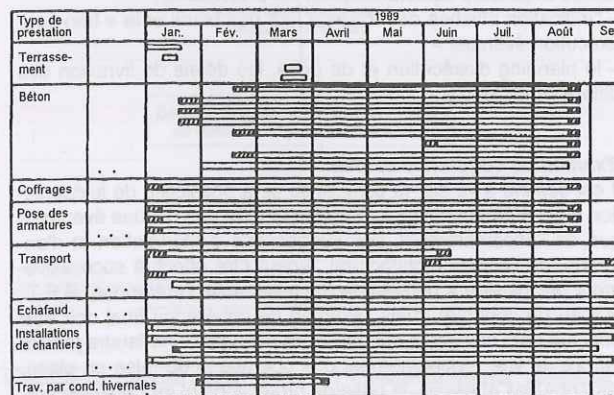
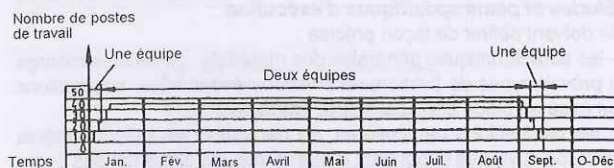
Elle vise deux points critiques :

1. contrôle, métré et décomptes des travaux,
2. planification du déroulement des travaux à l'aide de méthodes de management (disponibilité des hommes et du matériel au bon moment, en quantité adéquate et au bon endroit).



■ Equipement du chantier
■ Terrassement
■ Béton
■ Coffrages et aciers
■ Installation échafaudage
--- Démontage échafaudage

① Plan des échéances avec subdivision en opérations particulières.



② Programme concernant le matériel

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

③ Liste des tâches

PHASE II : EXÉCUTION DES TRAVAUX

Risques :

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.

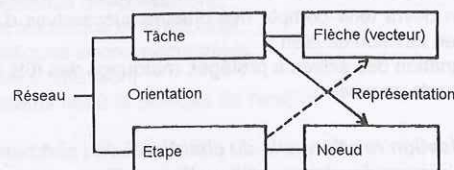
Moyens et instruments pour la planification d'un ouvrage

Les missions du maître d'œuvre définies dans le marché de maîtrise d'œuvre se répercutent sur les plans (plans d'exécution, plans de détails, dessins particuliers) et les pièces constitutives des marchés. Les techniques de planification des travaux/planification du temps utilisent différents modes de représentation :

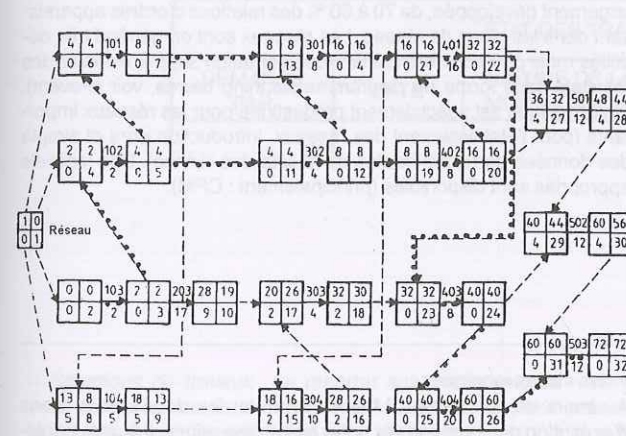
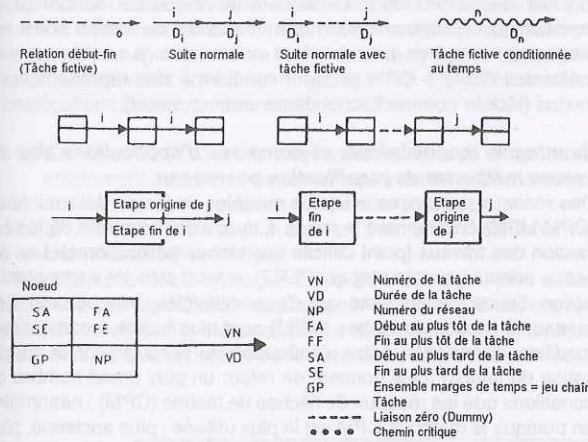
1. Diagrammes en barres (planning à barres) représentent en coordonnées rectangulaires le déroulement des travaux (axe Y = axes des ordonnées) en fonction du temps de construction correspondant (axe X = axe des abscisses). La durée (détermination à partir des valeurs issues de l'expérience/évaluations) 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 planning en barres : vision globale, clarté, lisibilité facile (représentation proportionnelle au temps). Inconvénients des planning en barres : prise en compte globale, non différenciation des étapes d'un processus, représentation difficile des enchaînements/reliations de dépendance des étapes des travaux (le planning en barre 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).

2. **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. 3).

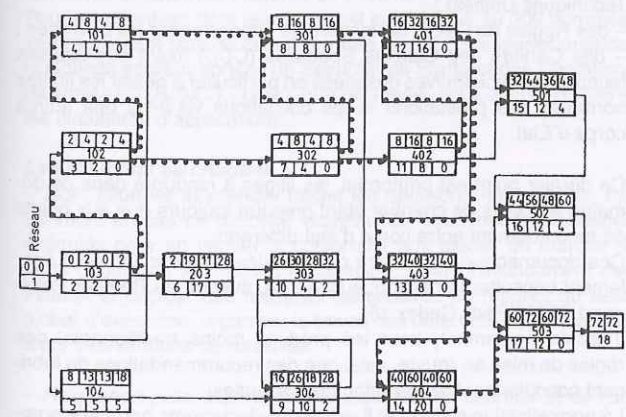
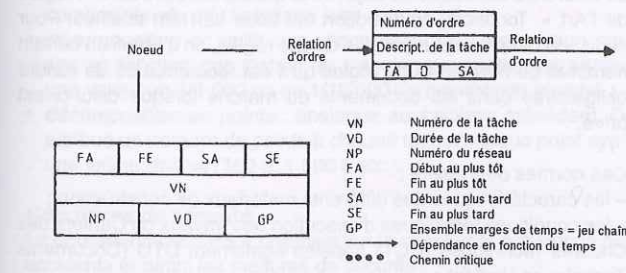
3. **Réseaux :** résultat de la méthode de planification par réseaux (branche de l'Operation Research) servant à l'analyse, la représentation, la planification, la conduite et le contrôle des tâches. En tenant compte au maximum des différents paramètres dont l'influence est importante (temps, coût, moyens utilisés, etc.), on montre la dépendance des différentes tâches les une 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). Des orientations différentes de réseaux (tâches/étapes) et des représentations différentes (flèches/nœuds) conduisent à trois types fondamentaux de réseaux (fig. 4).



④ Orientation par réseau.



⑤ Méthode de planification par réseau à flèches-tâches.



⑥ Planification par réseau (CPM)

PHASE II : EXÉCUTION DES TRAVAUX

– **Méthodes de planification par réseau à flèches : tâches (Critical Path Method, CPM) :** Elle classe les flèches (bords) des tâches. Les nœuds représentent les étapes de début et de la fin de 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 déterminée (c'est-à-dire qu'on attribue à la tâche une évaluation concrète de temps). Les tâches se développant 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. 5). Les contenus des plans de réseaux de flèches de tâches livrent en retour la listes des processus (liste des activités individuelles avec indications de temps correspondantes) (fig. 6).

– **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) (fig. 7 et 8).

Processus	Instant	Tâches	Au plus tôt	Au plus tard	Marge globale(1)
N°	Description abrégée	Durée	de l'étape n°	de l'étape n°	
103	Fouille P2	2	2	3	1
102	Fouille P1	2	4	5	1 et 3
101	Fouille W1	4	6	7	1 et 5
104	Fouille W2	5	8	9	1 et 7
203	Fond. sur pieux	17	3	10	2
302	Fondation P1	4	11	12	5
301	Fondation W1	8	13	14	7 et 12
304	Fondation W2	10	15	16	9 et 14
303	Fondation P2	4	17	18	10 et 16
402	Pot. béton P1	8	19	20	12
401	Pot. béton W1	16	21	22	14 et 20
403	Pot. béton P2	8	23	24	18 et 22

1) Δ Env. jeu de la chaîne

⑦ Liste de processus (CPM) voir figure 6

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

1) Δ Env. jeu de la chaîne

⑧ Liste de processus (MPM)

PHASE II : EXÉCUTION DES TRAVAUX

– **Méthodes de planification par réseau à flèches : tâches (Critical Path Method, CPM)** : Elle classe les flèches (bords) des tâches. Les nœuds représentent les étapes de début et de fin de 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 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. 5). 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. 7).

– **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) (fig. 6 et 8).

– **Méthodes de planification par réseau à nœuds : étapes (Program Evaluation and Review Technique, PERT)**. Les nœuds re-

présentent 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).

Avantages, inconvénients et domaines d'applications 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 des travaux (point difficile des tâches particulières). Les réseaux orientés sur les étapes (PERT) servent plus tôt 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 la plus utilisée ; plus ancienne, plus largement développée, de 70 à 80 % des relations d'ordres 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 diagramme/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).

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 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 délais

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 rattrapage serait impossible,
- relancer les entreprises défaillantes de façon ferme,
- tenir 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 DTU (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. On peut également consulter le catalogue CSTB (4, avenue du Recteur Point-carré 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).

PHASE II : EXÉCUTION DES TRAVAUX

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 dérivés les plus fréquentes sont dues en général aux imprévus 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.

ÉTAT DES TRAVAUX MODIFICATIFS					
DEMANDÉ PAR	DATE	NATURE DE LA MODIFICATION	ENTREPRISE CONCERNÉE	NUMÉRO	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 (150 €, 1 500 € 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.

PHASE II : EXÉCUTION DES TRAVAUX

Achèvement du chantier

La réception des travaux

L'achèvement des travaux et la livraison du bâtiment constituent 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.
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 la 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 respon-

sabilité à l'encontre des constructeurs pendant 10 ans à compter de la date de réception qui couvre les dommages affectant la solidité de l'immeuble 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 gaines. 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.

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 mainlevée,
 - b) retenue de garantie : mandatée dans les 30 jours ;
- Marchés privés : restitution un an après la date de la réception par le consignataire.

PHASE II : EXÉCUTION DES TRAVAUX

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 recensement 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 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. À l'issue du délai de garantie, la libération de ces sommes nécessitera une mainlevée.

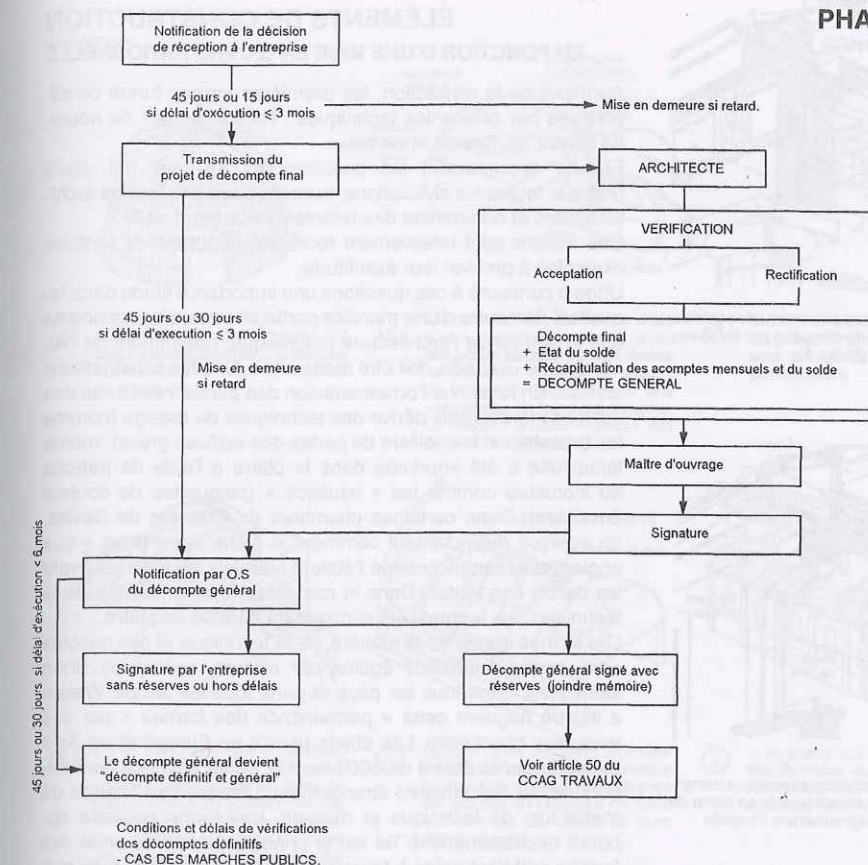
- Les pénalités

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.

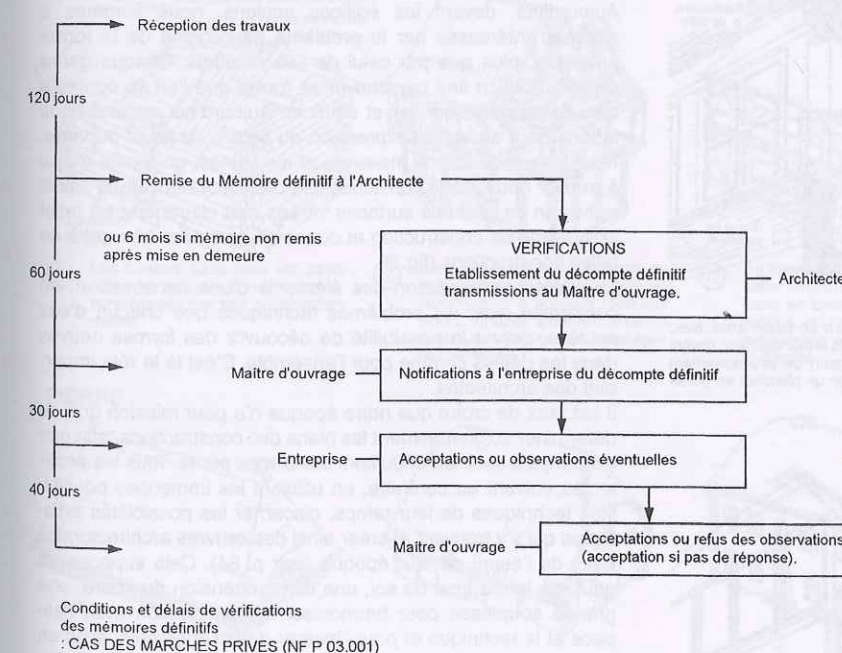
- Les litiges

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.



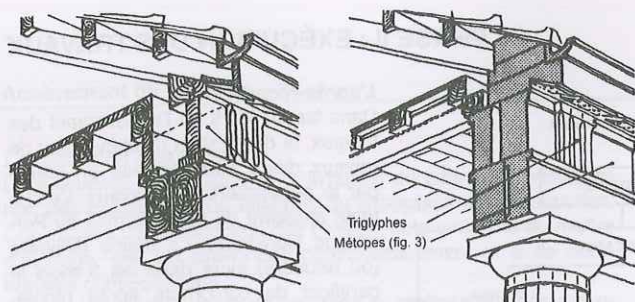
9 Marchés publics



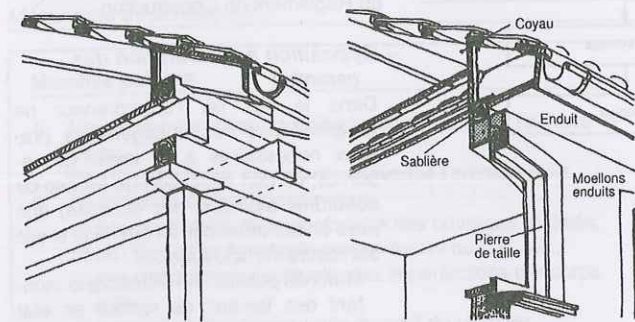
10 Marchés privés

AVERTISSEMENT

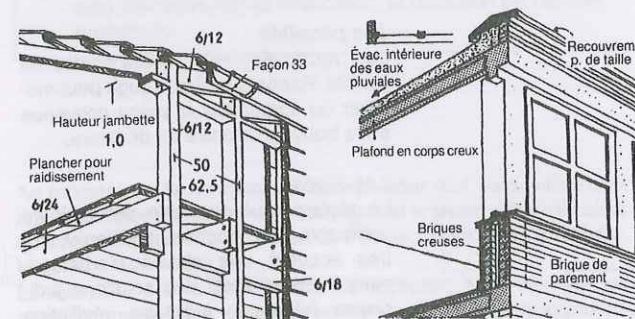
Les méthodes et procédures exposées ci-avant, à partir de la page 69, ont pour but de décrire les pratiques actuelles les plus courantes. Elles ne sauraient être utilisées comme guide et considérées comme prévalant sur les textes officiels, les contrats et pièces des marchés, dont le contenu peut différer de celui décrit dans ces pages.



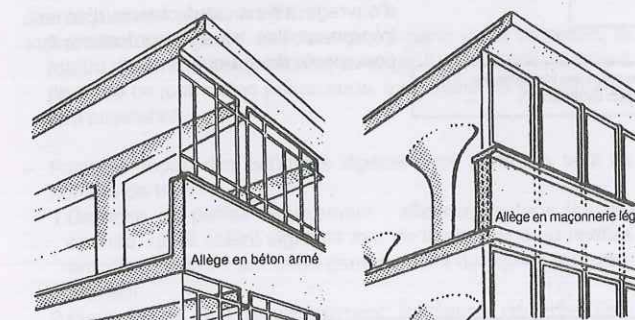
- ① A l'origine, construction en bois qui sert de base aux formes des temples grecs
- ② Les formes en pierres, telles qu'elles ont été développées par les Grecs à partir de (fig. 1)



- ③ La construction en bois semblable à (fig. 1), telle qu'on la trouve encore couramment aujourd'hui
- ④ La construction en moellons demandant 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. 84)

ÉLÉMENTS DE CONSTRUCTION EN FONCTION D'UNE MISE EN ŒUVRE RATIONNELLE

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.

Unh 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 3000 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 ornements puissent parfois alourdir les formes fondamentales, issues des conditions données, au point de les rendre méconnaissables (baroque).

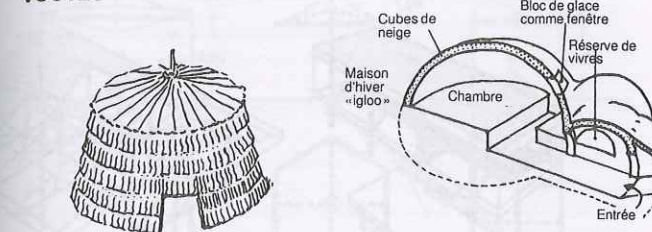
Aujourd'hui, devant les édifices anciens, nous sommes à nouveau intéressés par le problème de l'origine de la forme artistique, plus que par celui de ses résultats. Chaque genre de construction finit par trouver sa forme que l'on se contente ensuite de perfectionner et d'affiner. Aujourd'hui encore, 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.

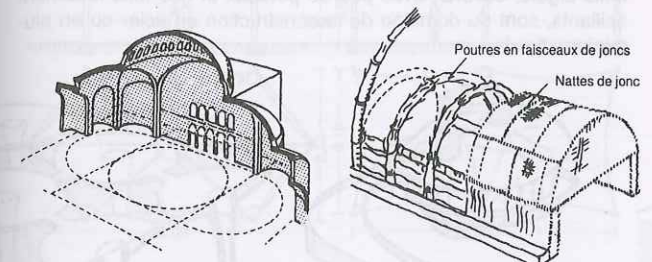
Il est faux de croire que notre époque n'a pour mission que de déterminer soigneusement les plans des constructions, afin que les temps à venir en déduisent les formes pures. Tous les architectes doivent au contraire, en utilisant les immenses possibilités techniques de leur temps, discerner les possibilités artistiques qui s'y trouvent et créer ainsi des œuvres architecturales nées de l'esprit de leur époque (voir p. 84). 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

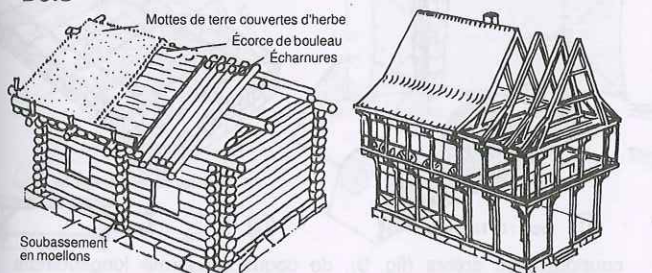


- ① Le primitif construit sa hutte ronde avec des matériaux trouvés sur place, pierres et lianes ; il la revêt de feuilles, de paille, de joncs, de peaux de bêtes, etc.
- ② L'Esquimaux bâtit sa maison d'hiver d'une manière analogue avec des peaux tendues par des fanons de baleines ; fenêtres en boyaux de chiens de mer, souvenir des « wigwams » de leur pays d'origine. La maison d'hiver « igloo » est semblable à celle-ci.



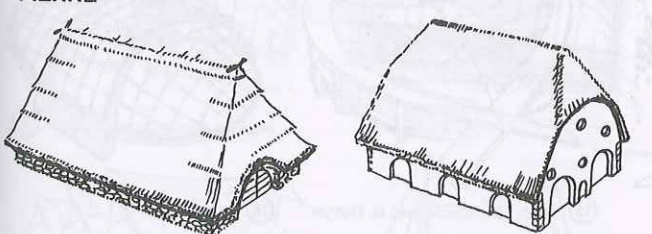
- ③ Les Romains bâtirent les premières coupes de pierre au Panthéon, sous la forme la plus pure, sur un plan circulaire.
- ④ En Perse, les Sassanides (VI^e siècle) partirent de plans carrés pour construire leurs premières coupes. Le passage du carré au cercle, s'effectuait par des « trompes ».
- ⑤ Il y a 1 400 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).

BOIS



- 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 (inter-pénétration 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).
- 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 poteaux et étrésolement dans les allèges des fenêtres).

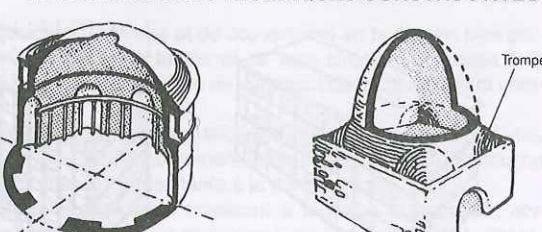
PIERRE



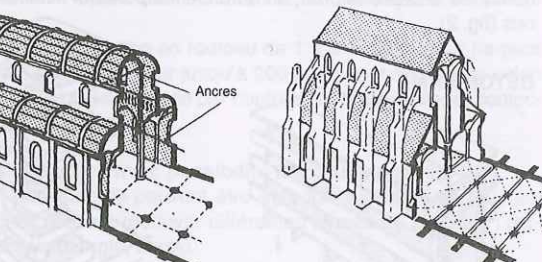
- ⑪ En opposition avec la précédente, cette construction comporte des pans en bois avec des fenêtres isolées, renforts dans les angles, remplissage en clayonnage d'osier et d'argile.
- ⑫ Cette construction en panneaux tire sa forme des panneaux qui, préparés en atelier, s'assemblent rapidement et à peu de frais. En Suède, de tels panneaux ont deux niveaux.
- 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.

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

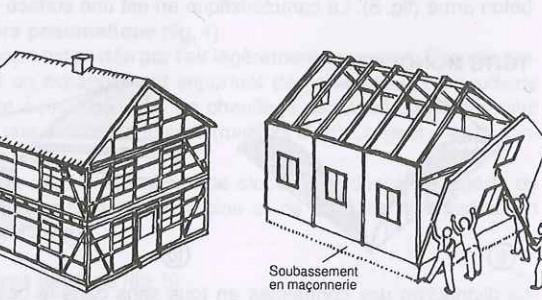
FORMES DE BÂTIMENTS EN FONCTION DES TECHNIQUES CONSTRUCTIVES



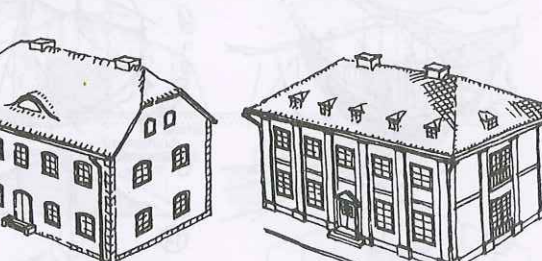
- ⑬ Plus tard, on encadre les ouvertures et on maçonne les angles en pierre de taille soigneusement travaillée ; on remplit les murs restants avec de la maçonnerie en moellons irréguliers que l'on enduit.
- ⑭ Le désir d'avoir des fenêtres toujours plus grandes dans les bâtiments urbains conduit aux constructions à piliers, qui correspondent aux constructions à supports en bois (fig. 10).



- ⑮ En opposition avec la précédente, cette construction comporte des pans en bois avec des fenêtres isolées, renforts dans les angles, remplissage en clayonnage d'osier et d'argile.
- ⑯ 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.



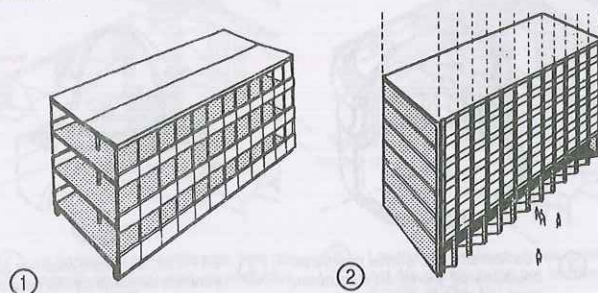
- ⑰ Plus tard, on encadre les ouvertures et on maçonne les angles en pierre de taille soigneusement travaillée ; on remplit les murs restants avec de la maçonnerie en moellons irréguliers que l'on enduit.
- ⑱ Le désir d'avoir des fenêtres toujours plus grandes dans les bâtiments urbains conduit aux constructions à piliers, qui correspondent aux constructions à supports en bois (fig. 10).



- ⑲ 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.
- ⑳ 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).

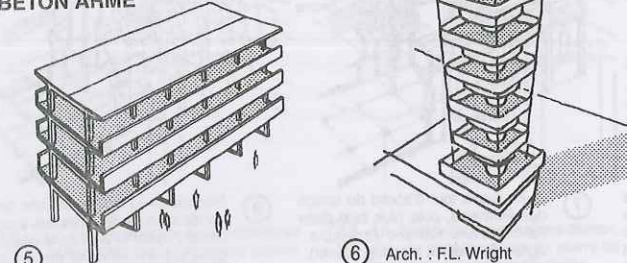
lyciennes en pierre, souvenir de constructions en bois, jusqu'aux automobiles de la fin du XIX^e siècle, copiées sur les fiacres à chevaux (y compris l'emplacement du fouet).

ACIER



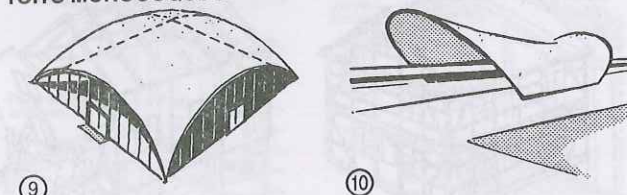
Les constructions exclusivement en acier permettent d'obtenir les formes d'aspect plus léger avec des poteaux à peine visibles (fig. 1), elles ne peuvent toutefois pas être admises partout. À quelques exceptions près, on autorise les poteaux acier extérieurs nus (fig. 2).

BÉTON ARMÉ



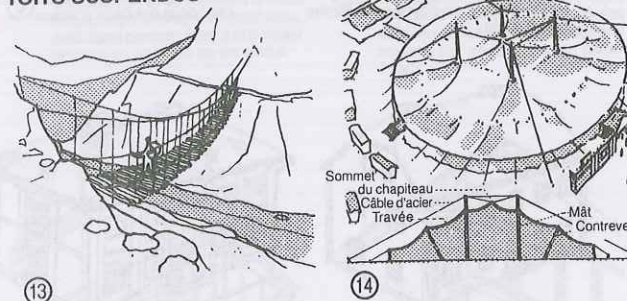
Pour de nombreuses constructions la réglementation exige des modes de construction avec une bonne résistance au feu, de sorte que les éléments d'acier nécessairement enrobés ont l'aspect du béton armé (fig. 5). La caractéristique en est une surface de plan-

TOITS MONOCOQUES



La distribution des contraintes en tous sens dans le béton armé des surfaces, permet les constructions monocoques sous forme de

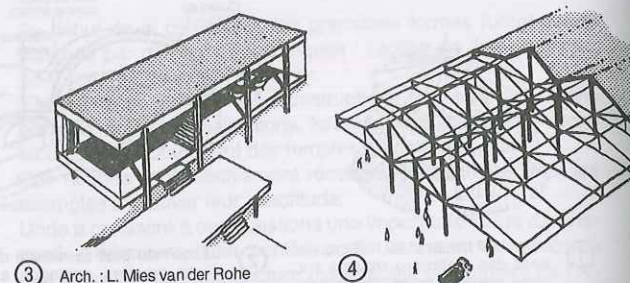
TOITS SUSPENDUS



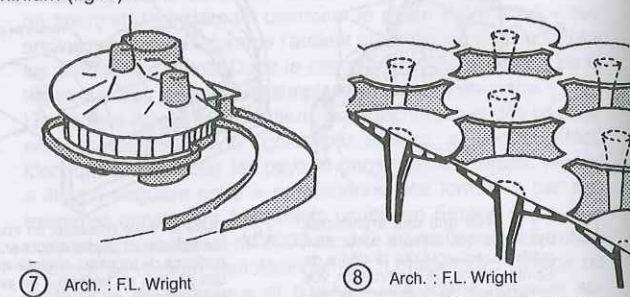
Les ouvrages suspendus étaient déjà un mode de construction connu des primitifs pour de grandes portées (fig. 13). Le chapiteau du cirque est la forme légère la plus connue des surfaces suspendues (fig. 14).

Notre époque recommença à 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.

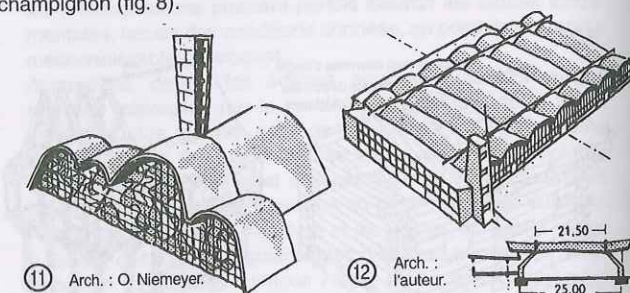
FORMES DE BÂTIMENTS EN FONCTION DES TECHNIQUES CONSTRUCTIVES



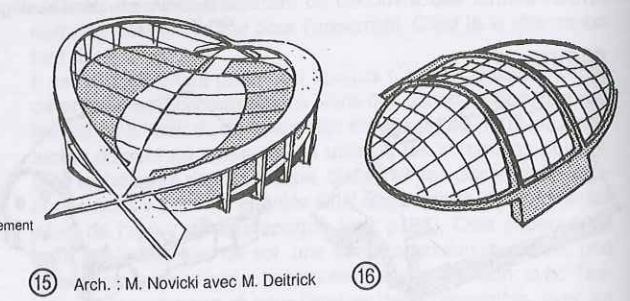
En liaison avec des poutres extérieures visibles, on obtient ainsi des formes particulièrement légères et cependant solides donnant de grands espaces libres, presque sans limites (fig. 3). Les halls légers, ouverts, avec peu de poteaux et des toits fortement saillants, sont du domaine de la construction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



chers 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).



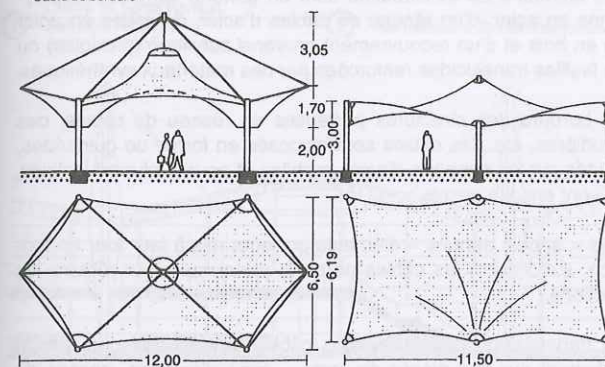
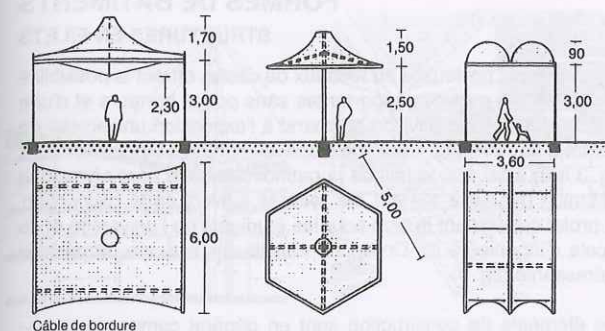
couple avec arêtes (fig. 9), de coque de forme longitudinale (fig. 10), de voûte transversale étagée rythmiquement (fig. 11) ou d'une série de voûtelettes avec supports obliques au point neutre (fig. 12).



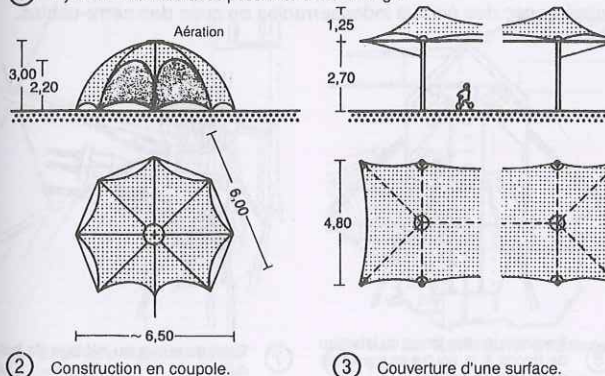
Les surfaces suspendues modernes, en béton armé, en liaison avec des poutres de rive raidies, offrent des constructions économiques et impressionnantes (fig. 15), avec possibilités de porte-à-faux (fig. 16).

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.

FORMES DE BÂTIMENTS CONSTRUCTIONS TEXTILES



1 Système standard avec possibilité d'assemblage.



2 Construction en coupole.

3 Couverture d'une surface.

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 1 200 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)

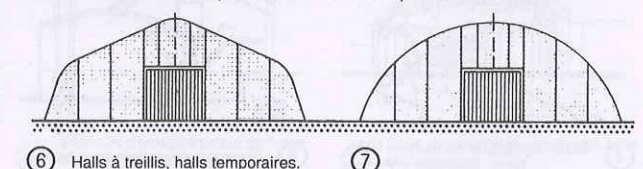
L'enveloppe est portée par l'air légèrement comprimé. Des sas empêchent un échappement important de l'air porteur. La soufflerie peut être combinée avec un chauffage. Isolation supplémentaire grâce à une enveloppe interne (matelas d'air). Largeur = 45 m, longueur illimitée.

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)

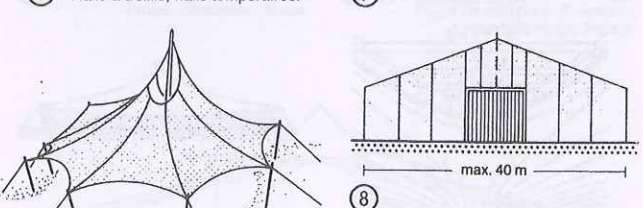
La toile est tendue par points et en ligne le long des bords à l'aide de câbles et de mâts. Pour une meilleure isolation, les toiles peuvent comporter plusieurs couches. Portée jusqu'à plus de 100 m.

Utilisation : halls d'exposition, industriels et sportifs, lieux de réunion, de rencontres sportives et abris de protection solaire.



6 Halls à treillis, halls temporaires.

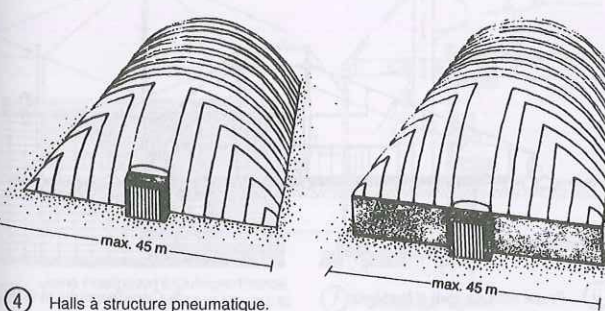
7



8

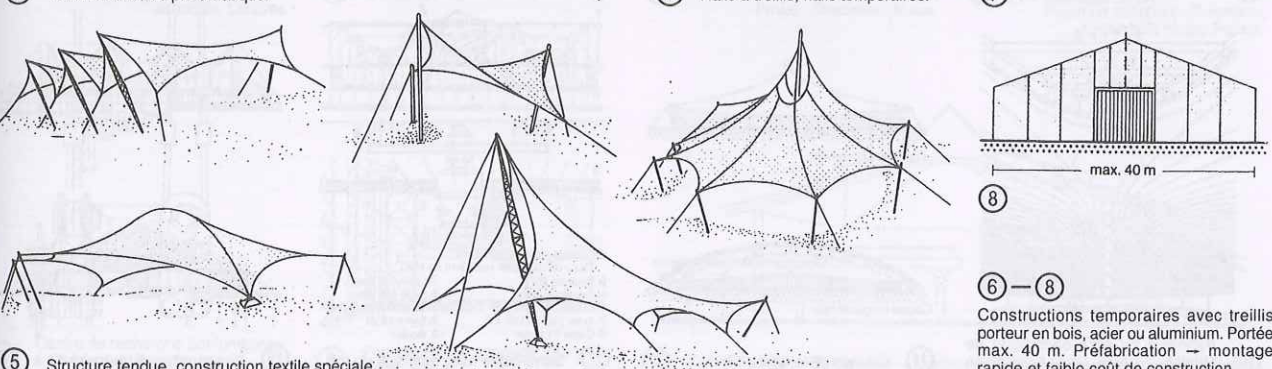
6-8

Constructions temporaires avec treillis porteur en bois, acier ou aluminium. Portée max. 40 m. Préfabrication - montage rapide et faible coût de construction.

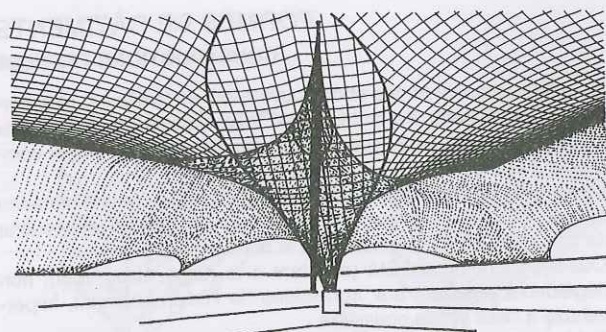


4 Halls à structure pneumatique.

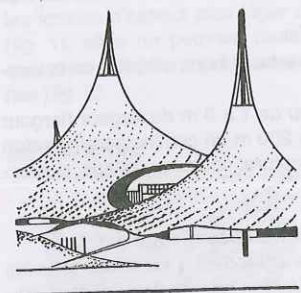
5



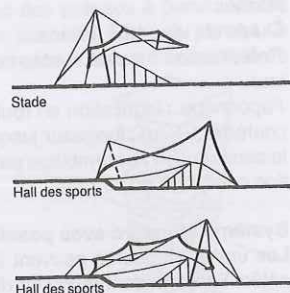
5 Structure tendue, construction textile spéciale.



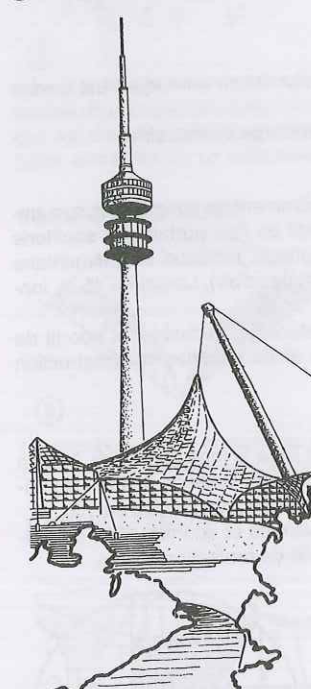
① Pavillon allemand, Exposition de Montréal 1976. Arch. : R. Gutbrod et F. Otto.



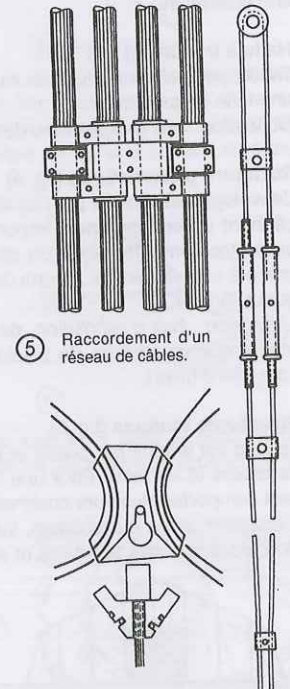
② Montréal 1976.



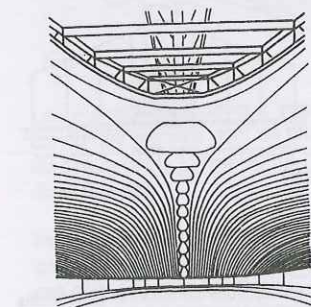
③ Parc olympique de Munich 1972.



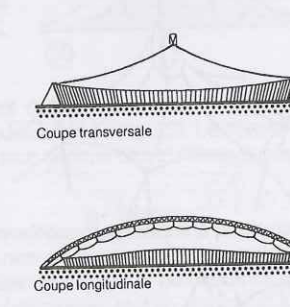
④ Stade olympique de Munich 1972. Arch. : Behnisch + Partner.



⑤ Raccordement d'un réseau de câbles.



⑥ Patinoire du parc olympique de Munich. Arch. : Kurt Ackermann et associés, 1983.



⑦ Étrier de renvoi d'un point haut.

FORMES DE BÂTIMENTS STRUCTURES EN FILETS

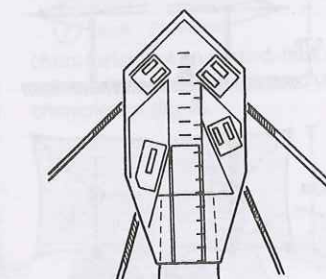
Les structures porteuses en réseaux de câbles offrent la possibilité de couvrir des surfaces importantes sans points porteurs et d'une grande légèreté. Le pavillon allemand à l'exposition universelle de Montréal en 1976 (fig. 1 et 2), le stade olympique à Munich en 1972 (fig. 3 à 8) ainsi que le hall 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.

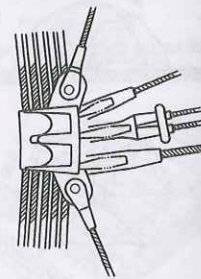
En bordure des structures porteuses en réseau de câbles, des gouttières, etc., les câbles sont disposés en forme de guirlandes, guidés sur les supports d'acier, mobiles et pour la plupart inclinés. Ils sont ensuite ancrés.

Des « appuis aériens » éléments porteurs mis à leur tour en tension, subdivisent les câbles porteurs principaux pour réduire les sections.

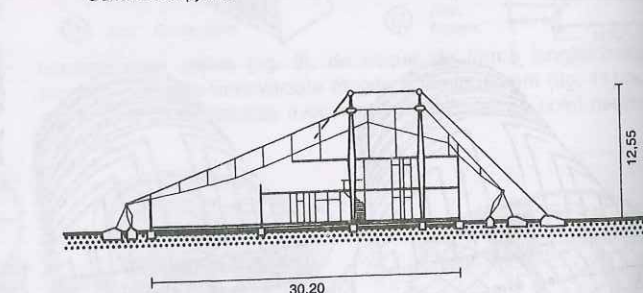
La transmission des forces des câbles tendus s'effectue principalement sur des pièces en fonte – axes d'ancrage, cosse de scellement, ancrages de câbles, etc. La fixation des câbles peut être réalisée avec des écrous indesserrables ou avec des serre-câbles.



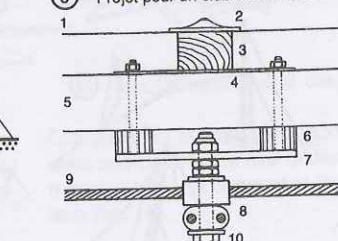
⑧ Transmission des forces du faisceau de torons à la poutre transversale d'une tête de pylône.



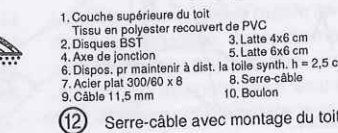
⑨ Point de renvoi au câblage de bordure.



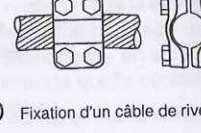
⑩ Coupe transversale et coupe longitudinale d'un hall de sport.



⑪ Projet pour un club d'étudiants. S. Caragiannadis et G. Bill.



⑫ Serre-câble avec montage du toit.



⑬ Fixation d'un câble de rive.

FORMES DE BÂTIMENTS STRUCTURES HAUBANÉES

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 constructions 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 constructions 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.

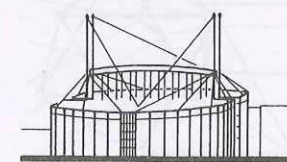
La nouvelle usine Fleetguard, entreprise américaine qui fabrique des moteurs à Quimper, devait répondre à des exigences et des fonctions variables. C'est pourquoi Richard Rogers a choisi une construction suspendue de façon à laisser l'intérieur libre de toute construction porteuse (fig. 6 et 7).

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 Günter Behnisch (fig. 5).

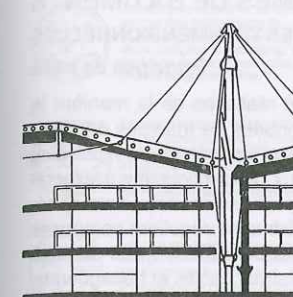
On peut imaginer suivant cette conception des bâtiments de service d'aéroport (projet de Paderborn/Lippstadt) (fig. 10) ou des halls pour concert (projet pour la foire de Dortmund) (fig. 11).



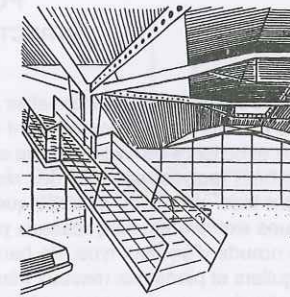
⑩ Bâtiment d'enregistrement de l'aéroport de Paderborn/Lippstadt. Projet : Stratmann, Klaus.



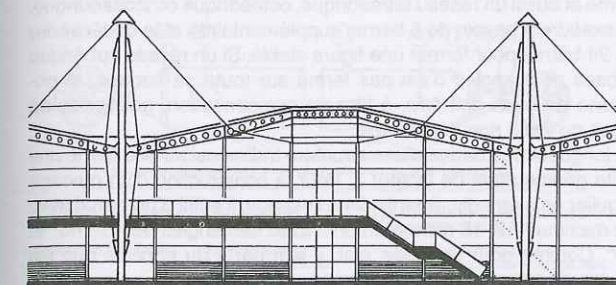
⑪ Salle de concert du champ de foire de Dortmund. Projet de concours : Portmann, Echterhoff, Hugo, Panzer.



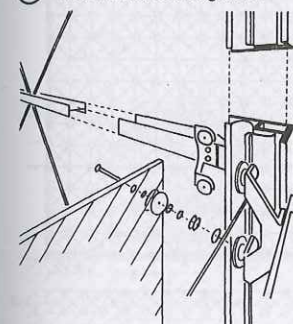
① Centre de vente Renault, Swindon/Wiltshire. Arch. : Norman Foster ass., Londres.



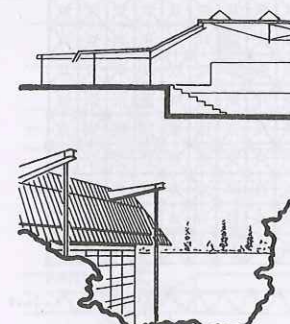
② Vue intérieure du hall d'exposition.



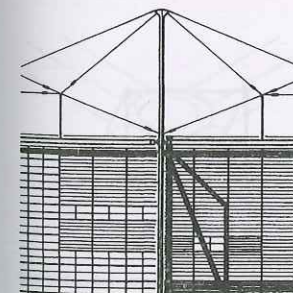
③ Vue extérieure avec galerie.



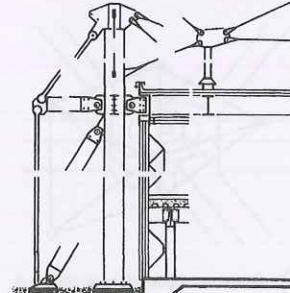
④ Détail du système de vitrage «Planar».



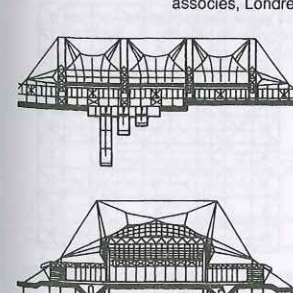
⑤ Hall des sports sur le Schafferfeld à Lorch. Arch. : Behnisch et associés, Stuttgart.



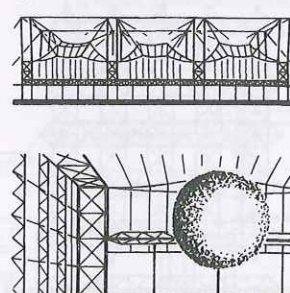
⑥ Usine Fleetguard à Quimper/France. Arch. : Richard Rogers et associés, Londres.



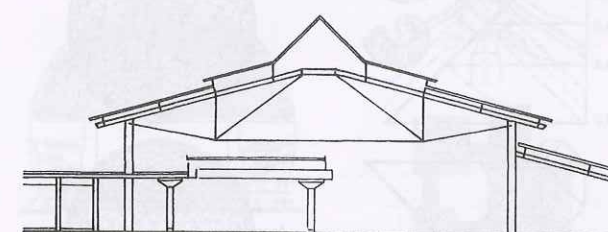
⑦ Coupe sur façade.



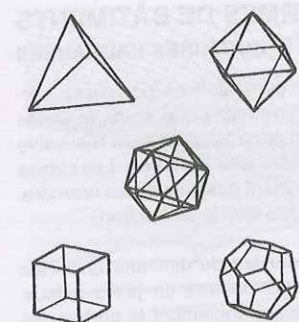
⑧ Centre de recherche Schlumberger à Cambridge/Angleterre. Arch. : Michael Hopkins et associés, Londres.



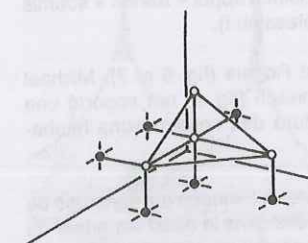
⑨ Perspective de l'espace intérieur / Jardin d'hiver.



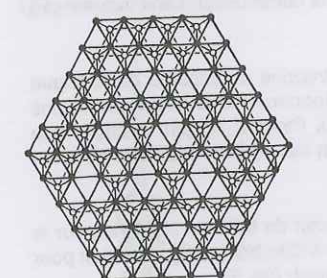
⑫ Station de métro «Stadtgarten» à Dortmund. Arch. : Gerber et associés, Dortmund.



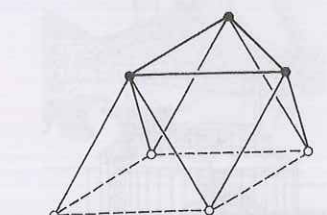
① Corps platoniques



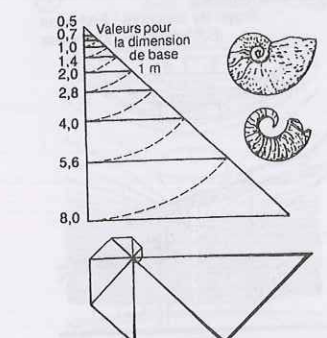
② Modèle de structure tridimensionnelle



③ Nappe tridimensionnelle à partir d'octaèdres et de tétraèdres avec des évidements réguliers dans la membrure inférieure



⑦ Élément tridimensionnel composé d'un octaèdre et d'un tétraèdre



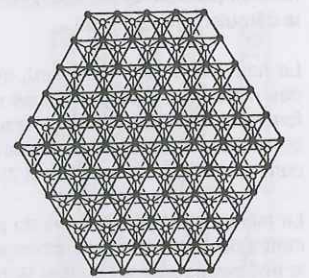
⑪ Suite géométrique de longueurs de barres avec un facteur $\sqrt{2}$ et exemple naturel de suite géométrique : coquille d'ammonite

Cinq corps platoniques
Tétraèdre = 4 faces
Hexaèdre = 6 faces
Octaèdre = 8 faces
Dodécaèdre = 12 faces
Icosaèdre = 20 faces

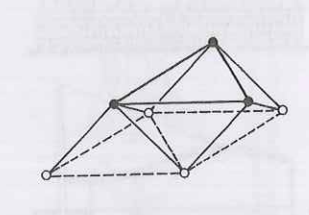
→ Réseau sphérique

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.

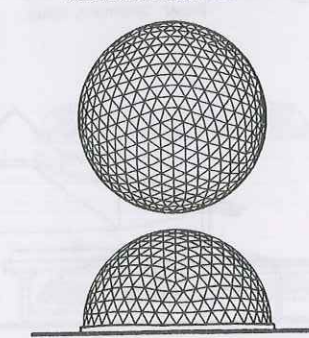
Pour monter une structure tridimensionnelle non translatable, si $1 + 2 + 3$ barres de soutien sont nécessaires, alors le nombre de barres = 3 fois le nombre de nœuds moins $(1 + 2 + 3)$.



④ Nappe tridimensionnelle à partir d'octaèdres et de tétraèdres avec une hauteur de construction comprimée



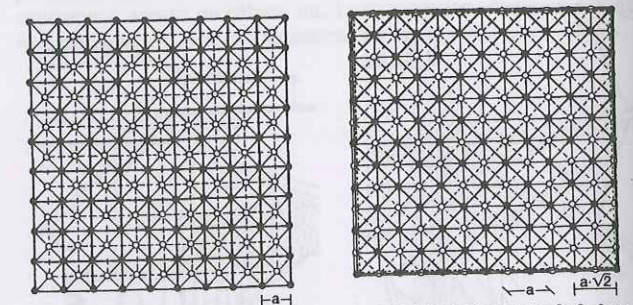
⑧ Élément tridimensionnel composé d'un octaèdre et d'un tétraèdre (angle de cube) avec hauteur de construction comprimée



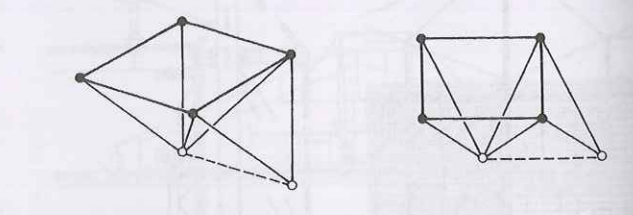
⑫ Coupole sphérique en une couche composée d'icosaèdres

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 icosaédrique. 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.

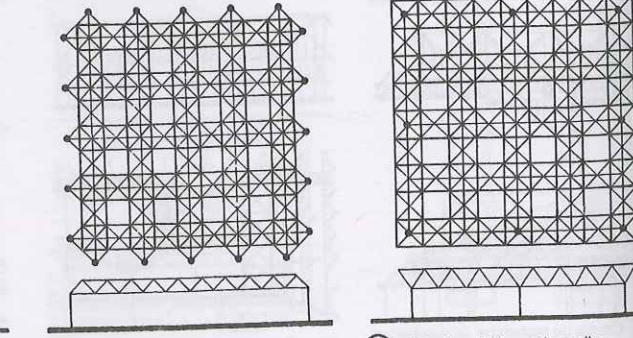
La longueur des barres d'une structure tridimensionnelle forme une suite géométrique de facteur 2. Pour la construction d'un ouvrage régulier en éléments répartis dans l'espace, il suffit d'un nœud avec un maximum de 18 raccords avec des angles de 45° , 60° et 90° . Comme pour un treillis plat, il faut partir du principe que les barres se referment aux nœuds.



⑤ Nappe tridimensionnelle à partir de demi-octaèdres et tétraèdres à bords parallèles



⑨ Élément tridimensionnel constitué d'un demi-octaèdre et d'un tétraèdre



⑬ Structure tridimensionnelle

⑭ Structure tridimensionnelle

FORMES DE BÂTIMENTS

STRUCTURES TRIDIMENSIONNELLES

Principes de base



Le nœud normalisé à 18 faces permet des raccords à des angles de 45° , 60° , 90° et de leurs multiples. Il n'existe qu'un seul type de nœud normalisé, produit en grande série.

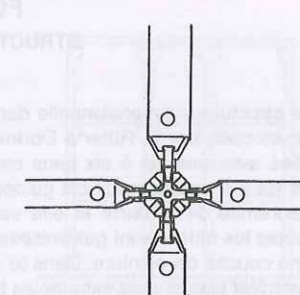


Le nœud courant, fabriqué la plupart du temps avec 10 faces, reçoit seulement le nombre de trous nécessaire à la construction de l'édifice en éléments identiques et toujours récurrents, répartis dans l'espace.

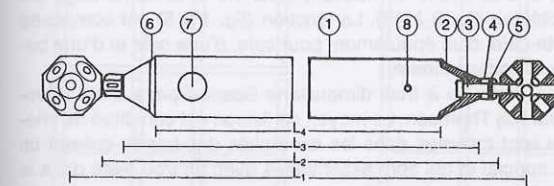


Les nœuds spéciaux ont une configuration tout-à-fait libre en ce qui concerne tant les dimensions de l'assemblage que l'angle entre deux taraudages.

① Nœuds.



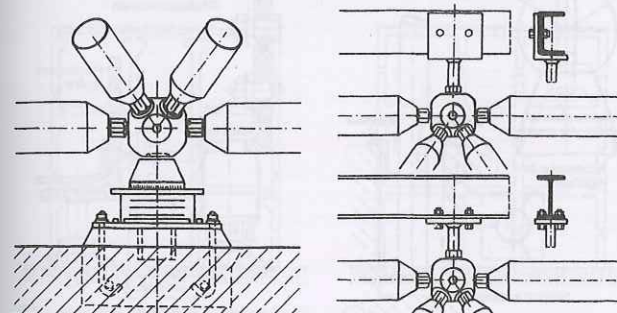
② Assemblage de barres et de nœuds.



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

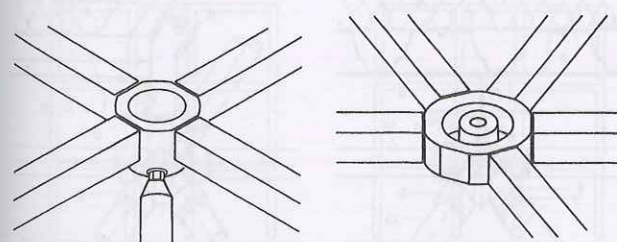
1 Profilé rond creux KHP (tube)
2 Cône
3 Boulon fileté
4 Embout femelle clé
5 Goupille cannelée bombée
6 Cordon de soudure
7 Trou pour écoulement de l'eau
8 Trou de mise en place de l'axe

③ Construction d'un ouvrage en éléments.

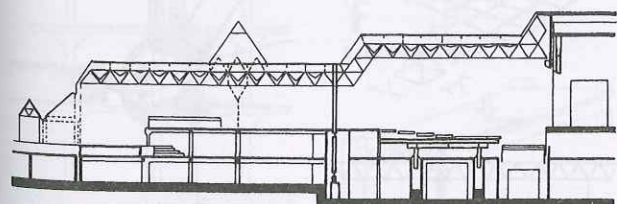


④ Appui.

⑤ Appui sur panne.



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.



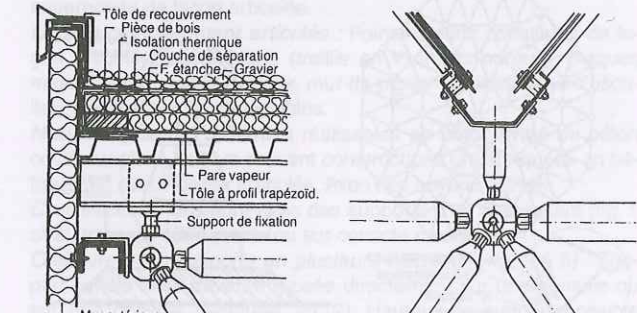
⑫ Coupe partielle sur la salle des fêtes de Hilden. Arch. : Strizewski.

FORMES DE BÂTIMENTS

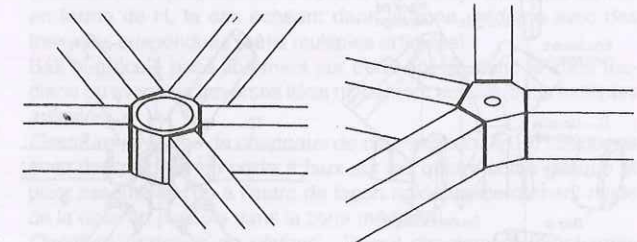
STRUCTURES TRIDIMENSIONNELLES

Applications

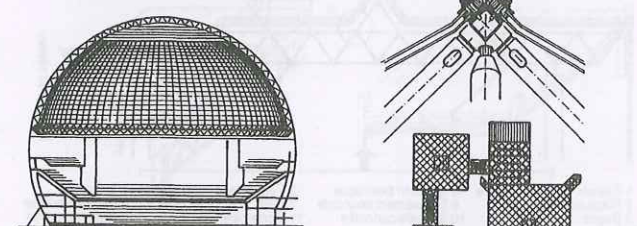
La structure tridimensionnelle de type Mero est composée de nœuds et de barres (fig. 1 à 3). En outre, s'applique le principe fondamental selon lequel, suivant la charge à transmettre, les nœuds appropriés (ou selon les cas les types de barres) sont choisis à partir d'un système par blocs-éléments. Dans 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 tridimensionnelles, 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'hyperstaticité 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).



⑥ Raccordements constructifs : raccordement à une couverture.



Système à nœuds en forme de cylindre. 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.



⑬ Coupe sur le Globe Arena de Stockholm. Arch. : Berg

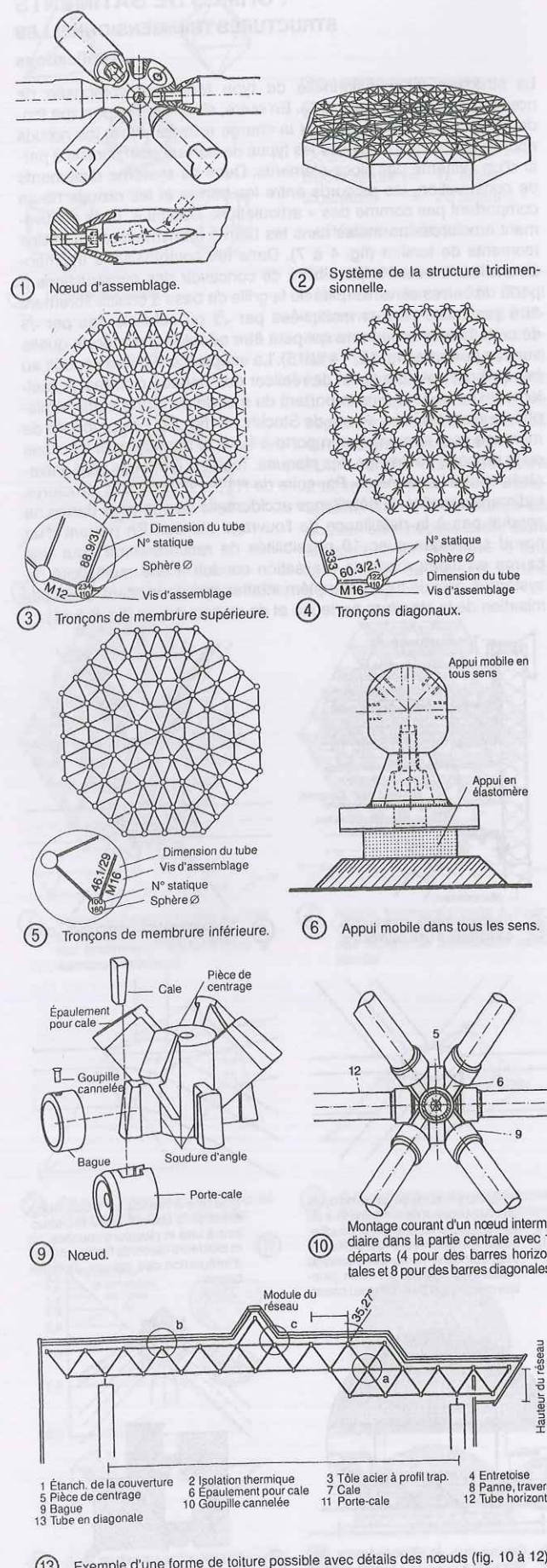
⑭ Détail du faîtage à redents et vue en plan du toit des serres Gruga à Essen.

FORMES DE BÂTIMENTS STRUCTURES TRIDIMENSIONNELLES

Applications

La structure tridimensionnelle dans l'espace Krupp-Montal[®] 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[®], 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[®] (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 assemblées 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.



FORMES DE BÂTIMENTS OSSATURES PORTEUSES

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.

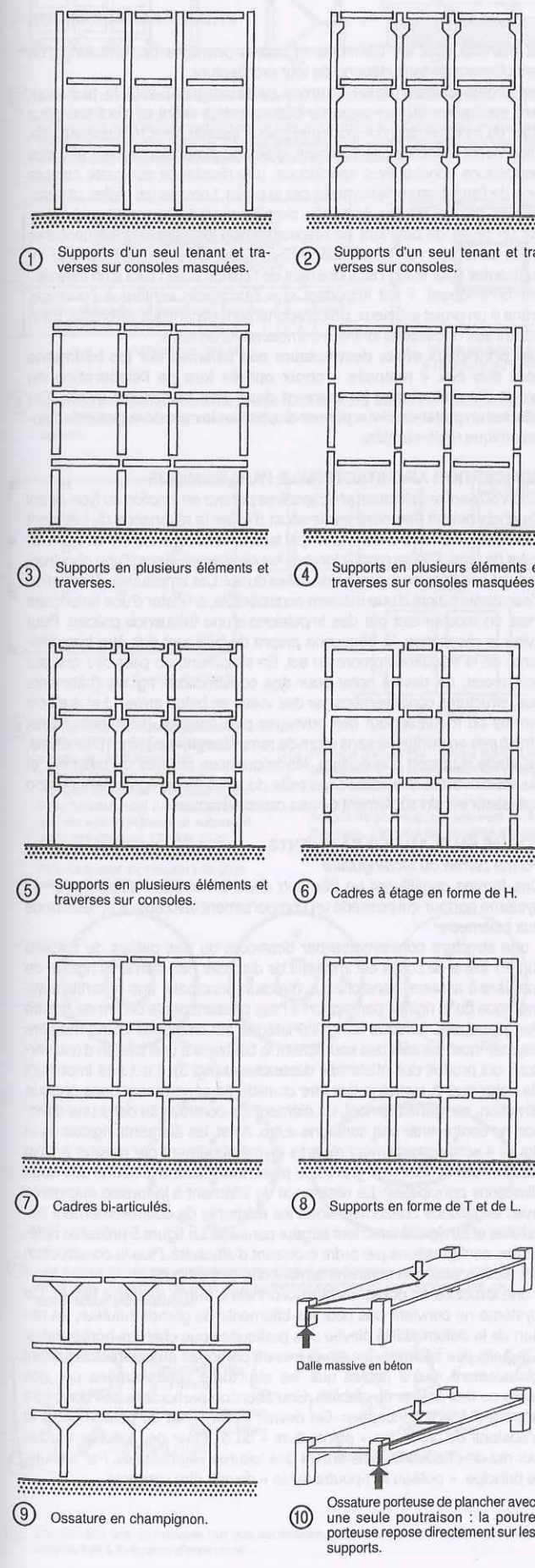
Ossature avec supports en plusieurs éléments (fig. 3 à 5) : Support simple avec traverse (posée directement sur une console ou sur une console masquée, fig. 2). Hauteur de support possible aussi sur deux étages. L'empilement des supports peut être décalé d'un étage à l'autre. Support pendulaire avec zone renforcée.

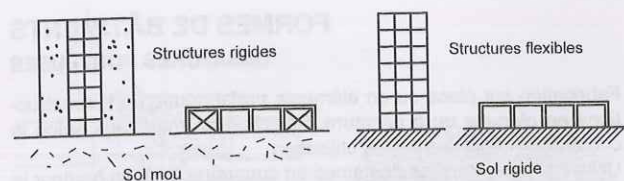
Ossature avec des éléments de bâti (fig. 6 à 8) : Éléments de bâti en forme de H, le cas échéant dans la zone médiane avec des traverses suspendues (bâti multiples articulés).

Bâti bi-articulé posé librement sur deux appuis dans la zone médiane ou avec des traverses liées rigidement au bâti (bâti multiples articulés).

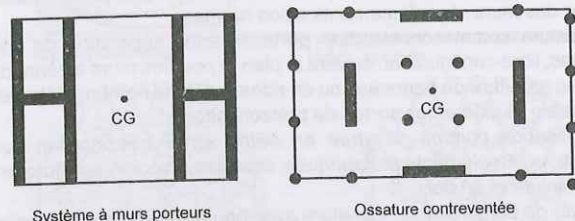
Ossature en forme de chapeaux de champignon (fig. 9) : Supports avec des plaques en porte à faux sur les quatre côtés (plaque et pilier assemblés l'un à l'autre de façon rigide, raccordement rigide de la dalle en console dans la zone médiane).

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, procédure de montage difficile, le plus souvent grille de base carrée (fig. 10 à 12).

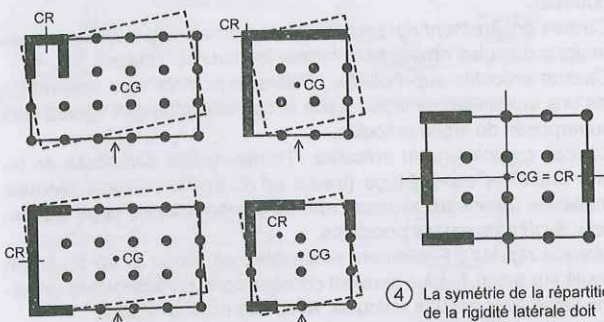




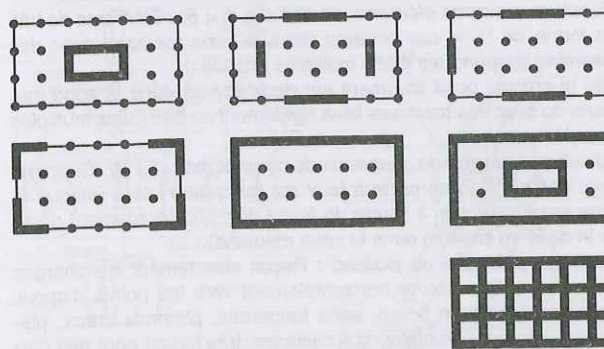
- 1 Choix du parti architectural et du système porteur en fonction du type de sol : sur sols mous, on devrait opter pour des constructions rigides (basses, fortement contreventées, etc.) et sur sols rigides pour des bâtiments plus déformables (hauts, élancés, à structure en portiques, sans remplissage en maçonnerie).



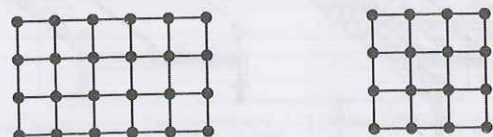
- 2 Structures contreventées : la répartition des éléments de contreventement (murs ou palées de stabilité) devrait être, dans chaque direction principale, symétrique par rapport à l'axe passant par le centre de gravité des planches CG.



- 3 Dans le cas d'une répartition asymétrique des éléments rigides qui assurent le contreventement lors d'un séisme, les zones plus déformables vrillent autour des éléments rigides (plus précisément autour du centre de rigidité des niveaux CR).



- 5 Distribution des éléments de contreventement (murs ou palées de stabilité triangulées représentés ici par les traits épais) par ordre croissant d'efficacité. La résistance du bâtiment à la torsion augmente avec la distance horizontale entre les éléments de contreventement parallèles ; sa rigidité latérale croît avec leur largeur cumulée.



- 6 Les structures en portiques bidirectionnels à trame régulière conviennent pour les plans de forme rectangulaire ou carrée, car dans chaque direction principale, la rigidité de la structure est répartie symétriquement.

ARCHITECTURE PARASISMIQUE PROJET PARASISMIQUE

La manière dont les bâtiments et autres ouvrages oscillent lors d'un tremblement de terre dépend de leur architecture.

Les règles parasismiques (normes parasismiques) sont le plus souvent appliquées sur un projet de bâtiment déjà défini et n'ont pas pour objet de modifier son comportement sous séisme, fût-il très défavorable. Elles visent à conférer au bâtiment, grâce au dimensionnement et à des dispositions constructives spécifiques, une résistance adéquate compte tenu de l'architecture déterminée par le projet. Lorsque les règles parasismiques, basées sur une démarche simplifiée et forfaitaire, sont appliquées sur un projet de bâtiment ne respectant pas les principes élémentaires d'une conception architecturale parasismique, elles peuvent s'avérer insuffisantes pour éviter l'effondrement de l'édifice sous l'effet d'un séisme. Par conséquent, il est important que l'architecte confère à l'ouvrage, grâce à un projet judicieux, un comportement dynamique favorable, minimisant ses oscillations lors des tremblements de terre.

Les principaux effets destructeurs des séismes sur les bâtiments sont dus aux « mauvais » choix opérés lors de l'élaboration du projet d'architecture ; ils peuvent donc être facilement évités. Par ailleurs, un projet judicieux permet d'optimiser le coût de la protection parasismique réglementaire.

CONCEPTION ARCHITECTURALE PARASISMIQUE

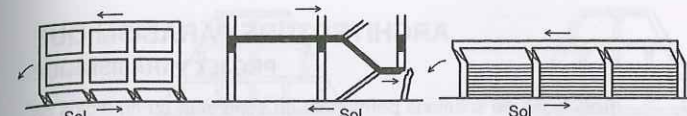
Choix du parti architectural et du système porteur en fonction du type de sol
Ce choix devrait être dicté par le souci d'éviter la résonance du bâtiment avec le sol, car celle-ci est le principal facteur destructeur lors d'un tremblement de terre. Elle se produit lorsque les oscillations libres d'une construction ont une fréquence proche de celles du sol. Les amplitudes d'oscillation s'accroissent alors d'une manière considérable, à l'instar d'une balançoire mise en mouvement par des impulsions d'une fréquence précise. Pour éviter la résonance, la fréquence propre du bâtiment doit être très différente de la fréquence propre du sol. En simplifiant, on peut dire que sur sols mous, on devrait opter pour des constructions rigides (bâtiments bas, structures contreventées par des voiles en béton armé...) et sur sols fermes ou rocheux pour des ouvrages plus flexibles (bâtiments hauts, structures en portiques sans murs de remplissage, etc.) (fig. 1). Toutefois, au stade du projet d'exécution, les fréquences propres du bâtiment et du sol devraient être calculées ; celle du sol dépend également de son épaisseur et non seulement de ses caractéristiques.

FORME EN PLAN DES BÂTIMENTS

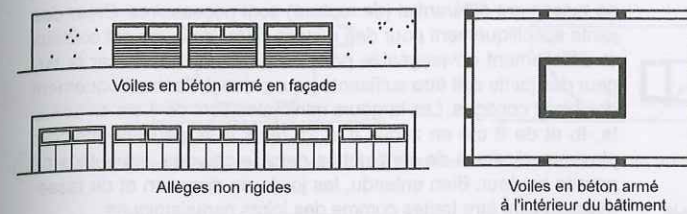
Forme carrée ou rectangulaire

Ces formes constituent un très bon choix à condition d'opter pour un système porteur qui possède un comportement favorable à la résistance aux séismes :

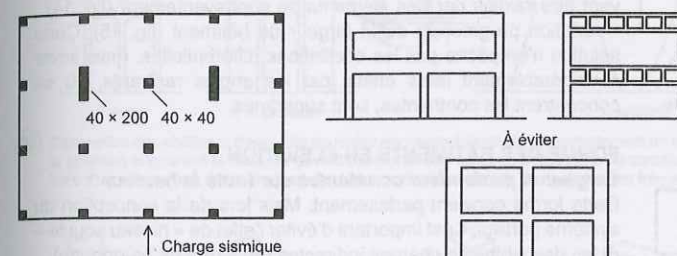
- une structure contreventée par des murs ou des palées de stabilité (fig. 2). Dans ce cas, il est impératif de disposer ces éléments rigides de manière à assurer, dans chaque direction principale, une répartition symétrique de la rigidité par rapport à l'axe passant par le centre de gravité des planchers. Lorsque la rigidité latérale est distribuée d'une manière asymétrique, les séismes soumettent le bâtiment à une torsion d'axe vertical, qui produit des effets très destructeurs (fig. 3). Il est très important de noter que la symétrie doit être considérée séparément dans chaque direction, car généralement, un élément qui contrevente dans une direction ne contrevente pas dans une autre. Ainsi, les éléments rigides de la figure 4 sont correctement répartis (symétriquement par rapport à l'axe passant par le centre de gravité du plancher CG dans chacune des deux directions principales). La résistance du bâtiment à la torsion augmente avec la distance horizontale entre les éléments de contreventement parallèles et sa rigidité avec leur largeur cumulée. La figure 5 présente différentes configurations par ordre croissant d'efficacité. Plus la construction est élevée, plus son contreventement doit être efficace.
- une structure en portiques bidirectionnels à trame régulière (fig. 6). Ce système ne convient pas pour les bâtiments de grande hauteur, en raison de la déformabilité élevée des portiques sous charges horizontales. Vis-à-vis des séismes, les structures en portiques autostables s'avèrent globalement moins fiables que les structures contreventées par des murs ou des palées de stabilité. Une attention particulière doit donc être apportée à leur conception. On devrait éviter l'effet de poteau court et s'abstenir de créer des « points durs » ou d'utiliser des toitures lourdes sur rez-de-chaussée, notamment des toitures végétalisées. Par ailleurs, le principe « poteau fort-poutre faible » devrait être respecté.



- 7 Dans une structure en portiques, les charges sismiques sont concentrées sur les poteaux plus rigides que les autres, notamment sur les poteaux courts, comme ceux du vide sanitaire, ou sur ceux dont la déformabilité est réduite par la présence d'allèges en maçonnerie ou en béton, de paliers d'escalier ou d'autres éléments. Il en résulte fréquemment une rupture de ces poteaux, ce qui peut entraîner l'effondrement de l'ouvrage.

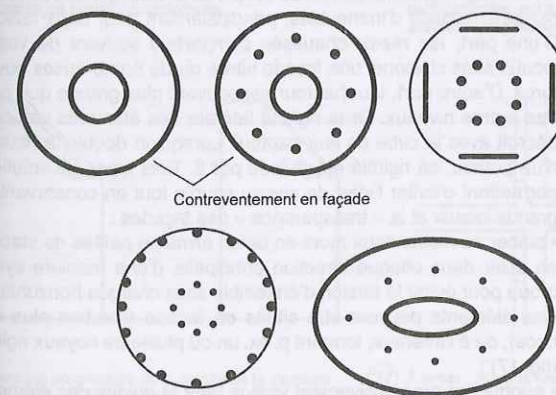


- 8 Solutions pour prévenir l'effet de poteau court dans une ossature en portiques possédant des allèges rigides : opter pour un contreventement ou pour des allèges industrialisées légères.

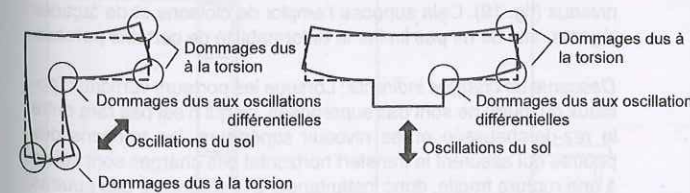


- 9 Configuration à éviter : poteaux nettement plus larges que les autres. Ils constituent des « points durs » qui attirent les charges sismiques. Sur cette figure, deux poteaux sont 5 fois plus larges que les autres poteaux et subissent donc des charges 125 fois plus grandes. Leur destruction (et l'effondrement du niveau) lors d'un séisme fort est très probable.

- 10 Principe poteau fort - poutre faible. Les rotules plastiques, dont la formation est prévue par les règles parasismiques, doivent se former dans les poutres et non pas dans les poteaux ou les nœuds de portique, qui assurent la stabilité de l'ouvrage. L'emploi des poutres-allèges ou des poutres Vierendeel est donc à éviter.



- 11 Les formes circulaires et elliptiques requièrent une structure symétrique selon au moins deux axes. Toutefois, les murs en maçonnerie courbes ne conviennent pas pour la construction parasismique.



- 12 Localisation des dommages dus aux oscillations différentielles de diverses parties du bâtiment et à la torsion d'ensemble.

ARCHITECTURE PARASISMIQUE PROJET PARASISMIQUE

Effet de « poteau court » : Les efforts horizontaux dus aux séismes se distribuent sur les éléments de structure verticaux en proportion de leur rigidité latérale. Si, dans une structure en portiques, certains poteaux sont plus courts (comme ceux du vide sanitaire) ou si leur déformabilité est réduite par la présence d'allèges en maçonnerie, de paliers d'escalier intermédiaires, de mezzanines, de rampes ou d'autres éléments, ils sont beaucoup plus rigides que les autres poteaux. Ils sont donc beaucoup plus sollicités et peuvent être détruits par cisaillement (fig. 7). On parle de l'effet de « poteau court ». Pour l'éviter, on peut opter pour un système contreventé, p.ex. en plaçant des voiles en béton armé en façade ou à l'intérieur du bâtiment ou, dans le cas des allèges, utiliser des éléments industrialisés légers, possédant une faible rigidité (fig. 8).

Points durs : Lorsque certains poteaux ont une largeur nettement plus grande que les autres poteaux, ils constituent des points durs (fig. 9), car leur rigidité latérale augmente avec le cube de leur largeur, donc très rapidement avec l'accroissement des dimensions de la section. Les charges sismiques étant concentrées sur les éléments verticaux les plus rigides, une rupture prématurée de ces poteaux peut se produire.

Toitures lourdes : Les constructions possédant une toiture lourde, donc une masse importante placée en hauteur, se comportent comme un pendule inversé (cf. § « Forme en pyramide inversée ») et leur effondrement n'est pas rare. Les toitures végétalisées en haut d'un rez-de-chaussée portées par des poteaux sont des cas typiques. Le phénomène s'estompe avec l'augmentation du nombre de niveaux, car la proportion de la masse représentée par la toiture diminue. Afin de prévenir l'effondrement sous séisme des bâtiments comportant une toiture lourde, la structure porteuse devrait comporter des voiles en béton armé ou des palées de stabilité triangulées, orientés dans les deux directions principales.

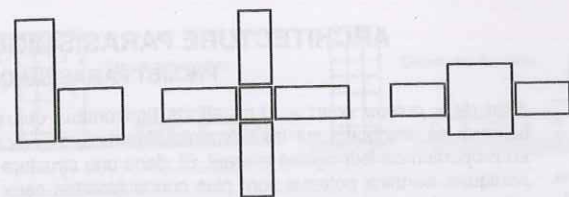
Principe « poteau fort-poutre faible » : Les déformations permanentes (rotules plastiques) censées se produire lors des séismes majeurs au lieu d'une rupture instantanée, devraient apparaître dans les poutres et non pas dans les poteaux ou les nœuds, qui assurent la stabilité de l'ouvrage vis-à-vis des charges horizontales. Ce fonctionnement dépend en partie du projet. Il convient donc d'éviter l'emploi des poutres surhaussées, des poutres-allèges, des poutres-cloisons et des poutres Vierendeel, qui possèdent une résistance plus grande que les poteaux. À contrario, il est souhaitable de dimensionner généreusement les poteaux (fig. 10).

Forme circulaire ou elliptique

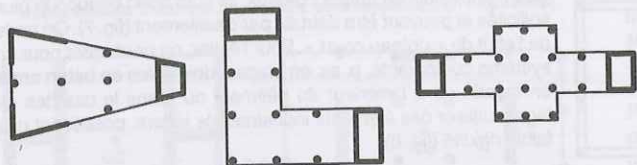
De même que les formes carrées et rectangulaires, les formes circulaires et elliptiques requièrent une structure symétrique au moins selon deux axes, judicieusement conçue : murs porteurs ou ossature en poteaux et poutres, autostable ou contreventée (fig. 11). Cependant, les murs en maçonnerie courbes ne conviennent pas, car ils éclatent sous l'effet des forces horizontales. Par contre, les murs en béton armé courbes constituent des coques possédant une excellente résistance de forme.

Forme polygonale asymétrique ou comportant des ailes, volumes en retrait ou volumes en saillie

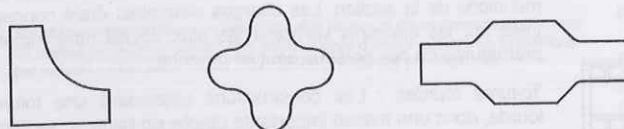
Dans ce type de configuration, il est important de limiter deux types de phénomènes : les oscillations différentielles des diverses parties du bâtiment et la torsion d'axe vertical. Les deux phénomènes ont une même cause, évoquée plus haut : répartition asymétrique de la rigidité latérale dans au moins une direction. Par exemple, si le plan du bâtiment est en forme de L, T ou X, la rigidité latérale des ailes dans une direction donnée est très différente et les diverses parties de l'ouvrage oscillent d'une manière non synchronisée, allant parfois dans les sens contraires les uns par rapport aux autres. Dans les angles rentrants à la jonction des ailes ou de toutes parties ayant une rigidité différente (au droit des volumes en retrait ou en saillie), les dommages sismiques sont souvent importants, les constructions s'effondrent parfois. Quant à la torsion, elle est à l'origine de dommages situés à l'extrémité des ailes, où les déformations sont les plus grandes (fig. 12).



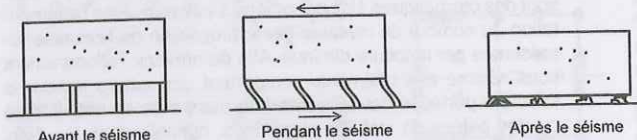
- 13 Fractionnement des bâtiments en blocs de plan rectangulaire. Cette solution est coûteuse et nécessite des joints vides d'une largeur suffisante pour prévenir l'entrechoquement pendant les tremblements de terre.



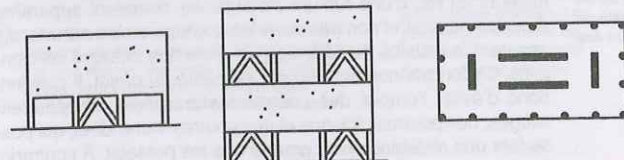
- 14 Compensation de l'asymétrie de la forme du plan par une répartition symétrique de la rigidité de la structure. Cette solution limite les oscillations différentielles des diverses parties du bâtiment, et par là les dommages dans les angles rentrants.



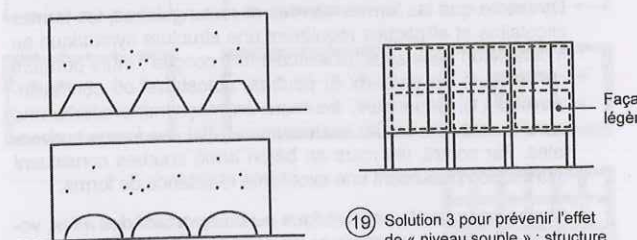
- 15 Variation progressive des dimensions du plan de l'immeuble. Cette solution n'empêche pas les oscillations différentielles, mais limite leurs effets.



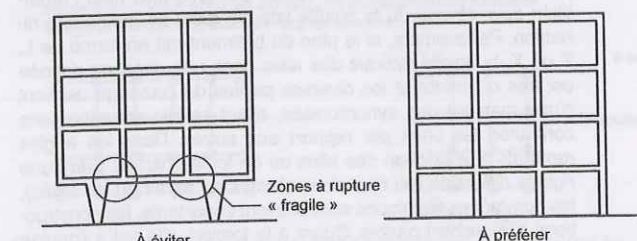
- 16 Effet de « niveau souple ». Les déformations provoquées par les séismes sont concentrées dans les niveaux « souples », ce qui peut entraîner leur écrasement (cas relativement fréquent).



- 17 Solution 1 pour prévenir l'effet de « niveau souple » : murs en béton armé ou palées de stabilité en acier placés en façade ou à l'intérieur du bâtiment



- 18 Solution 2 pour prévenir l'effet de « niveau souple » : variation progressive de la rigidité des éléments porteurs verticaux



- 19 Solution 3 pour prévenir l'effet de « niveau souple » : structure « souple » à tous les niveaux, l'effet d'opacité ou de transparence étant obtenu par des façades légères

- 20 Descente de charges indirecte due à la non-superposition des poteaux : elle devrait être évitée. Les zones entourées sont sujettes à une rupture fragile, donc instantanée.

ARCHITECTURE PARASISMIQUE

PROJET PARASISMIQUE

Trois types de solutions permettent de supprimer ou du moins de limiter ces phénomènes :

- fractionnement du bâtiment en blocs de forme rectangulaire, dont la conception a été abordée plus haut. Ce fractionnement s'effectue au moyen de joints de séparation vides de tout matériau, appelés joints parasismiques (fig. 13). La solution convient surtout dans les cas où des joints de dilatation thermique ou des joints de tassement différentiel (de rupture) sont nécessaires. Créer des joints spécifiquement pour des raisons parasismiques est coûteux et difficilement envisageable pour les bâtiments-tours, car la largeur des joints doit être suffisante pour prévenir l'entrechoquement des blocs contigus. Les largeurs minimales sont de 4 cm en zones Ia, Ib et de 6 cm en zones II et III, mais elles peuvent atteindre plusieurs dizaines de centimètres dans le cas des immeubles de grande hauteur. Bien entendu, les joints de dilatation et de tassement doivent être traités comme des joints parasismiques.
- compensation de l'asymétrie de la forme du plan par une répartition symétrique de la rigidité de la structure car, in fine, c'est celle-ci qui assure la résistance du bâtiment aux séismes. Les zones potentiellement flexibles (de plus faible largeur ou profondeur), peuvent être raidies par des éléments de contreventement (fig. 14) ;
- variation progressive de la largeur du bâtiment (fig. 15). Cette solution n'empêche pas les oscillations différentielles, mais limite considérablement leurs effets, car les angles rentrants, où se concentrent les contraintes, sont supprimés.

FORME DES BÂTIMENTS EN ÉLEVATION

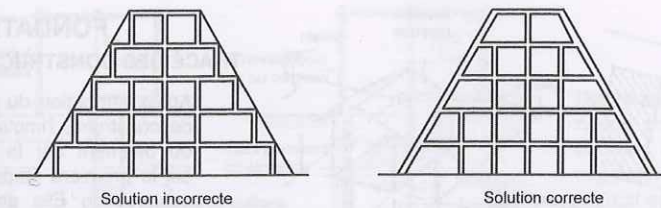
Largeur et profondeur constantes sur toute la hauteur

Cette forme convient parfaitement. Mais lors de la conception du système porteur, il est important d'éviter l'effet de « niveau souple » et les descentes de charges indirectes (en forme de baïonnette).

Effet de « niveau souple » : Les séismes imposent aux constructions des déformations (et non pas des charges externes comme le vent). Lorsqu'un niveau est significativement moins rigide que les autres (40 % de différence suffisent), il est appelé « niveau souple ». Les déformations des bâtiments provoquées par les séismes sont concentrées sur ces niveaux. Si elles deviennent importantes, ce qui se produit lors de séismes forts ou moyens, la structure ne peut les tolérer. Une conséquence fréquente est l'écrasement du niveau (fig. 16). L'effet de niveau souple se produit généralement en rez-de-chaussée d'immeubles, principalement pour deux raisons. D'une part, les rez-de-chaussée comportent souvent de vastes locaux sans cloisons, une façade vitrée ou de nombreuses ouvertures. D'autre part, leur hauteur est souvent plus grande que celle des autres niveaux. Or la rigidité latérale des éléments verticaux décroît avec le cube de leur hauteur. Lorsqu'on double la hauteur d'un poteau, sa rigidité est divisée par 8. Trois types de solutions permettent d'éviter l'effet de niveau souple tout en conservant de grands locaux et la « transparence » des façades :

- placer au moins deux murs en béton armé ou palées de stabilité en acier dans chaque direction principale, d'une manière symétrique pour éviter la torsion d'ensemble sous charges horizontales. Ces éléments peuvent être situés en façade (solution plus efficace), ou à l'intérieur, formant p. ex. un ou plusieurs noyaux rigides (fig. 17) ;
- augmenter progressivement vers le haut la rigidité des éléments porteurs verticaux (fig. 18). Cette solution peut prévenir l'écrasement du niveau souple, sans toutefois empêcher certains dommages en cas de séisme fort ;
- prévoir une structure en portiques de même rigidité à tous les niveaux (fig. 19). Cela suppose l'emploi de cloisons et de façades légères, afin de ne pas limiter la déformabilité de certains poteaux.

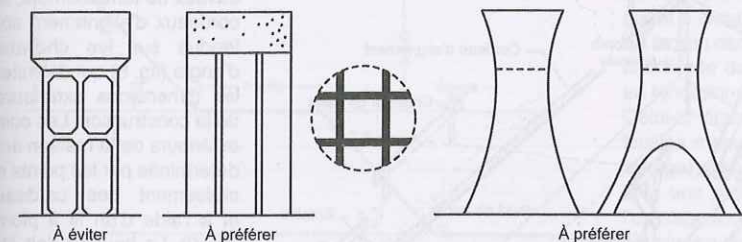
Descente de charges indirecte : Lorsque les porteurs verticaux (poteaux ou murs) ne sont pas superposés, ce qui n'est pas rare entre le rez-de-chaussée et les niveaux supérieurs, les tronçons des poutres qui assurent le transfert horizontal des charges sont sujets à une rupture fragile, donc instantanée, à la différence des poutres habituelles qui ont un comportement plus ductile et acceptent donc de grandes déformations avant de se rompre. Par conséquent, la descente de charges devrait toujours être directe (fig. 20).



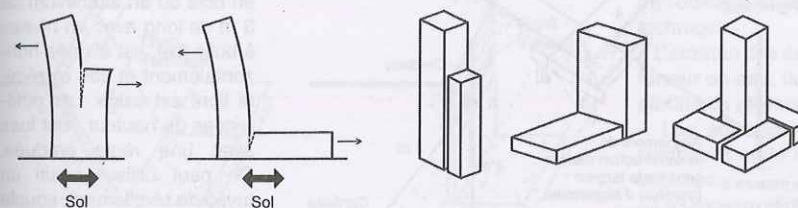
- 21 Forme pyramidale : utiliser des poteaux inclinés. Les poteaux portés par des poutres ne conviennent pas.



- 22 Bâtiments en forme de pyramide inversée : cette forme ne devrait pas être utilisée en zone sismique.

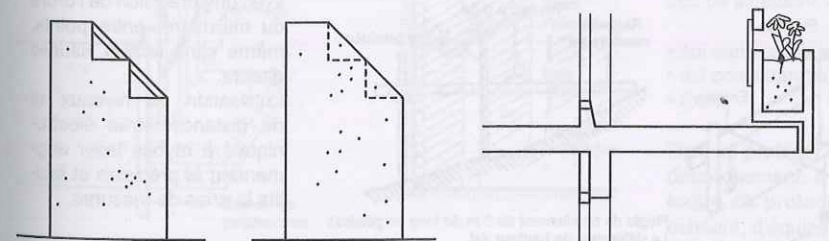


- 23 Conception des châteaux d'eau. Afin de limiter les inconvénients du « comportement en pendule inversé », la structure supportant le réservoir devrait comporter des voiles en béton armé ou constituer une coque. Lors d'un séisme fort, l'effondrement de châteaux d'eau portés par des poteaux est fréquent.



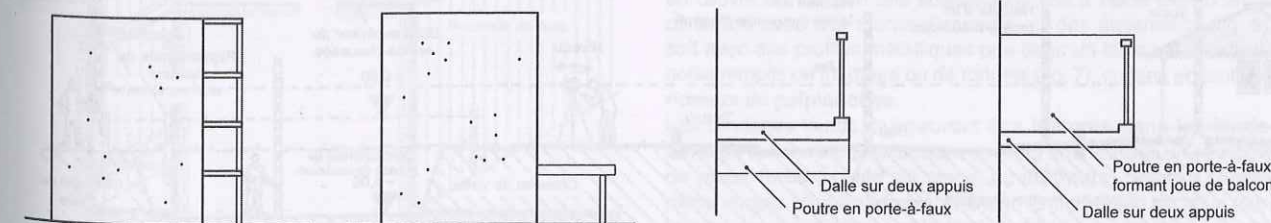
- 24 Les étages en retrait n'oscillent pas à la même fréquence que les niveaux inférieurs, d'où des dommages sismiques importants.

- 25 Fractionnement des bâtiments dont les niveaux inférieurs ont une plus grande largeur. Les joints parasismiques, qui doivent être vides de tout matériau, assurent ici également la fonction de joints de rupture.



- 26 Variation progressive de la rigidité de la structure au droit des retraits d'étage. Cette solution n'empêche pas les oscillations différentielles, mais elle en limite considérablement les effets.

- 27 À éviter : charges lourdes en bout des porte-à-faux.



- 28 Éléments et niveaux en saillie importante : la meilleure solution consiste à utiliser des appuis extérieurs, donc à supprimer le porte-à-faux.

- 29 Porte-à-faux : il est préférable d'utiliser des poutres en console plutôt que des dalles en console.

ARCHITECTURE PARASISMIQUE

PROJET PARASISMIQUE

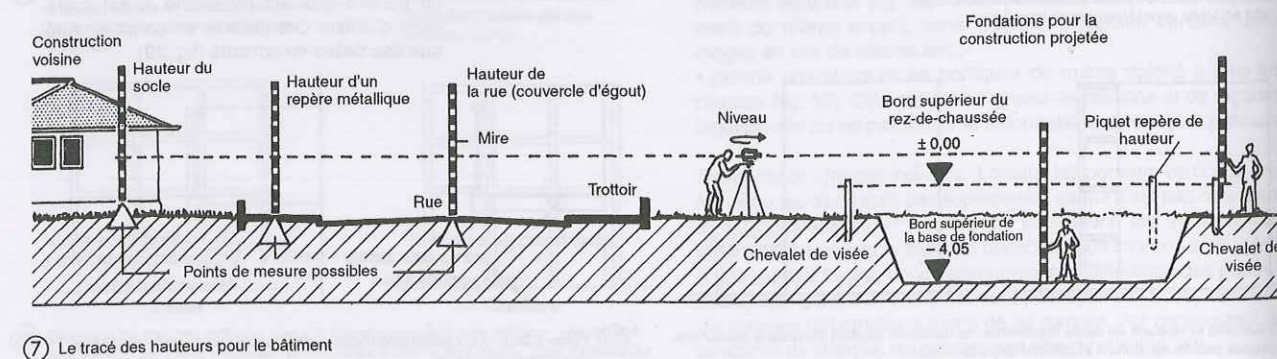
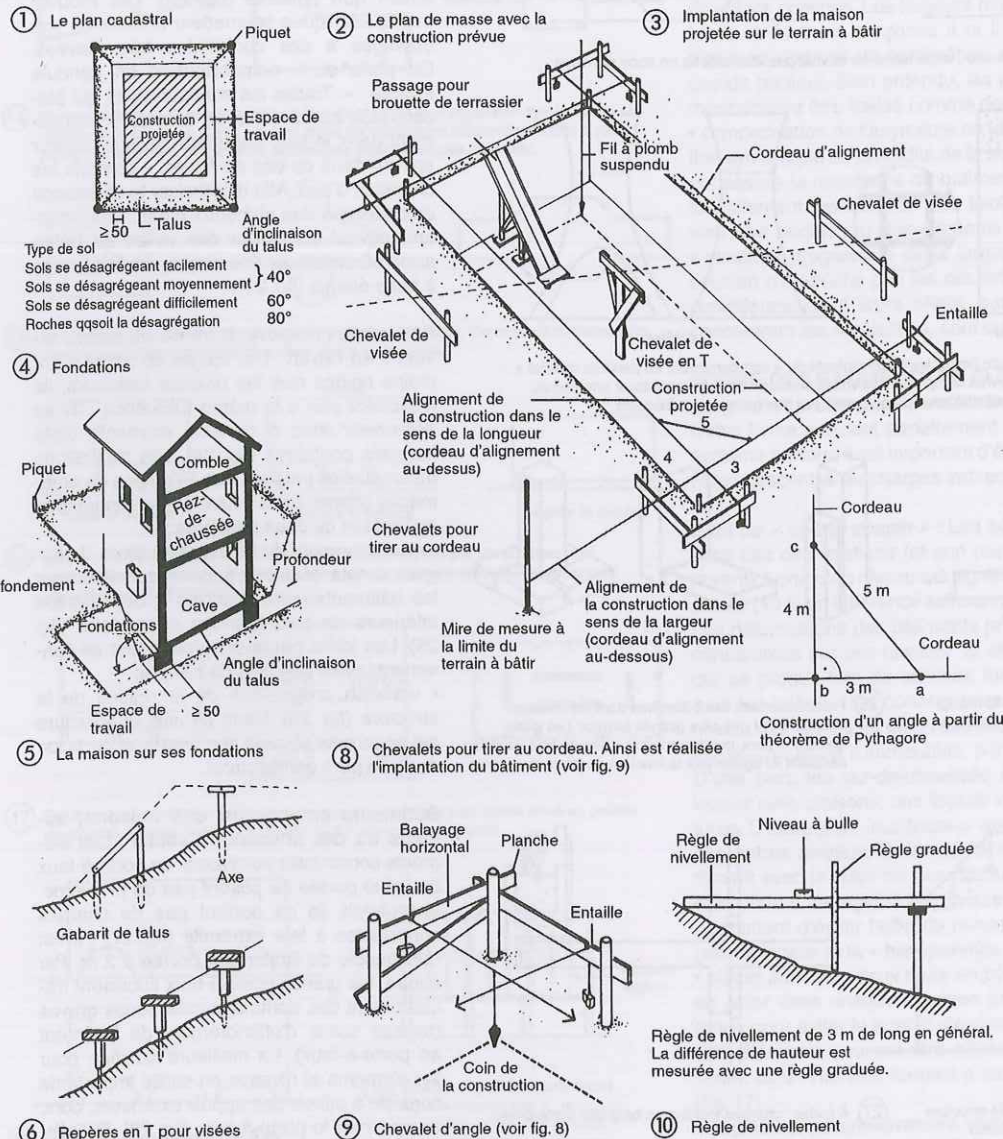
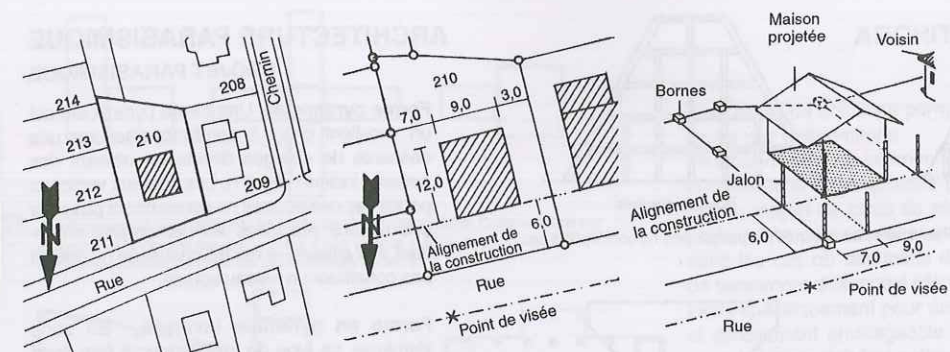
Forme pyramidale : Une forme pyramidale est un excellent choix à condition d'assurer une descente de charges directe en utilisant des poteaux inclinés (fig. 21). Les poteaux verticaux portés par des poutres ne conviennent pas pour des raisons précisées au paragraphe précédent. Par ailleurs, le rez-de-chaussée ne devrait pas constituer un niveau souple.

Forme en pyramide inversée : En zone sismique, ce type de forme devrait être évité autant que possible (fig. 22). Les mouvements sismiques soumettent la base de tels ouvrages à des contraintes très élevées. On parle du « comportement en pendule inversé ». Toutes les configurations qui placent plus de la moitié de la masse du bâtiment dans le tiers supérieur de leur hauteur entrent dans ce cas de figure, y compris les châteaux d'eau. Afin d'optimiser la résistance aux séismes des châteaux d'eau, leur structure devrait comporter des voiles en béton armé ou constituer une coque, de préférence à base élargie (fig. 23).

Bâtiments comportant un ou plusieurs niveaux en retrait : Les étages en retrait étant moins rigides que les niveaux inférieurs, ils n'oscillent pas à la même fréquence ; ils se déforment donc à certains moments dans les sens contraires (fig. 24). Les oscillations différentielles peuvent être à l'origine de dommages graves. Elles peuvent être supprimées ou limitées de deux manières :

- fractionnement du bâtiment en blocs de largeur constante. Cette solution convient pour les bâtiments-tours associés à des niveaux inférieurs de plus grandes dimensions (fig. 25). Les joints parasismiques jouent ici également le rôle de joints de rupture ;
- variation progressive de la rigidité de la structure (fig. 26). Dans ce cas, la structure est apparente au droit des retraits et participe donc du parti architectural.

Bâtiments comportant des balcons, auvents ou des niveaux en saillie : Les éléments constructifs ou niveaux en porte-à-faux de faible portée ne posent pas de problème, si toutefois ils ne portent pas de charges importantes à leur extrémité (fig. 27) ; il est raisonnable de limiter leur portée à 2 m. Par contre, les grands porte-à-faux subissent fréquemment des dommages sismiques graves (rupture suivie d'effondrement de l'élément en porte-à-faux). La meilleure solution pour les éléments et niveaux en saillie importante consiste à utiliser des appuis extérieurs, donc à supprimer le porte-à-faux (fig. 28). Si l'effet de porte-à-faux est recherché, il est préférable d'utiliser des poutres en console plutôt que des dalles en console (fig. 29).

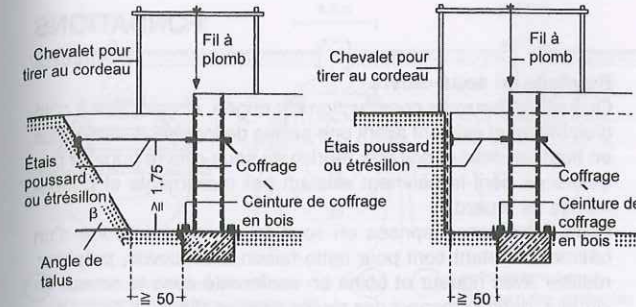


7 Le tracé des hauteurs pour le bâtiment

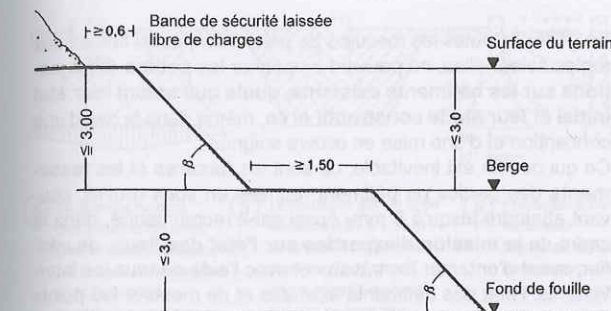
FONDACTIONS TRACÉ DES CONSTRUCTIONS

Après attribution du permis de construire, l'implantation du bâtiment sur le terrain est la première étape de la construction. Elle doit être conforme à sa situation sur le plan cadastral (fig. 1, 2 et 3).

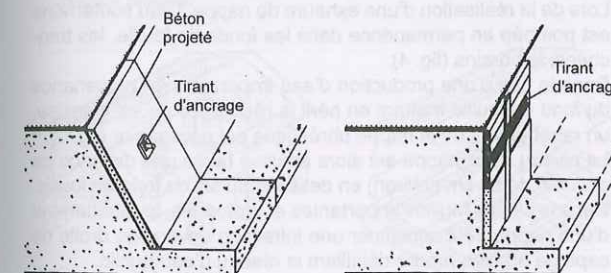
Les fondations prévues sont jalonnées de piquets en bois (fig. 4 et 5). L'angle d'inclinaison du talus dépend de la structure du sol : plus le sol est sableux, plus la pente est douce (fig. 4). Après les travaux de terrassement, les cordons d'alignement sont tendus sur les chevalets d'angle (fig. 8) qui délimitent les dimensions extérieures de la construction. Les coins extérieurs de la maison sont déterminés par les points de croisement des bardeaux et à l'aide d'un fil à plomb (fig. 9). La hauteur doit être aussi établie par mesures (fig. 7). La mire de nivellement, en général une règle en bois ou en aluminium de 3 m de long avec un niveau à bulle fixe, est alignée horizontalement et son extrémité libre est calée. Les différences de hauteur sont lues avec une règle graduée. On peut utiliser aussi un tuyau de nivellement, souple transparent de 20 à 30 m de long, rempli d'eau, équipé à ses extrémités de cylindres de verre avec graduations millimétriques. Le transfert de hauteur peut être fait avec une précision de l'ordre du millimètre, entre points, même sans liaison visuelle directe. L'utilisation de niveaux et de distancemètres électroniques à rayons laser augmentent la précision et facilitent la prise de mesures.



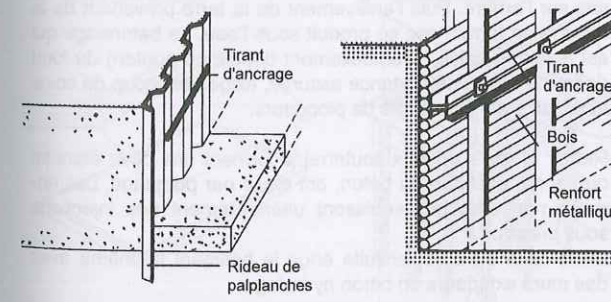
1 Fouille avec espace de travail et talus 2 Fouille avec espace de travail et paroi blindée



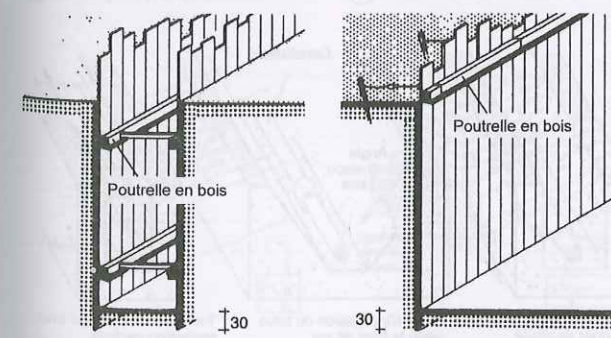
3 Talus de fouille avec berges pour bloquer les parties susceptibles de s'écrouler



4 Béton projeté contre un talus 5 Blindage fait de poutrelles avec éléments en béton



6 Rideau de palplanches métalliques avec tirant d'ancrage 7 Mur de consolidation en rondins



8 Coffrage vertical en planches 9 Mur de consolidation en madriers verticaux

FONDACTIONS FOUILLES

Des erreurs d'estimation concernant les fondations, l'état de la nappe phréatique, tout comme le comportement des fondations choisies, conduisent, la plupart du temps, à des dommages techniques et économiques irréparables.

Il s'agit en particulier des dommages dus à la poussée latérale du sol causée par le poids propre des fondations (**phénomène de renard, affouillement du terrain**) ; le corps des fondations s'enfoncent alors dans le sol ou bien se déforment latéralement. Ces dommages peuvent également être dus à des tassements causés par la compression du sol d'assise sous les fondations, en raison du poids de ces dernières et/ou des charges réparties de parts et d'autres. Les conséquences sont des déformations et des fissures dans la maçonnerie s'élevant au-dessus.

Étude de sol

Si des renseignements suffisants, concernant le site, font défaut quant à la nature, l'étendue, la situation et l'épaisseur des couches de terrain dans la zone de construction, alors s'avère indispensable une étude de sol, la plus précoce possible, menée par un expert en fondations.

Celui-ci établit une vue d'ensemble des couches en pratiquant fouilles manuelles/mécaniques, forages (tarière, forage rotatif, carottage) avec prélèvements d'échantillons et sondages (en nombre et à une profondeur dépendant de la topographie du terrain, de l'ouvrage à construire et des renseignements ainsi recueillis).

Le **niveau de la nappe phréatique** est obtenu par installation de pézomètres dans les forages et par relevés réguliers de mesures (fluctuation du niveau).

Ces études de sol doivent fournir les données libérant la conception de l'ouvrage et sa mise en œuvre de tout obstacle économique et technique :

- L'examen des **échantillons de sol** s'appuie sur la **granulosité**, la **teneur en eau**, la **consistance**, le **poids spécifique**, la **compressibilité**, la **résistance au cisaillement** et la **perméabilité**.
- Les sondages fournissent des renseignements continus de compacité et de résistance mécanique des sols sur la profondeur explorée.
- Les **examens concernant la nappe phréatique** sont menés afin d'évaluer l'**agressivité de cette eau sur le béton**.

Fouilles

Les fouilles sont en général réalisées avec des talus (fig. 1). Sans autres allégations de calculs concernant la stabilité du sol, les mesures suivantes d'angles de talus β , peuvent être utilisées dans le cas de situations de fouilles normales.

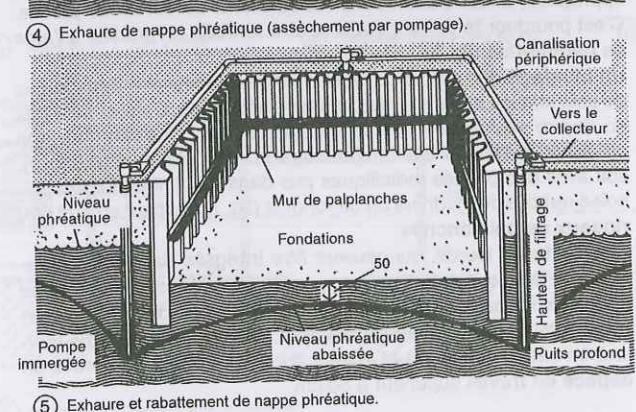
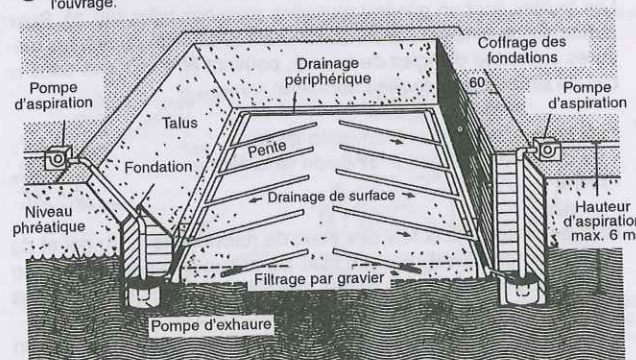
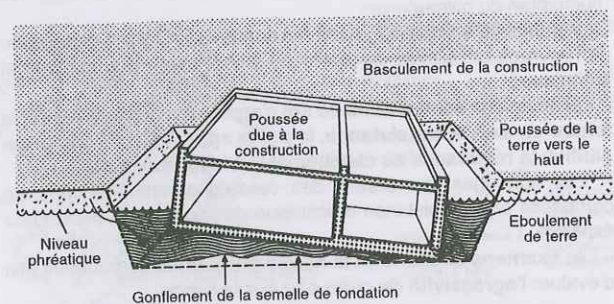
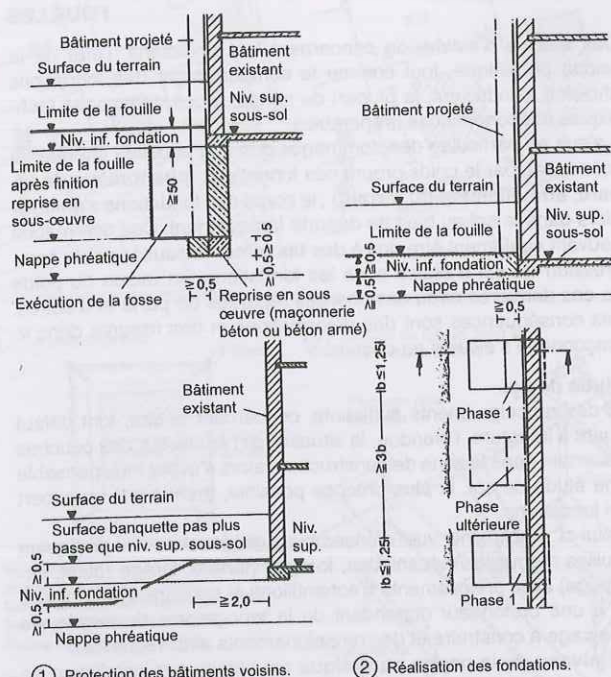
- sol sans cohésion ou à cohésion faible $\beta < 45^\circ$,
- sol consistant ou bien à cohésion semi-ferme $\beta < 60^\circ$,
- roche $\beta < 80^\circ$.

Pour se protéger à la fois des eaux de ruissellement, du gel et du dessèchement, il est recommandé de recouvrir les talus avec un **feutre de protection**, du **béton projeté** ou autre, ou bien le cas échéant, d'équiper le bord supérieur du talus d'un drain (fig. 4).

Dans le cas de talus profonds, même avec des angles d'inclinaison appropriés, il faut s'attendre à l'éboulement de certaines parties. C'est pourquoi ils doivent souvent être réalisés en gradins à l'aide de **banquettes** (fig. 3).

Un **blindage** des parois du talus n'est pas nécessaire dans le cas de sols stables et dans le cas de chantiers étroits. Celui-ci sera mis en œuvre en fonction des sollicitations soit à l'aide d'un boisage consolidé avec des tirants d'ancrage ou des étalements (fig. 9), soit avec des profilés métalliques pris dans un blindage à la berliozoise remplis de madriers ou de rondins (fig. 7), ou bien en tant que **rideaux de palplanches**.

Les blindages lourds, qui peuvent être **intégrés dans les fondations de la future construction**, peuvent être réalisés en **système de pieux forés** (coulés sur place) ou en (**murs**) **rideaux souterrains** remplis d'un liquide stabilisateur. Entre le pied du talus (surtout en cas de blindage) et le pied du bâtiment doit être prévu un **espace de travail** supérieur à 50 cm.



FONDATIONS

FOUILLES

Reprises en sous-cœvre
Quand une nouvelle construction est érigée, directement à côté d'un bâtiment existant ayant une assise de fondation située plus en hauteur, celle-ci doit être reprise en sous-cœvre pour ne pas mettre en péril le bâtiment existant par tassements et phénomènes de renard.

Puits, fondations, reprises en sous-cœvre dans la zone d'un bâtiment existant sont pour cette raison à concevoir, préparer, réaliser avec rigueur et soins en conformité avec la norme en vigueur, dans le respect des règles établies (fig. 1 et 2).

Durant la mise en œuvre un chef de chantier spécialisé doit être présent sur le terrain.

En général, toutes les mesures de précaution, aussi fidèles aux règles soient-elles, ne peuvent empêcher les **petites déformations sur les bâtiments existants, quels que soient leur état initial et leur mode constructif** et ce, même dans le cas d'une conception et d'une mise en œuvre soignée. Ce qui de loin est inévitable, ce sont les **fissures** et les **tassements** des parties de bâtiment reprises en sous cœvre, pouvant atteindre jusqu'à 5 mm. Aussi est-il recommandé, dans le cadre de la **mission d'expertise sur l'état des lieux**, de vérifier, avant d'entamer les travaux et avec l'aide de tous les intervenants, l'état des bâtiments existants et de mesurer les points culminants, et le cas échéant les sommets de flèche.

Nappe phréatique

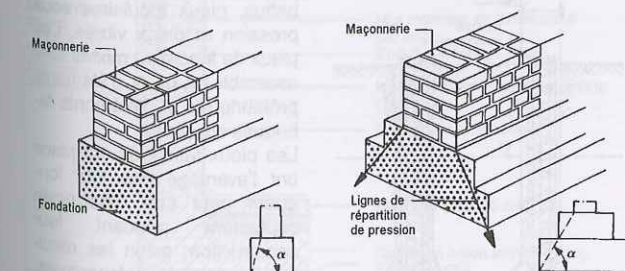
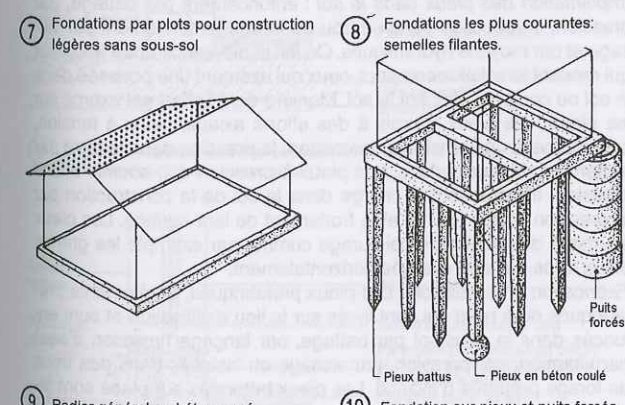
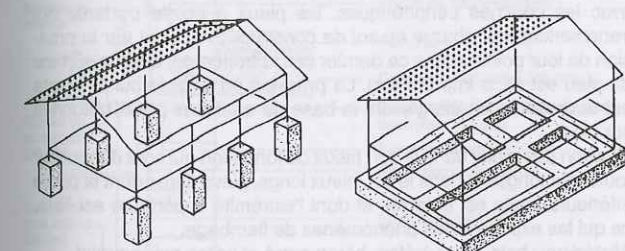
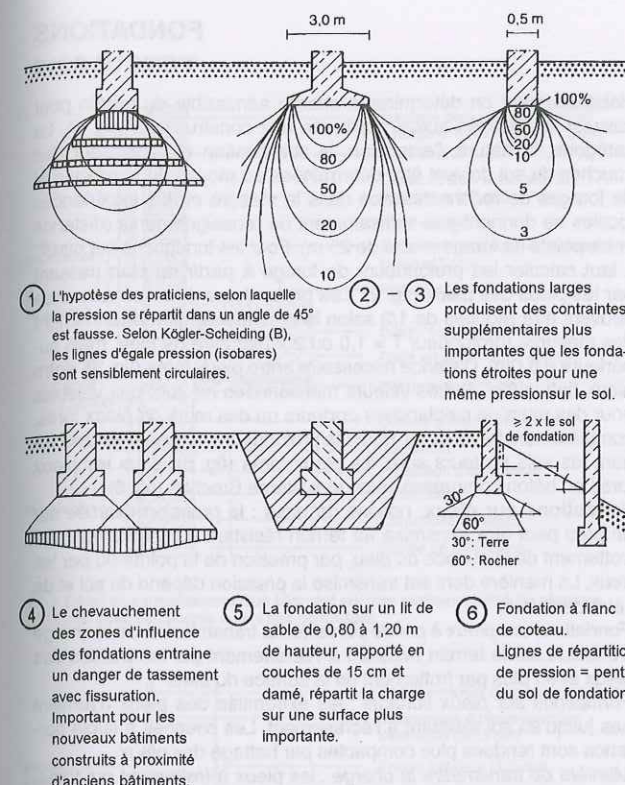
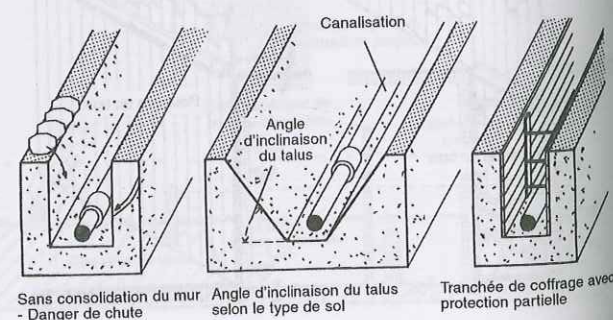
Lors de la réalisation d'une exhaure de nappe, l'eau souterraine est pompée en permanence dans les fonds de fouille, les tranchées, les drains (fig. 4).

Dans le cas d'une production d'eau importante en provenance du fond de fouille mettant en péril la résistance du sol d'assise, un rabattement de la nappe phréatique est nécessaire (fig. 5). Le niveau de la nappe est alors abaissé (avec une distance de sécurité de 50 cm environ) en dessous du sol de fond de fouille. Dans le cas de fouilles importantes et profondes, le rabattement d'une nappe peut constituer une infraction envers les droits de captage ou bien rendre défaillant le réseau d'eau public.

Ensuite est utilisable la technique du **bétonnage sous l'eau** : La fouille est ceinturée de murs rideaux souterrains entretoisés sur l'arrière. Puis l'enlèvement de la terre provenant de la couche de terrain sec se produit sous l'eau. Le bétonnage qui est ensuite réalisé (éventuellement depuis un ponton) du fond de fouille qui a une portance assurée, exige beaucoup de soins et se fait sous le contrôle de plongeurs.

Radier et murs rideaux souterrains forment une cuve étanche qui, après séchage du béton, est vidée par pompage. Les endroits non étanches subissent ultérieurement des injections sous pression.

Dans cette cuve est ensuite érigé le bâtiment lui-même avec des murs extérieurs en béton hydrofugé.



FONDATIONS

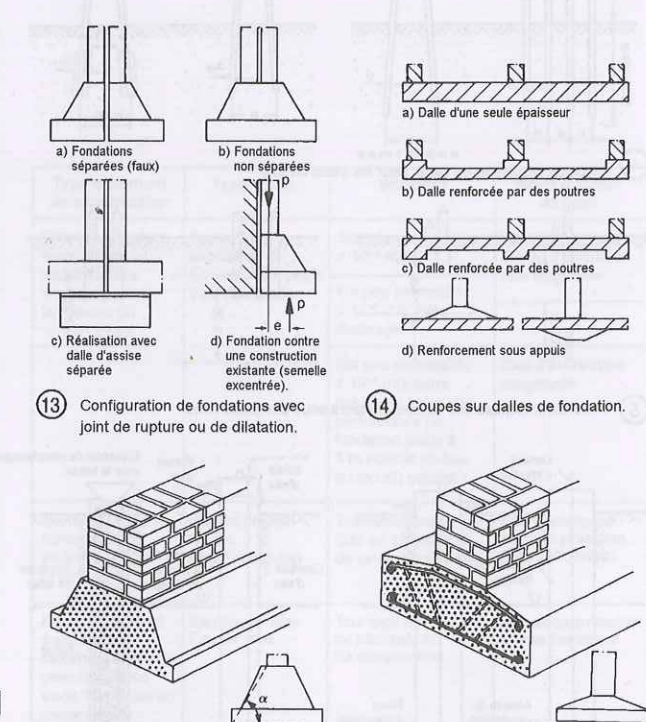
TYPES DE SOLS

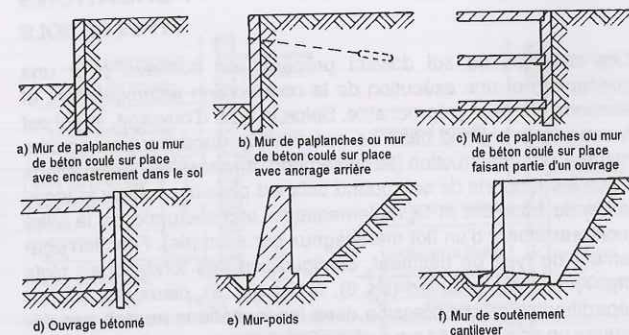
Les analyses de sol doivent préparer les données pour une conception et une exécution de la construction techniquement et économiquement irréprochable. Selon le type d'ouvrage, le sol est à considérer comme base de construction (fondation) ou comme matériau de construction (terrassement). Agencer les 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 $\geq 0,80$ m et fonction des régions.

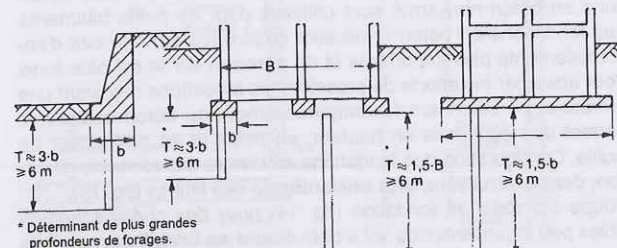
Amélioration de la charge admissible des terrains à bâtir :

- système par pression à secousses, avec un appareil oscillant (vibreux) ; 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), pétification immédiate et durable mais applicable seulement à des sous-sols quartzeux (gravier, sables ainsi que roches peu cohérentes).

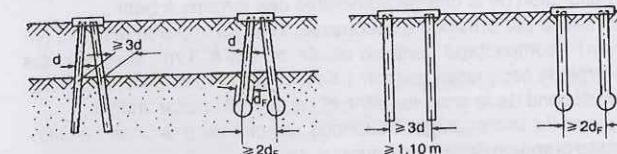




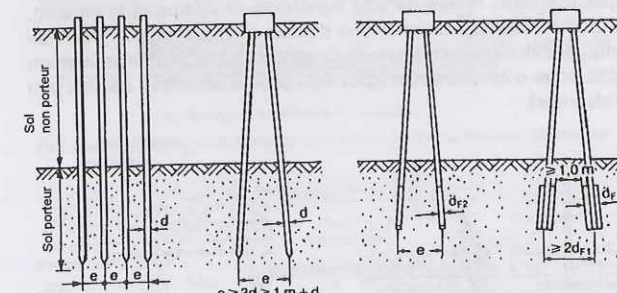
1 Ouvrages pour lesquels il faut par principe calculer la poussée active des terres



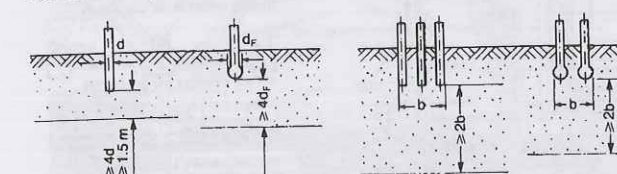
2 Profondeurs moyennes pour les forages de construction.



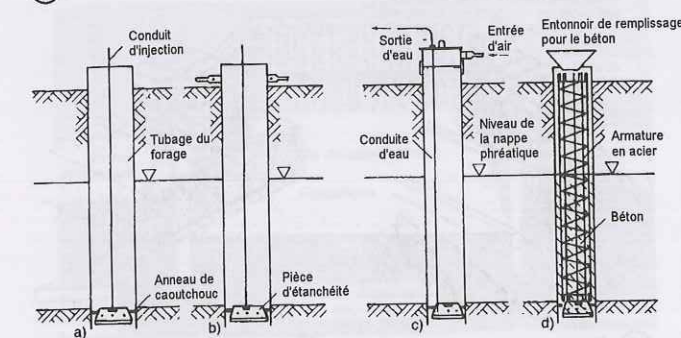
3 Distance requise entre pieux pour les pieux forés.



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).

FONDATIONS TYPES DE SOLS

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 mesures (profondeur $T = 1,0$ ou $2 \times$ diamètre du pieu, mais supérieure à 6,0m). Distance nécessaire entre pieux forés (fig. 3), entre pieux battus (fig. 4). Les valeurs mentionnées ne sont pas valables pour des murs de palplanches porteurs ou des murs de pieux forés, complètement traversants. 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 la 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, 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.

FONDATIONS ÉTANCHÉITÉ, DRAINAGE

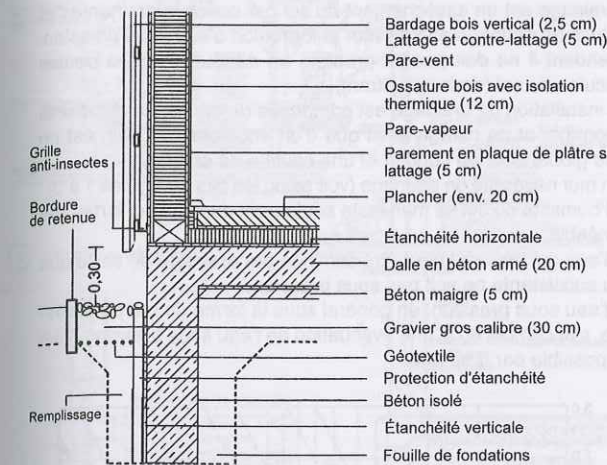
Étanchéité

Les murs extérieurs et les dalles en contact avec la terre, ainsi que les planchers doivent être rendus étanches contre l'humidité pénétrant de l'extérieur. Les murs extérieurs et intérieurs en sous-sol et les dalles sur terre-plein doivent en plus être protégés par une étanchéité horizontale contre les remontées d'humidité. L'humidité constatée au sol peut avoir différentes origines, soit qu'elle se propage par capillarité ou résulte d'eau d'infiltration provenant de précipitations ou par diffusion dans la terre posée en couverture de dalles ainsi que de l'eau sous pression liée à la présence d'une nappe phréatique ou d'inondation.

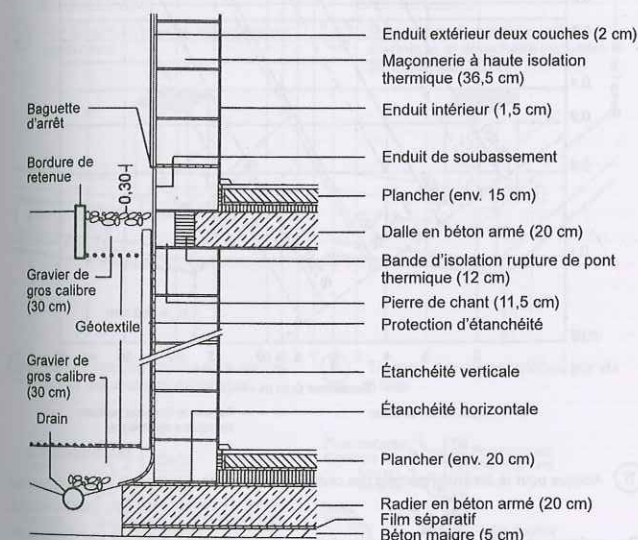
Différents types d'étanchéités sont possibles : par bitume en bande ou en masse, par bandes d'étanchéité en plastique et en élastomères, par rubans métalliques, en mortier d'asphalte ou par bitume de synthèse en application épaisse ; dans tous les cas, des règles précises doivent être observées concernant la nature des matériaux mis en œuvre et les techniques d'application utilisées.

Les étanchéités verticales et horizontales doivent être raccordées entre elles et collées de sorte qu'aucune migration d'humidité ne puisse se produire. Elles doivent être relevées en règle générale de 30 cm au-dessus du niveau du terrain. Les étanchéités du bâtiment, en plus des couches de protection permanentes, doivent être protégées des dommages de chantier jusqu'à la réception de l'ouvrage.

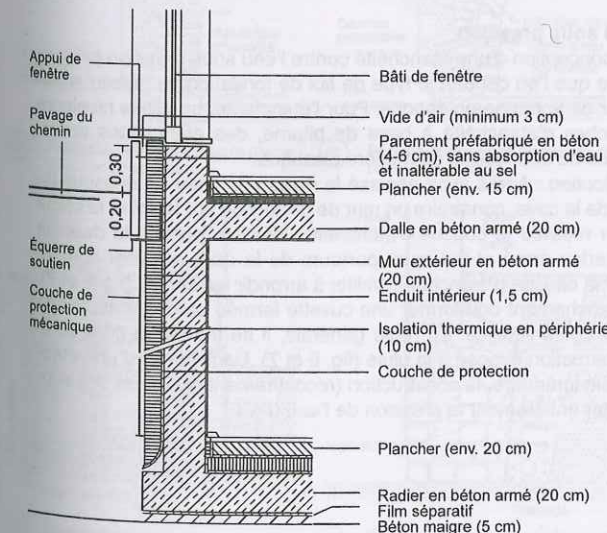
Corrélation des différents types d'étanchéités en fonction des sortes d'action de l'eau : voir fig. 4.



1 Détail de soubassement d'un bâtiment sur vide sanitaire réalisé en ossature bois avec des abords au sol très perméable



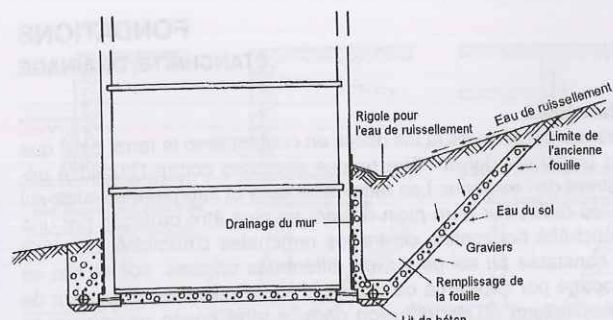
2 Détail de soubassement d'un bâtiment en maçonnerie sur sous-sol, terrain faiblement perméable ou compact



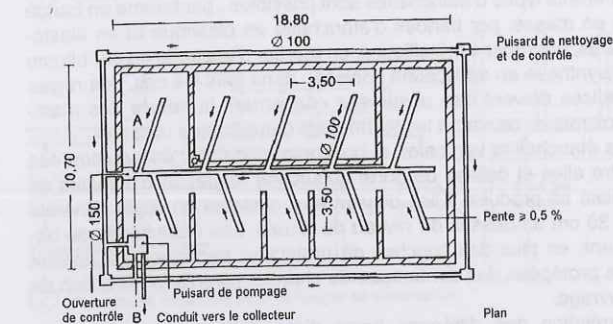
3 Détail de soubassement d'un bâtiment sur sous-sol, le plancher du rez-de-chaussée étant au niveau de la voirie, exécution en « cuvelage d'étanchéité »

Type d'élément de construction	Type d'eau	Situation	Mode d'action de l'eau
Parois en contact avec la terre et radiers situés au-dessus de la mesure du niveau d'eau	Remontées capillaires Eau hygroscopique Eau d'infiltration	Sol très perméable $> 10^{-4}$ m/s	Humidité du sol et eau d'infiltration non stagnante
		Sol peu perméable $\leq 10^{-4}$ m/s avec drainage	Eau d'infiltration stagnante
Surfaces horizontales et inclinées, dans la terre	Eau de précipitations Eau d'infiltration	Toitures utilisées (par ex. planchers de cave recouvertes)	Eau n'exerçant aucune pression, forte sollicitation
Parois en contact avec la terre, radiers et dalles de plancher situés sous la mesure du niveau d'eau	Eau souterraine Eau de crue	Tout type de sol, de bâtiment et de construction	Eau sous pression depuis l'extérieur

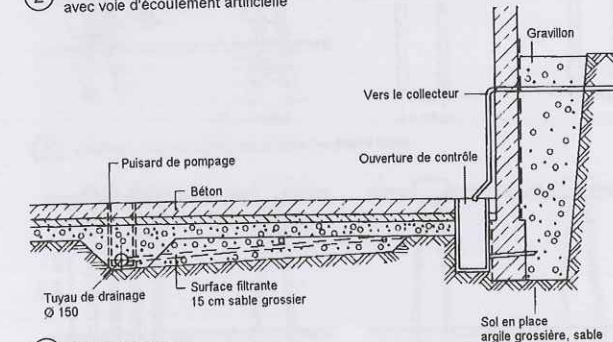
4 Classement de l'action de l'eau, de la situation et du type d'étanchéité pour les éléments de construction en contact avec le sol



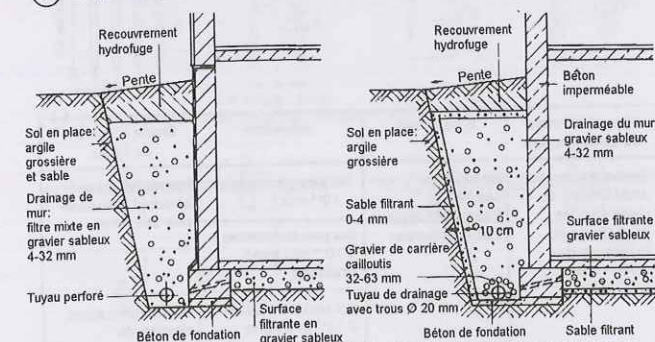
1 Les murs des bâtiments construits sur une pente doivent être bien drainés.



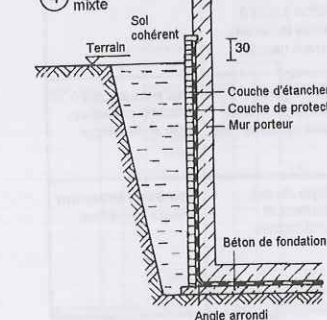
2 Drainage de surface par conduits de drainage et drainage périphérique avec voie d'écoulement artificielle



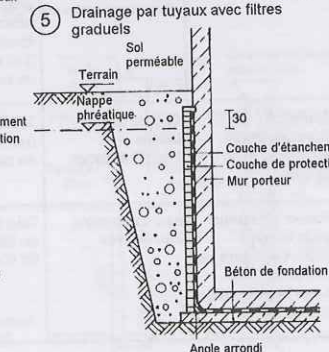
3 Coupe AB (fig. 2)



4 Drainage par tuyaux avec filtre mixte



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



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

FONDACTIONS

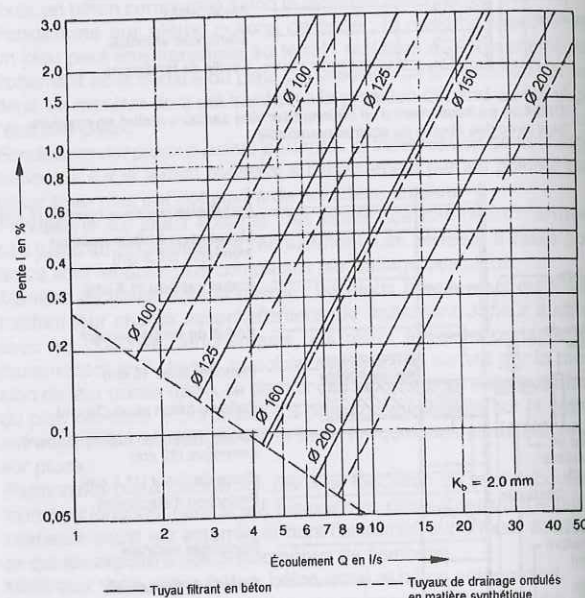
DRAINAGE DES PARTIES ENTERRÉES

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 débordement 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 apparaît 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.



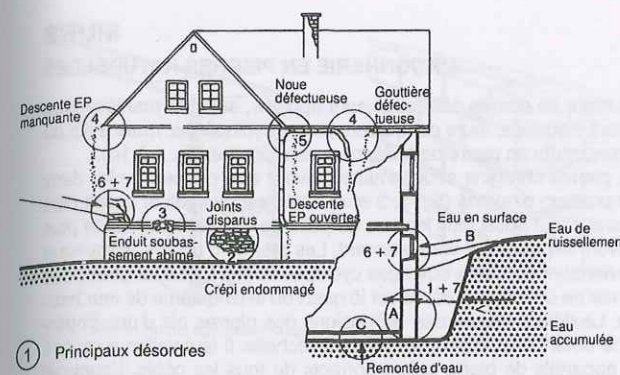
8 Abaque pour le dimensionnement des conduits de drainage

Quand le sol n'absorbe pas les précipitations aussi vite que les remblais, l'eau se met en charge et l'étanchéité est soumise à la pression de l'eau. Il faut prévoir des drainages pour l'évacuation de l'eau (fig. 1 à 3) ou une étanchéité pour eau sous pression (fig. 4 à 7).

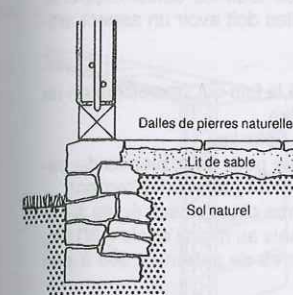
Eau sous pression

La conception d'une étanchéité contre l'eau sous pression suppose que l'on connaît le type de sol de fondation, le niveau supérieur de la nappe phréatique. Pour l'étanchéité, on utilise plusieurs couches d'étanchéité à base de bitume, des étanchéités métalliques ou des feuilles de matière plastique.

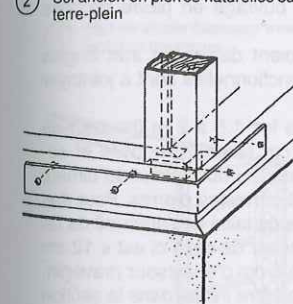
Exécution : Après avoir abaissé le niveau de l'eau en dessous du sol de la cave, construire un mur de protection sur le sol et le crépir pour recevoir la couche d'étanchéité. Réaliser ensuite la dalle en matériau armé et les murs porteurs de la cave qui vont comprimer la couche d'étanchéité. Veiller à arrondir les angles (fig. 6 et 7). L'étanchéité 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'une étanchéité intérieure, la construction (recouvrement extérieur) doit supporter entièrement la pression de l'eau (fig. 2).



1 Principaux désordres

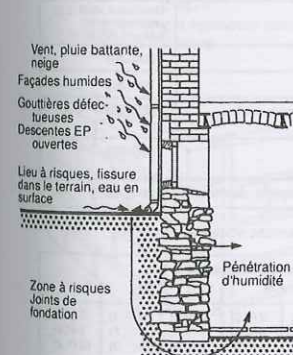


2 Sol ancien en pierres naturelles sur terre-plein

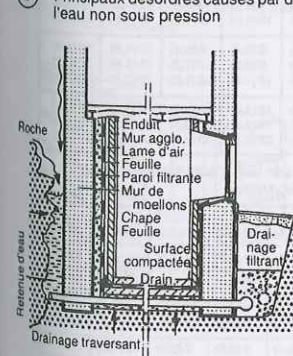


3 Rénovation du sol avec isolation thermique et étanchéité sur béton au mortier de chaux

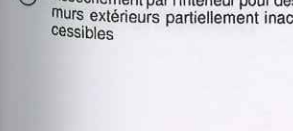
4 Renforcement d'un angle de traverse par ancrage métallique



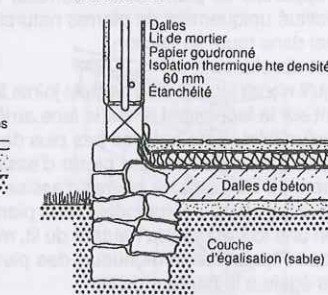
5 Principaux désordres causés par de l'eau non sous pression



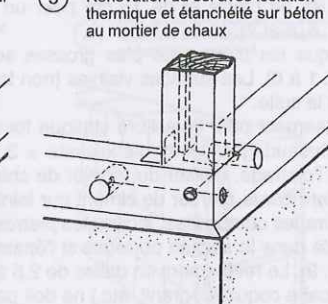
6 Principaux désordres causés par de l'eau sous pression



7 Assèchement par l'intérieur pour des murs extérieurs partiellement inaccessibles

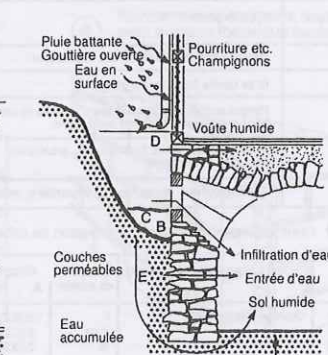


8 Sol ancien en pierres naturelles sur terre-plein

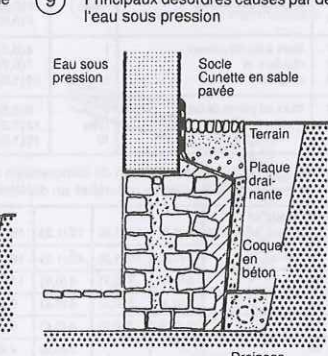


9 Rénovation du sol avec isolation thermique et étanchéité sur béton au mortier de chaux

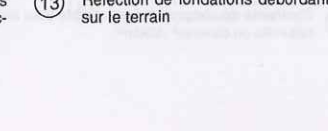
10 Renforcement d'un angle de traverse par ancrage métallique



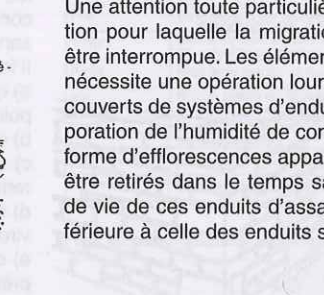
11 Principaux désordres causés par de l'eau non sous pression



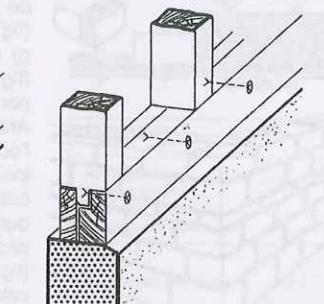
12 Principaux désordres causés par de l'eau sous pression



13 Assèchement par l'intérieur pour des murs extérieurs partiellement inaccessibles

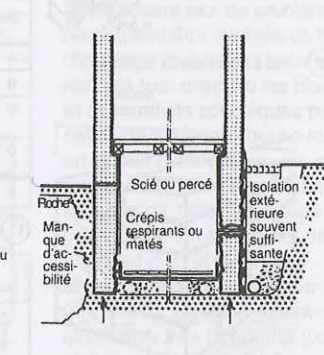


14 Sol ancien en pierres naturelles sur terre-plein

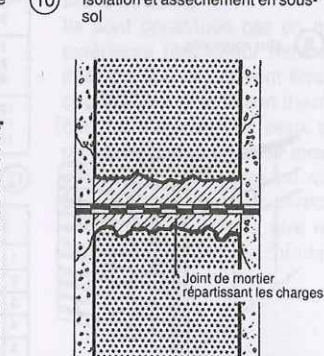


15 Rénovation du sol avec isolation thermique et étanchéité sur béton au mortier de chaux

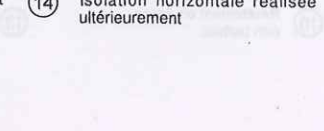
16 Renforcement d'un angle de traverse par ancrage métallique



17 Principaux désordres causés par de l'eau non sous pression



18 Principaux désordres causés par de l'eau sous pression



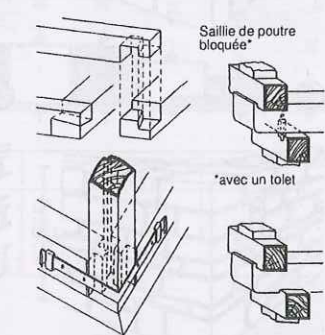
19 Assèchement par l'intérieur pour des murs extérieurs partiellement inaccessibles

FONDACTIONS

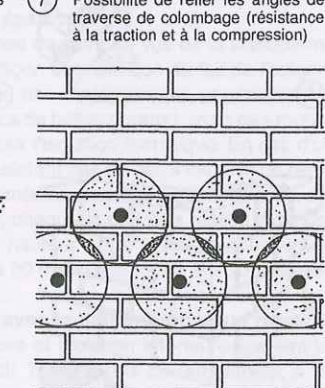
ASSAINISSEMENT

L'humidité est à l'origine de la grande majorité des désordres de construction. Les remontées d'humidité par le sol sont dues à des niveaux d'étanchéité absents ou dégradés, à des drainages absents ou rapportés contre les fondations et les niveaux inférieurs, mais aussi à des évacuations d'eaux de toitures défectueuses et aux eaux superficielles qui s'accumulent de ce fait à la jonction entre le mur et le sol naturel.

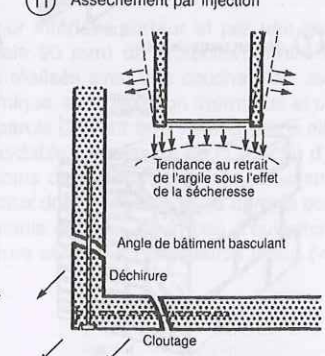
La remise en état suppose donc de trouver l'origine de la diffusion de l'humidité pour en effectuer le traitement. La réalisation ou le remplacement d'étanchéités horizontales absentes ou défectueuses au niveau des maçonneries suppose des travaux très conséquents. Une attention toute particulière doit dans ce cas porter sur l'exécution pour laquelle la migration d'humidité par capillarité doit alors être interrompue. Les éléments de construction dont l'assèchement nécessite une opération lourde, ou est impossible, peuvent être recouverts de systèmes d'enduits spécifiques qui autorisent une évaporation de l'humidité de construction. Les « cristaux de sel » sous forme d'efflorescences apparaissant par évaporation peuvent alors être retirés dans le temps sans éclatement des enduits. La durée de vie de ces enduits d'assainissement est toutefois nettement inférieure à celle des enduits sur support sec.



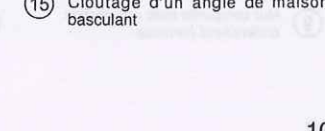
1 Remplacement en deux temps d'une traverse



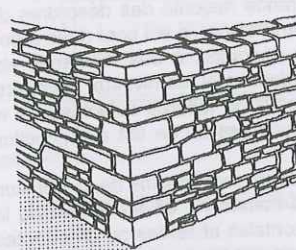
2 Possibilité de relier les angles de traverse de colombage (résistance à la traction et à la compression)



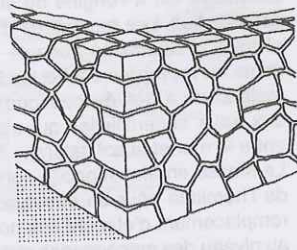
3 Isolation et assèchement en sous-sol



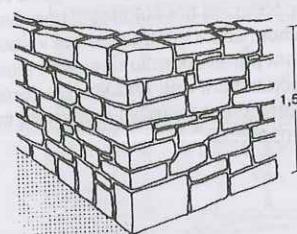
4 Cloutage d'un angle de maison basculant



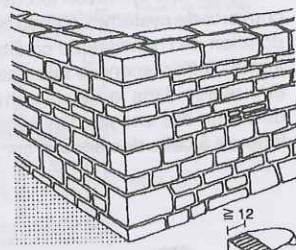
1 Mur en pierres sèches.



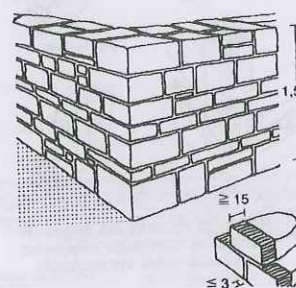
2 Mur cyclopéen.



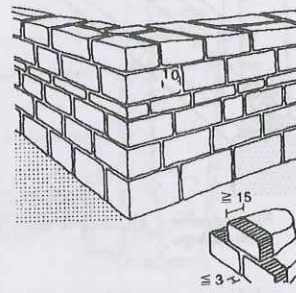
3 Mur en moellons.



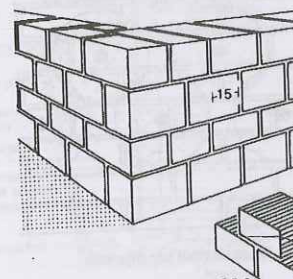
4 Mur à lits de pierres dressées au marteau.



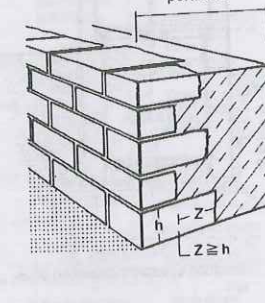
5 Mur à lits de pierres irrégulières.



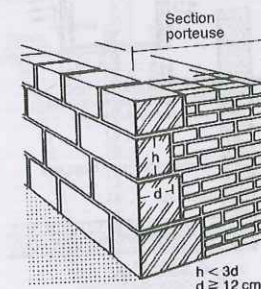
6 Mur à lits de pierres régulières.



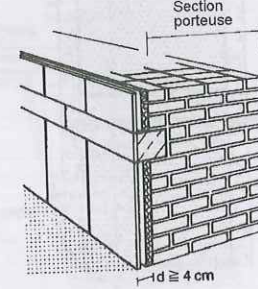
7 Mur en pierre de taille.



8 Mur composite.



9 Mur composite avec une section entièrement porteuse.



10 Revêtement en dalles non porteur.

MURS

MAÇONNERIE EN PIERRES NATURELLES

Les murs de pierres naturelles sont appelés, selon la manière dont ils sont façonnés, murs de moellons, 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).

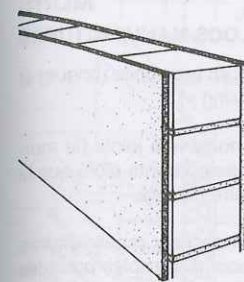
Groupe	Type de pierre	Résistance max. à la compression en daN/cm^2 (MN/m^2)
A	Pierres calcaires, travertin, tufs volcaniques	200 (20)
B	Grès tendre (avec liant argileux)	300 (30)
C	Pierres en calcaire compact (dur), dolomie (y compris marbre), lavas basaltiques et pierres semblables.	500 (50)
D	Grès quartzux (avec liant siliceux), 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.

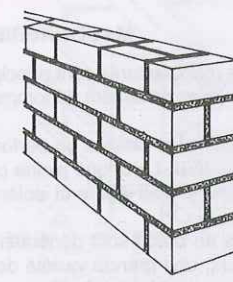
Type d'ouvrages en maçonnerie	Groupe de mortier	Groupe selon tableau 11				
		A	B	C	D	E
1 Ouvrages en moellons	I	2 (0,2)	2 (0,2)	3 (0,3)	4 (0,4)	6 (0,6)
2	II/IIa	2 (0,2)	3 (0,3)	5 (0,5)	7 (0,7)	9 (0,9)
3	III	3 (0,3)	5 (0,5)	6 (0,6)	10 (1,0)	12 (1,2)
4 Murs à lits de pierre dressée au marteau	I	3 (0,3)	5 (0,5)	6 (0,6)	8 (0,8)	10 (1,0)
5	II/IIa	5 (0,5)	7 (0,7)	9 (0,9)	12 (1,2)	16 (1,6)
6	III	6 (0,6)	10 (1,0)	12 (1,2)	16 (1,6)	22 (2,2)
7 Murs à lits de pierres régulières et irrégulières	I	4 (0,4)	6 (0,6)	8 (0,8)	10 (1,0)	16 (1,6)
8	II/IIa	7 (0,7)	9 (0,9)	12 (1,2)	16 (1,6)	22 (2,2)
9	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/cm^2 (MN/m^2).

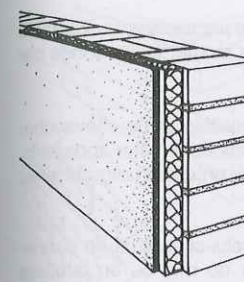
Élancement ou élancement équivalent	8 (0,8)	10 (1,0)	12 (1,2)	16 (1,6)	22 (2,2)	30 (3,0)	40 (4,0)	50 (5,0)
1 10	8 (0,8)	10 (1,0)	12 (1,2)	16 (1,6)	22 (2,2)	30 (3,0)	40 (4,0)	50 (5,0)
2 12	6 (0,6)	7 (0,7)	8 (0,8)	11 (1,1)	15 (1,5)	22 (2,2)	30 (3,0)	40 (4,0)
3 14	4 (0,4)	5 (0,5)	6 (0,6)	8 (0,8)	10 (1,0)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

13 Contrainte de compression admissible pour les ouvrages en maçonnerie de pierre naturelle en daN/cm^2 (MN/m^2).

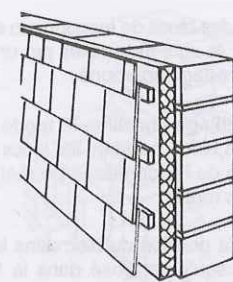
1 Mur en simple épaisseur, crépi



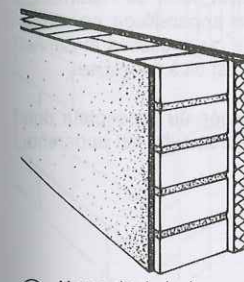
2 Mur en simple épaisseur, maçonnerie apparente



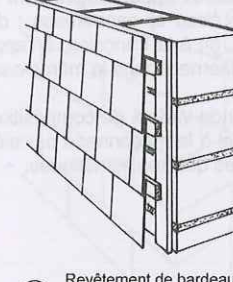
3 Mur en simple épaisseur avec isolation thermique



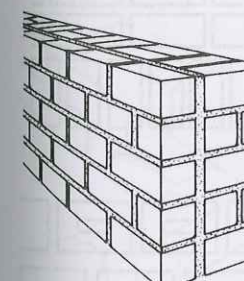
4 Mur en simple épaisseur avec isolation thermique extérieure et bardage rapporté



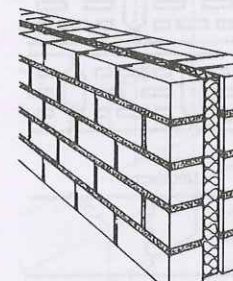
5 Mur en simple épaisseur avec isolation intérieure



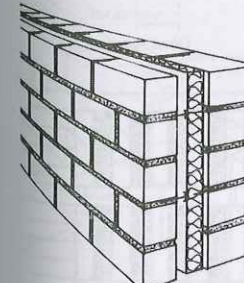
6 Revêtement de bardage sur mur avec isolation thermique haute performance



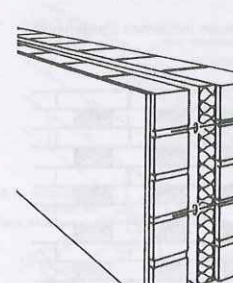
7 Mur double, maçonné à rupture de joint avec une couche de mortier intermédiaire



8 Mur double en maçonnerie apparente sans lame d'air intermédiaire



9 Mur double en maçonnerie apparente avec isolation et lame d'air intermédiaires



10 Mur double enduit, avec lame d'air intermédiaire

MURS

MAÇONNERIE EN BLOCS MANUFACTURÉS

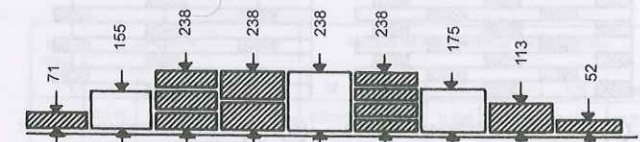
Matériaux de construction

Pour la réalisation de murs maçonnés à partir de blocs manufacturés, un grand nombre de matériaux, de formes, de dimensions et de qualités sont disponibles (fig. 11).

Leurs dimensions sont en règle générale un multiple du format normal (NF) et du format mince (DF) (fig. 12).

Types	Brique de maçonnerie	Types	Bloc silico-calcaire
Mz	Brique pleine	KS	Bloc silico-calcaire plein
VMz	Brique pleine double	KSVm	Bloc silico-calcaire pour maçonnerie extérieure
KMz	Brique recuite pleine	KSVb	Bloc de parement
Hlz	Bloc terre cuite alvéolé vertical	KSL	Bloc creux et alvéolé
VHLz	Bloc terre cuite alvéolé vertical pour doublage extérieur	KSP	Bloc mince
KHLz	Bloc terre recuite alvéolé vertical		
KK	Brique pleine en terre recuite-céramique		Parpaings en laitier de haut-fourneau
KHK	Bloc terre recuite-céramique alvéolé vertical		
	Bloc béton poreux		Bloc plein en béton léger
	Bloc alvéolé en béton léger		Bloc creux en béton

11 Blocs manufacturés et normes correspondantes (une sélection)



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
2 Format mince	2 DF	24	11,5	11,3
3 Format mince	3 DF	24	17,5	11,3

12 Format des blocs

Construction de murs extérieurs

Murs extérieurs en simple épaisseur (fig. 1 et 2)

Ils ne posent pas de problèmes du point de vue de la statique mais ne peuvent être réalisés de façon économique du fait de l'exigence d'isolation thermique qu'avec des matériaux de construction très isolants (par exemple les blocs de béton poreux), avec des mortiers et des enduits spécifiques pour l'isolation thermique. En cas d'utilisation de matériaux qui ne résistent pas au gel, il importe de prévoir un enduit extérieur ou une protection contre les intempéries. Si la maçonnerie reste apparente, chaque lit doit être réalisé avec deux rangées de blocs de même hauteur entre lesquels court un joint continu et plein en mortier de 20 mm d'épaisseur avec un décalage alternatif d'un lit au suivant.

Murs en simple épaisseur avec isolation thermique rapportée (fig. 3 à 6). Isolation extérieure et isolation intérieure forment une alternative très fréquente (voir *Techniques constructives*, p. 523 et suivantes).

Murs doubles

Ils sont constitués par un mur intérieur porteur et par une paroi extérieure (épaisseur minimale 90 mm) de protection contre les intempéries. Ils peuvent être réalisés avec une couche d'air, avec couche d'air et isolation thermique, avec isolation thermique et une couche d'enduit. Les deux parois doivent être reliées entre elles par des agrafes en acier inoxydable. L'épaisseur de la couche d'air intermédiaire doit être au moins de 40 mm (150 mm maximum). Des joints de dilatation verticaux doivent être réalisés dans la paroi extérieure. Ils doivent être munis en haut et en bas d'ouvertures d'aération, l'ouverture inférieure servant à l'évacuation d'eau (voir p. 107, fig. 2).

MURS

MAÇONNERIE EN BLOCS MANUFACTURÉS

Les blocs manufacturés sont principalement en terre cuite (brique) et en béton (communément dénommé « parpaing »).

Les briques sont pleines ou perforées et montées à joints de mortier horizontaux. La brique pleine peut rester apparente alors que la brique creuse, plus légère et isolante, doit être enduite.

Les blocs en béton sont généralement pleins, creux ou alvéolaires. Cependant, une grande variété de blocs sont disponibles pour des usages précis : blocs à feuillure ou blocs d'about pour la réalisation des baies, blocs de linteaux, blocs à emboîtement, etc. Ils sont généralement enduits pour obtenir une parfaite régularité de la surface du mur.

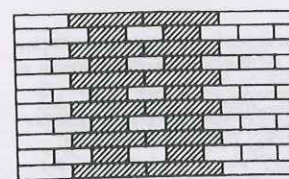
La pose des blocs de maçonnerie s'effectue par assises horizontales régulières ; ils sont assemblés par un joint de mortier et liaisonnés par un appareillage approprié.

L'appareillage constitue le mode de disposition et de chevauchement des blocs. Lorsque les blocs sont destinés à rester apparents, la qualité de l'appareillage permet d'obtenir un dessin régulier avec différents motifs.

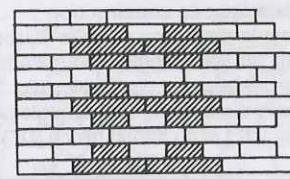
Suivant la position du bloc dans le mur, celui-ci sera dit en panneresse lorsqu'il est posé dans la longueur du mur ou en boutisse lorsqu'il est posé dans son épaisseur. Le caractère modulaire des blocs utilisés permet que deux boutisses plus un joint égalent une panneresse (voir p. 46).

De nombreux appareillages sont possibles à partir de l'alternance entre boutisse et panneresse : du simple appareillage en assise alternée, dit à la française, à l'appareillage où boutisses et panneresses alternent dans la même assise, qui est dit à l'anglaise.

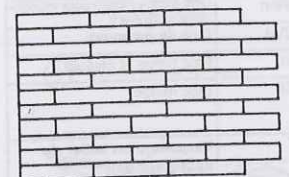
Une grande variété de composition est laissée au concepteur donnant ainsi à la maçonnerie par éléments, lorsqu'elle est apparente, toutes ses qualités esthétiques.



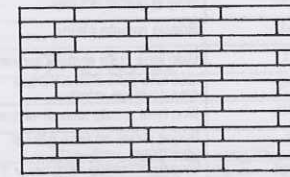
1 Appareil vertical.



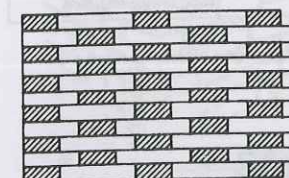
2 Appareil croisé.



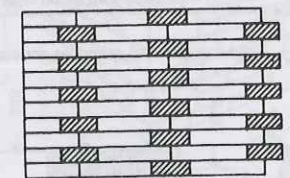
3 Appareil de panneresses avec décalage médian.



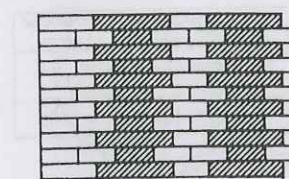
4 Appareil de panneresses avec décalage de 1/4.



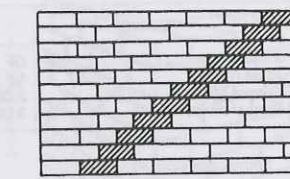
5 1 boutisse, 1 panneresse alternant par assise.



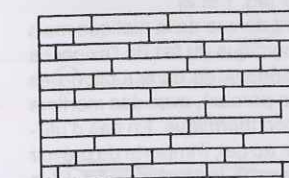
6 1 boutisse, 2 panneresses alternant par assise.



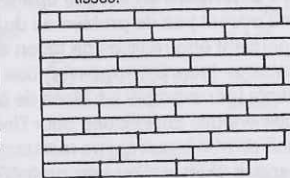
7 1 panneresse, 1 assise de boutisses alternant avec assise de boutisses.



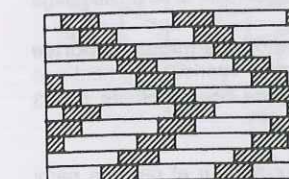
8 2 panneresses, 1 assise de boutisses alternant avec assise de boutisses.



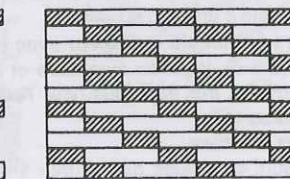
9 Appareil de panneresses avec décalage montant de 1/4.



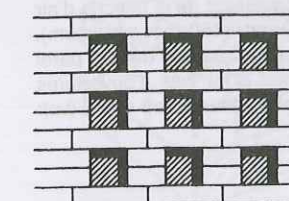
10 Appareil de panneresses avec décalage de 1/4 montant à droite et à gauche.



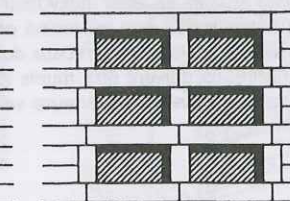
11 1 boutisse, 1 panneresse alternant par assise avec décalage de 1/4 montant à droite et à gauche.



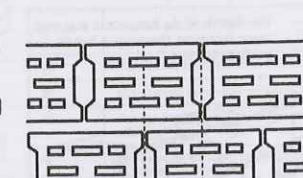
12 1 boutisse, 1 panneresse alternant par assise avec décalage de 1/2 montant à gauche.



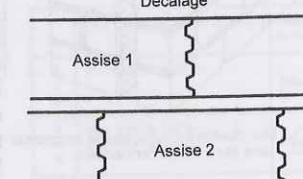
13 Maçonnerie ajourée pour éclairage ou ventilation (trous 1/2 x 1/2 briques).



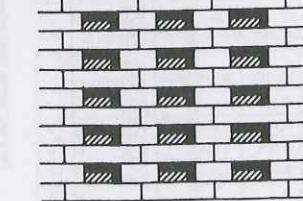
14 Comme 13 (trous 1/2 x 3/4 brique).



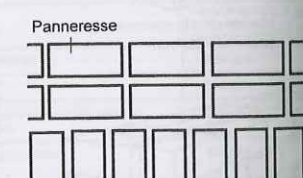
15 Techniques modernes d'assemblage



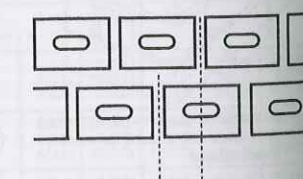
16 Comme 13 (trous 1/4 x 1/2 brique).



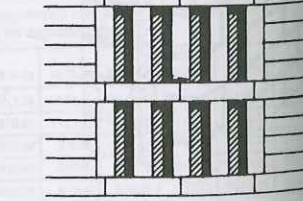
17 Comme 13 (trous 1 x 1/4 brique).



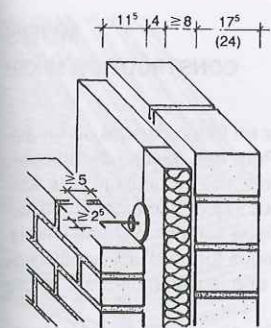
18 Lien



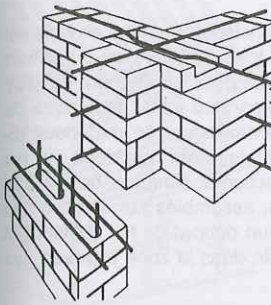
19 Décalage



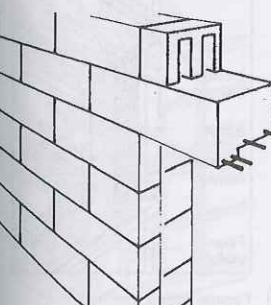
20 Assise 1, Assise 2



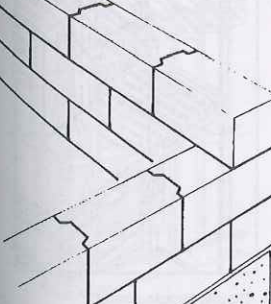
21 Ouvrage de maçonnerie à double paroi avec isolation centrale et sans couche d'air.



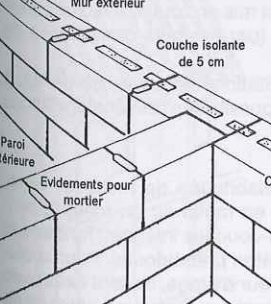
22 Liason en croix pour ouvrage de maçonnerie en blocs de béton léger.



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



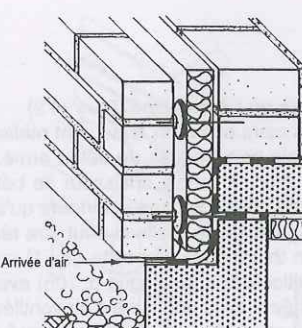
24 Maçonnerie en parpaings creux avec linteau en parpaing en forme d'auge.



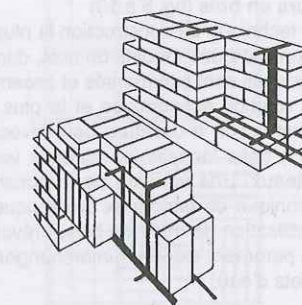
25 Maçonnerie en parpaings collés de béton cellulaire autoclavé et joints 1 mm.



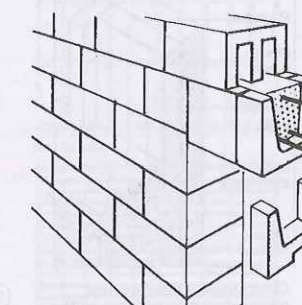
26 Blocs avec couche isolante de 5 cm et avec évidements remplis de mortier.



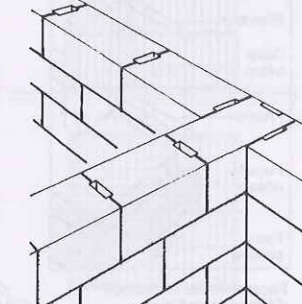
27 Raccordement en pied de mur avec couche d'air.



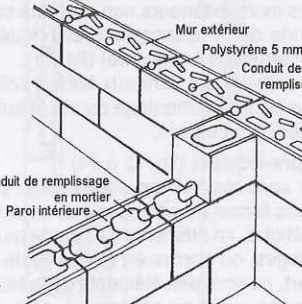
28 Linteau de porte ou de fenêtre en maçonnerie armée.



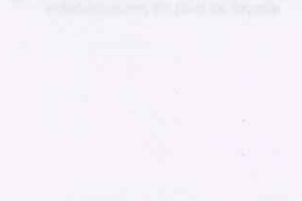
29 Maçonnerie en parpaings creux avec linteau en parpaing en forme d'auge.



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



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



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

MURS

MAÇONNERIE EN BLOCS MANUFACTURÉS

Un ouvrage de maçonnerie doit être consolidé par des murs raidisseurs et par des planchers. Les murs raidisseurs renforcent les angles des murs porteurs. 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 supérieure à 24 cm sous enduit spécial, sinon justification par calcul. 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.

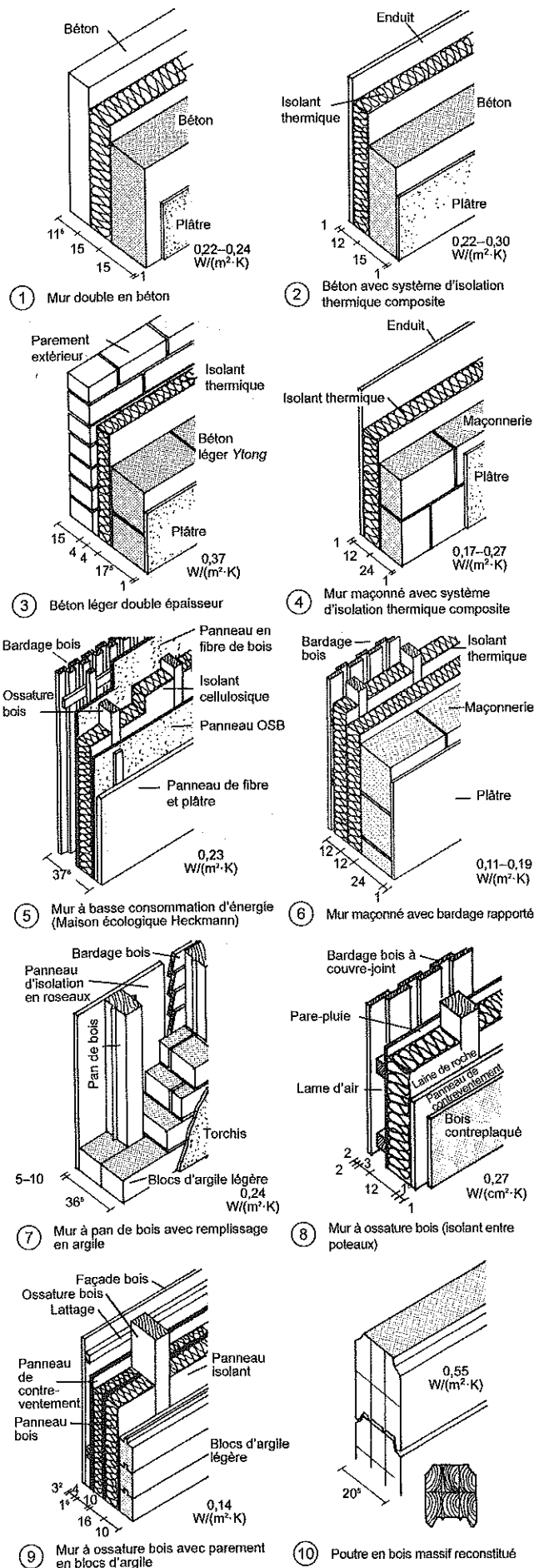
Éléments	Longueurs en m			Lits	Hauteurs en m par épaisseur des blocs en mm						
	A	O	V		52	71	113	155	175	238	
1	0,115	0,135	0,125	1	0,0625	0,0833	0,125	0,1666	0,1875	0,25	
2	0,240	0,260	0,250	2	0,1250	0,1667	0,2500	0,3334	0,3750	0,50	
3	0,365	0,385	0,375	3	0,1875	0,2500	0,3750	0,5000	0,5625	0,75	
4	0,490	0,510	0,500	4	0,2500	0,3333	0,5000	0,6666	0,7500	1,00	
5	0,615	0,635	0,625	5	0,3125	0,4167	0,6250	0,8334	0,9375	1,25	
6	0,740	0,760	0,750	6	0,3750	0,5000	0,7500	1,0000	1,1250	1,50	
7	0,865	0,885	0,875	7	0,4375	0,5833	0,8750	1,1666	1,3125	1,75	
8	0,990	1,010	1,000	8	0,5000	0,6667	1,0000	1,3334	1,5000	2,00	
9	1,115	1,135	1,125	9	0,5625	0,7500	1,1250	1,5000	1,6875	2,25	
10	1,240	1,260	1,250	10	0,6240	0,8333	1,2500	1,6666	1,8750	2,50	
11	1,365	1,385	1,375	11	0,6875	0,9175	1,3750	1,8334	2,0625	2,75	
12	1,490	1,510	1,500	12	0,7500	1,0000	1,5000	2,0000	2,2500	3,00	
13	1,615	1,635	1,625	13	0,8125	1,0833	1,6250	2,1666	2,4375	3,25	
14	1,740	1,760	1,750	14	0,8750	1,1667	1,7500	2,3334	2,6250	3,50	
15	1,865	1,885	1,875	15	0,9375	1,2500	1,8750	2,5000	2,8125	3,75	
16	1,990	2,010	2,000	16	1,0000	1,3333	2,0000	2,6666	3,0000	4,00	
17	2,115	2,135	2,125	17	1,0625	1,4167	2,1250	2,8334	3,1875	4,25	
18	2,240	2,260	2,250	18	1,1250	1,5000	2,2500	3,0000	3,3750	4,50	
19	2,365	2,385	2,375	19	1,1875	1,5833	2,3750	3,1666	3,5625	4,75	
20	2,490	2,510	2,500	20	1,2500	1,6667	2,5000	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	Nombre de lits par mètre de hauteur	Épaisseur du mur en cm	Par m² de mur		Par m³ de maçonnerie	
					Nombre de blocs	Litres de mortier	Nombre de blocs	Litres de mortier
Blocs creux (jusqu'à 10% de mortier en moins pour les blocs pleins)	DF	24x11,5x5,2	16	11,5	66	29	573	242
				36,5	132	68	550	284
	NF	24x11,5x7,1	12	11,5	50	26	428	225
				36,5	99	64	412	265
	2DF	24x11,5x11,3	8	11,5	33	19	286	163
				36,5	66	49	275	204
	3DF	24x17,5x11,3	8	17,5	33	28	188	160
				24	45	42	185	175
	4DF	24x24x11,3	8	24	33	39	137	164
	8DF	24x24x23,8	4	24	16	20	69	99
Bloc plein ou creux	Bloc plein	49,5x17,5x23,8	4	17,5	8	16	46	84
	Bloc creux	49,5x24x23,8	4	24	8	22	33	86
	Bloc plein	49,5x30x23,8	4	30	8	26	27	88
	Bloc creux	37x24x23,8	4	24	12	26	50	110
	Bloc plein	37x30x23,8	4	30	12	32	42	105
	Bloc creux	24,5x36,5x23,8	4	36,5	16	36	45	100

12 Quantité de matériaux de construction pour ouvrages de maçonnerie.



MURS CONSTRUCTION MIXTE

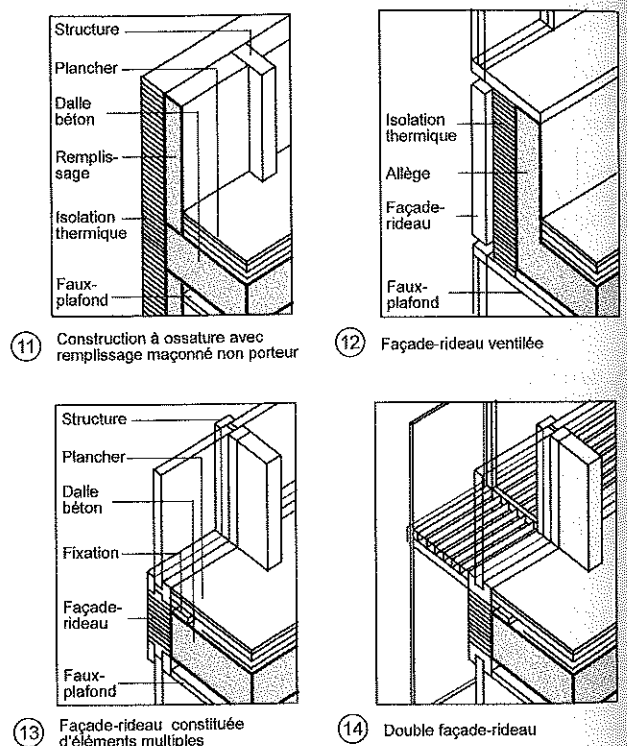
Murs en béton armé (fig. 1 et 2)

Les murs en béton armé sont réalisés en béton banché ou en éléments préfabriqués de béton armé. Pour des raisons thermiques, les murs à simple épaisseur de béton armé ne peuvent être exécutés pour des murs extérieurs qu'avec l'ajout d'une couche d'isolant thermique. Celle-ci peut être réalisée comme système d'isolation thermique composite (fig. 1) ou sous forme d'une solution de multicouches (analogue p. 105) avec une isolation centrale, le cas échéant avec une lame d'air ventilée.

Les murs doubles en béton armé (fig. 1) avec isolation intégrée peuvent être mis en œuvre sous la forme de grands panneaux préfabriqués pour murs extérieurs.

Murs en bois (fig. 5 à 10)

La technique de construction la plus ancienne de murs en bois est le principe des rondins de bois, dans lequel les rondins ou solives façonnés sont superposés et assemblés par emboîtement (fig. 10). La solution économique et la plus répandue est la technique de construction à ossature bois (avec remplissage en matériaux divers) dans laquelle les charges verticales sont reportées sur les poteaux. Une variante de la construction à ossature bois est la technique de panneaux préfabriqués, assemblés sur site. En cas d'utilisation de murs en bois, prévoir un débord de toit suffisant et un parement extérieur interchangeable dans la zone exposée aux rejets d'eau.



Murs extérieurs non porteurs

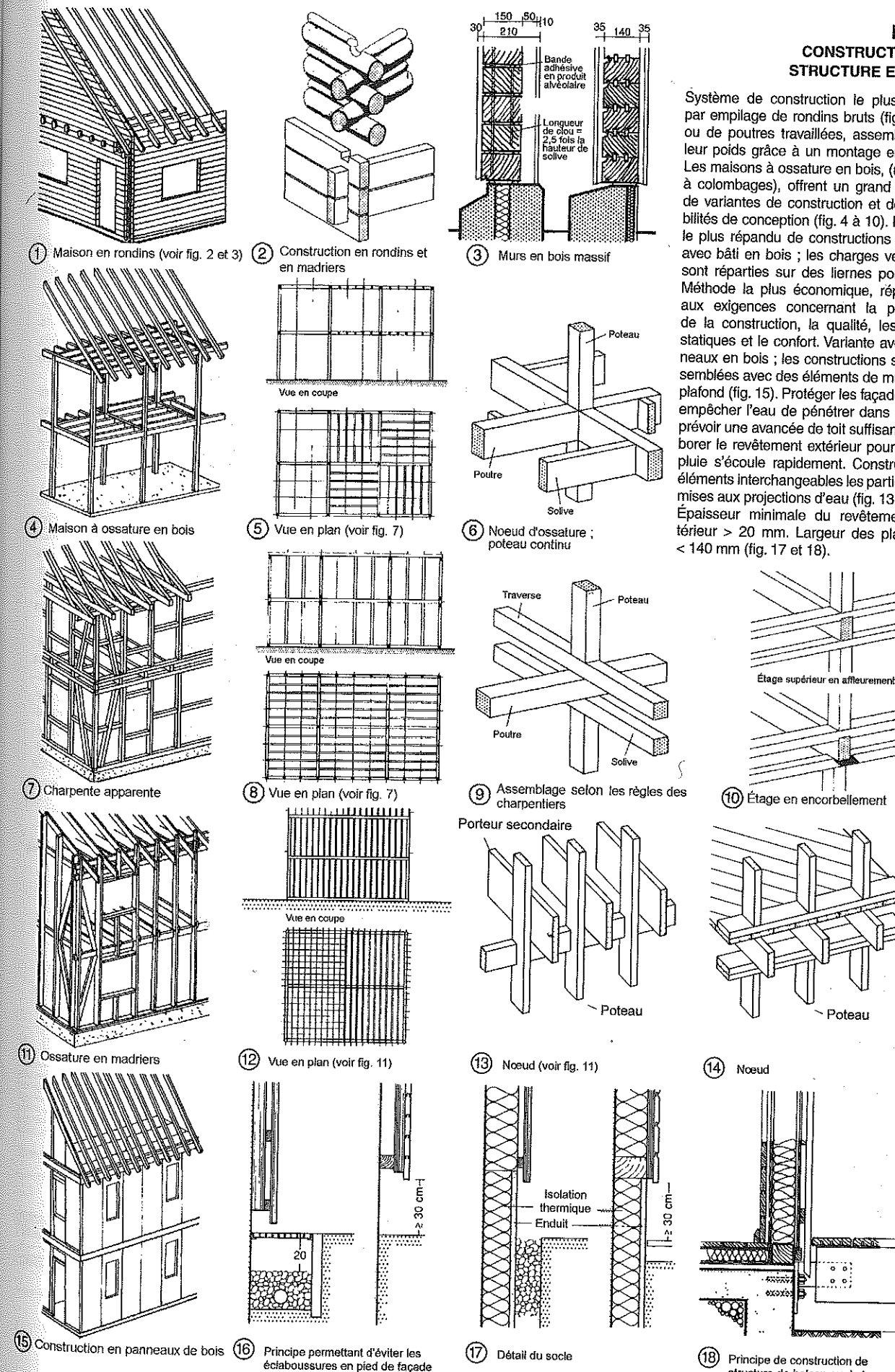
Les murs extérieurs non porteurs sont mis en œuvre avec une multitude de remplissages préfabriqués (par exemple dans le cas de construction à ossature) (fig. 11). Leur avantage tient aux faibles sollicitations des rives de dalles, à des temps de montage courts et aux possibilités de transformations ultérieures aisées.

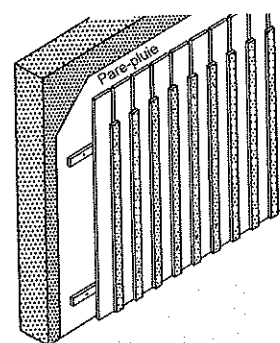
Murs-rideaux (fig. 12 à 14)

Ils sont réalisés en construction préfabriquée de métal et verre, sous forme de panneaux de façade en métal ou en matière synthétique, en éléments de façade multi-couches intégrant fenêtres et allèges, ou encore en éléments de béton préfabriqués. Pour la plupart, ce sont des éléments de la hauteur d'étage, ils sont fixés avec des équerres ou ancrages sur les planchers ou sur les poteaux de structure. Ils peuvent être combinés pour former des surfaces de murs à volonté.

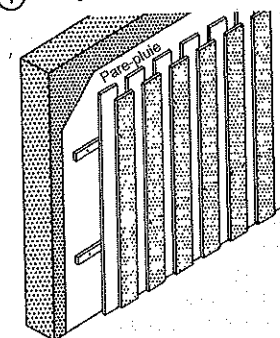
MURS CONSTRUCTIONS À STRUCTURE EN BOIS

Système de construction le plus ancien par empilage de rondins bruts (fig. 1 à 3) ou de poutres travaillées, assemblés par leur poids grâce à un montage en adent. Les maisons à ossature en bois (maisons à colombages), offrent un grand nombre de variantes de construction et de possibilités de conception (fig. 4 à 10). Procédé le plus répandu de constructions en bois avec bâti en bois ; les charges verticales sont réparties sur des liernes porteuses. Méthode la plus économique, répondant aux exigences concernant la physique de la construction, la qualité, les règles statiques et le confort. Variante avec panneaux en bois ; les constructions sont assemblées avec des éléments de mur et de plafond (fig. 15). Protéger les façades pour empêcher l'eau de pénétrer dans le bois, prévoir une avancée de toit suffisante. Élaborer le revêtement extérieur pour que la pluie s'écoule rapidement. Construire en éléments interchangeables les parties soumises aux projections d'eau (fig. 13 et 14). Épaisseur minimale du revêtement extérieur > 20 mm. Largeur des planches < 140 mm (fig. 17 et 18).

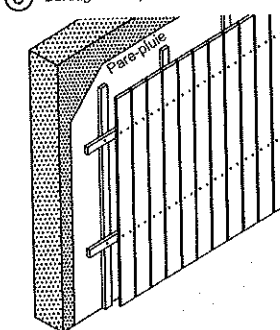




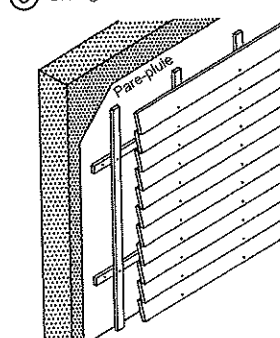
1 Bardage avec lattes couvre-joint



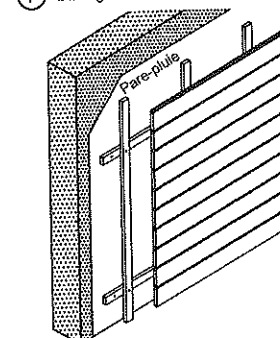
2 Bardage avec planches de recouvrement



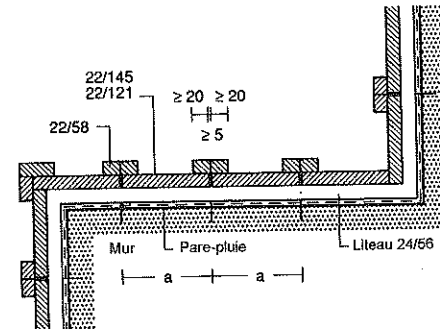
3 Bardage vertical avec feuillure



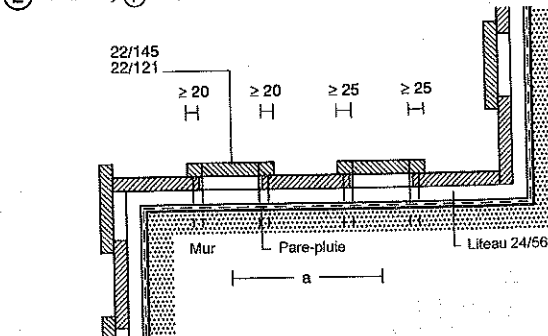
4 Bardage à recouvrement/clins



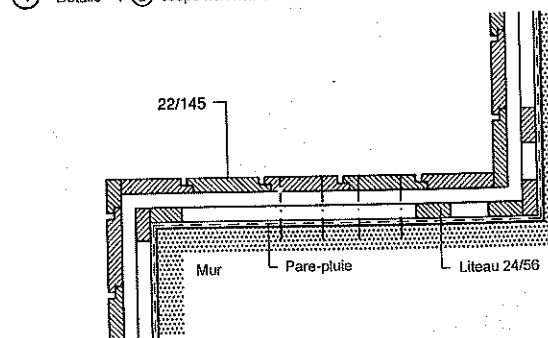
5 Bardage à recouvrement/planches bouvetées



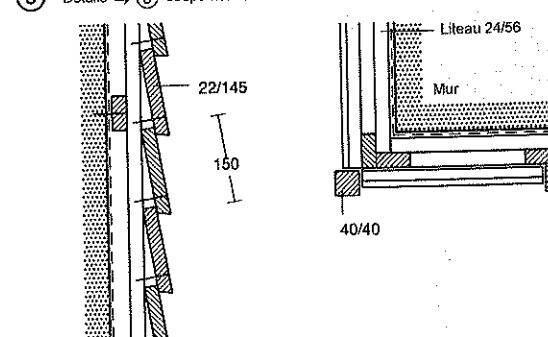
6 Détails → 1 coupe horizontale



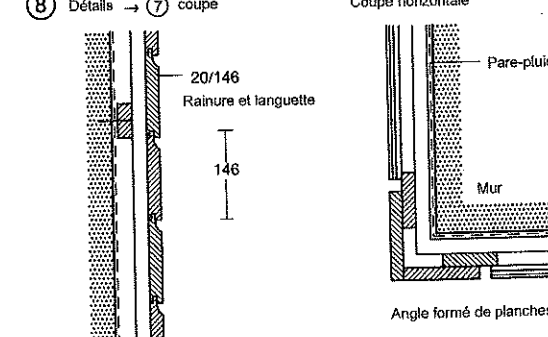
7 Détails → 2 coupe horizontale



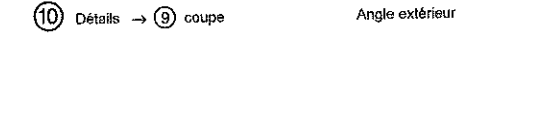
8 Détails → 3 coupe horizontale



9 Détails → 4 coupe horizontale



10 Détails → 5 coupe horizontale



11 Détails → 6 coupe horizontale

MURS CONSTRUCTIONS À REVÊTEMENT EN BOIS

Planches pour habillages extérieurs
Les planches débitées en rives parallèles, brutes de sciage ou rabotées, sont fabriquées dans des dimensions échelonnées jusqu'à 38 mm en épaisseur, 300 mm en largeur et 6 m en longueur.

Planches pour habillages extérieurs doivent avoir plus de 18 mm d'épaisseur et moins de 200 mm de largeur.

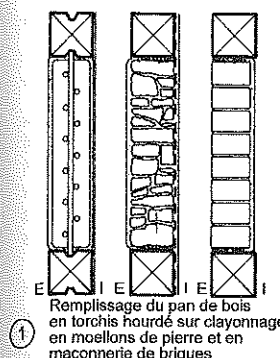
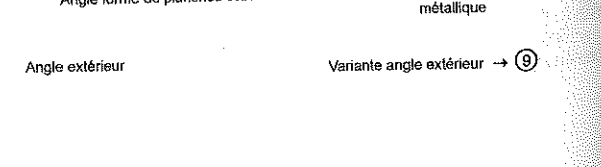
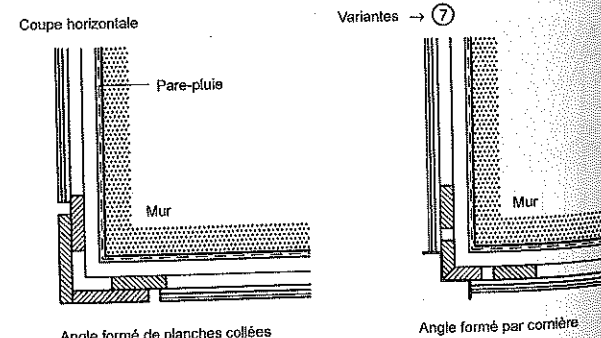
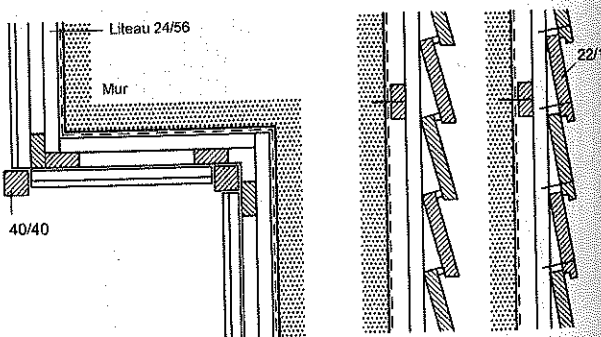
En particulier, pour les bardages à clins et bardages verticaux à lattes de recouvrement.

Les planches avec languettes sont débitées à bords parallèles avec une rainure fraisée sur toute la longueur. Largeur de la rainure légèrement supérieure au 1/3 de l'épaisseur de la planche.

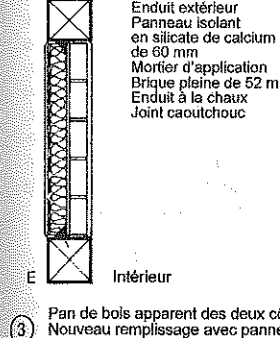
Ces planches permettent de donner du relief aux habillages verticaux. Les planches bouvetées : planches à rainure et languette, planches pour bardage à recouvrement, planches bouvetées avec rainure.

Fabriquées dans des dimensions ne dépassant pas 19,5 mm d'épaisseur, environ 150 mm de largeur et 6 m de longueur. Pour les habillages de murs extérieurs les essences de bois locales sont communément utilisées telles le sapin, le mélèze, le Douglas et le chêne. Seuls les western red cedar sont des bois d'importation.

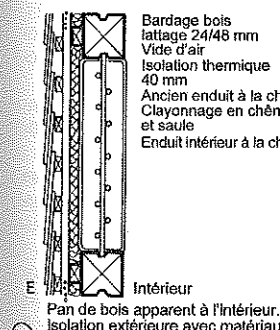
Les éléments de fixation restant apparents doivent être en acier inoxydable. Les habillages extérieurs sont sollicités principalement par le ruissellement de la pluie. Les grandes saillies de toitures minimisent considérablement cette sollicitation. L'eau de pluie doit pouvoir s'écouler rapidement hors des parties en bois et ne doit pas stagner en formant des poches d'eau.



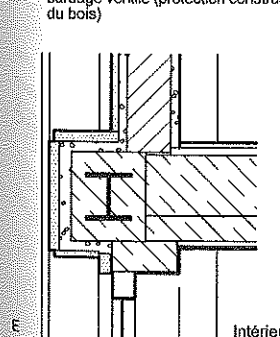
1 Remplissage du pan de bois en torchis hourdé sur clayonnage, en moellons de pierre et en maçonnerie de briques



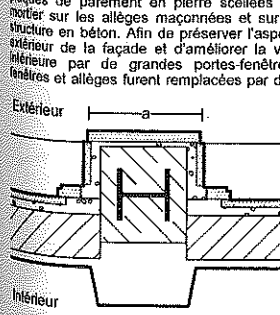
2 Enduit extérieur Panneau isolant en silicate de calcium de 60 mm Mortier d'application Brique pleine de 52 mm Enduit à la chaux Joint caoutchouc



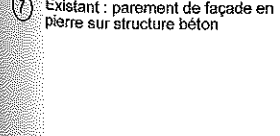
3 Enduit silicate 15 mm Textile Panneau à haute isolation thermique de 20 mm Panneau d'isolation en laine de roche de 80 mm Panneau à haute isolation thermique de 26 mm Textile (non métallique) Enduit à la chaux



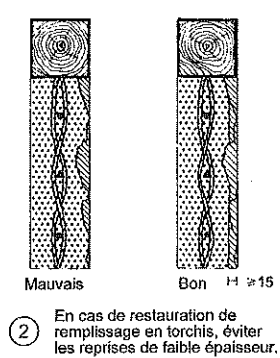
4 Bardage bois lattage 24/48 mm Vide d'air Isolation thermique 40 mm Ancien enduit à la chaux Clayonnage en chêne et saule Enduit intérieur à la chaux



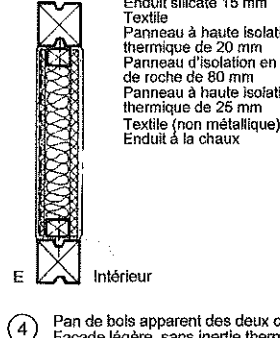
5 Enduit minéral extérieur Panneau léger en fibres de bois et ciment 25 mm Panneau isolant en laine de roche, 2 x 40 mm Lattage 24/48 mm Plaque de plâtre ou panneau à haute isolation thermique Enduit sur claires en roseaux



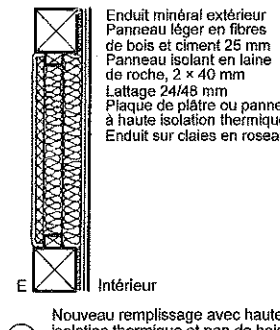
6 Pan de bois apparent des deux côtés. Nouveau remplissage avec panneaux d'isolant minéral et briques



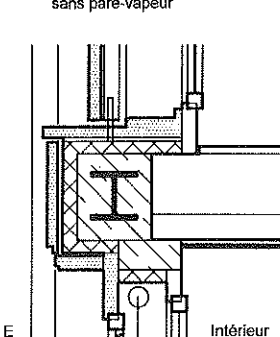
7 Enduit extérieur Panneau isolant en silicate de calcium de 60 mm Mortier d'application Brique pleine de 52 mm Enduit à la chaux Joint caoutchouc



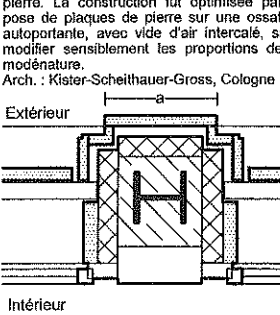
8 Enduit silicate 15 mm Textile Panneau à haute isolation thermique de 20 mm Panneau d'isolation en laine de roche de 80 mm Panneau à haute isolation thermique de 26 mm Textile (non métallique) Enduit à la chaux



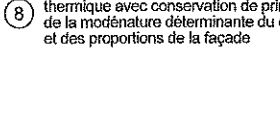
9 Bardage bois lattage 24/48 mm Vide d'air Isolation thermique 40 mm Ancien enduit à la chaux Clayonnage en chêne et saule Enduit intérieur à la chaux



10 Enduit minéral extérieur Panneau léger en fibres de bois et ciment 25 mm Panneau isolant en laine de roche, 2 x 40 mm Lattage 24/48 mm Plaque de plâtre ou panneau à haute isolation thermique Enduit sur claires en roseaux



11 Pan de bois apparent des deux côtés. Nouveau remplissage avec panneaux d'isolant minéral et briques



12 Enduit extérieur Panneau isolant en silicate de calcium de 60 mm Mortier d'application Brique pleine de 52 mm Enduit à la chaux Joint caoutchouc

Murs extérieurs

Les dommages sur les murs extérieurs résultent des intempéries ou du manque d'entretien, mais souvent aussi du fait de réparations inappropriées ou de travaux de modernisation inadéquats. En cas de modernisation ou de changement d'affectation des locaux, il faut prévoir une mise en conformité des façades aux exigences thermiques et structurelles en vigueur.

Pan de bois

Les murs à pan de bois se caractérisent par une différenciation entre structure porteuse et remplissage intermédiaire. Les remplissages des pans de bois doivent être exécutés de manière à ce qu'ils n'assurent aucune fonction porteuse. La construction en bois se passe traditionnellement de tout élément de liaison métallique et peut, en règle générale être remise en état sans l'adjonction d'éléments en acier ou en fer (l'eau de condensation sur les pièces en métal pouvant endommager le bois).

Le remplissage original des pans de bois est réalisé principalement en brique apparente ou torchis enduit suivant les régions (fig. 1 et 2).

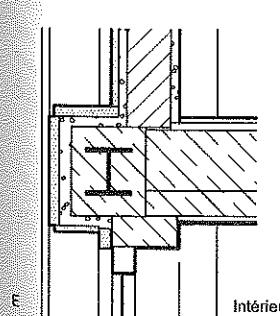
En raison de la dilatation du bois, il faut prévoir des joints entre le pan de bois et le remplissage pour éviter l'apparition de fissures. La pose de lattes triangulaires ou encore le rainurage du bois devraient contribuer à fixer le remplissage et garantir l'étalement à l'air. Les protections constructives du bois (grand débord de toiture, enduit continu sur toute la surface, ou bardage avec vide d'air) sont destinées à prévenir les désordres causés par les infiltrations d'eau extérieure. Les peintures étanches et les jointements synthétiques sont l'une des principales causes de grands désordres sur les pans de bois car ils enferment l'humidité à l'intérieur du mur ! Les remplissages en torchis doivent toujours être soigneusement entretenus et ceux endommagés, réparés immédiatement. Le remplissage en torchis, tant pour ses caractéristiques de mise en œuvre que ses qualités physiques ou biologiques, n'a pas d'équivalent. Même l'altération par des champignons ou des insectes est moins fréquente que pour d'autres types de remplissage. Il n'existe à ce jour aucun autre remplissage que l'on puisse recommander et qui soit comparable au remplissage en torchis sur clayonnage (fig. 1 et 5). Ainsi, le remplissage en maçonnerie contrevient la construction, ce qui est contradictoire avec le principe même du bâtiment à pan de bois et d'autre part, les remplissages en matériaux légers ne présentent aucune inertie thermique.

Pierres naturelles et façades en stuc

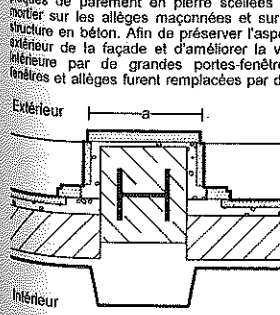
Les murs massifs de façades dont la modénature est réalisée en pierre naturelle ou en stuc, peuvent, en règle générale, être améliorés énergétiquement à l'aide d'une isolation thermique intérieure (voir p. 68, fig. 7).

En cas de remplacement du parement en pierre naturelle, une isolation peut être posée derrière la façade en pierre. Les éléments de parement de façade doivent être fixés sur une ossature autoportante. La modénature et les proportions d'origine de la façade devraient être conservées.

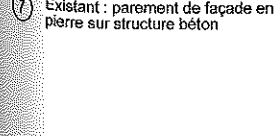
Si le coût de la mise en œuvre d'une isolation thermique conformément à Pour tous les systèmes d'isolation thermique appliqués sur l'extérieur, il convient de régler au préalable les problèmes juridiques qui peuvent survenir du fait du dépassement des limites d'emprise et de surface au sol (fig. 7 et 8).



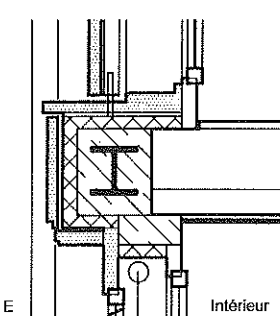
27 Intervention sur construction existante avec plaques de parement en pierre scellées au mortier sur les allèges maçonnées et sur la structure en béton. Afin de préserver l'aspect extérieur de la façade et d'améliorer la vue intérieure par de grandes portes-fenêtres, fenêtres et allèges furent remplacées par des doubles fenêtres avec élément d'allège en pierre. La construction fut optimisée par la pose de plaques de pierre sur une ossature autoportante, avec vide d'air intercalé, sans modifier sensiblement les proportions de la modénature. Arch. : Kister-Scheithauer-Gross, Cologne.



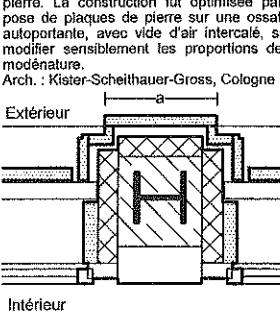
28 Amélioration technique de l'isolation thermique avec conservation de principe de la modénature déterminante du dessin et des proportions de la façade



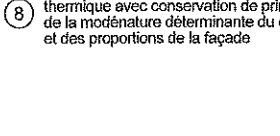
29 Existant : parement de façade en pierre sur structure béton



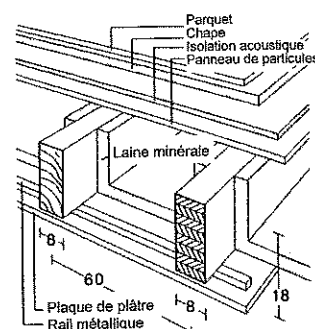
30 doubles fenêtres avec élément d'allège en pierre. La construction fut optimisée par la pose de plaques de pierre sur une ossature autoportante, avec vide d'air intercalé, sans modifier sensiblement les proportions de la modénature. Arch. : Kister-Scheithauer-Gross, Cologne.



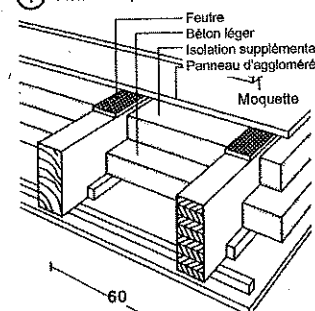
31 Amélioration technique de l'isolation thermique avec conservation de principe de la modénature déterminante du dessin et des proportions de la façade



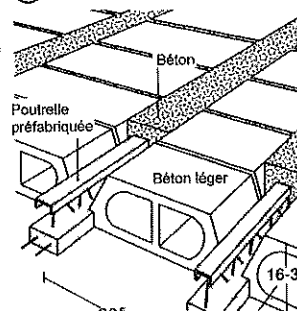
32 Existant : parement de façade en pierre sur structure béton



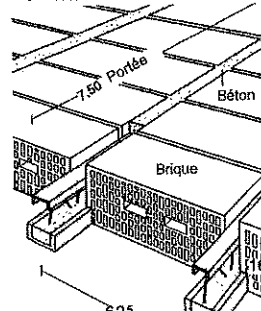
1 Plancher à poutres en bois



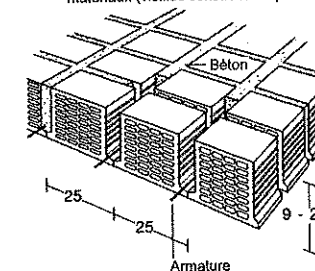
2 Plancher à poutres en bois apparentes



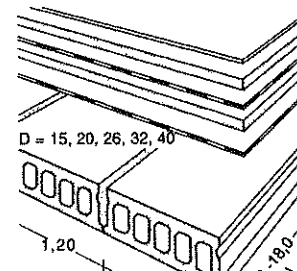
3 Plancher à poutres en bois avec béton coulé



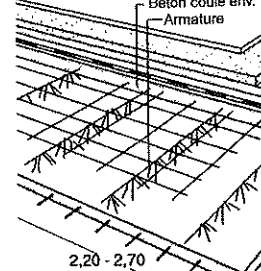
4 Plancher à poutres en bois avec remplissage en béton léger ou autres matériaux (vieilles constructions)



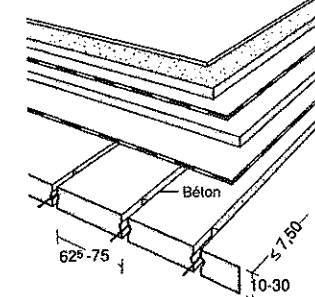
5 Plancher en éléments préfabriqués avec hourdis



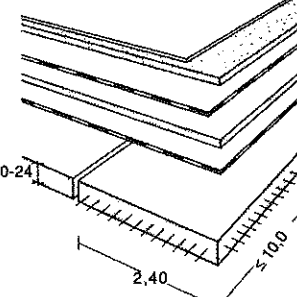
6 Plancher en briques avec poutrelles préfabriquées



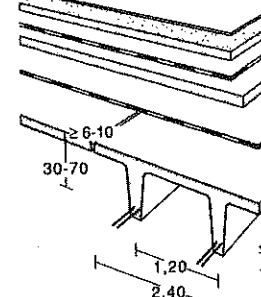
7 Plancher mixte en acier et en pierre avec remplissage béton



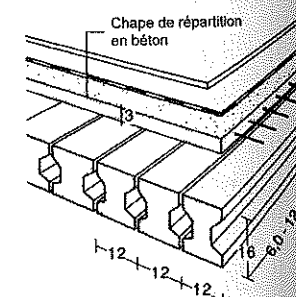
8 Plancher en béton précontraint et dalles creuses



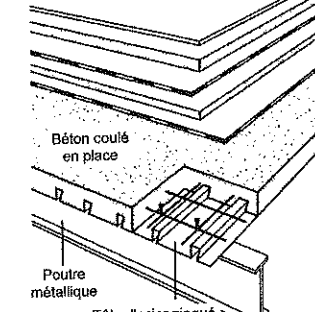
9 Plancher sur pré-dalles en béton armé



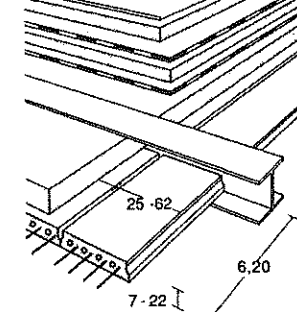
10 Plancher à poutres jointives et béton armé



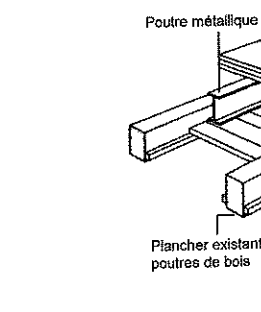
11 Plancher sur dalles préfabriquées



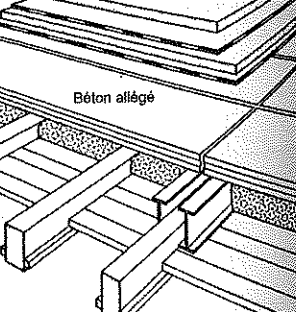
12 Plancher sur pré-dalles préfabriquées



13 Plancher en dalles nervurées



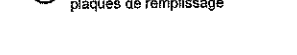
14 Plancher à poutres métalliques avec plaques de remplissage



15 Plancher mixte



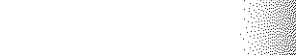
16 Plancher à poutres métalliques avec plaques de remplissage



17 Nouveau plancher en acier et béton allégé sur ancien plafond



18 Plancher à poutres métalliques avec plaques de remplissage



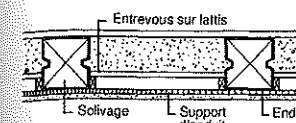
PLANCHERS CONSTRUCTION DES PLANCHERS

Les planchers séparent les étages entre eux pour en permettre une utilisation appropriée. On les classe selon leurs matériaux de construction : pierres naturelles ou artificielles, béton, acier, bois et béton léger.

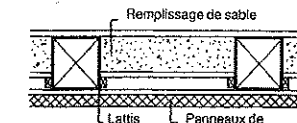
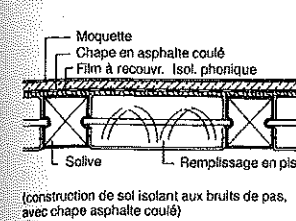
Du point de vue statique, on distingue les planchers horizontaux, les planchers avec sollicitation en flexion, les planchers voûtés avec sollicitation en compression. Selon le mode de fabrication, les planchers peuvent être réalisés sur place, en éléments préfabriqués et assemblés sur place ou avec des ensembles préfabriqués. L'ensemble des strates composant le plancher et les murs porteurs déterminent le système de stabilité statique du bâtiment.

Les différents types de planchers

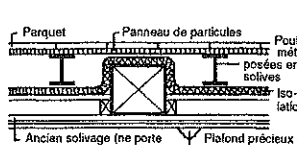
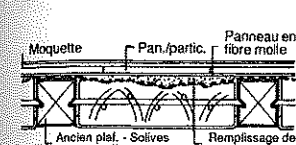
- planchers à poutres en bois massif ou à poutres en lamellé-collé, réalisés en construction apparente ou cachée (fig. 1 à 4) ;
- l'utilisation d'éléments composites en béton augmente l'insonorisation (fig. 2) ;
- planchers en éléments préfabriqués avec hourdis sans conséquence statique (fig. 5 et 6) ;
- planchers mixtes en acier et en pierre avec briques creuses (porteurs aussi), éléments nervurés (fig. 7) ;
- plancher creux en béton précontraint jusqu'à 16 m de portée : la précontrainte autorise une moindre hauteur de construction (fig. 8).



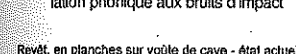
1 Amélioration acoustique par plafond suspendu



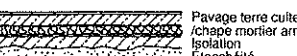
3 Amélioration de l'isolation thermique et acoustique en rénovation de plancher à solives



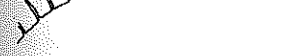
4 Mise en œuvre d'un plancher à poutres métalliques-ancien solivage avec plafond de valeur en stuco conservé



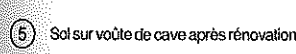
6 Renforcement des points faibles des pans de bois dans la zone du remplissage



7 Possibilité conventionnelle d'étanchéement de plancher à structure bois en construction ancienne



9 Constitution du sol et des murs dans locaux sanitaires d'une construction en pans de bois



10 Constitution du sol et des murs dans locaux sanitaires d'une construction en dur avec plancher à solives



11 Points de détails importants pour locaux humides



12 Cloison séparative isolante phonique à ossatures désolidarisées



13 Plancher à poutres métalliques avec plaques de remplissage



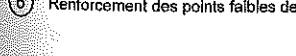
14 Plancher à poutres métalliques avec plaques de remplissage



15 Plancher à poutres métalliques avec plaques de remplissage



16 Plancher à poutres métalliques avec plaques de remplissage



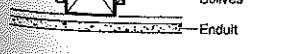
17 Plancher à poutres métalliques avec plaques de remplissage



18 Plancher à poutres métalliques avec plaques de remplissage



19 Plancher à poutres métalliques avec plaques de remplissage



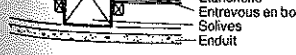
20 Plancher à poutres métalliques avec plaques de remplissage



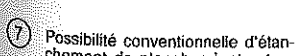
21 Plancher à poutres métalliques avec plaques de remplissage



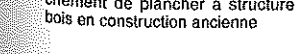
22 Plancher à poutres métalliques avec plaques de remplissage



23 Plancher à poutres métalliques avec plaques de remplissage



24 Plancher à poutres métalliques avec plaques de remplissage



25 Plancher à poutres métalliques avec plaques de remplissage



26 Plancher à poutres métalliques avec plaques de remplissage

PLANCHERS RÉFÉCTION

Planchers

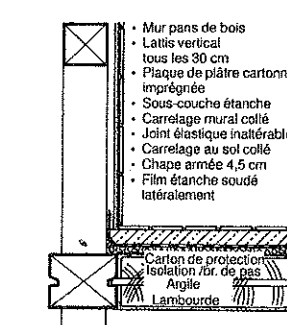
Le dimensionnement des planchers à poutres porteuses se faisait à l'époque de façon empirique et par le charpentier. Les charges étaient alors reprises par des poutres transversales appuyées sur un ou plusieurs supports longitudinaux latéraux. Un document de 1900 fait état d'une proportion de 5/7 entre la hauteur de poutre et la largeur servant de base pour évaluer les dimensions des poutres.

La règle empirique consistait à déduire la hauteur de la poutre en centimètres à partir de la moitié de la largeur du local mesuré en décimètres, soit 1/20°. En raison de ce dimensionnement, les poutres des anciens planchers en bois présentent souvent une flèche importante qui ne comporte certes aucun risque pour la stabilité tant que les contraintes admissibles ne sont pas dépassées. Possibilités de réfection (fig. 1 à 4). Renforcement de l'appui entre deux poutres de bois. Amélioration de la répartition des charges par pose de poutres en bois ou de poutrelles métalliques supplémentaires (fig. 1 à 4).

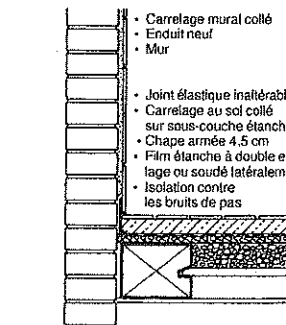
Diminution de la portée par la pose d'un ou de plusieurs appuis ou d'un mur de refend porteur. Des modifications constructives sur la structure nécessitent une analyse précise de toutes les fonctions de rigidification et de transmission des forces. Pour que celle-ci soit réellement sans risques, il convient de connaître la liaison par adhérence de tous les assemblages.

Une amélioration de l'isolation phonique suppose souvent l'augmentation de la masse du plancher, ce qui passe en règle générale par un renforcement de sa capacité portante. La transmission des bruits d'impact peut être limitée par un découplage entre le revêtement de sol et la construction et par le choix de revêtements de sol souples (fig. 1 à 4).

Le passage à de nouveaux standards de construction nécessite souvent le remplacement complet des planchers (fig. 1 à 4). La création de salles de bains sur des planchers à poutres en bois demande une attention particulière car le repérage des désordres sur la structure liés à l'humidité est très délicat, voire impossible (fig. 7 à 12).



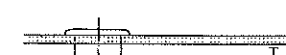
1 Mur pans de bois



2 Carrelage mural collé



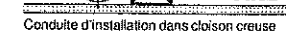
3 Joint élastique inaltérable



4 Carrelage au sol collé sur sous-couche étanche



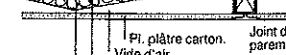
5 Carrelage au sol collé



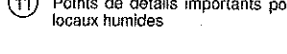
6 Film étanche à double encollage ou soudé latéralement



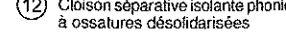
7 Isolation contre les bruits de pas



8 Lavabo suspendu sur mur à colombage ou cloison



9 Construction de mur et sol pour douche



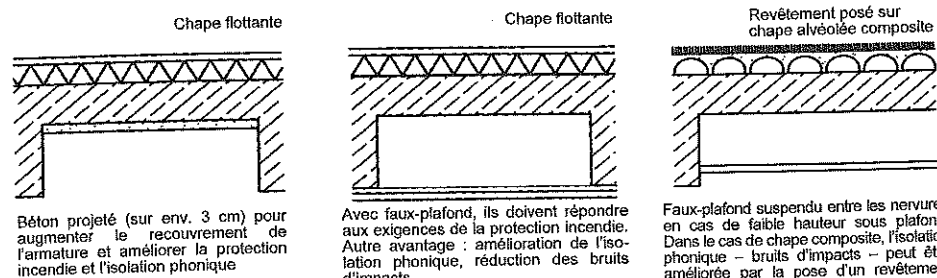
10 Lavabo suspendu sur cadre acier devant cloison



11 Raccord de sol au droit d'un seuil de porte



12 Plancher à poutres métalliques avec plaques de remplissage

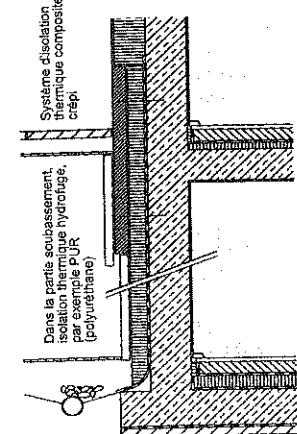


Béton projeté (sur env. 3 cm) pour augmenter le recouvrement de l'armature et améliorer la protection incendie et l'isolation phonique

Avec faux-plafond, ils doivent répondre aux exigences de la protection incendie. Autre avantage : amélioration de l'isolation phonique, réduction des bruits d'impacts

Faux-plafond suspendu entre les nervures en cas de faible hauteur sous plafond. Dans le cas de chape composite, l'isolation phonique - bruits d'impacts - peut être améliorée par la pose d'un revêtement (tapis, moquette...).

1 Amélioration qualitative de planchers en béton dans le cas de rénovation de bâtiments anciens ou de changement d'usage



2 Amélioration des murs extérieurs par isolation thermique composite

Modes d'évaluation	Méthodes de contrôle / moyens
Présence de cavités, de lacunes	Sonder au marteau ou au barreau d'acier, mesures par ultrasons
Résistance à la tension en surface	Mesures au scléromètre, machine Schenk-Trebel entre autres
Résistance à la compression (test non destructif)	Marteau-piqueur
Largeur de fissuration	Loupe de mesure, règle de détermination de largeur de fissure
Variation des largeurs de fissuration	Témoins de fissure, cadran, détecteur d'induction
Carbonation	Test à la phénolphthaléine sur cassures récentes
Présence de chlorures	Application pulvérisée de nitrate d'argent (qualitatif) Procédé Quantab (semi-quantitatif)
Épaisseur de recouvrement béton de l'armature	Instruments de mesure électromagnétiques
Activités de corrosion	Mesures du champ de potentiel électrique
Degré d'usure par corrosion de l'armature	Pied à coulisse

3 Méthodes de contrôle des qualités de bétons

Catégories d'environnement	Exemples de conditions d'environnements	Fers à béton			Câbles de précontrainte		
		Général	Systèmes poreux à deux dimensions	C40/50	Général	Systèmes poreux à deux dimensions	C40/50
1	Espaces intérieurs d'immeubles d'habitations ou de bureaux (à ne prendre en compte qu'en l'absence de mauvaises conditions climatiques sur une longue période pendant l'exécution de la construction)	15	15	15	25	25	25
2 2a	- Locaux à haut degré d'humidité (par exemple : laveries, buanderies) - Parties extérieures de bâtiment - Parties de bâtiment enterrées dans un sol non agressif et/ou eau	20	15	15	30	25	25
2b	- Parties extérieures de bâtiment qui sont exposées au gel - Parties de bâtiments dans un sol non agressif / eau avec gel - Parties intérieures de bâtiment avec haut degré d'humidité et action du gel	25	20	20	35	30	30
3	- Parties extérieures de bâtiment exposées au gel et à des produits de dégel	40	35	35	50	45	45
4 de même avec gel	- Parties de bâtiment dans la zone des eaux de rejets ou parties de bâtiment immergées dans l'eau de mer, et pour lesquelles une partie de la surface est exposée à l'air - Parties de bâtiment en atmosphère à saturation saline de l'air (dans des zones côtières immédiates)	40	35	35	50	45	45
5 5a	- Environnement à faible agressivité chimique (gazeux, liquide ou solide), atmosphère industrielle	25	20	20	35	30	30
5b	- Environnement chimique moyennement agressif (gazeux, liquide, solide)	30	25	25	40	35	35
5c	- Environnement chimique très agressif (gazeux, liquide, solide)	40	35	35	50	45	50

4 Recouvrement minimal des armatures d'après l'Eurocode 2 (EC2)

Ancienne	B 15	B 20	B 25	B 30	-	B 40	-	B 50	-	B 60
Nouvelle	C12/15	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	-	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60

5 Nouvelles désignations des résistances de béton d'après l'Eurocode 2 (EC2)

PLANCHERS RESTAURATION DES BÉTONS

Exigences

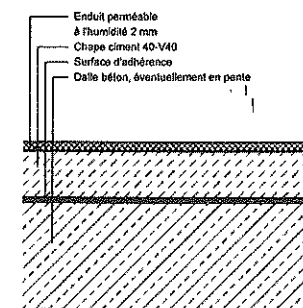
Avant tout assainissement de constructions en béton il convient de dresser un état des lieux, en l'occurrence une analyse des désordres. Les points suivants doivent être considérés avec la plus grande attention : Les surfaces : dommages par manque de recouvrement des armatures. Les causes en sont les faibles exigences des anciennes prescriptions du bâtiment et, fréquemment, des exécutions peu soignées. La carbonation (passage du milieu alcalin du béton en un milieu acide produit par les conditions de l'environnement) amène à la corrosion des armatures. Ceci provoque l'éclatement du béton en surface.

Les joints : Le matériau de jointoiement devrait être remplacé au bout de dix ans maximum. Si ce n'est pas fait, des dommages se produisent par intrusion d'eau dans la construction (par exemple dommages dus au gel). Éléments de construction : Des épaisseurs de murs et de planchers trop faibles au vu des exigences des règles de protection incendie et phonique requièrent des mesures supplémentaires. Matériaux pour le remplacement du béton :

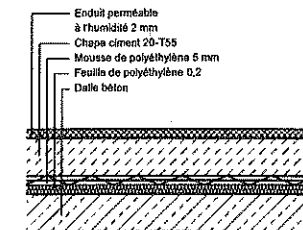
- béton et mortier fortement cimentés,
- béton et mortier fortement cimentés, modifiés par adjuvants synthétiques,
- béton et mortier composite thermomodifiable.

Les mortiers et bétons à adjuvants de résines synthétiques ne sont pas adéquats pour l'optimisation de la protection incendie. Les surfaces doivent être nettoyées et présenter les résistances prescrites, respectivement pour chaque type d'intervention.

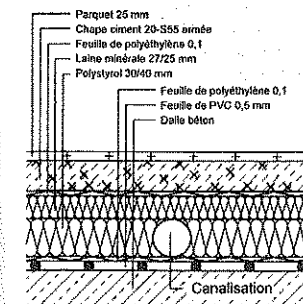
Le décollement d'éclats de béton en grandes surfaces et la désoxydation des armatures devraient être réalisés par jet d'eau à haute pression. Si l'épaisseur de recouvrement exigible du béton est obtenue, une protection supplémentaire contre la corrosion des armatures n'est pas nécessaire. S'il ne peut être réalisé qu'une épaisseur de recouvrement plus mince, l'armature doit recevoir un traitement supplémentaire contre l'oxydation. Dans ce cas des exigences accrues de désoxydation s'imposent.



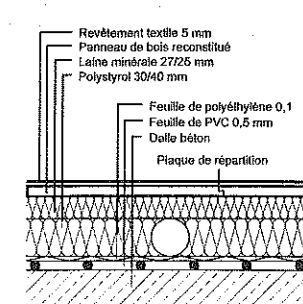
1 Constructions pour locaux industriels. Plancher en béton sur terre-plein : épaisseur de plancher sur dalle d'environ 4 cm ; charge admissible 10 kN/m²



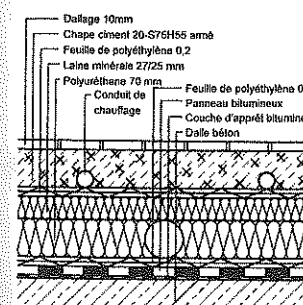
2 Local dans cave : épaisseur de plancher d'environ 6 cm ; charge admissible 2 kN/m²



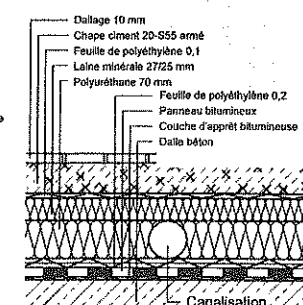
3 Construction de logement. Plancher entre deux étages : épaisseur de plancher d'environ 14,5 cm ; charge admissible 2 kN/m²



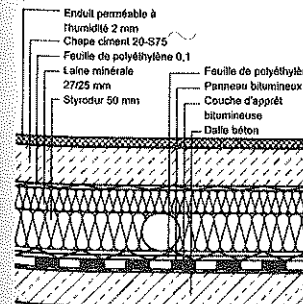
4 Comme fig. 5 mais avec solution « sèche » : épaisseur de plancher d'environ 10,5 cm ; charge admissible 2 kN/m²



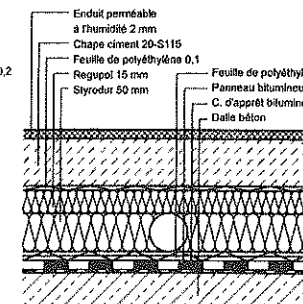
5 Construction de logement. Disposition pour salle de séjour sur terre-plein : avec chauffage par le plancher, épaisseur du plancher d'environ 19 cm ; charge admissible 2 kN/m²



6 Comme dans la figure précédente mais sans chauffage par le plancher : épaisseur du plancher d'environ 17 cm ; charge admissible 2 kN/m²



7 Constructions pour locaux professionnels. Plancher en béton sur terre-plein : épaisseur de plancher d'environ 16 cm ; charge admissible 5 kN/m²



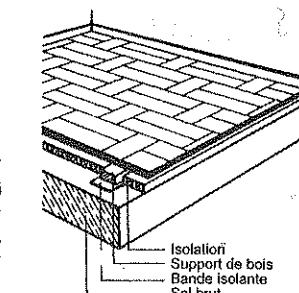
8 Comme dans la figure 7 mais avec une charge admissible de 10 kN/m² : épaisseur de plancher d'environ 19 cm

Composition des planchers

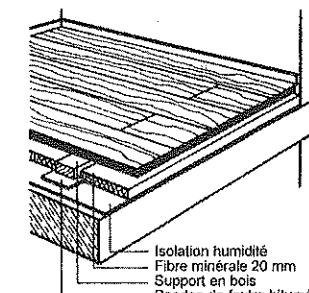
Le plancher est l'élément de construction qui supporte le plus de charge. Il doit recevoir toutes les charges résultant du passage dans une pièce. La structure d'ensemble détermine la construction des planchers suivant les exigences concernant la protection contre la chaleur, le bruit et l'humidité ainsi que le type, la disposition et l'épaisseur des couches spécifiques. Tenir compte de l'isolation et de l'étanchéité ainsi que de la disposition des joints de dilatation. La charge admissible des planchers en ciment dépend de trois paramètres : l'épaisseur de la chape, la qualité de la chape et la charge admissible des autres couches (par exemple isolation) (voir dessins).

La charge par unité de surface mentionnée est valable pour les chapes flottantes en ciment sur des couches d'isolation dynamique et pour des chapes chauffantes en prenant l'épaisseur à partir du niveau supérieur des tuyaux. Voir illustrations pour construction de différentes catégories de planchers.

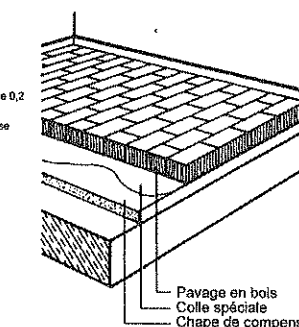
Revêtement de sol ou parquet : En bois naturel sous la forme de lamelles, de plaques, de mosaïque, de lames (fig. 9 à 12). La face supérieure des éléments de parquet préfabriqués est en chêne ou d'un autre bois pour trois catégories différentes de parquet. Types de bois pour parquets : épicéa/sapin. Lames avec rainure et languette : épicéa/sapin, pin rouge d'Amérique, pitchpin. Pavés en bois : Bois de bout, carré ou rond, posé sur un support en béton (fig. 11 et 12).



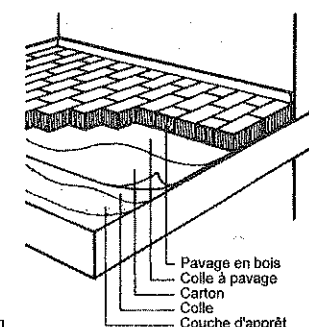
9 Parquet en éléments préfabriqués sur support bois



10 Parquet en éléments préfabriqués sur support bois

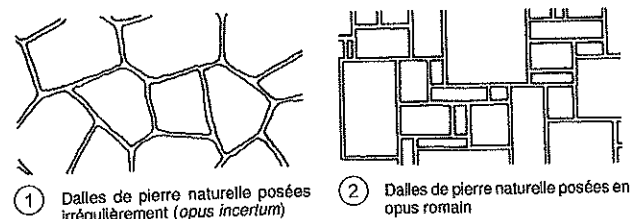


11 Pavage en bois posé sous pression avec traitement de surface (espace habitable)



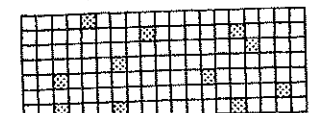
12 Pavage en bois posé sous pression sur un support en béton aplani et ribbé (domaine à fort trafic)

PLANCHERS REVÊTEMENTS DE SOL

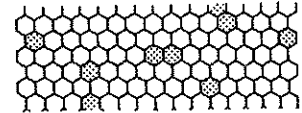


1 Dalles de pierre naturelle posées irrégulièrement (opus incertum)

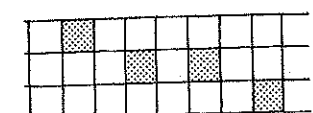
2 Dalles de pierre naturelle posées en opus romain



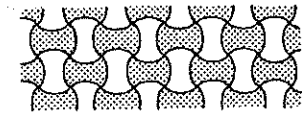
3 Carrelage en petits carreaux 20/20 ou 33/33 mm



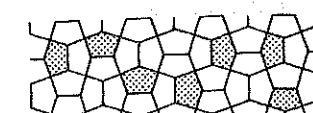
4 Carrelage en petits carreaux hexagonaux 25/39 ou 50/60 mm



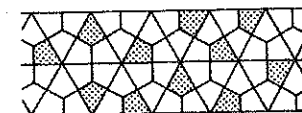
5 Carrelage en carreaux 50/50, 69/69 ou 75/75 mm



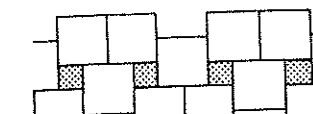
6 Carrelage en petits carreaux à secteurs circulaires 35/35 ou 48/48 mm



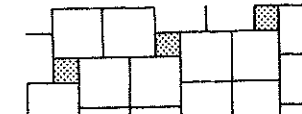
7 Carrelage en petits carreaux à cinq faces 45/32 mm



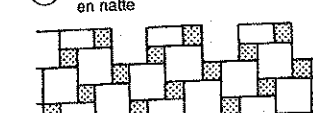
8 Carrelage à petits carreaux de type Essen 57/80 mm



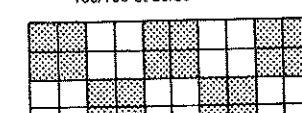
9 Carreaux avec pièces intercalaires en natte



10 Carreaux avec pièces intercalaire 100/100 et 50/50



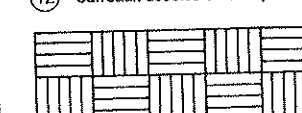
11 Carreaux avec pièces intercalaires en assemblage décalé



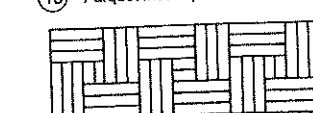
12 Carreaux doublés en échiquier



13 Parquet mosaïque



14 Parquet mosaïque



15 Parquet mosaïque en natte



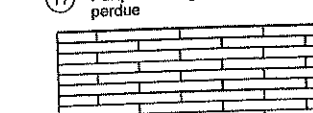
16 Modèle à chevrons



17 Parquet à l'anglaise à coupe perdue



18 Parquet à coupe perdue posé en diagonale



19 Parquet à l'anglaise à coupe de pierre



20 Parquet à coupe perdue posé en diagonale avec bordure

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 égrissées (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.

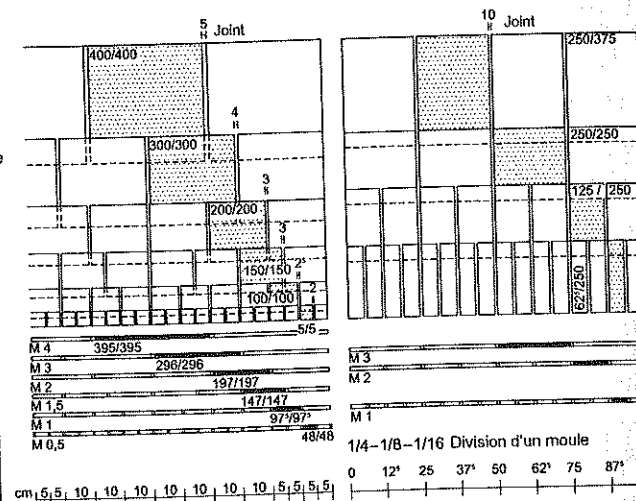
Sols en mosaïque : En éléments de différentes couleurs. Matériau : verre, céramique ou pierre naturelle. Pose sur lit de mortier de ciment ou collage (fig. 3 à 8).

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.

La face supérieure des éléments de parquet préfabriqués est constituée de chêne ou d'un autre bois de parquet.

Lames avec rainure et languette : épicea/sapin de Norvège, pin rouge d'Amérique, pitchpin.



21 Système des modules de carreaux en grés cérame

22 Système des modules de carreaux en grés étiré



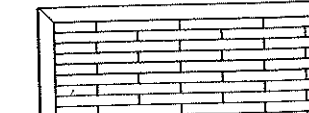
23 Parquet à bâton rompu



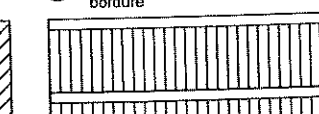
24 Parquet à motif de vannerie



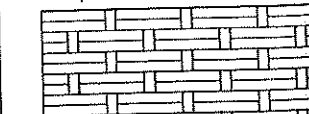
25 Parquet à bâton rompu avec bordure



26 Parquet à l'anglaise à coupe de pierre avec bordure



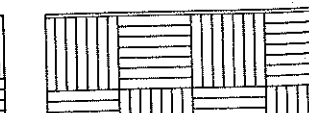
27 Parquet avec motif en échelle



28 Parquet à motif de vannerie



29 Parquet à compartiments



30 Parquet en damier

TOITURES FORMES DE TOITURES

La forme et l'inclinaison de la toiture, le choix de la couverture, tout comme la forme des extrémités en rive latérale et à l'égout, fixent de manière décisive l'apparence extérieure du bâtiment. Les figures 1 à 16 montrent les formes de base des toits et des combles.

Toit à un versant : sa surface est en général exposée aux pluies. La forme du toit est réalisée selon les fonctions du bâtiment. La haute façade côté soleil permet de grandes fenêtres pour la lumière et la chaleur (fig. 2).

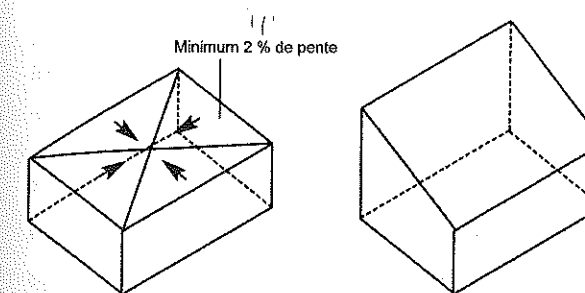
Toit à deux versants : forme toujours actuelle qui a fait ses preuves au point de vue de l'architecture et de la construction. C'est le toit incliné le plus répandu (fig. 3).

Toit en croupe : souligne la fonction de protection du toit et donne à la maison une allure notable. Ajouter des lucarnes apporte un plus et augmente la valeur de l'habitat (fig. 4 à 6).

Toit à croupe faîtière : sa forme offre un aspect particulier. Elle est utilisée traditionnellement dans les régions où les pignons doivent être protégés des intempéries (fig. 5).

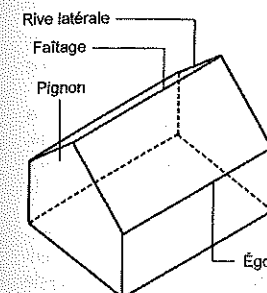
Toit à la Mansard : il assure les plus grandes possibilités de surface habitable (fig. 6).

Toit en pavillon : forme et lignes pures qui se rejoignent au faîte. La symétrie est l'élément dominant de cette forme de toit (fig. 12).

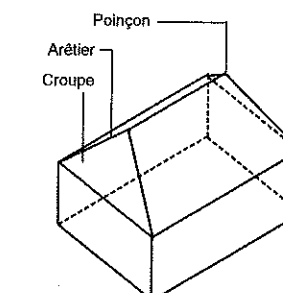


1 Toiture terrasse.

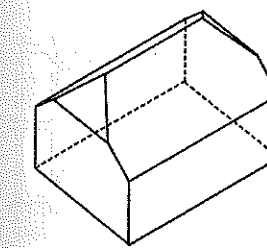
2 Toiture à un versant (ou en appentis).



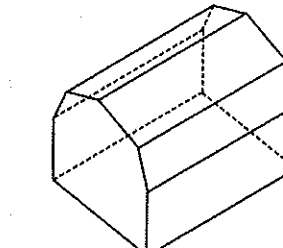
3 Toiture à deux versants (ou en bâtière).



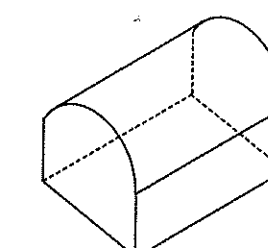
4 Toiture en croupe.



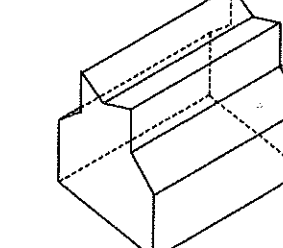
5 Toiture en demi-croupe.



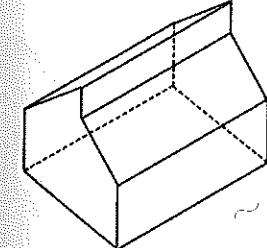
6 Toiture à la Mansard.



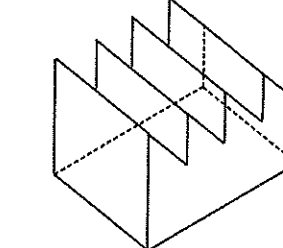
7 Toiture en berceau.



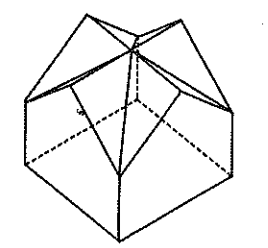
8 Toiture combinée.



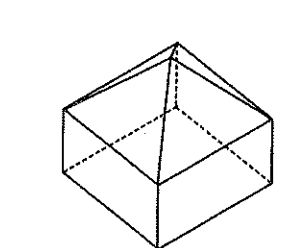
9 Toiture à versants décalés.



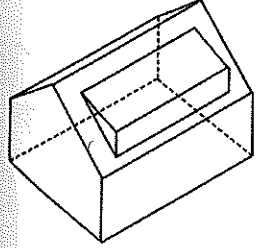
10 Toiture en sheds.



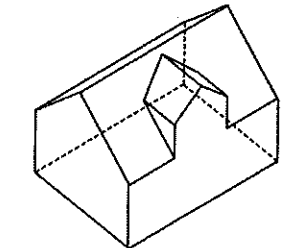
11 Toiture plissée.



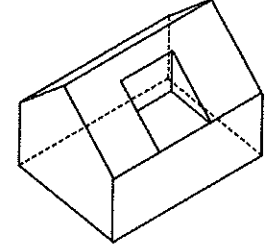
12 Toiture en pavillon.



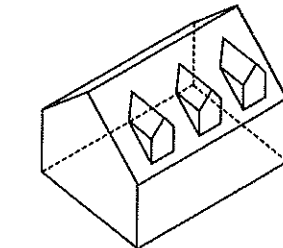
13 Toiture avec lucarne rampante ou en chien couché.



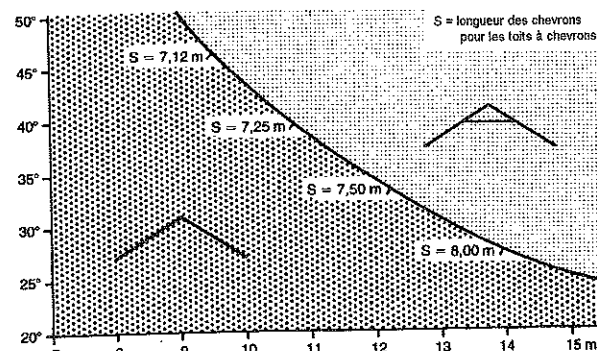
14 Toiture à lucarne pendante.



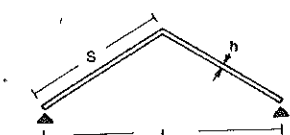
15 Toiture à lucarne rentrante.



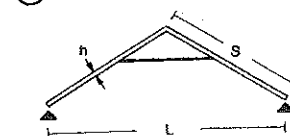
16 Toiture à lucarne à deux pans (ou en bâtière).



1 Limite de rentabilité entre les toits à chevrons et les toits avec entrain supérieur.

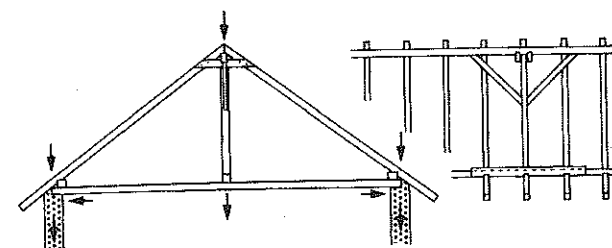


2 Toit à chevrons.

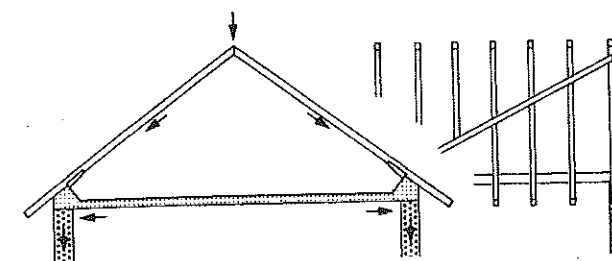


3 Toit avec entrain supérieur (faux-entrain).

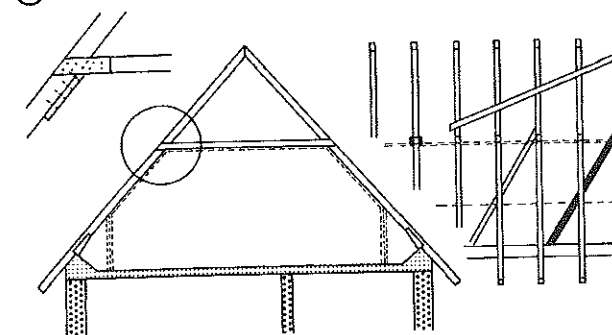
Pente du toit en degrés	Portée L en m	Hauteur de l'élément h
30-60	10-20	$h \sim \frac{1}{30} \cdot S$
15-40	10-20	$h \sim \frac{1}{25} \cdot S$



4 Toits à pannes non entretoisées.



6 Toits à chevrons.



8 Toits à entrain supérieur avec aménagement de combles.

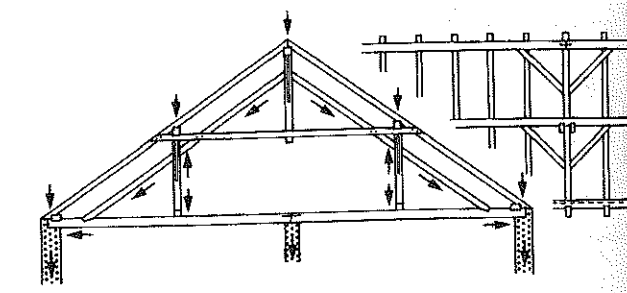


Les toits à chevrons représentent la solution la plus économique pour les largeurs de construction réduites. Les toits à entrain supérieur pour des pentes inférieures à 45° ne constituent jamais la meilleure solution économique, mais ils sont avantageux pour les toits à grande portée. Les toits à simple 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.

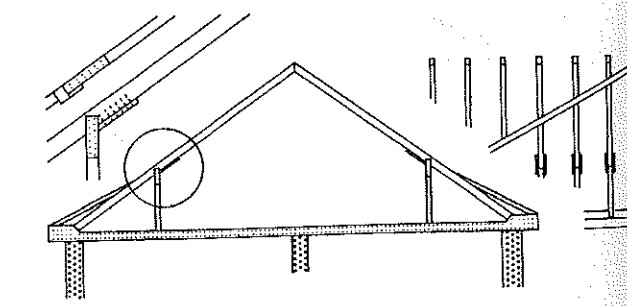
Les toits constituent la fermeture supérieure des constructions et protègent celles-ci contre les précipitations et autres agents atmosphériques (vent, froid, chaleur). Ils comprennent une partie portante et une couverture.

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).

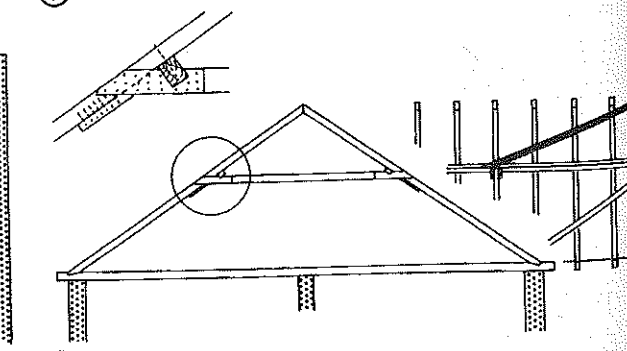
Il faut faire la distinction entre toits à pannes et toits à chevrons (fermettes). Les deux systèmes peuvent être combinés. Ils sont caractérisés par leur fonction respective d'élément porteur et par leur mode de répartition des charges, lequel a des conséquences pour la répartition dans le plan horizontal.



5 Toits à pannes entretoisées.

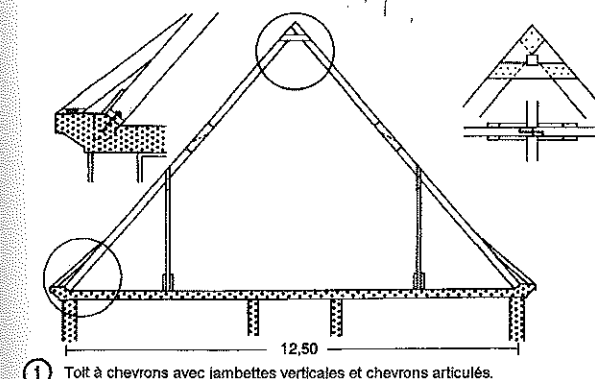


7 Toits à chevrons avec jambettes verticales.

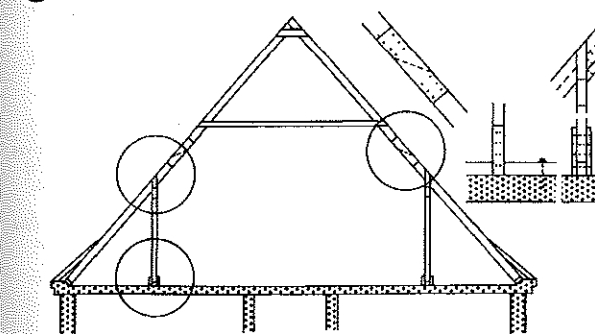


9 Toit à entrain supérieur avec pannes.

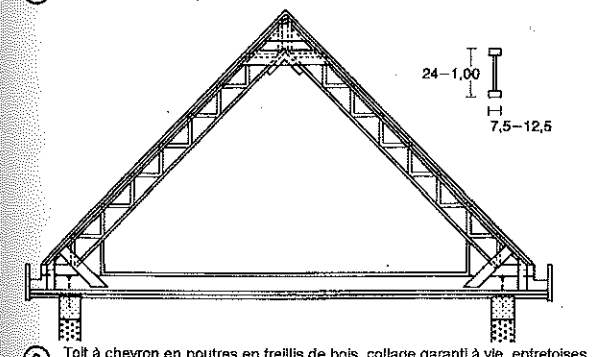
TOITURES CHARPENTES



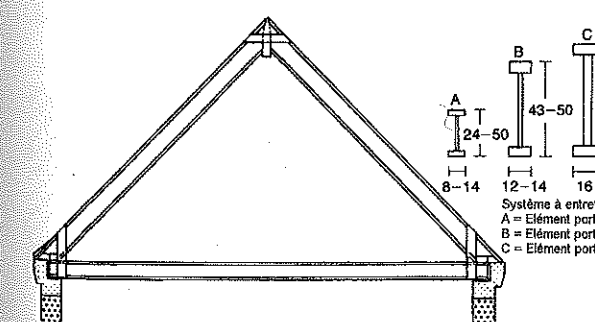
1 Toit à chevrons avec jambettes verticales et chevrons articulés.



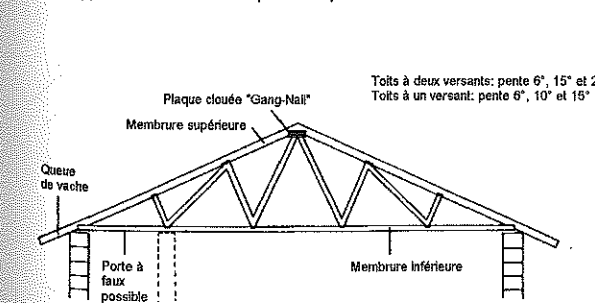
2 Toit à chevrons à triple renforcement avec chevrons articulés.



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.

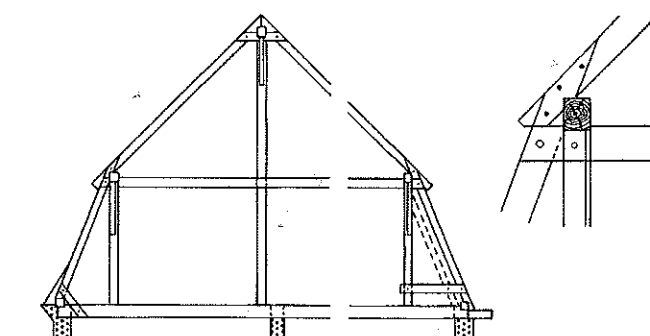
TOITURES

Toit à pannes. Chevrons avec une fonction secondaire (section réduite, bois ronds possibles). Entrails concentrant les charges et les reportant vers les axes de fermes. Rangée d'appui à l'intérieur; modèle de configuration initiale du toit (p. 118, fig. 4); forme d'origine: charpente à poinçon de faitage. Les toits à deux versants avec arbalétriers ont au moins un poinçon vertical au milieu du toit. Longueur des chevrons $\leq 4,5$ m pour des constructions de largeur importante. Quand la longueur des chevrons est $> 4,5$ m, deux supports verticaux ou plus sont nécessaires.

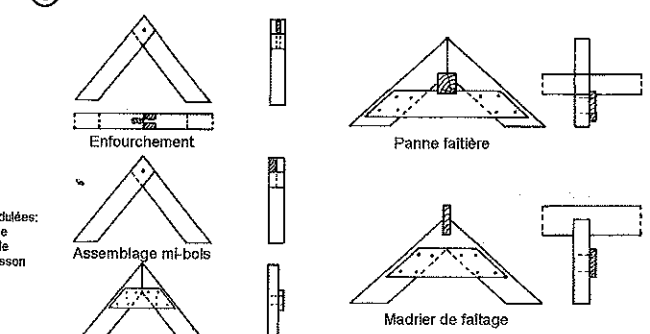
Toit à chevrons (fermette). (Principe du triangle indéformable) Possible dans une forme simple pour des longueurs réduites de chevrons (jusqu'à 4,5 m), sinon renforcement par entrain (p. 118, fig. 8). Système de construction par liaisons fortes et régulières, possible sans supports à l'intérieur du volume. 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 entrails — brisure) (p. 118, fig. 7).

Éliminer les toits à chevrons et les toits à entrain supérieur dans le cas de chiens assis importants. Si la longueur des chevrons est supérieure à 4,5 m, renforcer avec des entrails (p. 118).

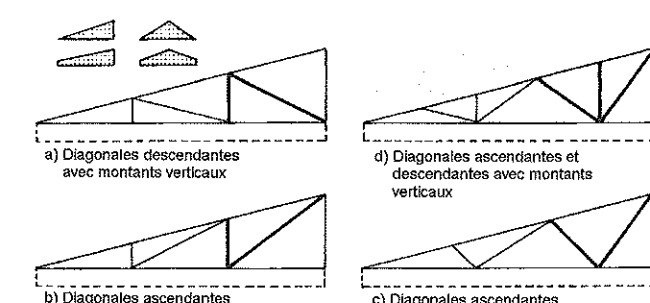
Toits à chevrons pour des largeurs de bâtiment jusqu'à env. 12,0 m; longueur des chevrons jusqu'à 7,5 m; longueur des entrails jusqu'à 4 m. Le toit à entrain supérieur est un cadre à trois articulations avec tirant.



6 Toit à la mansard



7 Joint abouté avec éclisse



8 Formes de fermes de bois et entretoisements.

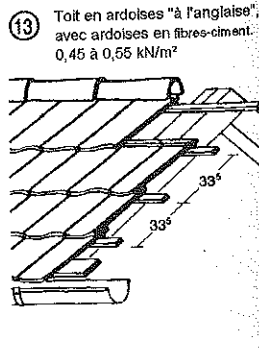
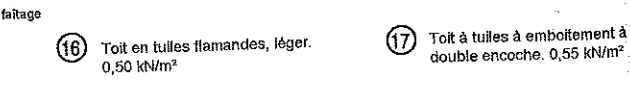
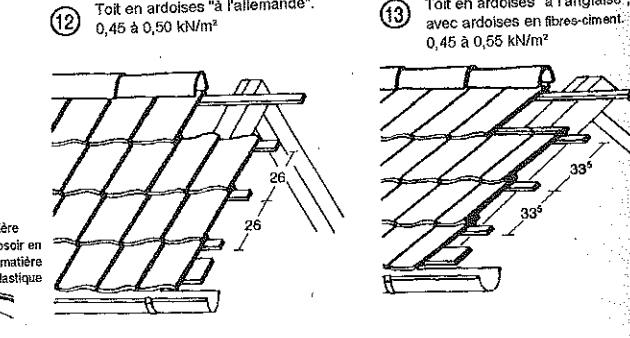
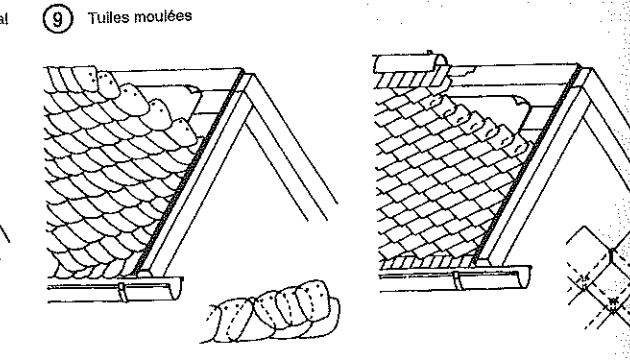
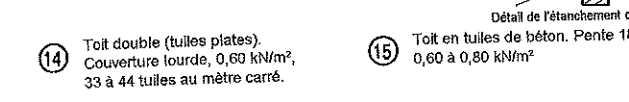
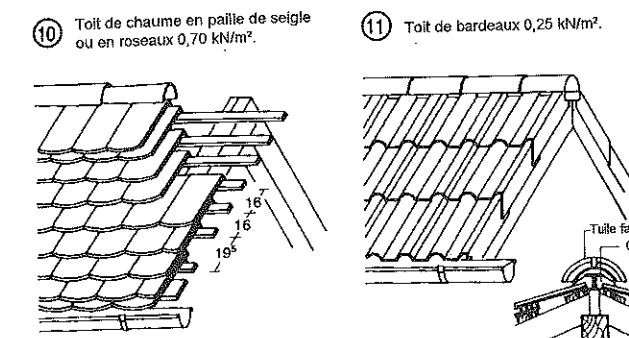
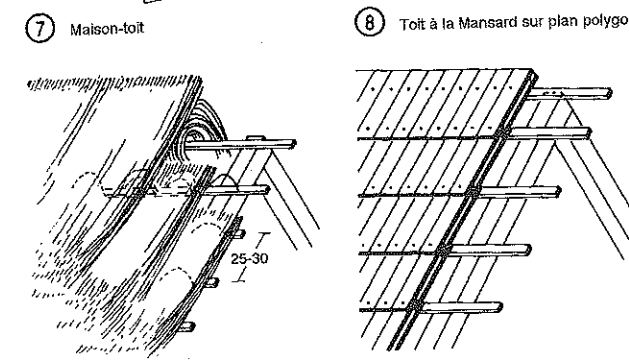
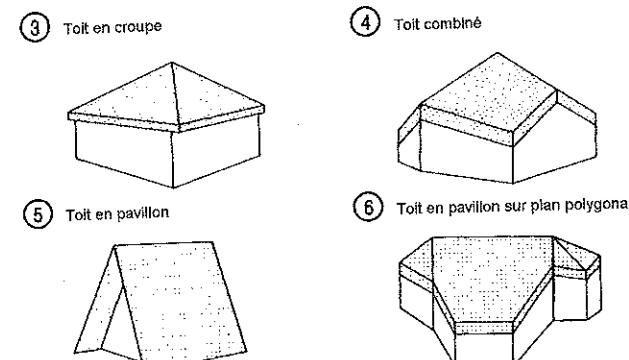
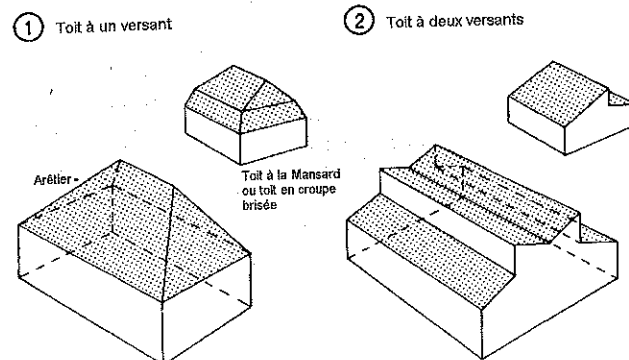
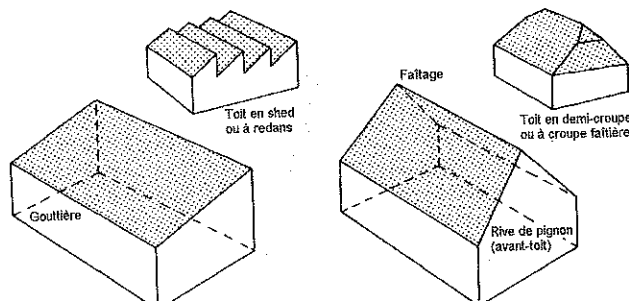
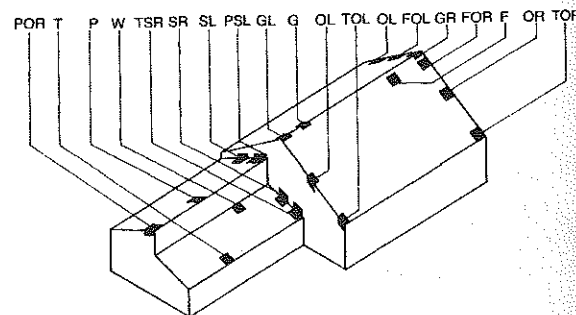
TOITURES COUVERTURES

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 $\geq 2,5$ 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 faite 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 | OL - Tuile de bordure de rive, à gauche |
| T - Tuile d'égout | TOL - Tuile d'égout et de bordure de rive, à gauche |
| P - Tuile pour toit à un versant | FOL - Tuile d'angle pour raccordement entre faitage et bordure de rive, à gauche |
| W - Tuile de raccordement à un mur | GR - Tuile de faitage et de début d'arête, à droite |
| TSR - Tuile d'égout pour raccordement latéral avec angle, à droite | FOR - Tuile d'angle pour raccordement entre faitage et bordure de rive, à droite |
| SR - Tuile de rive latérale, à droite | F - Tuile de raccordement au faitage |
| SL - Tuile de rive latérale, à gauche | OR - Tuile de bordure de rive, à droite |
| PSL - Tuile de rive latérale avec angle, à gauche pour toit à 1 versant | TOR - Tuile d'égout et de bordure de rive, à droite |
| GL - Élément de faitage, à gauche | F - Tuile moulée pour milieu de toit |
| G - Tuile de faitage et d'arête | GZ - Tuile de verre |



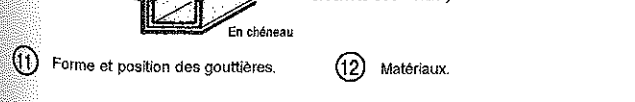
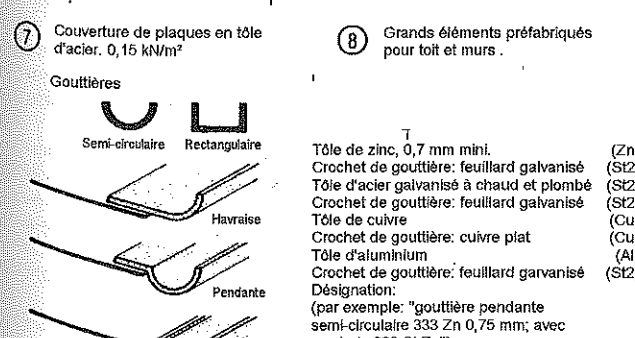
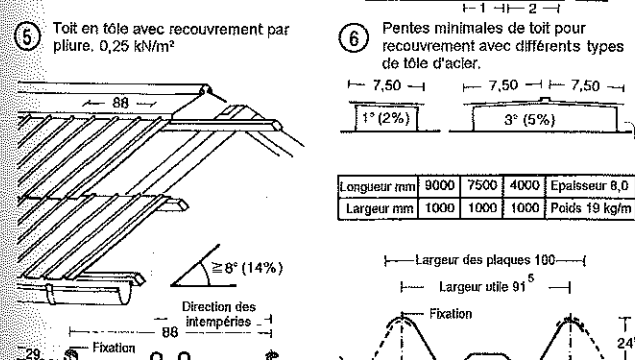
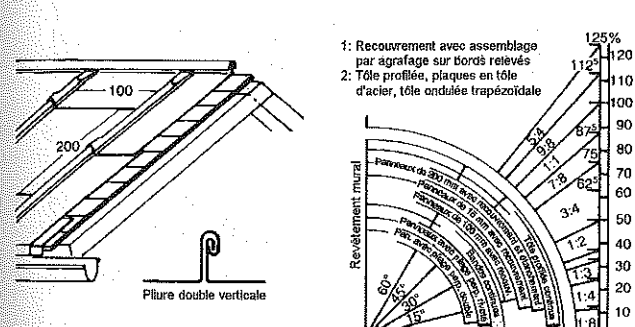
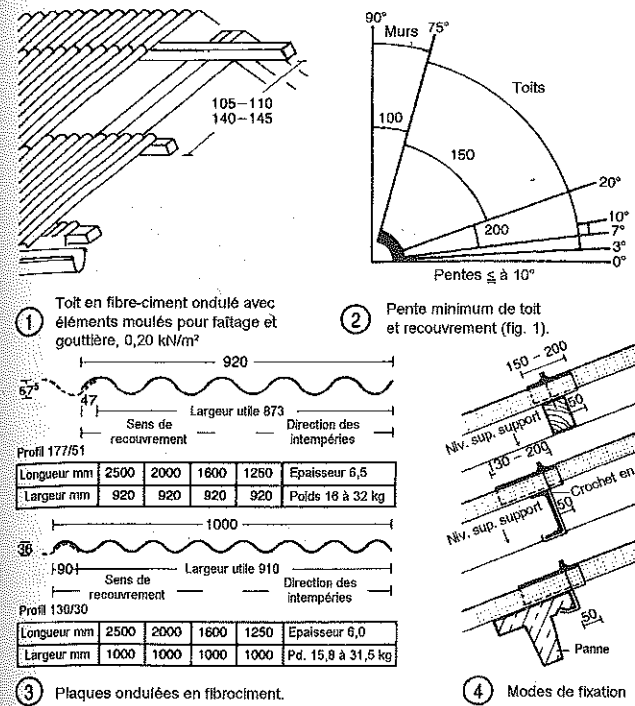
TOITURES COUVERTURES

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 faite, 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'étrépage 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.122). 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
Tuile à emboîtement à double encoche, tuile reformée, tuile à emboîtement à une encoche, tuile de toit plat...	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 ...	0,50
avec de grands éléments (360 x 280 mm) ...	0,45
avec de petits éléments (env. 200 x 150 mm) ...	0,45
Toiture en ardoises à l'anglaise, lattage compris sur lattage et carton, voligeage compris ...	0,45
sur lattage 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



Formats 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/dm ³	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 m ²)	Dimension recommandée de la gouttière (φ 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	90	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 70 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/faitage	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%)

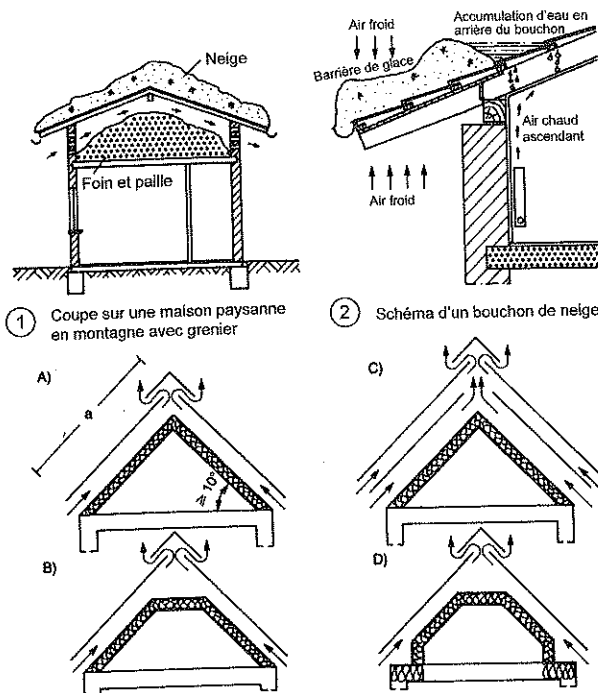
8-10°	200 mm avec joint de recouv.
10-15°	150 mm sans joint de recouv.
plus de 15°	100 mm sans joint de recouv.

10 Couverture en tôle ondulée pour pente minimale de toit avec recouvrement latéral.

Surface de toit pour tuyaux ronds de desc. de gouttières (en m ²)	Dimension recommandée du tuyau de descente (φ en mm)	Largeur de coupe pour un tuyau en tôle (en mm)
Jusqu'à 25	50	187 (en 12 par.)
de 25 à 50	60	200 (en 10 par.)
de 50 à 80	70	250 (en 8 par.)
de 80 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	500 (en 4 par.)
de 375 à 500	200	500 (en 4 par.)

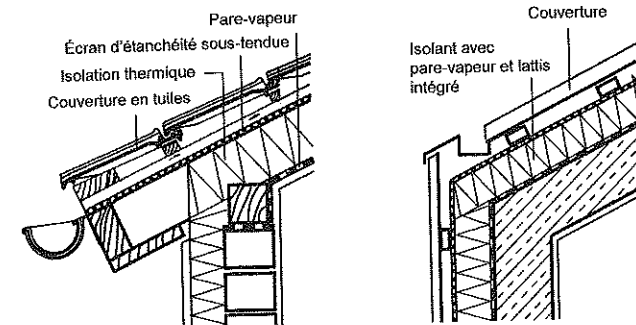
Fixations avec colliers d'attache (anti-corrosion) tout le courbure intérieure correspond au tuyau. Distance minimale entre tuyau et mur 20 mm. Distance entre attaches 2,0 m.

14 Dimensions recommandées pour tuyaux de descente de gouttières en fonction la surface de toit correspondante.

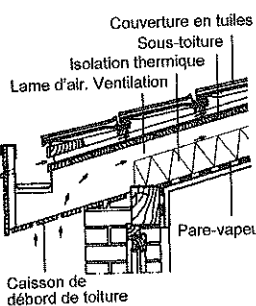


1 Coupe sur une maison paysanne en montagne avec grenier

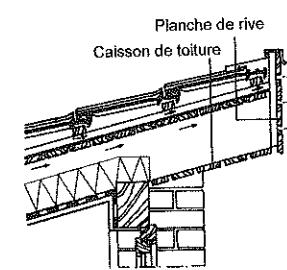
2 Schéma d'un bouchon de neige



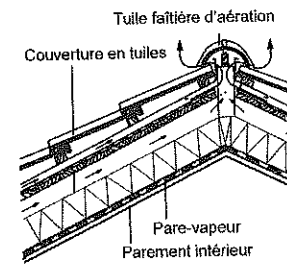
3 Dispositions de l'isolant thermique dans les combles aménagés



4 Toiture chaude usuelle



5 Toiture en béton avec complexe de couverture chaude



6 Toiture froide. Façonnage de l'égoût avec chevrons apparent

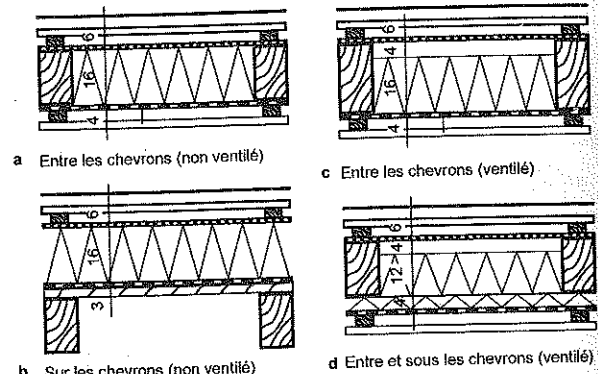
7 Type de faîtage pour toiture froide

Combles aménagés

Les espaces des combles sous des toitures servaient autrefois de grenier avec ventilation naturelle pour l'entrepôt et la conservation des récoltes et du fourrage. Les espaces habitables situés en dessous étaient protégés du froid par les produits entreposés (fig. 1). De nos jours, afin de mieux exploiter l'ensemble du volume bâti, les espaces de combles sont en général aménagés. Le montage de la toiture doit, à cette fin, répondre à des exigences supplémentaires du point de vue de la structure du bâtiment.

Types de construction

Dans le cas de toitures avec isolation thermique on distingue les constructions ventilées et les constructions dites non ventilées : en plus de la ventilation située entre la couverture et le film d'étanchéité sous-tendu (sous-toiture), nécessaire dans tous les cas, il faut prévoir pour la construction dite ventilée une lame d'air de ventilation supplémentaire située entre la sous-toiture et l'isolation thermique, ceci pour évacuer la vapeur d'eau et la condensation. Les toitures ventilées demandent une rehausse de la hauteur du chevronnage et ne fonctionnent que si le pare-vapeur est bien posé et la ventilation bien assurée. Pour cette raison, dans la pratique, on privilégie le plus souvent un montage avec toiture dite non ventilée.



8 Entre les chevrons (non ventilé)

9 Entre les chevrons (ventilé)

10 Sur les chevrons (non ventilé)

11 Entre et sous les chevrons (ventilé)

Montage réglementaire de la toiture

Couverture, lattis (voir p. 120-121)

Écran d'étanchéité sous-tendu réalisé avec un film bitumé ou film polyéthylène armé éventuellement microperforés pour l'évacuation d'humidité ou de neige poudreuse pouvant s'introduire sous la couverture.

Écran rigide en volige assemblée à tenon et mortaise, avec étanchéité (par exemple bandes bitumineuses à recouvrement encollé) préconisée en cas de forts risques d'infiltration.

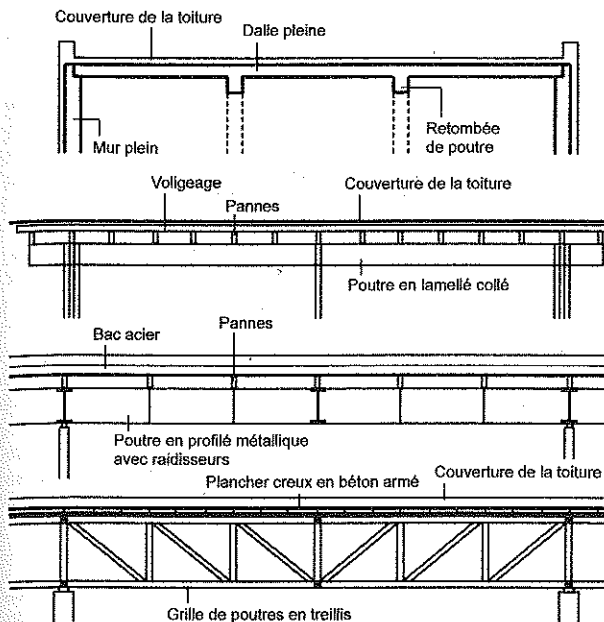
Lame d'air de ventilation pour montage de toiture ventilée, avec ventilation supplémentaire (par exemple pour l'élimination de la condensation). Les sections de ventilation nécessaires sont définies en fonction la pente de la toiture.

Isolation thermique en général sous forme de bandes de laine minérale posées entre et sous les chevrons, ou en panneau isolant préfabriqué, en partie avec feutrage, pare-vapeur intérieur et lattis prémonté reposant sur le montage de toiture (fig. 10).

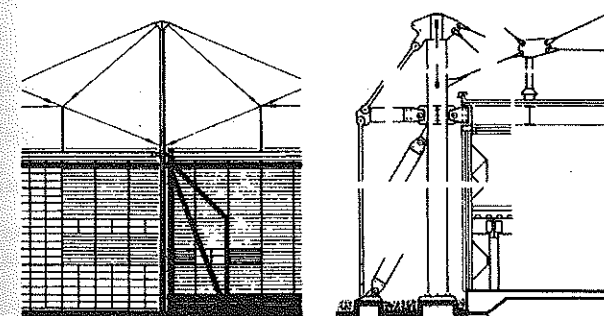
Pare-vapeur sur la face inférieure de l'isolant thermique afin d'empêcher la formation de condensation à l'intérieur du complexe de toiture. Lors de la pose du pare-vapeur, il convient de veiller à empêcher tout échange d'air entre l'espace intérieur du comble à aménager et le complexe de toiture. Les points de passage, les jonctions et les raccordements d'éléments de construction doivent être assurés avec le plus grand soin.

Parement intérieur en règle générale réalisé en plaques de plâtre fixées sur un support (attention aux éventuelles fissurations).

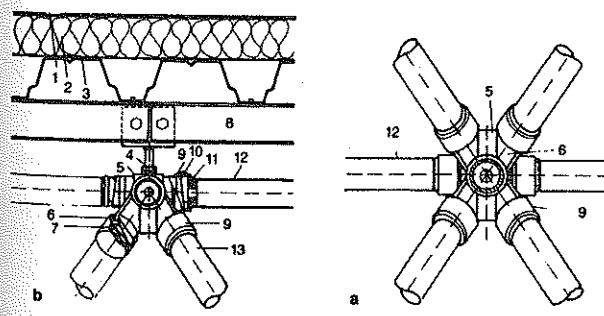
TOITURES TOITURES EN PENTES



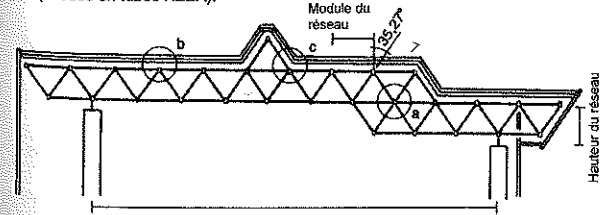
12 Structures porteuses pour toits plats (sélection) : constructions avec dalles, poutres et grilles.



13 Construction haubannée : usine Fleetguard, Quimper arch. : Rogers et partner.



14 Nœuds supérieurs et intermédiaires d'une structure tridimensionnelle (nœuds en tubes KEBA).



15 Structure tridimensionnelle avec assemblage par nœuds en tubes - KEBA (exemple), détails fig. 3.

TOITURES TOITS PLATS

Par « toits plats », on entend des toitures avec une pente allant jusqu'à 5 %. Néanmoins des toits à pente nulle, tout en restant des constructions particulières pour des cas exceptionnels, sont réalisables.

En règle générale, les toits plats doivent avoir une pente minimale de 2 %. En raison des inévitables tolérances de planéité et des fléchissements de la construction, il est en tous cas recommandé de réaliser des toits plats avec une pente minimale de 5 % (3°).

Constructions

Pour la construction de toits plats, on dispose d'un grand nombre de structures porteuses différentes. Au fond, la distinction se fait entre les structures porteuses planes et les structures porteuses linéaires.

Les structures porteuses planes sont des éléments de constructions plans, tendus selon un axe ou deux, disposés pour former des lignes ou des nœuds et chargés transversalement par rapport à leur plan (par exemple dalles de couvertures, résille, treillis tridimensionnel).

Les structures porteuses linéaires sont des structures constituées d'éléments porteurs disposés parallèlement (par exemple des poutres à âme pleine, des poutres treillis, des poutres précontraintes) et ne comptant pas d'éléments porteurs secondaires dans leur direction de support de charges (par exemple pannes avec voligeage) pour transmettre le poids de la toiture.

Les deux types de structure sont différenciés par, outre les matériaux, également par différents degrés de liaisons des éléments de l'ossature.

Dalles (fig. 1)

Les toits plats sont, pour la majorité, réalisés comme une dalle massive et plane en béton armé. Elles sont résistantes au feu et ne craignent pas l'humidité et, associées avec un système de murs pleins, forment un ensemble stable du point de vue de la statique. Les inconvénients demeurent l'importance de leur poids propre, l'humidité liée à leur mise en œuvre, tout comme leur faible pouvoir d'isolation thermique et phonique.

Les mouvements consécutifs aux dilatations thermiques, allongements et retractions, doivent être neutralisés par des couches d'isolation rapportées et par une configuration adaptée des appuis et des joints.

Constructions avec poutres maîtresses (fig. 1 et 2)

Les constructions avec poutres maîtresses font partie des structures porteuses linéaires. Pour les éléments porteurs sont utilisés des profils courants en bois, en métal, ou bien des éléments préfabriqués en béton armé avec des éléments intermédiaires en matériaux différents. Dans le cas de grandes portées sont mis en œuvre des poutres en treillis constituées de bois équarris ou de barres d'acier, des poutres lamellé collé, des poutres en caissons en contre plaqué et lamellé collé, des poutres à âme pleine spécialement préfabriquées constituées de tôles de grande hauteur avec entretoises contre le fléchissement, tout comme des poutres alvéolaires et des poutres en treillis tridimensionnelle.

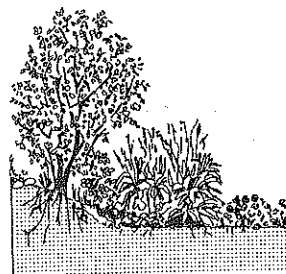
L'adjonction de haubans et de tirants permet de réduire les sections des profilés porteurs et de réaliser des projets légers et comme en filigrane.

Grilles porteuses (ou grilles bidimensionnelles) (fig. 1 et 2)

Les grilles porteuses qui sont des structures planes faites de poutres assemblées entre elles en s'entrecroisant dans la dimension du plan, couvrent de grandes portées. Elles sont en général réalisées en éléments préfabriqués indépendants (par exemple des poutres en lamellé collé avec gousset d'assemblage ou bien de poutres métalliques en treillis) et sont particulièrement adaptées pour couvrir les halles industrielles etc. En cas d'exigence de protection incendie, des mesures complémentaires doivent être prises pour protéger la structure.

Structure tridimensionnelle (fig. 3 et 4)

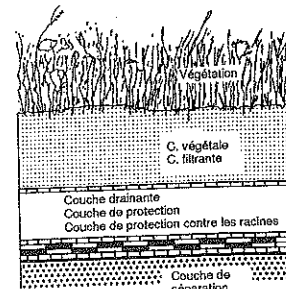
Les structures tridimensionnelles sont un développement des grilles porteuses planes. En l'occurrence ce sont des barres métalliques reliées à l'aide de nœuds sphériques pour raidir l'ensemble de la structure tridimensionnelle qui ne nécessite aucune stabilisation supplémentaire.



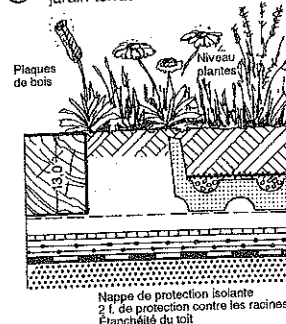
1 Plantation intensive.



2 Plantation extensive.



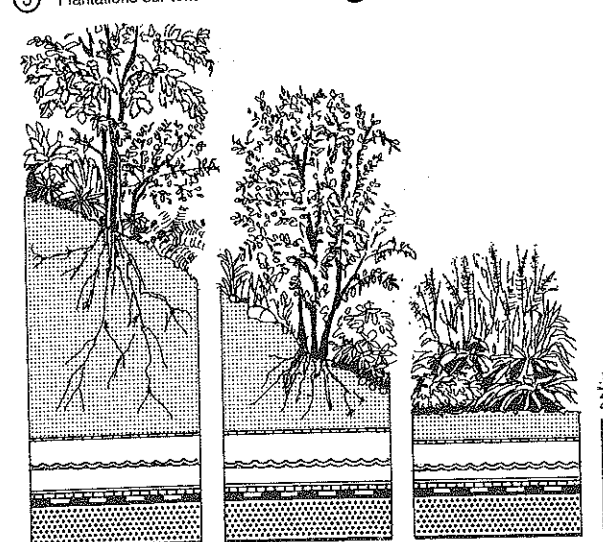
3 Organisation des couches pour un jardin-terrasse.



4 Élément de jardinière comme bordure d'une surface verte.

5 Plantations sur toiture-terrasse.

6 Plantations sur toiture-terrasse.



Haut. de croissance > 250 cm
Haut. aménagée jus. 35 cm
Charge surfacique 3,7 kN/m²
Réserve d'eau 170 l/m²
Couche d'écorce - cm
Mélange de terre 23 cm
Couche drainante 12 cm
Arrosage manuel ou automatique

Jusqu'à 250 cm
Haut. aménagée jus. 35 cm
Charge surfacique 3,7 kN/m²
Réserve d'eau 170 l/m²
- cm
7 à 23 cm
12 cm
manuel ou automatique

5 à 25 cm
14 cm
1,4 kN/m²
60 l/m²
- cm
5 cm
9 cm
manuel ou automatique

5 à 20 cm
12 cm
1,1 kN/m²
45 l/m²
- cm
4 cm
7 cm
manuel

5 à 20 cm
12 cm
1,15 kN/m²
40 l/m²
- cm
4 cm
7 cm
manuel

5 à 10 cm
10 cm
0,9 kN/m²
30 l/m²
1 cm
4 cm
5 cm
manuel

7 Différents types d'implantation végétale sur les toits.

TOITURES PLANTATIONS EN TOITURE-TERRASSE

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, buqueteau, 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.

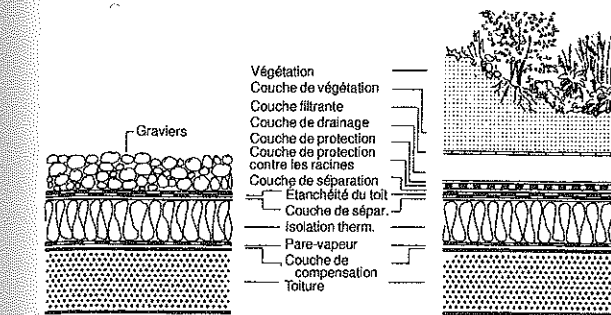
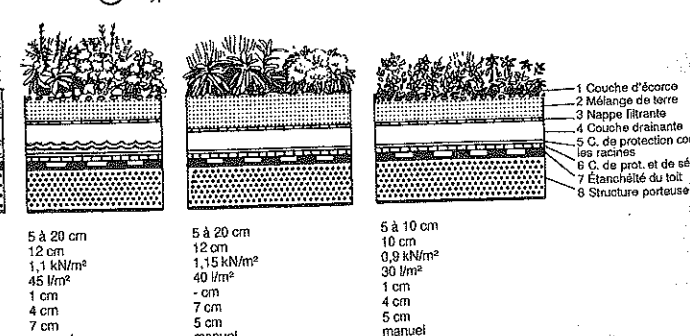
Irrigation goutte à goutte : Des tuyaux goutte à goutte enterrés dans la couche de végétation ou la couche de drainage irriguent les plantes par temps de sécheresse.

Arrosage : Système d'arrosage au-dessus de la couche de végétation.

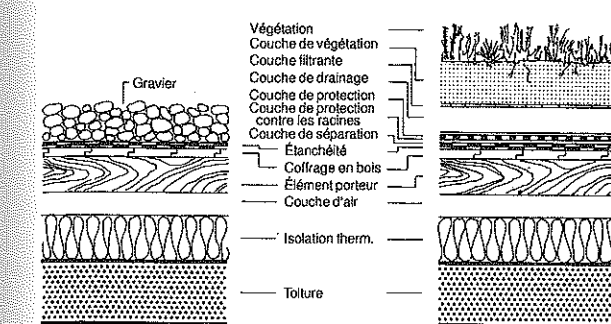
Fertilisation : Les engrais peuvent être éparpillés sur la couche de végétation ou additionnés à l'eau dans le cas d'une irrigation artificielle.

Nom botanique	Nom commun (couleurs de fleurs)	Hauteur	Florais.
Saxifraga Alzoon	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 « Lanicum »	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 « Chloroticum »	Sedum vert clair	5 cm	VI-VII
Sedum hybr.	Sedum doré	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
Pelospema	Ficoïde (jaune)	8 cm	VII-VII
	(pas tout à fait résistant à l'hiver)		
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

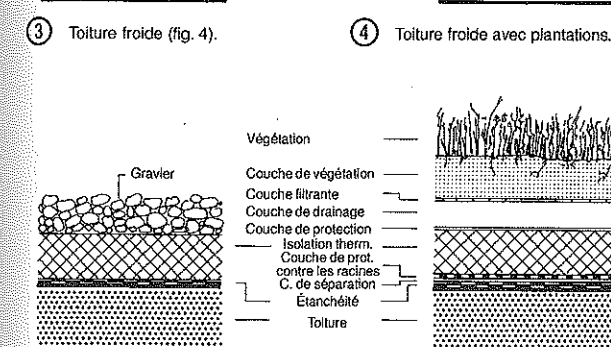
8 Types et sortes éprouvés pour plantation en toiture-terrasse (extensive).



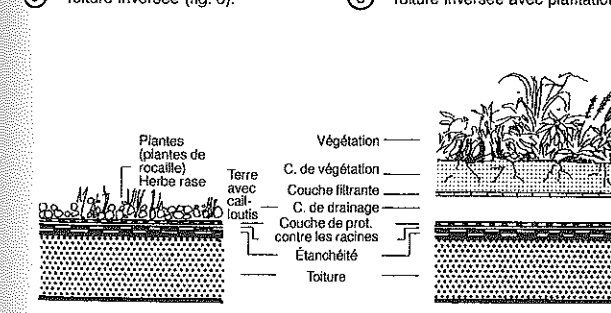
9 Toiture chaude (fig. 2).



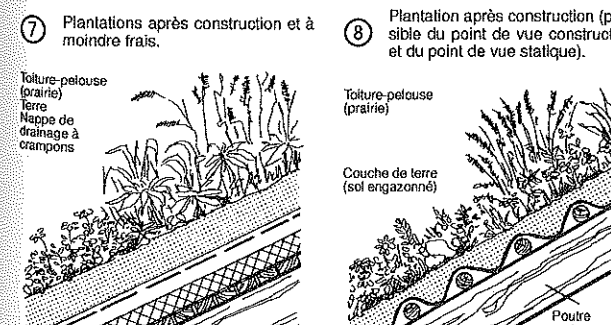
10 Toiture chaude avec plantations.



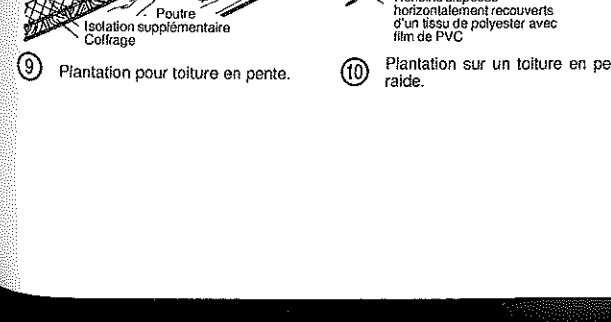
11 Toiture froide (fig. 4).



12 Toiture froide avec plantations.



13 Toiture inversée (fig. 6).



14 Toiture inversée avec plantations.

TOITURES 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.

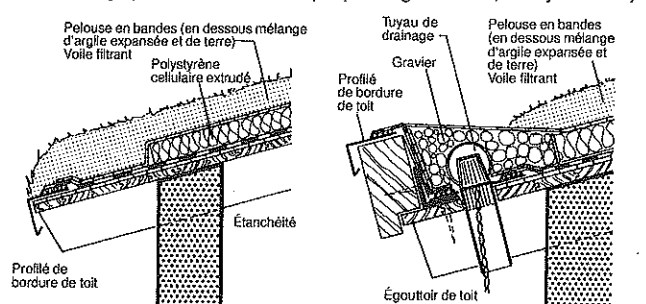
Couche de protection : Elle protège pendant la phase de construction et contre les charges ponctuelles.

Couche de protection contre les racines : L'action des racines sera maintenue par des feuilles de PVC/ECB et de EPDM.

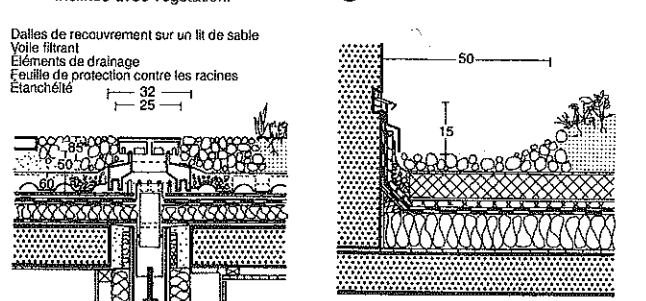
Couche de séparation : Elle sépare la construction porteuse de l'implantation végétale.

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. Etanchéité du toit (cloques, fissures), joints de dilatation, raccordement des bords, traversées (prises de lumière, coupoles transparentes, tuyaux), écoulements.

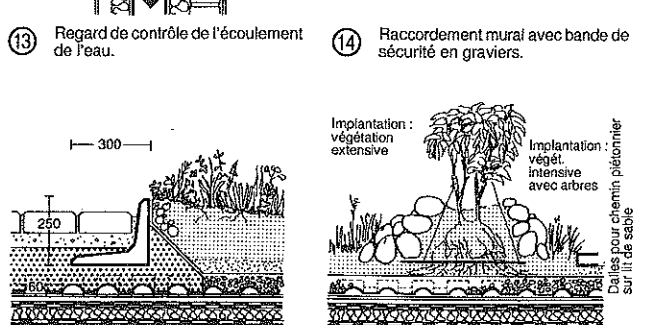
On peut aussi implanter des végétaux sur des toits à deux pentes. Les toits en pente (fig. 9 à 12) exigent, avant toute implantation végétale, un ouvrage préliminaire coûteux (risque de glissement, déshydratation).



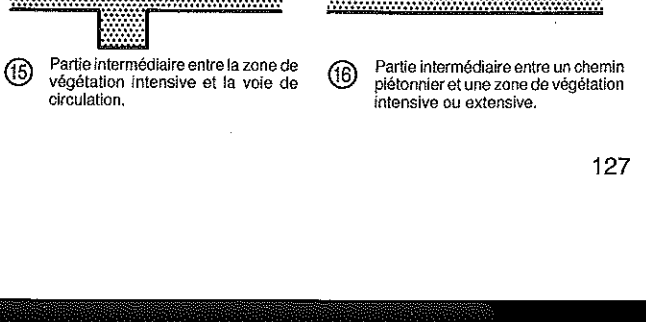
15 Détail d'une gouttière pour toiture inclinée avec végétation.



16 Détail de gouttière (fig. 11).



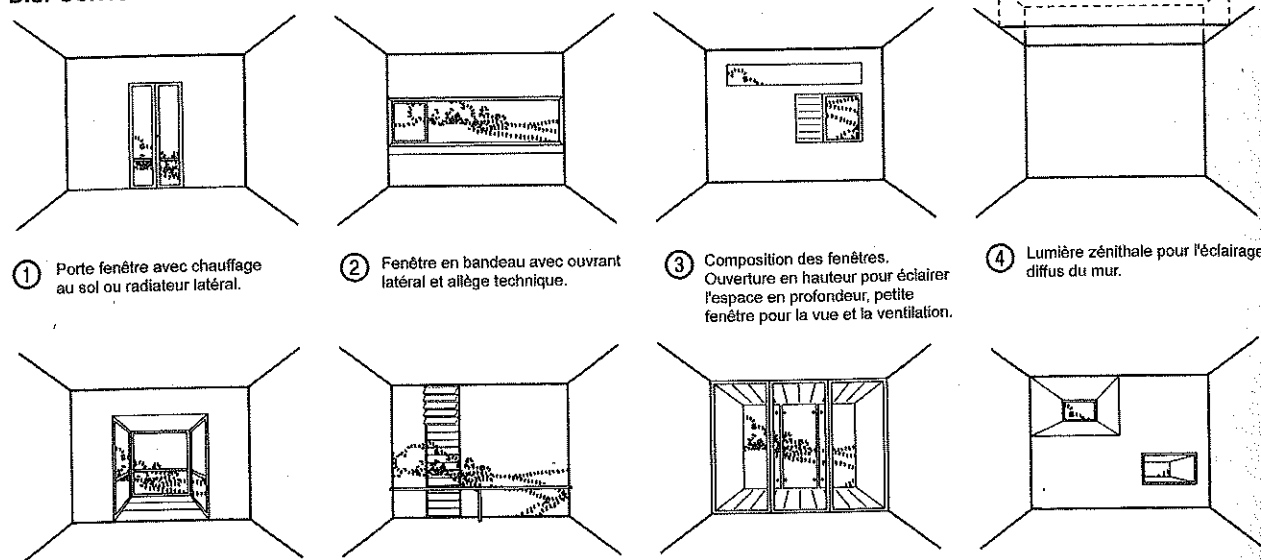
17 Regard de contrôle de l'écoulement de l'eau.



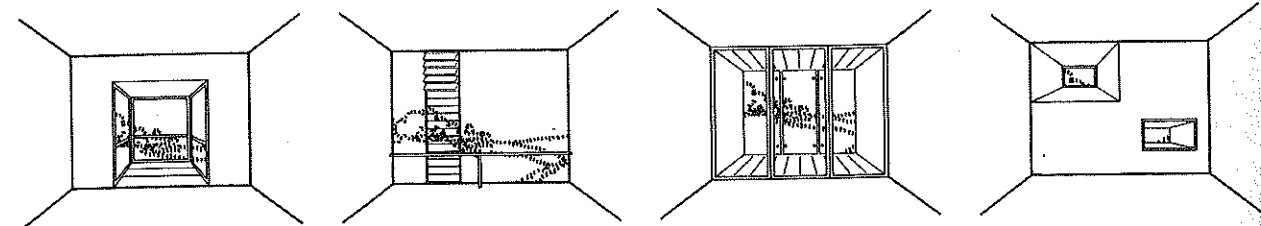
18 Raccordement mural avec bande de sécurité en graviers.

FENÊTRES DISPOSITION

DISPOSITION DES FENÊTRES ET FONCTIONNALITÉ

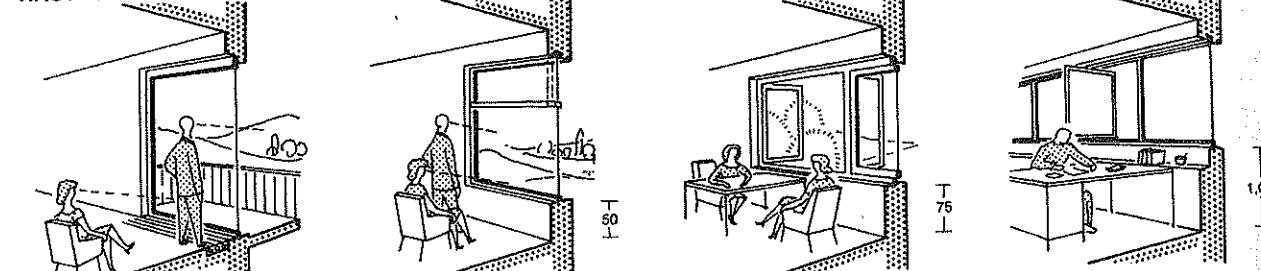


- ① Porte fenêtre avec chauffage au sol ou radiateur latéral. ② Fenêtre en bandeau avec ouvrant latéral et allège technique. ③ Composition des fenêtres. Ouverture en hauteur pour éclairer l'espace en profondeur, petite fenêtre pour la vue et la ventilation. ④ Lumière zénithale pour l'éclairage diffus du mur.

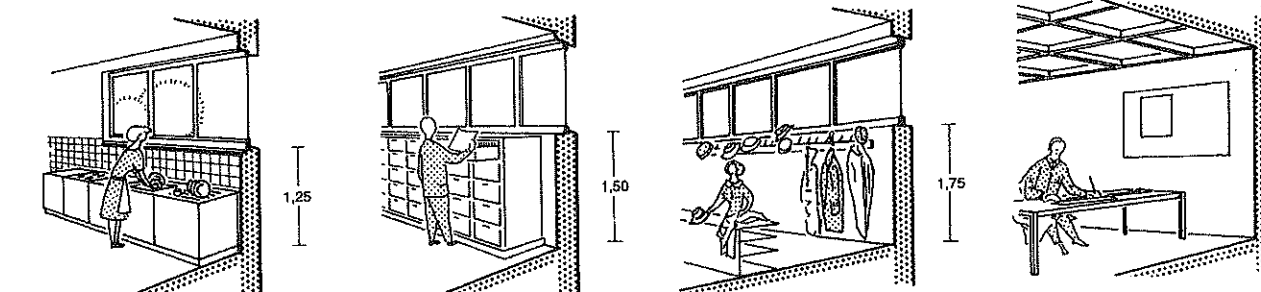


- ⑤ « Bow Window ». ⑥ Vitrage toute hauteur avec main courante, vantaux avec piège à son. ⑦ Double vitrage avec espace intermédiaire accessible (façade en double peau, vitrage type jardin d'hiver). ⑧ Mur sculpté dans l'épaisseur, fenêtres au nu extérieur ou intérieur.

HAUTEUR

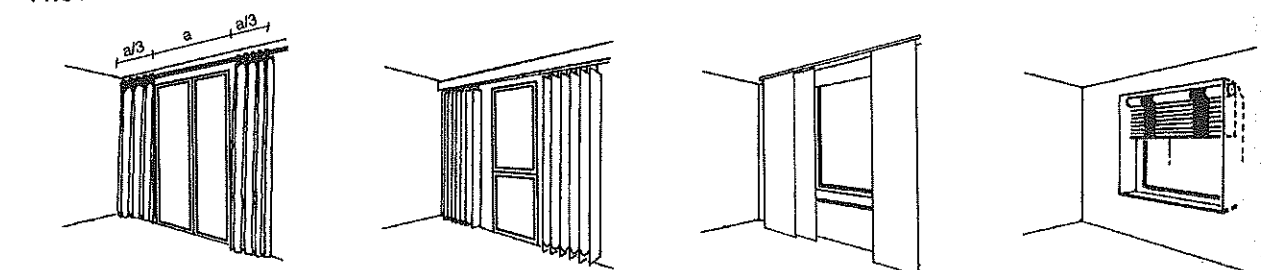


- ⑨ Site avec belle vue et avancée de balcon. ⑩ Pièce avec belle vue. ⑪ Hauteur normale (hauteur de table). ⑫ Bureau.



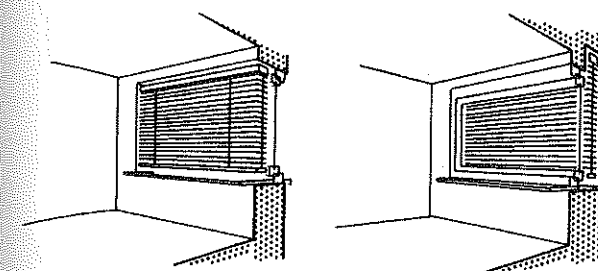
- ⑬ Cuisine. ⑭ Bureau (avec archives). ⑮ Vestiaire. ⑯ Éclairage par le haut (par ex. salle de dessin).

PROTECTION CONTRE LES REGARDS

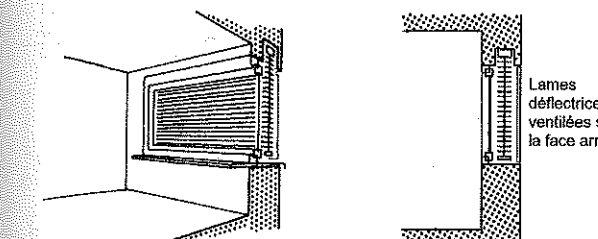


- ⑰ Prévoir suffisamment de place dans les angles pour les rideaux. ⑱ Rideaux à lames verticales. ⑲ Panneaux textiles coulissants. ⑳ Store à lamelles.

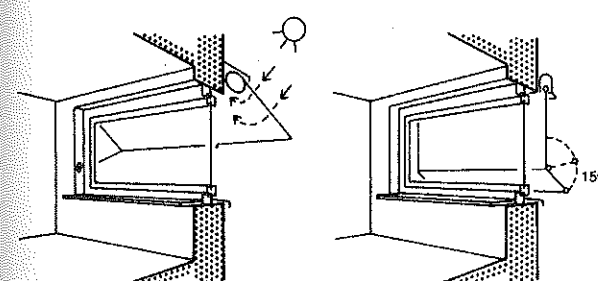
FENÊTRES PROTECTION SOLAIRE



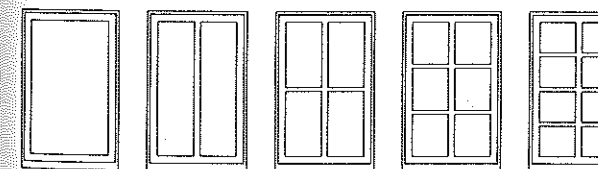
- ① Store vénitien intérieur. ② Store vénitien extérieur.



- ③ Store vénitien extérieur avec lames déflectrices.

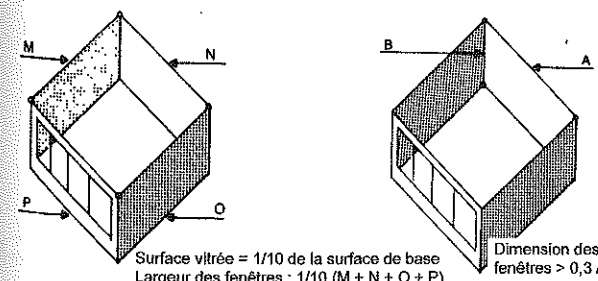


- ④ Les stores à projection arrêtent les rayons de soleil et protègent de la chaleur. ⑤ Store à projection partielle.



- Pour une baie de 1,50 m², il reste 1 m² de surface vitrée soit 66 %. Pour une baie de 1,50 m², il reste 0,92 m² de surface vitrée soit 61 %. Pour une baie de 1,50 m², il reste 0,89 m² de surface vitrée soit 59 %. Pour une baie de 1,50 m², il reste 0,87 m² de surface vitrée soit 58 %. Pour une baie de 1,50 m², il reste 0,84 m² de surface vitrée soit 56 %.

- ⑥ Exemple de réduction de la surface vitrée par divisions (à l'intérieur) de la fenêtre.



- ⑦ Dimensions des fenêtres dans la construction industrielle. ⑧ Dimensions des fenêtres dans les locaux d'une hauteur supérieure à 3,50 m.

La fenêtre, en tant qu'élément de construction du mur, assume, à côté de la fonction de clôture, trois fonctions essentielles des ouvertures. Elle règle l'importance de l'éclairage par lumière naturelle, le renouvellement d'air de la pièce et la vue vers l'intérieur ou l'extérieur. Ces fonctions peuvent être décomposées en éléments séparés. Volets d'aération, lanterneaux ou vitrines n'assument jamais que quelques unes des fonctions citées précédemment.

Concernant la taille et la position de la fenêtre dans la pièce, outre les prescriptions de la LBO et les règles relatives à l'éclairage par éclairage naturel (voir p. 548), ce sont surtout les exigences architectoniques qui sont déterminantes. Par leur effet produit sur l'extérieur elles impriment un caractère à la façade. Les facteurs importants sont :

- la position dans le mur : Des fenêtres placées au nu intérieur (de la façade) soulignent la profondeur de la paroi, placées au nu extérieur elles font du mur une surface continue ;
- les proportions de largeur sur hauteur, de parties massives sur surfaces vitrées (largeur visible d' huisserie, de vantail, et éventuellement de meneaux) de même que les proportions par rapport aux autres éléments de façade (cela se perçoit particulièrement bien lors du remplacement des fenêtres).

À l'intérieur, les fenêtres sont responsables de la direction de la lumière qui est si importante pour l'effet architectural de la pièce. La position dans le plan est essentielle, au besoin ajouter des installations de protection solaire et des vitrages déviant la lumière. Le type d'ouverture détermine les qualités fonctionnelles en tant qu'élément de ventilation. Quelle est la profondeur de débatement du vantail dans la pièce ? L'appui de fenêtre est-il encore utilisable après ouverture du vantail ? (Les fenêtres basculantes ne favorisent pas le renouvellement de l'air ! Elles n'assurent qu'un lent rafraîchissement de la pièce.) Des exigences supplémentaires peuvent être posées en matière de protection incendie ou bien de résistance à l'effraction et à la destruction. Concernant les classes de résistance (voir p. 140). Si la fenêtre sert également d'issue de secours, son passage libre doit être au moins de 0,90 x 1,20 m et son allège ne doit pas dépasser 1,20 m.

Rénovation

Si les fenêtres sont remplacées par des éléments techniquement plus performants sur le plan thermique, il faut porter une attention particulière aux raccords. Dans le cas de fenêtres rendues plus performantes le danger réside dans la formation de condensation sur les éléments de construction plus faibles (embrasure de fenêtre, angles extérieurs de la pièce) car là se développe la moisissure. Pour ne pas modifier désavantageusement l'effet de la façade et l'incidence lumineuse, il faut conserver les gabarits des vitrages existants (attention aux cadres, vantaux et largeur de meneaux) (fig. 6).

Construction de logements

L'exigence minimale concernant les dimensions brutes des baies pour les pièces de séjour se réfère en Allemagne aux règles de construction régionales et se situe entre 1/8 mais surtout 1/10 de la surface au sol de la pièce. D'autres critères sont la distance par rapport aux bâtiments situés en vis-à-vis (ombrage) et les contraintes de la réglementation thermique. Afin d'optimiser le bilan énergétique, les mêmes critères que ceux employés pour les locaux de travail peuvent être appliqués.

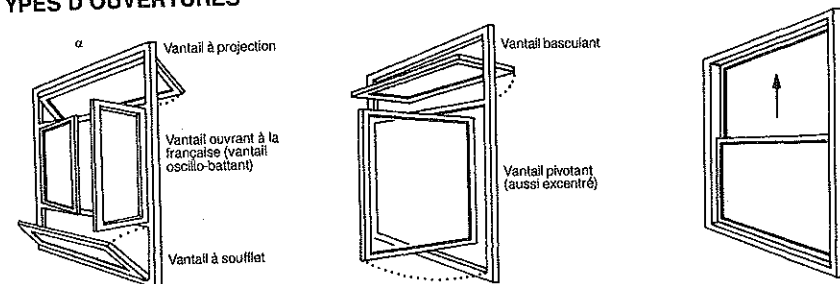
Locaux de travail

La surface vitrée nécessaire peut être approximativement déterminée à partir des règles suivantes :

- la largeur totale de toutes les liaisons visuelles avec l'extérieur doit, d'après la législation relative aux lieux de travail, correspondre au moins à 1/10 de la largeur cumulée de tous les murs (fig. 7) ;
- la possibilité d'un contact visuel doit être offerte à hauteur des yeux (hauteur d'allège de 0,85 m à 1,25 m) (voir p. 128, fig. 9 à 14) ;
- à partir d'une hauteur sous plafond de 3,50 m, la surface transparente de la fenêtre doit au moins correspondre à 30 % de la surface du mur extérieur (fig. 8) ;
- pour les locaux dont les dimensions correspondent à celles des pièces d'habitation, une hauteur minimale des surfaces vitrées de 1,30 m est applicable.

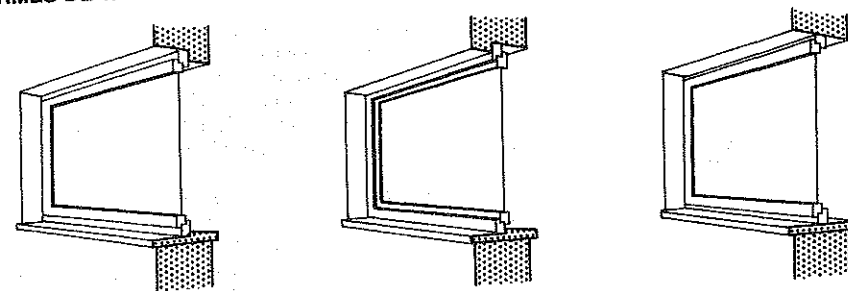
Sur fond de besoin accru en sources d'énergie disponibles, l'optimisation des gains et déperditions thermiques et le contrôle de la lumière par la fenêtre réclament une conception différente de la part des spécialistes.

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 TABLEUX



- ⑤ Feuilleure intérieure avec fenêtre à dormant. ⑥ Feuilleure extérieure avec fenêtre à dormant. ⑦ Tableau sans feuilleure, avec fenêtre à huisserie.

dominant

Fenêtres à 2 vantaux

Fenêtres à 3 vantaux







Fenêtres à 4 vantaux

Fenêtres à 1 vantail

	375	500	625	750	875	1000	1125	1250	1375	1500	1625	1750	1875	2000	2125	2250
	3x3	4x3	5x3	6x3	7x3											
500	3x4	4x4	5x4	6x4	7x4	8x4										
625	4x5	5x5			7x5	8x5										
750	4x6	5x6	6x6	7x6	8x6											
875	4x7	5x7	6x7	7x7	8x7	9x7				12x7	13x7					
1000	4x8	5x8	7x8	8x8	9x8	10x8				12x8	13x8	14x8		16x8		
1125	4x9	5x9	7x9	8x9	9x9	10x9				12x9	13x9	14x9		16x9	17x9	
1250	4x10	5x10	7x10	8x10	9x10	10x10				12x10	13x10	14x10		16x10	17x10	
1375		5x11			8x11	9x11	10x11				13x11	14x11			17x11	
1500						9x12	10x12									
1625																
1750																
1875																
2000							9x16	10x16								
2125							9x17	10x17								
2250							9x18	10x18								

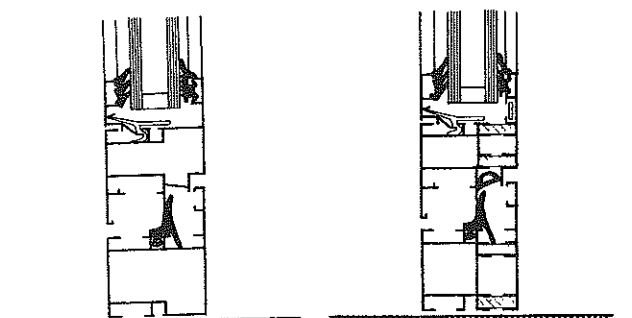
Les chiffres au-dessus des figures sont des numéros indicatifs de dimensions. Ils sont composés d'un multiple de l'unité de mesure, 125 mm pour la largeur et la hauteur :
Par ex. : fenêtre 9 x 11 = (9 x 125) x (11 x 125) = 1125 x 1375.

Légende

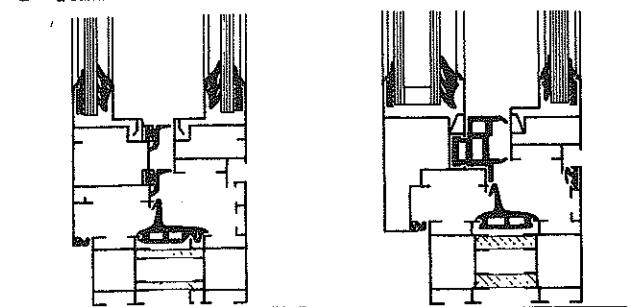
-  Dimensions recommandées
-  Dimensions
-  Dimensions recommandées pour fenêtres
-  Dimensions recommandées pour portes-fenêtres
-  Dimensions recommandées pour fenêtres de sous-sol
-  Dimensions recom. pour fenêtres de buanderie

FENÊTRES

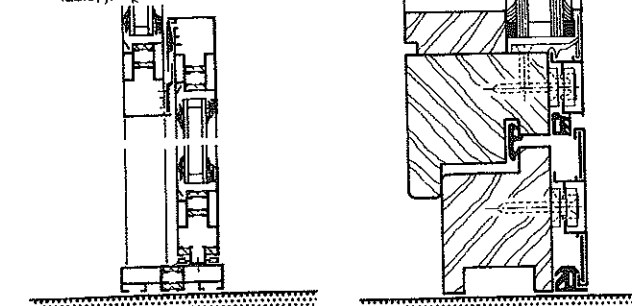
Le choix des fenêtres, des matériaux utilisés et de leur aspect de surface se fait en fonction de souhaits techniques et formels. Critères principaux : taille, format, division, type d'ouverture, matériau du bâti et aspect de surface. Pour l'étanchéité à la pluie sur une période assez longue, les facteurs 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.



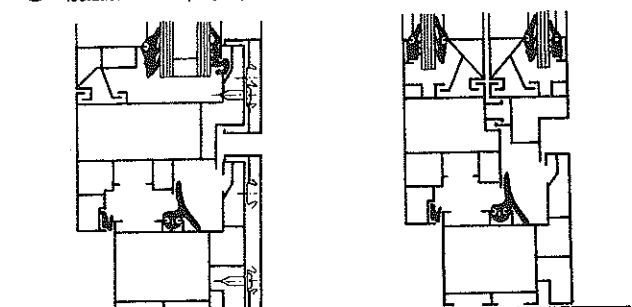
1 Fenêtre en aluminium avec vantail à surface affleurée. 2 Fenêtre en aluminium en profilés à rupture de joints jusqu'à 37 dB.



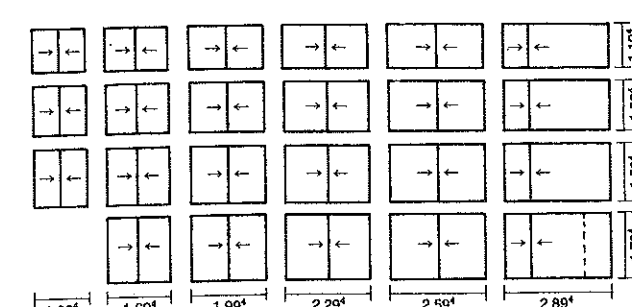
3 Fenêtre en aluminium universelle, protection contre le soleil interchangeable, jusqu'à 47 dB. 4 Fenêtre à double vitrage en aluminium, isolation acoustique jusqu'à 47 dB.



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 interchangeable, jusqu'à 45 dB.



9 Dimensions extérieures du dormant pour fenêtres coulissantes.

Type de route	Distance entre la fenêtre et le milieu de la route	Densité de la circulation des véhicules / heure	Niveau sonore
Rue / mais. Rue avec maisons (2 voies)	< 35 26 à 35 11 à 25 ≤ 10	< 10 10 à 50 50 à 200	0 I II III IV
Rue princ. av. maisons (2 voies)	> 100 36 à 100 26 à 35 11 à 25 ≤ 10	101 à 300 101 à 300 36 à 100 11 à 35 ≤ 10	I II III IV V
Route en agglom.	101 à 300 101 à 300 36 à 100 11 à 35 ≤ 10	101 à 300 101 à 300 36 à 100 11 à 35 ≤ 10	I II III IV V
Rue princ. av. maisons (2 voies)	101 à 300 36 à 100	1000 à 3000	III IV
Artère princ. en ville	> 35	101 à 300	V
Zone indust.	101 à 300	3000 à 5000	V
Artère principale de 4 à 6 voies	≤ 100	3000 à 5000	V
Bretelle d'autoroute et autoroute	≤ 100	3000 à 5000	V

10 Quelle est l'intensité du bruit ? 11 Choix d'une bonne isolation acoustique.

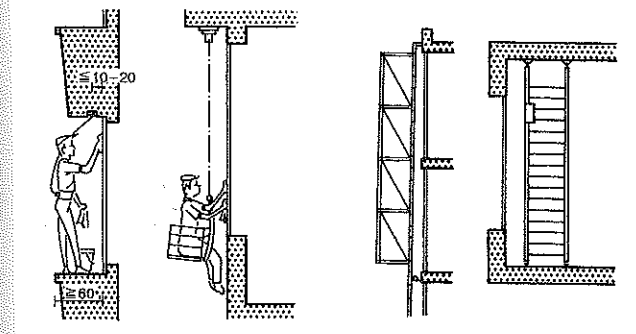
Classe d'insonorisation	Affaiblissement phonique dB	Indications générales pour les caractéristiques de construction de fenêtres et de dispositifs d'aération
6	50	Fenêtre avec précadre, étanchéité spéciale; très grande distance entre les vitres, vitrage en verre épais.
5	45-49	Fenêtres avec isolation 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.

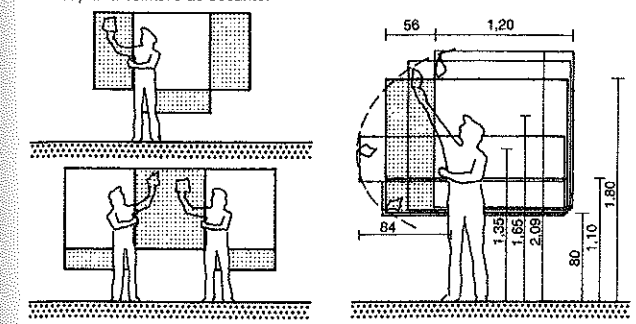
FENÊTRES NETTOYAGE DES FAÇADES

Nacelles de façades et dispositifs pour descendre le long des façades.

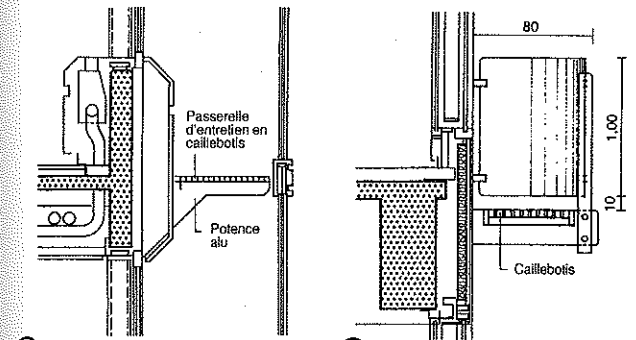
Pour la protection contre les chutes, on utilise des ceintures de sécurité avec lanières de retenue, cordes de sécurité ou des appareillages assurant la sécurité (fig. 1). Les nacelles de façade et dispositifs pour descendre le long des façades sont utilisés pour nettoyer les fenêtres (aussi possibilité de pose des vitrages fixes) et les façades (fig. 8 à 11), pour les travaux d'entretien et de réparation (évit 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.



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.

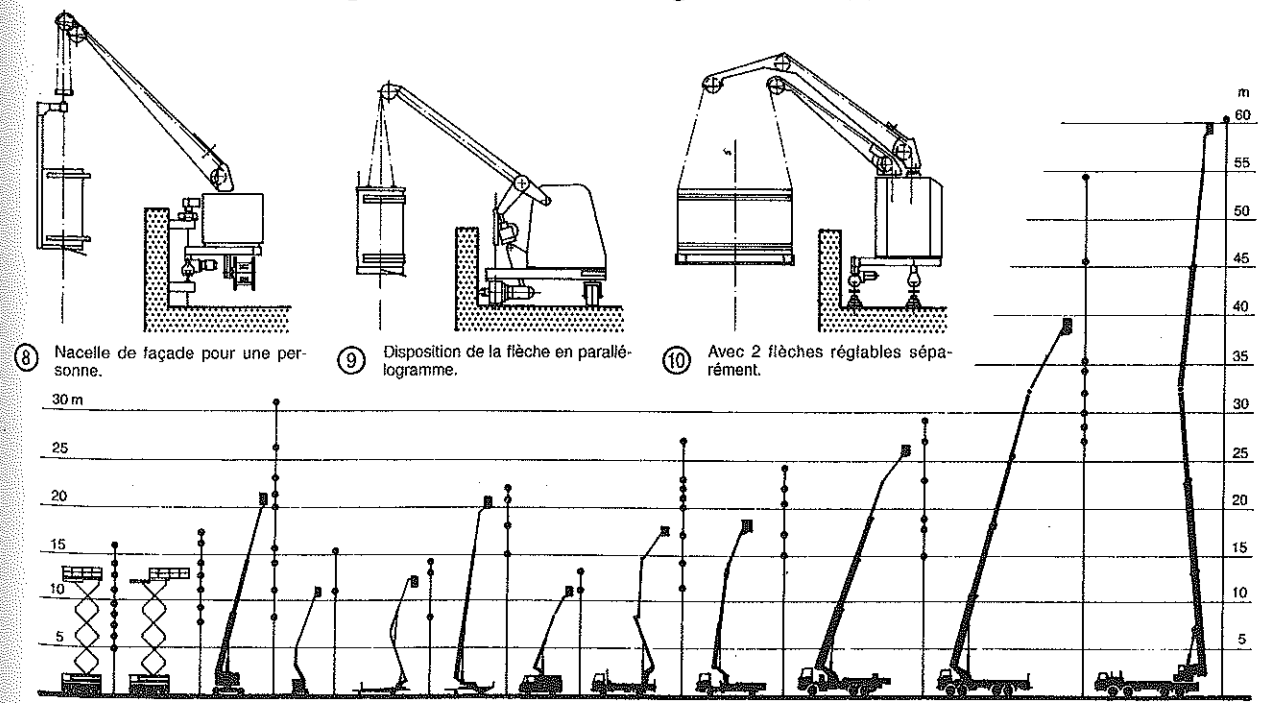


5 Passerelle d'entretien. 6 Balcon de nettoyage.

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. Intérieur 1 sem./2	6 Mois
Magasins (dans rues principales)	Extérieur tous les jours Intérieur tous les jours	3 Mois
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	-

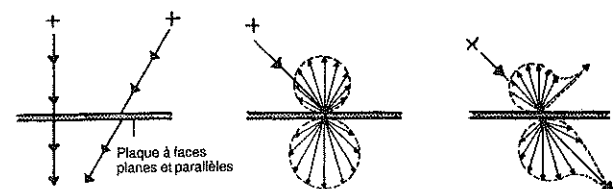
* Les fenêtres au rez-de-chaussée sont à nettoyer plus souvent

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 Plats-formes de travail.



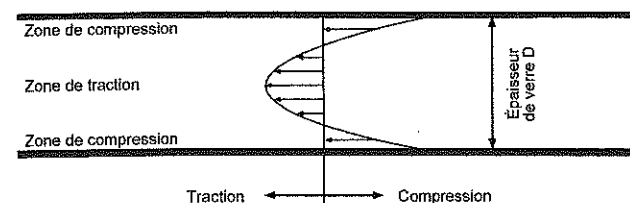
- ① Transparence directionnelle d'un verre clair avec décalage des rayons obliques
② Transparence diffuse des verres opalins translucides, albâtre, etc.
③ Transparence mixte de verres d'ornementation, de la soie, des verres opalins clairs, etc.

Matériau	Diffusion	Épaisseur en mm	Réverbération	Transparence	Opacité
Verre transparent clair	Sans	2-4	6-8	90-92	2-4
Verre miroir	Sans	6-8	8	88	4
Verre armé	Sans	6-8	9	74	17
Verre brut	Sans	4-6	8	88	4
Vitrail	Minimale	3,2-5,9	7-24	57-90	3-21
Verre transparent clair, mat. ext.	Minimale	1,75-3,1	7-20	63-87	4-17
Verre transparent clair, mat. int.	Minimale	1,75-3,1	6-16	77-89	3-11
Porcelaine	Bonne	3,0	72-77	2-8	20-21
Marbre poli	Bonne	7,3-10	30-71	3-8	24-65
Marbre enduit (imprégné)	Bonne	3-5	27-54	12-40	11-49
Albâtre	Bonne	11,2-13,4	49-67	17-30	14-21
Carton faiblement imprégné	Bonne		69	8	23
Papier parchemin non teinté	Bonne		48	42	10
Papier parchemin imprégné jaune-clair	Bonne		37	41	22
Papier parchemin jaune foncé (ocre)	Bonne		36	14	50
Soie blanche	Satisfaisante		28-38	61-71	1
Soie couleur (teintée)	Satisfaisante		5-24	13-54	27-80
Laminé teinté	Bonne	1,1-2,8	32-39	20-36	26-48

④ Caractéristiques lumino-techniques de matériaux translucides. Degrés de réflexion (voir p. 550, fig. 2, et p. 559, fig. 7)

g La transmission énergétique totale g se rapporte au domaine des longueurs d'ondes de 300 nm à 2 500 nm. Elle est la somme du rayonnement direct et traversant et de réverbération et convection vers l'intérieur.
 τ_L L'indication de translucidité τ_L se rapporte au domaine de longueurs d'ondes de la lumière visible de 380 nm à 780 nm et est évaluée par la sensibilité à la clarté de l'œil humain.
 τ_{UV} La transmission dans l'ultraviolet τ_{UV} est donnée pour le domaine de longueurs d'ondes allant de 280 nm à 380 nm.
 U_g Le coefficient de transmission thermique U_g (NF EN 673) d'un vitrage indique la perte d'énergie par seconde et par m² pour un changement de température de 1 °C. Plus cette valeur est basse, moins il y a de perte de chaleur. La pose de film sur le vitrage, le remplissage par un gaz et l'épaisseur de l'interstice entre double vitrages influencent le coefficient de transfert thermique de façon déterminante.
 R_a L'index de restitution de couleurs R_a décrit les caractéristiques de restitution des couleurs d'un vitrage. Une valeur R_a de plus de 90 signifie une très bonne restitution de couleurs.

- ⑤ Les caractéristiques lumineuses et énergétiques des verres sont données d'après la norme NF EN 410. Caractéristiques lumineuses et énergétiques - Détermination de la transmission lumineuse solaire directe, transmission énergétique totale, transmission dans l'ultraviolet et des caractéristiques dérivées des vitrages



Le verre est chauffé rapidement à environ 680 °C. Puis, sous l'action d'un jet d'air froid, un choc thermique crée un état de tension dans le verre grâce auquel celui-ci obtient une élasticité et une flexibilité supérieure. Les zones extérieures sont comprimées tandis qu'une tension se développe à l'intérieur.
 Lorsqu'interviennent des forces de cintrage, ce sont tout d'abord les efforts d'un jet d'air froid, un choc thermique qui sont neutralisés, avant même que le matériau n'ait à reprendre les efforts de traction. De cette façon, la résistance à la flexion peut être améliorée en passant de 45 N/m² pour un verre flotté normal à 120 N/m².

- ⑥ Caractéristiques du verre de sécurité trempé (ESG)

LE VERRE FONDEMENTS

Matériaux transparents et translucides

Pour la détermination du dimensionnement des fenêtres et l'éclairage des pièces, la connaissance de l'opacité, de la diffusion et de la réflexion des matériaux est importante tant pour l'usage et l'effet plastique que la valeur économique.

Il convient de distinguer : des **matériaux réfléchissant la lumière** avec réflexion directionnelle, à diffusion complète ou partielle et des **matériaux translucides** avec transparence directionnelle (fig. 1), diffuse (fig. 2) ou mixte (fig. 3).

À noter : des **verres mats** avec matité intérieure (à préconiser, rien que pour des raisons de salissures moindres) absorbent moins de lumière que ceux à matité extérieure.

Fabrication du verre

La technologie la plus récente pour produire du verre plat prêt à l'emploi, sans autre façonnage est la technique du verre flotté (float) qui consiste à faire flotter le verre en fusion sur un bain d'étain liquide afin qu'il soit parfaitement plat et en supprimant tout polissage. Le verre est clair, incolore et d'épaisseur uniforme, présentant des deux côtés une surface plane. La composition de base des verres flottés ne se différencie que par l'origine des matières premières. Cela n'a pour ainsi dire aucune conséquence sur les caractéristiques physiques du matériau. Pour la production de verres teintés dans la masse, une colorisation est obtenue par adjonction de différents oxydes métalliques. Le spectre de couleurs possible est très limité. Un choix plus important de couleurs et de motifs peut être obtenu par des émaillages appliqués en surface par sérigraphie. Ces applications ne peuvent être réalisées que sur des vitrages en verre trempé Sécurité monocouche. Des surfaces vitrées inclinées à plus de 10° reçoivent des sollicitations supplémentaires (poids propre, neige, vents et charges climatiques) et doivent être réalisées en verre trempé Sécurité ou verre feuilleté (plusieurs lames de verre assemblées par un ou plusieurs films plastiques).

Caractéristiques

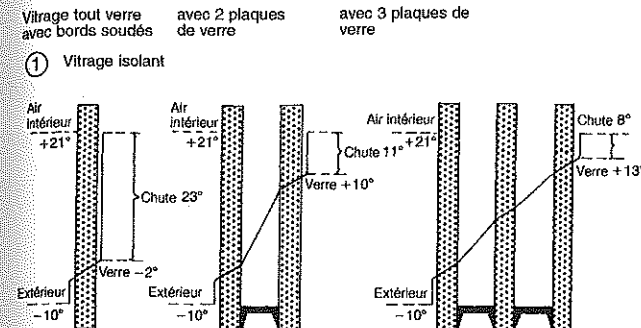
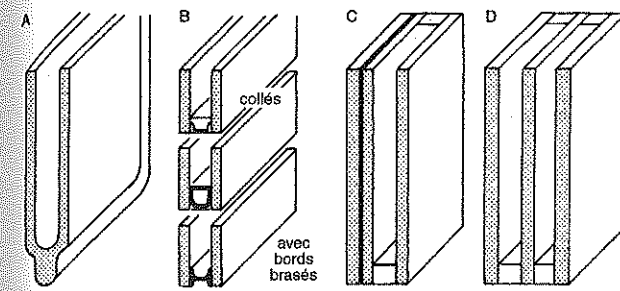
Le verre en physique est un liquide refroidi. Il est considéré comme étant un matériau cassant mais capable de supporter des efforts de compression, la résistance à la traction n'étant que le 1/10^e de la résistance à la compression. La rupture intervient lorsque les limites d'élasticité sont dépassées du fait de tensions mécaniques ou thermiques. Le verre normal casse par fragments tranchants de différentes longueurs qui peuvent constituer un danger pour les personnes. Les caractéristiques du verre sont adaptées aux exigences les plus diverses par l'intermédiaire de différents procédés. Le traitement thermique des vitres donne au verre une tension de base, une précontrainte, qui contribue à accroître sa résistance à la tension et au cintrage (fig. 6). Si une cassure se produit, la précontrainte divise le verre en une multitude de fragments émoussés (glace Sécurité monocouche).

La pose de films permet de modifier la transparence et, le cas échéant, la réflexion de longueurs d'ondes définies (par exemple pour des vitrages de protection contre la chaleur).

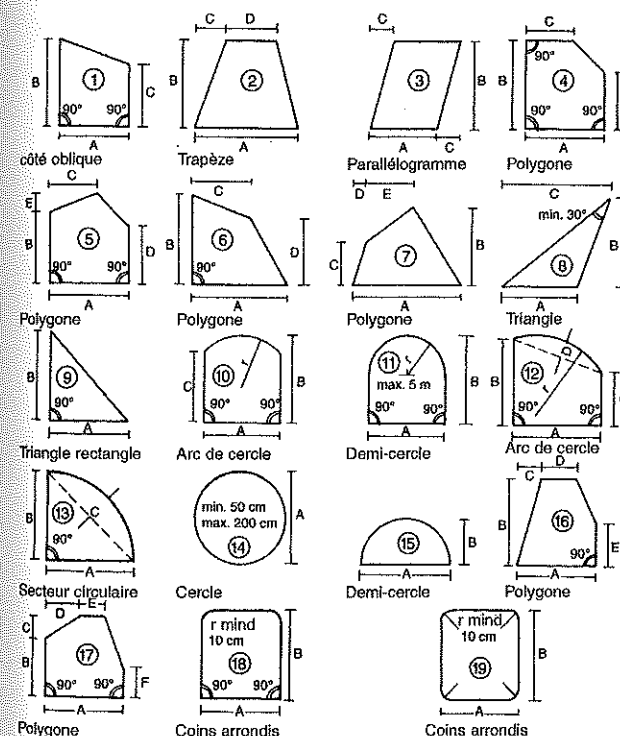
Deux ou plusieurs vitres peuvent comporter un ou des films intermédiaires pour répondre à diverses fonctions.

Des films à haute résistance sont employés pour réaliser des vitrages antichoc et anti-effraction. Des films intermédiaires imprimables offrent des possibilités de créations graphiques colorées et diverses. Le remplissage entre vitres par des gels spécifiques peut empêcher le passage des rayonnements indésirables de chaleur (vitrages de protection incendie).

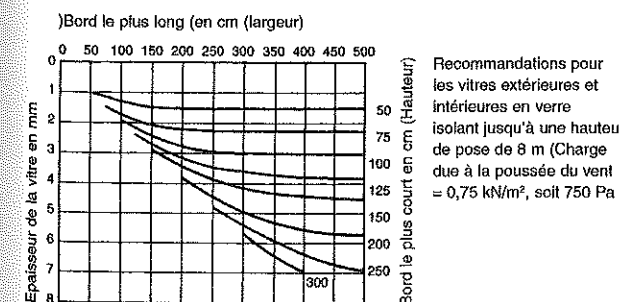
Information producteurs :
www.saint-gobain-glass.com



- ② Rayonnement thermique pour vitrage simple, double, triple



- ③ Formes commerciales de modèles-type de vitres (Exemples)



- ④ Recommandations pour l'épaisseur des vitres jusqu'à une hauteur de pose de 8 m

VITRAGES VITRAGES ISOLANTS

Un vitrage isolant multicouche (fig. 1) est une unité de vitrage fabriqué avec deux ou plusieurs couches de verre (verre à vitres, verre à glaces, verre coulé, verre en feuille), séparées les unes des autres par un ou plusieurs espaces remplis d'air ou de gaz. Le vitrage isolant multicouche offre selon la construction une grande isolation thermique et/ou acoustique (par ex. vitrage isolant à isolation acoustique, vitrage isolant protégeant du soleil, vitrage à fonction calorifique, verre de sécurité feuilleté avec couche intermédiaire). De l'air séché ou du verre spécial se trouve dans l'espace entre les vitres. Les vitrages isolants sont subdivisés, suivant les différents assemblages des bords, en : vitrages isolants tout verre (fig. 1A), vitrages isolants brasés (fig. 1B), vitrages isolants avec assemblage chimique des bords (fig. 1B).

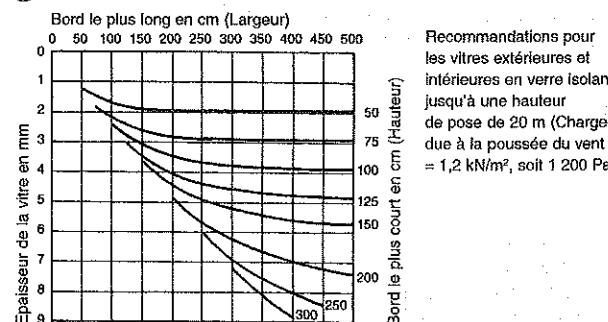
Distance entre vitres		Vitrage double isolant en verre glace OPTIFLOAT						k (W/m ² K) *
		4 mm	5 mm	6 mm	8 mm	10 mm	12 mm	
8	Largeur en cm	141	185	185	300	300	300	3,2
	Hauteur en cm	240	300	500	500	500	500	
	Surface en m ²	3,4	3,4	3,8	8,0	10,0	10,0	
	Allongement max.	1:6	1:10	1:10	1:10	1:10	1:10	
10	Épaisseur totale en mm	16	18	20	24	28	32	3,1
	Largeur en cm	141	245	280	300	300	300	
	Hauteur en cm	240	300	500	500	500	500	
	Surface en m ²	3,4	6,0	8,0	10,0	10,0	10,0	
12	Allongement max.	1:6	1:10	1:10	1:10	1:10	1:10	3,0
	Épaisseur totale en mm	18	20	22	26	30	34	
	Largeur en cm	141	245	280	300	300	300	
	Hauteur en cm	240	300	500	500	500	500	
12	Surface en m ²	3,4	6,0	8,0	12,0	12,0	10,0	3,0
	Allongement max.	1:6	1:10	1:10	1:10	1:10	1:10	
	Épaisseur totale en mm	20	22	24	28	32	36	
	Tolérance sur l'épaisseur en mm	± 1,0	± 1,0	± 1,0	± 1,0	± 1,0	± 1,0	
	Tolérance sur les dimensions en mm	± 1,5	± 2,0	± 2,0	± 2,0	± 2,0	± 2,0	
	Poids en kg/m ²	20	25	30	40	50	60	

- ⑤ Vitrage double isolant

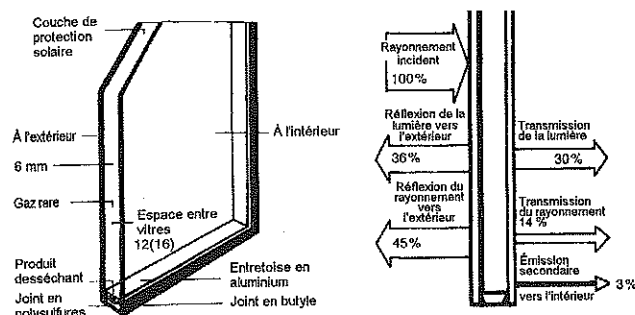
Compo- sition	OPTIFLOT Distance entre vitres en mm	4 4 4 (8,5) (8,5)	5 5 5 (8,5) (8,5)	4 4 4 (6) (6)	5 5 5 (6) (6)
k (W/m ² K) *		1,9	1,9	2,0	2,0
Transparence en mm		74	72	74	72
Épaisseur totale en mm		29	32	24	27
Dimensions max. des côtés en cm		141 x 240	180 x 240	141 x 240	180 x 240
Dimension min. en cm		24 x 24	24 x 24	24 x 24	24 x 24
Allongement max.		1:6	1:6	1:6	1:6
Surface max. en m ²		3,4	3,4	3,4	3,4
Poids en kg/m ²		ca. 30	ca. 38	ca. 30	ca. 38
Tolérance sur l'épaisseur : - 1mm/2mm					
Tolérance sur les dimensions : ± 2,0mm					

* testé suivant les normes

- ⑥ Vitrage triple isolant



- ⑦ Recommandations pour l'épaisseur des vitres jusqu'à une hauteur de pose de 20 m



① Vitrage isolant de protection solaire (type or 30/17) ② Vitrage isolant de protection solaire (type or 30/17)

Type	Transparence T_L en %	Réflexion de la lumière extérieure R_L en %	Transparence aux UV T_{UV} en %	k (W/m²K) (12 mm)	Transparence énergétique totale g en %	Facteur de transparence moyen b	Nombre caractéristique de sélectivité S	Dimensions max. en mm
Titane								
66/43	66	21	18	1,4	43	0,49	1,53	260x500
Auresin (bleu)								
66/44	66	15	11	1,4	44	0,50	1,50	240x340
50/32	50	19	16	1,5	32	0,37	1,56	240x340
49/32	49	38	38	1,4	32	0,37	1,53	260x500
45/39	45	30	17	1,4	39	0,45	1,15	240x340
40/26	40	32	22	1,3	26	0,30	1,54	240x340
39/28	39	26	11	1,4	28	0,32	1,40	240x340
Or								
40/26	40	25	36	1,4	26	0,30	1,54	240x340
30/23	30	18	40	1,4	23	0,26	1,30	240x340
Argent								
50/35	50	40	35	1,4	35	0,40	1,43	240x340
50/30	50	37	34	1,3	30	0,34	1,67	260x500
49/43	49	36	22	1,4	43	0,49	1,14	240x340
48/48	48	39	21	1,5	48	0,55	1,00	240x340
37/32	37	40	14	1,5	32	0,37	1,16	240x340
36/33	36	46	28	1,4	33	0,38	1,09	240x340
36/22	36	48	45	1,2	22	0,25	1,64	240x340
15/22	15	26	42	2,6	22	0,25	0,68	200x340
Bronze								
49/33	49	16	35	1,4	33	0,38	1,48	240x340
36/26	36	28	46	1,4	26	0,30	1,38	240x340
Neutre								
51/39	51	11	30	1,6	39	0,45	1,31	240x340
51/38	51	16	10	1,6	38	0,44	1,34	300x500
Vert								
37/20	37	25	36	1,4	20	0,23	1,85	260x500
38/28	38	34	17	1,4	28	0,32	1,36	240x340
Gris								
47/51	47	6	22	2,9	51	0,59	0,92	240x340
43/39	43	7	17	1,5	39	0,45	1,09	240x340
CUDO (par comparaison)	78	15	15	98	72	0,83	1,08	

③ Vitrage isolant de protection solaire

Vitrage isolant de protection solaire

Le vitrage isolant de protection solaire se caractérise par une grande transparence à la lumière liée à une faible transparence énergétique totale, ce qui est rendu possible par enduction d'une très fine couche de métal précieux, appliquée comme protection sur toute la surface limitant l'espace entre vitres. En plus des bonnes propriétés de protection solaire, ce vitrage a un coefficient de transmission de chaleur k allant jusqu'à 1,2 W/m².K, remplit toutes les exigences d'un vitrage à haut pouvoir isolant. Les multiples nuances de couleurs et types de couleurs neutres offrent de nombreuses possibilités créatrices, complétées par des panneaux de parement à une ou deux vitres en harmonie de couleurs. Ce vitrage de protection solaire peut être combiné, aussi bien pour l'extérieur que pour l'intérieur, avec un vitrage pour isolation acoustique, des vitres simples de sécurité, des vitres de sécurité feuilletées, des vitrages isolants blindés, des vitrages isolants de sécurité et des vitres façonnées ou coulées. La combinaison n'est pas possible avec les vitrages armés.

Chaque type de vitre est caractérisé par sa couleur (vue de l'extérieur) ainsi que par deux valeurs : la transparence, puis la transpa-

VITRAGES

VITRAGES ISOLANTS

rence énergétique totale en pour cent (par exemple Auresin (bleu) 40/26).

Transparence à la lumière T_L dans le domaine des longueurs d'ondes de la lumière allant de 380 nm à 780 nm (nanomètres), relative à la sensibilité lumineuse de l'œil humain en pour cent

Réflexion de la lumière R_L vers l'extérieur et l'intérieur (en %)

Indice de restitution des couleurs R_{ad}

$RA > 90$ = très bonne restitution des couleurs

$RA > 80$ = bonne restitution des couleurs

Transparence aux UV (T_{UV}) dans le domaine des longueurs d'ondes allant de 280 nm à 380 nm en pour cent

Transparence énergétique totale g dans le domaine des longueurs d'ondes allant de 320 nm à 2 500 nm est la somme de la transparence énergétique et de l'émission secondaire (rayonnement et convection) vers l'intérieur.

Facteur de transparence moyen b (shading coefficient = coefficient de protection contre la lumière). Le facteur b est le facteur de transparence moyen de l'énergie solaire rapporté à 87 % de l'énergie passant à travers une vitre simple d'épaisseur 3 mm, soit $b = 8(\%) / 87(\%)$.

Le nombre caractéristique de sélectivité S est donné par $S = T_L / g$. Une valeur importante de S indique des conditions favorables de transparence (T_L) et de transparence énergétique totale (g).

Le coefficient de transmission de chaleur k d'une vitre isolante indique la quantité d'énergie perdue à la traversée de la surface de la vitre. Plus la valeur est petite, moins il y a de perte de chaleur. La valeur de k des vitrages isolants classiques dépend essentiellement de l'espace entre les vitres et de la nature (air ou gaz rare) de cet espace. Une amélioration des valeurs de k, pour les vitrages isolants solaires, est obtenue grâce à des couches de métal précieuses. Les valeurs de k indiquées sont relatives, selon les normes, à une distance entre vitres de 12 mm.

La restitution des couleurs en regardant à travers un tel vitrage de l'intérieur vers l'extérieur n'est pas altérée pour l'essentiel. La faible coloration de la plupart des vitres est perceptible par comparaison directe avec les fenêtres ouvertes ; elle est grise ou ombrée selon les types. Elle est reconnaissable aussi quand on regarde de l'extérieur à travers la vitre sur le côté.

Les vitrages isolants de protection solaire sont très peu préjudiciables à l'ambiance des couleurs dans une pièce, car la composition spectrale de la lumière du jour incidente n'est qu'imperceptiblement modifiée. La restitution des couleurs est exprimée par l'indice R.

Vitrage isolant. Vitrage multifonction

Des contraintes plus sévères, concernant les éléments de façade, résultent des exigences plus fortes et diverses pour les vitrages : protection thermique et acoustique, protection contre le soleil, protection des objets et des personnes, protection contre le feu, création esthétique et protection de l'environnement.

Il s'agit, dans le cas de ces fonctions, d'effets de protection accrus qui ne peuvent pas être atteints uniquement avec des vitrages isolants conventionnels.

Le vitrage isolant multifonction est un élément de vitrage isolant qui réunit en lui-même plusieurs de ces fonctions de protection. Il est techniquement possible de remplir presque toutes ces exigences avec un tel vitrage isolant ; pourtant un vitrage multifonctions standard n'existe pas.

Composition Vitre Espace Vitre	Épaisseur totale du vitrage	Protection chaleur k_v	Protection soleil g	Bilan énergie k	Protection acoustique R_{w}	Restitution des couleurs R_{ad}	Sécurité passive	Esthétique	Protection de l'environnement
mm	mm	W/m²K	%	W/m²K	dB	-	-	-	-
Espace entre vitres 6/16/4	26	1,2	43	0,68	36	98	oui	oui	oui

④ Vitrage multifonction. Exemple

Vitrage monocouche de sécurité (verre trempé Sécurité)

Par définition un vitrage monocouche de sécurité, est un vitrage en verre trempé. La trempe est obtenue par traitement thermique. Le processus de fabrication consiste à chauffer rapidement le verre puis à le refroidir instantanément en soufflant de l'air froid. Contrairement au verre flotté qui produit des éclats de verre à angles vifs comme des poignards en cas de rupture, le verre trempé produit de petits débris de verre, la plupart à arêtes obtuses. Le risque de blessure est considérablement réduit. De plus le verre trempé a d'autres avantages : un accroissement de la résistance mécanique aux chocs et à la flexion ainsi que de la stabilité aux changements de température (différence de température pouvant aller jusqu'à 150 K).

Domaines d'utilisation : bâtiment d'installations sportives avec lancers de ballon, écoles maternelles, bâtiments d'habitation et administratifs pour les cages d'escaliers, les portes et les dispositifs d'encloisonnement, à proximité des radiateurs pour éviter les ruptures par tensions thermiques. Dans le domaine des murs-rideaux-vitrages pour balustrades de balcons, d'escaliers et de dispositifs de protection pour préserver des chutes.

Un façonnage ultérieur des verres trempés n'est pas possible. L'endommagement de la surface entraîne la destruction de la vitre.

Combinaisons Verre trempé	Épaisseur de la vitre en mm											
	Verre flotté				Verre trempé Sécurité				Verre feuilleté			
	4	5	6	8	10	4	5	6	8	10	6	8
4	100x200	100x200	100x200	100x200	100x200	100x200	100x200	100x200	100x200	100x200	100x200	100x200
5	120x240	120x240	120x240	120x240	120x240	120x240	120x240	120x240	120x240	120x240	120x240	120x240
6	141x240	210x360	210x360	210x360	210x360	100x360	120x360	210x360	210x360	210x360	210x360	210x360
8	141x240	210x360	210x360	210x360	210x360	100x360	120x360	210x360	210x360	210x360	210x360	210x360
10	141x240	210x360	210x360	210x360	210x360	100x360	120x360	210x360	210x360	210x360	210x360	210x360

Pour les utilisations extérieures, les épaisseurs des vitres sont à dimensionner selon les suppositions de charge conformes aux normes

① Dimensions maximales des vitrages isolants avec vitre monocouche de sécurité (verre trempé Sécurité) en cm

Les vitres trempées peuvent être utilisées en combinaison pour des vitrages isolants traditionnels (fig. 1).

Vitrage feuilleté de sécurité

Les verres feuilletés sont fabriqués en réunissant solidement entre elles deux ou plusieurs vitres de verre flotté par un ou plusieurs films très élastiques de polybutyral de vinyle. La transparence habituelle du verre peut, selon l'épaisseur, être réduite de façon insignifiante. Le verre feuilleté est un verre confinant les éclats. Au moment de la cassure, les fragments adhèrent aux films. Ces films viscoplastiques rendent difficiles la pénétration de sorte que la sécurité active est renforcée (effet antirupture et antipercement). En cas de rupture du vitrage feuilleté, l'impression de local fermé reste conservée.

Domaines d'utilisation : Zone d'entrée dans les locaux communaux, écoles, jardins. En plus, de la sécurité contre l'effraction, le

Combinaisons Verre feuilleté	Épaisseur de la vitre en mm											
	Verre flotté				Verre trempé Sécurité				Verre feuilleté			
	4	5	6	8	10	4	5	6	8	10	6	8
6	141x240	225x300	225x300	225x300	225x300	100x300	120x300	210x300	210x300	225x300	225x300	225x300
8	141x240	225x300	225x300	225x300	225x300	100x300	120x300	210x300	210x300	225x300	225x300	225x300
10	141x240	225x300	225x300	225x300	225x300	100x300	120x300	210x300	210x300	225x300	225x300	225x300
12	141x240	225x300	225x300	225x300	225x300	100x300	120x300	210x300	210x300	225x300	225x300	225x300

Pour les utilisations extérieures, les épaisseurs des vitres sont à dimensionner selon les suppositions de charge conformes aux normes

② Dimensions maximales des vitrages isolants avec vitres feuilletées de sécurité en cm

VITRAGES

VITRAGES DE SÉCURITÉ

vitrage feuilleté sert surtout pour des vitrages « au-dessus de la tête » et pour des raisons de sécurité absolument nécessaires (fig. 2).

Vitrage de sécurité pour protection des personnes et des objets

Le verre de sécurité feuilleté est le matériau transparent permettant de produire une protection suffisante avec un vitrage anti-agression.

Possibilités : Vitrage double en verre de sécurité feuilleté en différentes épaisseur avec film en polybutyral de vinyle, vitrage triple ou plus en verre de sécurité feuilleté avec film en polybutyral de vinyle standard ou en fabrication renforcée.

La combinaison avec une boucle d'alarme ou un fil métallique d'alarme en liaison avec un système avertisseur offre une sécurité supplémentaire. Les vitrages protégeant des attaques, répondant aux normes, sont classés dans les groupes suivants : vitrage protégeant des coups (lettre d'identification A, B ou C), vitrage protégeant des explosions (lettre d'identification D).

En général, le côté de l'agression est du côté de la couche exté-

Classe de résistance	Composition	Épaisseur mm	Poids kg/m²	Dimensions maximales cm	Surface maximale m²	Allongement maximal %	Exemples d'utilisation
A1	à une couche 9/10/4 Iso	23,0	32	225x400	9,0	1:10	Maisons uni et plurifamiliales en lotissement
A2	à une couche 9,5/10/4 Iso	24,0	33	225x400	9,0	1:6	Constructions à l'écart d'utilisation privée
A3	à une couche 10/10/4 Iso	24,0	34	225x400	9,0	1:6	Maisons d'habitation avec équipements de grande valeur comme les maisons de vacances éloignées
DH 4	à une couche 11/10/4 Iso	25,0	35	225x400	9,0	1:6	Villas, en particulier objets exposés à des vols

Les dimensions et surfaces maximales ci-dessus pour les montages de vitres isolantes sont valables pour des usages extérieurs, dans la mesure où la couche épaisse est installée vers l'extérieur. Pour les éléments à une couche de type A, les dimensions max. tiennent compte des possibilités de production technique et ne sont pas valables de ce fait pour les utilisations extérieures

③ Vitrage résistant aux projectiles

rieure du vitrage. Il peut être du côté de la couche intérieure uniquement dans les établissements judiciaires. Il n'est pas permis de modifier arbitrairement le sens du montage, par exemple en tournant les éléments (fig. 3).

Vitrage anti-effraction

Ces vitrages sont classés, selon les normes, en trois classes de résistance aux effractions : B1, B2 et B3 avec un degré de sécurité croissant (fig. 4).

L'homologation des vitrages anti-effraction est importante pour l'établissement du montant des primes d'assurances.

Classe de résistance	Composition	Épaisseur mm	Poids kg/m²	Dimensions maximales cm	Surface maximale m²	Allongement maximal %	Exemples d'utilisation
B1	à une couche 9/10/4 Iso	32	54	225x300	6,75	1:10	C1 SA Magasins photo et vidéo, pharmacies, certains rayons de grands magasins, centres de calcul
B2	à une couche 9,5/10/4 Iso	37	66	225x300	6,75	1:10	C2 SA Galeries, musées, magasins d'antiquités, grands magasins, établissements psychiatriques
B3	à une couche 28/10/5 Iso	43	80	225x300	6,75	1:10	C3 SA Bijouterie, magasin de fourrures, établissement de justice, centrale pour énergie

SA = production d'éclats

Les dimensions et surfaces maximales ci-dessus pour les montages de vitres isolantes sont valables pour des usages extérieurs, dans la mesure où la couche épaisse est installée vers l'extérieur.

④ Vitrage anti-effraction

Vitrage de sécurité homologué

Vitrage anti-effraction avec homologation des assureurs (fig. 1).

Les assureurs contrôlent les vitrages anti-effraction dans leur capacité de ralentissement du temps d'effraction, pour l'établissement des primes d'assurance des objets à protéger. Les produits admis sont rassemblés dans une liste. Les différents vitrages de sécurité sont répartis en cinq classes de résistance : EH 01, 02, 1, 2 et 3.

La classe de résistance requise pour un objet précis dans un cas particulier, dépend des circonstances. À déterminer auparavant avec l'assureur.

Classe de résistance	Composition	Épaisseur mm	Poids kg/m ²	Dimensions maximales cm	Surface maximale m ²	Allongement maximum	Exemples d'utilisation
EH 01	à une couche	10	23	225/300	6,75	1:10	Maisons uni et plurifamiliales en lotissement
EH 02	à une couche	11	24	225/300	6,75	1:10	Villas, en particulier objets exposés à des vols
EH 1	à une couche	18	39	225/300	6,75	1:10	Magasins photo et vidéo, pharmacies, certains rayons de grands magasins, centres de calcul
EH 2	à une couche	25	51	225/300	6,75	1:10	Galerias, musées, magasins d'antiquités, grands magasins, établissements psychiatriques
EH 3	à une couche	36	78	225/300	6,75	1:10	Bijouterie, magasin de fourrures, établissement judiciaire, centrale énergie

① Vitrage anti-effraction avec homologation des assureurs

Les vitres blindées protégeant des coups de feu procurent la meilleure sécurité en cas d'attaque corporelle ou vitale. Ces vitres sont utilisées là où des personnes, en cas critique, peuvent se trouver directement derrière une vitre. Il y a cinq classes de résistance, de C1 à C5. On distingue en outre les vitres sans éclats de verre (SF) et celles produisant des éclats (SA) (fig. 2).

Puisque tous les vitrages à l'épreuve des coups de feu sont composés de vitres feuilletées de sécurité multicouches et asymétriques, ils présentent donc une meilleure protection contre l'effraction. Poids maximal de 500 kg pour une unité de vitrage isolant et de 600 kg pour un vitrage monocouche.

Vitrage de sécurité pour protection des personnes et des biens

Ce vitrage est résistant aux chocs (fig. 3). Les vitres de classe D1 à D3 ont toujours aussi des propriétés de sécurité supplémentaires.

Classe de résistance	Composition	Épaisseur mm	Poids max. kg/m ²	Dimensions maximales cm	Surface maximale m ²	Allongement maximum
C 1	SA à une couche 17/10/5 Iso	17	37	225 x 300	6,75	1:10
	SF à une couche 19/10/9 Iso	28	66	225 x 300	6,75	1:10
C 2	SA à une couche 11/10/10 Iso	23	52	225 x 300	6,75	1:10
	SF à une couche 28/10/11 Iso	34	83	225 x 300	6,75	1:10
C 3	SA à une couche 11/10/19,5 Iso	28	64	225 x 300	6,75	1:10
	SF à une couche 34/10/11 Iso	50	122	225 x 300	4,90	1:10
C 4	SA à une couche 17/10/21 Iso	44	104	225 x 300	5,70	1:10
	SF à une couche 48/10/11 Iso	70	168	225 x 300	3,60	1:10
C 5	SA à une couche 32,5/10/32,5 Iso	77	187	210 x 300	3,20	1:10
	SF à une couche 32,5/10/32,5 Iso	77	187	225 x 300	3,20	1:10

② Vitre blindée - Vitrage protégeant des coups de feu

VITRAGES VITRAGES DE SÉCURITÉ

taires, selon le type, envers les chocs, les effractions et les coups de feu.

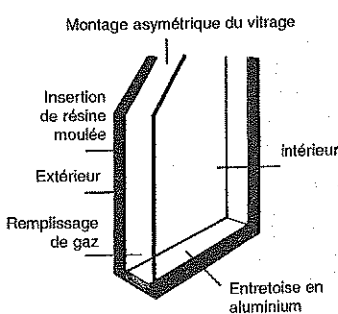
Vitrage à isolation thermique et phonique

1. Poids de la vitre : plus la vitre est lourde, meilleure est l'isolation phonique.
2. Élasticité de la vitre : plus la vitre est élastique meilleure est l'isolation phonique (par ex. dans le cas d'un verre feuilleté avec couche de résine).

Classe de résistance	Composition	Épaisseur mm	Poids kg/m ²	Dimensions maximales cm	Surface maximale m ²	Exemples d'utilisation
D 1	à une couche	11	24	90 x 110	1,0	1:6
D 2	à une couche	17	40	90 x 110	1,0	1:6
D 3	à une couche	28	66	90 x 110	1,0	1:6

③ Vitrage résistant aux effets d'éclatement

L'épaisseur de la vitre extérieure et celle de la vitre intérieure doivent être différentes (fig. 4). Plus il y a de différence, meilleur est l'isolation phonique.



④ Vitrage thermique et phonique isolant

Type	Composition extérieure	Épaisseur mm	Poids kg/m ²	Transparence %	Isolation acoustique R _w dB	Isolation thermique U _w W/m ² K	Dimension max. d'un côté cm	Surface max. m ²	Allongement max. mm
37/22	6/12/4	22	25	82	97	75	300	4,0	1:6
39/24	6/14/4	24	25	82	97	75	300	4,0	1:6
40/26	8/14/4	26	30	81	97	72	300	4,0	1:6
43/34	10/20/4	34	35	80	96	69	300	4,0	1:6
44/36	10/24/4	36	35	80	96	69	300	4,0	1:6

⑤ Vitrage thermique et phonique isolant

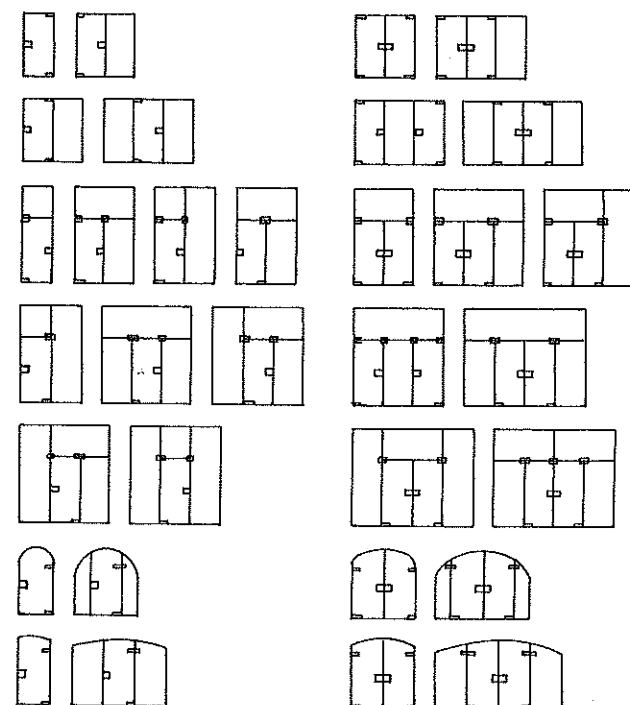
Type	Composition extérieure	Épaisseur mm	Poids kg/m ²	Transparence %	Isolation acoustique R _w dB	Isolation thermique U _w W/m ² K	Dimension max. d'un côté cm	Surface max. m ²	Allongement max. mm
45/30 G	GH 19,5/15/6	30	40	78	97	64	200 x 300	6,0	1:10
47/36 GH	GH 10/20/6	36	40	78	97	64	200 x 300	6,0	1:10
50/40 GH	GH 10/20/10	40	50	77	95	62	200 x 300	6,0	1:10
53/42 GH	GH 12/20/10 GH	42	55	75	95	60	200 x 300	6,0	1:10
55/50 GH	GH 20/20/10 GH	50	75	72	93	54	200 x 300	6,0	1:10

⑥ Vitrage super isolant thermique et phonique

VITRAGES TYPES DE VITRAGES

du type verre flotté, verre monocouche de sécurité et verre feuilleté de sécurité, ni avec des vitrages isolants thermiques et des verres de protection solaire.

Les ensembles d'entrée tout verre comportent une ou plusieurs portes vitrées, une imposte et des parties fixes latérales. Autres possibilités : portes coulissantes, pliantes, à arc brisé ou en plein-cintre. Différentes couleurs et structures de verre sont possibles. Des dimensions standard ou spéciales sont proposées. Pour le dimensionnement des portes en rapport avec les dimensions des volumes (fig. 3 à 5). En cas de destruction brutale, le verre se disloque en un réseau de petits morceaux qui restent plus ou moins légèrement attachés. Épaisseur usuelle du verre de 10 ou 12 mm, correspondant aux exigences statiques. Des renforcements peuvent être nécessaires.



③ Dispositif de porte à un seul battant

Dispositif de porte à deux battants

Produit	Couleur	Épaisseur mm	Vitrage isolant	Allong. max. pour 12 mm entre vitres	Dimensions maximales cm
Viel allemand	jaune et blanc	4	Δ	×	1:6
Viel allemand (petit) Côté > 25 cm	blanc, jaune, bronze, gris	4	×	×	1:6
Culs de bouteille	jaune et blanc	6	×	×	1:6
Chinchilla	bronze et blanc	4	Δ	×	1:6
Croco 129	blanc	4	×	×	1:6
Delta	blanc et bronze	4	×	×	1:6
Difult 597	blanc	4	×	×	1:6
Difult 597 armé	blanc	7	×	×	1:10
Verre armé maille 1)	blanc	7	×	×	1:10
Verre armé maille 1)	blanc	9	×	×	1:10
Okult armé	blanc	9	×	×	1:10
Verre armé façonné 167 (Abstracto)	blanc et bronze	7	□	○	1:10
Verre armé façonné 521, 523	blanc	7	×	×	1:10
Verre armé façonné	blanc	7	×	×	1:10
Flora 035 + Néolit	blanc	7	Δ	×	1:10
Edelit 504, un ou deux côtés	blanc	4	Δ	×	1:6
Flora 035	bronze et blanc	5	Δ	×	1:6
Verre coulé antique	jaune, gris et blanc	4	×	×	1:6
V. coulé antique 1074, 1082, 1086	gris	4	×	×	1:6
Karolit sur deux côtés	blanc	4	Δ	×	1:6
Cathédrale avec grosses et petites bosses	blanc	4	×	×	1:6
Cathédrale 102	jaune	4	×	×	1:6
Cathédrale 1074, 1082, 1086	gris	4	×	×	1:6
Tresse de parlier	blanc et jaune	4	Δ	×	1:6
Kupelit 030	blanc	5	Δ	×	1:6
Lisral	blanc	4	Δ	×	1:6
Maya	blanc et bronze	5	×	×	1:6
Maya dépoli	blanc et bronze	5	×	×	1:6
Néolit	blanc	4	Δ	×	1:6
Niagara	jaune, bronze et blanc	5	Δ	×	1:10
Niagara dépoli brillant	blanc	5	Δ	×	1:10
Verre façonné 134 (Núcleo)	bronze et blanc	4	Δ	×	1:6
Verre façonné 178 (Silvit)	bronze et blanc	4	Δ	×	1:6
Verre façonné 187 (Abstracto)	jaune bronze et blanc	4	□	○	1:6
Verre façonné 502, 504, 520	blanc	4	×	×	1:6
Verre façonné 521, 523	blanc	4	×	×	1:6
Verre façonné 523	jaune	4	×	×	1:6
Verre façonné 528	blanc	4	×	×	1:6
Verre façonné 550, 552, 597	blanc	4	×	×	1:6
Patio	bronze et blanc	5	Δ	×	1:10
Verre brut martelé	blanc	5	×	×	1:10
Verre brut martelé	blanc	7	×	×	1:10
Tigre 033	blanc	5	Δ	×	1:6

① Combinaison de vitres en verre coulé

Par verre coulé, on entend un verre manufacturé auquel est donné par laminage une certaine structuration de surface. Ce verre n'est pas complètement transparent (fig. 1).

Le verre coulé trouve son utilisation là où une transparence complète n'est pas souhaitée (salle de bain, WC) et on l'utilise comme élément de décoration. Concernant la décoration, on distingue les verres blancs et les verres colorés, les verres bruts blancs, les verres armés blancs et colorés, les verres armés façonnés blancs et colorés. Presque tous les verres commercialisés peuvent être montés en vitrage isolant (fig. 1).

La face structurée est en général à l'extérieur afin de garantir une liaison parfaite des bords. Mais dans le cas de verres coulés légèrement structurés, le côté structuré peut être disposé du côté de l'espace entre vitres afin de faciliter le nettoyage. Ne pas façonner les verres coulés colorés en combinaison avec des vitres colorées.

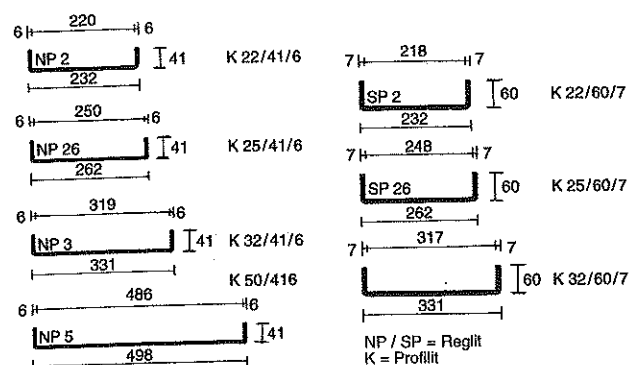
Type de vitre	Épaisseur nominale mm	Tolérance mm	Dimensions maximales cm x cm
Verre clair horticoles (Dimension standard)	3	± 0,2	48 x 120 73 x 143 46 x 144 73 x 165 60 x 174 60 x 200
	4	± 0,3	

② Verre clair horticoles

④ Portes vitrées. Dimensions suivant les normes

Type de verre	Épaisseur du verre mm	Dimensions max (mm x mm)	Tolérance sur l'épaisseur mm
Brillant, gris, bronze	10 12	2400 x 3430 2150 x 3500*	± 0,3
OPTIWHITE	10	2400 x 3430 2150 x 3500*	± 0,3
Structure 2000	10 10	1860 x 3430 1860 x 3500*	± 0,5
Bambou, chinchilla Blanc, bronze	8 8	1700 x 2800 1700 x 3000*	± 0,5

⑤ Ensemble d'entrée tout verre (compris imposte et partie latérales)



① Verre façonné. Coupe transversale

Hauteur au-dessus du bord supérieur de l'ouverture	jusqu'à 8 m				jusqu'à 20 m				jusqu'à 100 m			
	L*	L*	L*	L*	L*	L*	L*	L*	L*	L*	L*	L*
Type de verre → ①	L*	L*	L*	L*	L*	L*	L*	L*	L*	L*	L*	L*
NP 2	3,25	2,55	2,20	4,35	3,45	2,95	4,60	3,65	3,10			
K 22/41/6	3,05	2,40	2,05	4,10	3,25	2,75	4,35	3,45	2,90			
NP 26	2,75	2,20	1,85	3,70	2,95	2,50	3,90	3,10	2,65			
K 25/41/6	2,30	1,80	1,55	3,05	2,40	2,00	3,25	2,55	2,15			
NP 3												
K 32/41/6												
NP 5												
K 50/41/6												
SP 2	5,15	4,05	3,45	6,65	5,45	4,65	7,00	5,75	4,90			
K 22/60/7	4,85	3,85	3,25	6,55	5,15	4,40	6,90	5,45	4,65			
SP 26	4,40	3,45	2,95	5,85	4,55	3,80	6,20	4,90	4,15			
K 25/60/7												
K 32/60/7												

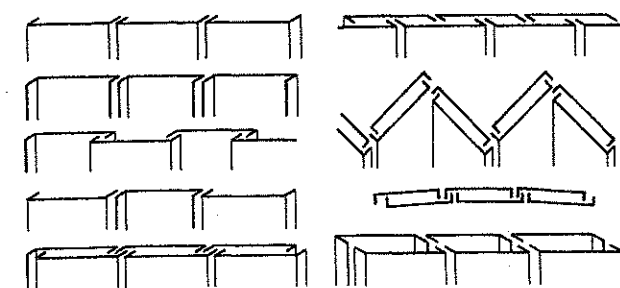
② Construction fermée (0,8 - 1,25 - g)

Hauteur au-dessus du bord supérieur de l'ouverture	H/a = 0,25 - (1,5 - g)				H/a = 0,5 - (1,7 - g)			
	L*	L*	L*	L*	L*	L*	L*	L*
Type de verre → ①	L*	L*	L*	L*	L*	L*	L*	L*
NP 2	2,80	2,10	1,75	3,75	2,95	2,50	2,45	1,95
K 22/41/6	2,50	1,95	1,70	3,50	2,80	2,35	2,35	1,85
NP 26	2,20	1,75	1,50	3,15	2,50	2,15	2,10	1,65
K 25/41/6	1,85	1,45	1,25	2,80	2,10	1,75	1,75	1,35
NP 3								
K 32/41/6								
NP 5								
K 50/41/6								
SP 2	4,20	3,30	2,80	5,95	4,65	3,95	3,10	2,65
K 22/60/7	3,95	3,10	2,65	5,60	4,40	3,80	2,90	2,60
SP 26	3,60	2,80	2,40	5,00	4,00	3,40	2,65	2,25
K 25/60/7								
K 32/60/7								

③ Construction ouverte

Transparence	simple paroi	jusqu'à 89 %
Isolation acoustique	double paroi	jusqu'à 81 %
Isolation thermique	double paroi	jusqu'à 29 db
	double paroi	jusqu'à 41 db
	double paroi	jusqu'à 55 db
	double paroi	k = 5,6 W/m²K
	double paroi	k = 2,8 W/m²K (NP)
	double paroi	k = 2,7 W/m²K (SP)

④ Données physiques



⑤ Possibilités de pose

VITRAGES

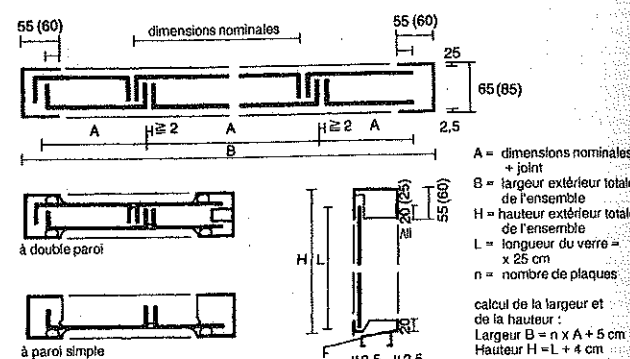
VITRAGES FAÇONNÉS

Le verre façonné est un verre coulé, fabriqué sous la forme d'un profil en U. Il est transparent, avec une ornementation sur la face extérieure du profil et répond aux critères de qualité propres aux verres coulés.

Sans exigences pour l'entretien, il convient comme vitrage pour les cages d'ascenseurs et les toitures, il protège de l'éblouissement.

Types spéciaux : Profil-bronze, Topaze, Améthyste. Verre isolant thermique Reglit et Profil « Plus 1,7 » enduit d'une couche d'oxyde métallique. Le coefficient de transmission de chaleur k atteint une valeur de 1,8 W/m².K.

Verres de protection solaire : les verres avec réflexion dans l'ultraviolet et l'infrarouge et absorption, permettent une protection des marchandises sensibles aux ultraviolets. La transmission de l'énergie rayonnante dans les locaux vitrés est réduite, et l'effet de serre des vitrages est atténué. La transparence est conservée. Les verres Reglit SP2 et Profil K22/60/7 doivent être utilisés pour les vitrages de lieux sportifs soumis à des chocs (sécurité contre projection de ballon selon normes) sans armature en fil métallique. Profils normaux et spéciaux également avec armatures à longs fils métalliques.



⑥ Dimensions totales des profilés en verre.

Verre cintré

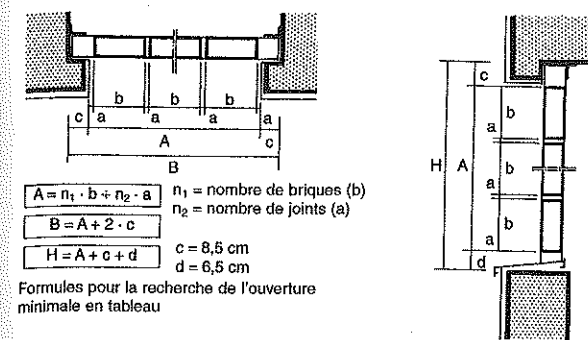
- Section circulaire cintrage avec ou sans intercalage de lignes droites
- Cintrage des 2 côtés avec rayons de courbure égaux ou inégaux
- Cintrage conique
- Cintrage en S
- Cintrage en U ou similaire avec ou sans intercalage de lignes droites

⑦ Formes de cintrage.

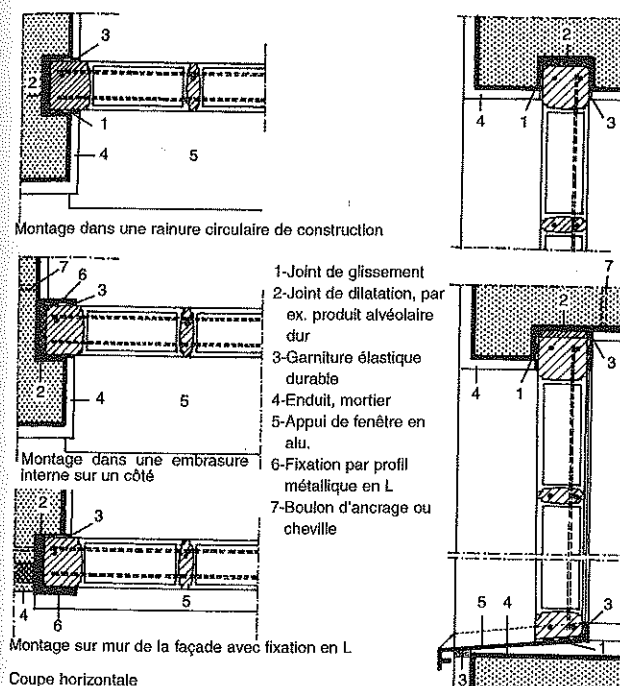
Exemple : possibilités de cintrage pour verres ornementaux

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		112-484
s	m			Développ.
160-340	20-200			308-488
s	h	R		Développ.
140-300	60-100	71-163		202-382

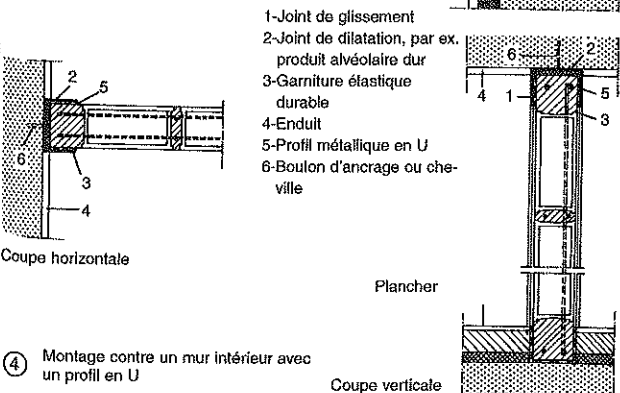
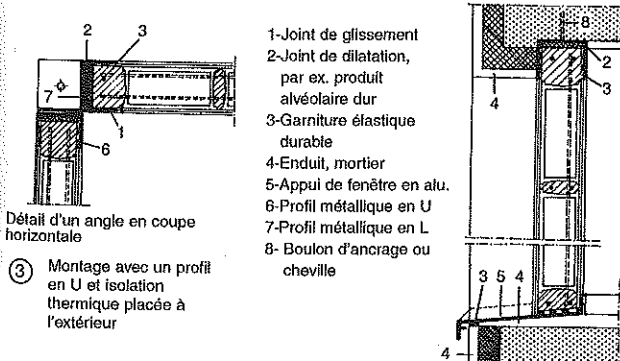
⑧ Formes de cintrage (dimensions en mm).



① Dimensions courantes pour les panneaux en briques de verre



② Exemple de construction d'un mur en panneaux de verre



④ Montage contre un mur intérieur avec un profil en U

VITRAGES

BRIQUES DE VERRE

Les briques de verre sont des éléments creux, composés de deux parties fusionnées, soudés dos à dos sous presse. L'espace intermédiaire est ainsi hermétiquement clos. Les deux faces peuvent avoir des surfaces lisses et transparentes ou être fortement ornementées et presque opaques. Les briques de verre peuvent être fabriquées en différentes tailles, non trempées, recouvertes d'une couche intérieure ou extérieure ou colorées dans la masse.

Domaines d'utilisation à l'intérieur ou à l'extérieur : murs translucides et cloisons de séparation (dans les salles de gymnastique ou de sport), fenêtres, rangées de fenêtres, appuis de balcon et murs de terrasse. Vitrages dans la catégorie de résistance contre le feu G 60, ou G 120 pour un panneau double, avec une surface unitaire de 3,5 m², de format horizontal ou en hauteur au choix. Les briques de verre sont utilisées, selon les normes, pour les éléments de construction, en l'absence de toute charge de construction.

Qualités : bonne isolation thermique et acoustique, transparence importante (jusqu'à 82 %) des briques de verre (translucide à transparent) selon les décors, dispersif et peu éblouissant, bonne résistance aux chocs et aux coups.

Isolation thermique d'un panneau en briques de verre :
k = 3,2 W/m².K avec mortier au ciment et k = 2,9 W/m².K avec mortier léger.

Rayon minimum R pour une épaisseur de brique en verre de 8 cm	Les joints < 1,0 cm ne doivent pas être armés	Dimension nominale de la brique de verre 11,5 cm	Largeur du joint c à partir de 1,5 cm	200,0 cm	295,0 cm	370,0 cm
> 0,8 cm	c = 2,3 cm	Rayon minimum 65 cm	Largeur du joint c à partir de 1,5 cm	95,0 cm	180,0 cm	215,0 cm
> 0,8 cm	c = 1,8 cm	Rayon minimum 65 cm	Largeur du joint c à partir de 1,5 cm	65,0 cm	105,0 cm	135,0 cm
c = 1,5 cm		Rayon minimum 65 cm	Dimension nominale de la brique 11,5 cm			

⑤ Rayon minimal pour les panneaux en briques de verre

Dimension mm	Poids kg	Nombre par m²	Nombre par carton
115 x 115 x 80	1,0	64	10
146 x 146 x 98	1,8	42	8
190 x 190 x 50	2,0	25	14
190 x 190 x 80	2,3	25	10
190 x 190 x 100	2,8	25	8
197 x 197 x 98	3,0	25	8
240 x 115 x 80	2,1	32	10
240 x 240 x 80	3,9	16	5
300 x 300 x 100	7,0	10	4

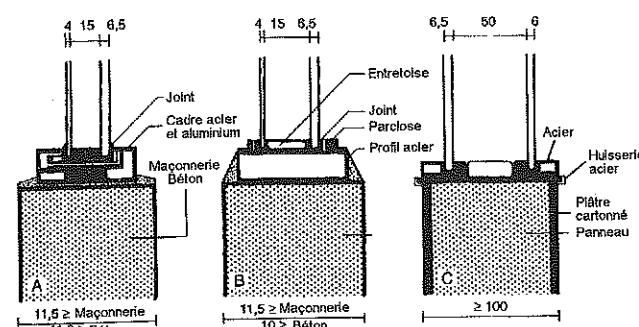
⑥ Dimensions des briques de verre

Panneaux non armés en briques de verre

Les panneaux en briques de verre qui remplissent les conditions du tableau (fig. 7) peuvent être réalisés en construction non armée sans justification spéciale. Il faut tenir compte des normes étant donné l'armature latérale.

Disposition des joints	Epaisseur mm	Dimension du panneau		kN/m²
		plus petit côté m	plus grand côté m	
continue	≥ 80	≤ 1,5	≥ 1,5	≤ 0,8
découpée			≤ 6,0	

⑦ Conditions à respecter pour les panneaux non armés en briques de verre



1 Vitrage résistant au feu

Vitrage pare-flammes

Le verre ordinaire est utilisable seulement avec réserves dans le domaine de protection contre le feu. Dans le cas d'un incendie, les vitres en verre flotté éclatent en peu de temps sous l'action latérale de la chaleur. Des fragments de grande surface tombent au dehors, ce qui entraîne une menace de propagation de l'incendie. L'utilisation croissante de verre dans la construction immobilière pour les façades, les balustrades et les cloisons a renforcé nettement le danger d'irruption du feu. Les temps de résistance au feu, exigés pour les vitrages dangereux, sont déterminés pour le permis de construire selon les normes.

Les vitrages pare-flammes existent sous trois formes :

1. verre armé avec réseau de soudure par points,
2. combinaison fabriquée spécialement de vitres monocouche de sécurité en verre isolant feuilleté,
3. verre en borosilicate trempé comme (par exemple le Pyran S®).

Briques de verre avec armature en acier suivant les normes

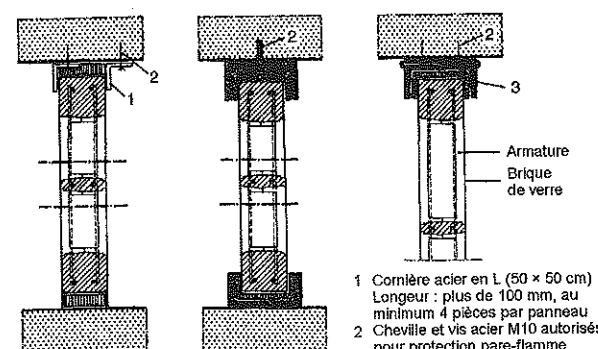
Les vitrages résistants au feu en briques de verre peuvent être montés, comme tous les autres murs en briques de verre avec ou sans profils en U. En principe toutes les possibilités de liaison sont identiques. Les murs en briques de verre sont encastrés de tous côtés dans des panneaux de fibres minérales à cause de la forte dilatation linéaire en cas d'incendie et d'échappement de gaz brûlés.

Isolation acoustique

Un mur en briques de verre avec un poids de

1. 1,00 kN/m² pour des briques de verre de 80 mm,
2. 1,25 kN/m² pour des briques de verre de 100 mm,
3. 1,42 kN/m² pour des briques de verre spéciales BSH, assure uniquement par son poids une isolation acoustique particulièrement bonne. Les éléments de construction voisins doivent avoir également une bonne isolation acoustique. Les constructions en briques de verre fournissent une solution idéale partout où une protection renforcée contre les bruits aériens est requise.

On peut obtenir des solutions bon marché, dans le cas d'exigences accrues de protection acoustique, quand l'éclairage des pièces est



2 Détails de construction. Briques de verre pare-flamme

réalisé avec des briques de verre et que les ouvertures d'aération ainsi que les fenêtres en tant qu'issues de secours secondaires sont aussi petites que possible.

On doit respecter les normes sur la protection acoustique dans la construction immobilière. Une estimation de l'isolation acoustique R_w (fig. 6) est calculée selon les normes :

$$R_w = LSH + 52 \text{ dB} \quad (LSH = \text{marge d'isolation contre les bruits aériens}).$$

Les constructions en briques de verre monocouche répondent aux exigences jusqu'à la classe de protection acoustique.

Type de local	Valeurs de référence pour les niveaux sonores admis dans les locaux et dus aux bruits provenant de l'extérieur	
	Niveau à rechercher*	Niveau maximal moyen
1. Pièce de séjour dans les habitations. Chambres à la nuit dans les hôtels. Dortoirs dans les hôpitaux et sanatoriums.	le jour 30 à 40 dB la nuit 20 à 30 dB	le jour 40 à 50 dB la nuit 30 à 40 dB
2. Locaux d'enseignement, bureaux individuels réclamant le calme, locaux de travail scientifiques, bibliothèques, salles de conférences et de réunion, cabinets médicaux et salles d'opération, églises, salles de fêtes.	30 à 40 dB	40 à 50 dB
3. Bureaux pour plusieurs personnes.	35 à 45 dB	45 à 55 dB
4. Bureaux, restaurants, magasins, locaux avec guichets.	40 à 50 dB	50 à 60 dB
5. Hall d'entrée, s. d'attente, pour l'enregistrement, et le contrôle.	45 à 55 dB	55 à 65 dB
6. Opéra, théâtre, cinéma.	25 dB	35 dB
7. Studios d'enregistrement de sons.	Exigences spéciales à respecter	

* Niveau équivalent de bruit permanent pour le bruit dû au trafic aérien

3 Valeurs de référence de niveau sonore pour des utilisations déterminées de locaux

Situation du bruit	Distance de la fenêtre jusqu'au milieu de la voie	Classe de protection acoustique conseillée pour les types de locaux indiqués			
		1	2	3	4
Autoroute, densité moyenne de circulation	25 m	4	3	2	1
	80 m	3	2	1	0
	250 m	1	0	0	0
Autoroute, densité de circulation élevée	25 m	5	4	3	2
	80 m	4	3	2	1
	250 m	2	1	0	0
Routes nationales	8 m	3	2	1	0
	25 m	2	1	0	0
	80 m	1	0	0	0
Routes de campagne	8 m	2	1	0	0
	25 m	1	0	0	0
	80 m	0	0	0	0
Rues principales au centre de grandes villes	Construction dense et densité de circulation élevée	5	5	4	3
	Construction aérée et densité de circulation moyenne ou haute	4	4	3	2

4 Classe de protection acoustique recommandée pour des cas d'utilisation courante et concernant le bruit de la circulation routière

Classe de protection acoustique	R_w	
6	≥ 50 dB	approprié pour les fenêtres et murs en briques de verre à double paroi
5	45 - 49 dB	approprié pour les surfaces en briques de verre
4	40 - 44 dB	approprié pour les surfaces en briques de verre
3	35 - 39 dB	
2	30 - 34 dB	
1	25 - 29 dB	
0	< 25 dB	

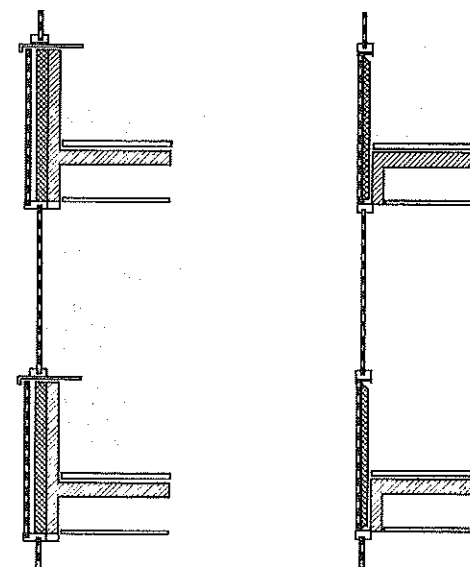
5 Classes de protection acoustique pour les fenêtres

Format d'une brique de verre (en mm)	Marge d'isolation contre les bruits aériens	Isolation acoustique estimée
190 x 190 x 80	- 12 dB	40 dB
240 x 240 x 80	- 10 dB	42 dB
240x115x80	- 7 dB	45 dB
300x300x100	- 11 dB	41 dB
Mur à double paroi de 240 x 240 x 80	- 2 dB	50 dB

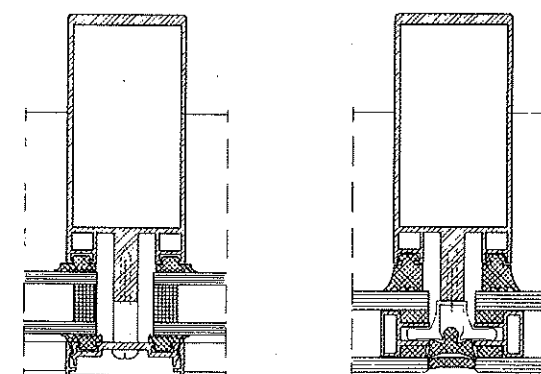
6 Surfaces en briques de verre

VITRAGES

VITRAGES SPÉCIAUX



1 Façade froide ventilée sur l'arrière avec revêtement d'allège en verre.



3 Construction de façade en verre avec couvre-joints.

2 Façade chaude non ventilée sur l'arrière avec revêtement d'allège en verre.

4 Façade de verre avec surfaces affleurant au même nu.

Atténuation radar

L'atténuation de l'écho radar est une performance exigée par la sécurité de la navigation aérienne concernant les façades de bâtiments de grande taille situés à proximité des aéroports. L'objectif est de réduire la réflexion des signaux radar se produisant à la surface de ces façades. Car en effet, ces signaux réfléchis parasitent l'écran radar du contrôleur aérien et peuvent de ce fait, perturber considérablement le trafic aérien.

Avec des revêtements spéciaux il est possible d'atteindre une forte atténuation de l'écho radar par absorption et par recouvrement en quadrature (interférence) à la fois des signaux incidents et des signaux réfléchis sur le verre isolant. En raison des exigences particulières en matière de vitrage isolant, chaque élément composant ces vitrages doit être calculé de manière spécifique. Les valeurs relatives à la lumière et l'énergie sont déterminées par des compositions de vitrages courantes.

La hauteur d'atténuation de l'écho radar dépend de nombreux facteurs, entre autres de la taille du bâtiment, de sa distance et de son orientation par rapport aux installations radar.

En somme, pour chaque bâtiment doit être réalisée une expertise en matière de radar par un institut reconnu afin de déterminer l'atténuation radar nécessaire. Les fabricants verriers élaborent alors une composition de vitrages qui doit ensuite être agréée par cet institut.

VITRAGES

FAÇADES EN VERRE

Toutes les autres surfaces des façades doivent également être examinées au cours de cette expertise afin que les mesures nécessaires soient respectées lors de la mise en œuvre.

Façades froides

La façade froide est une structure de mur-rideau double peau avec une lame d'air ventilée d'une largeur de 40 mm environ et dont la peau extérieure est faite de plaques de façades à une ou deux couches. Une évacuation de la chaleur suffisante et contrôlée doit être assurée. Les plaques de façade peuvent selon les normes et réglementations être maintenues par tous côtés, deux côtés ou ponctuellement. Dans ce dernier cas, une autorisation préalable est nécessaire ou bien un agrément au cas par cas doit être demandé. Les plaques de façade peuvent être colorées sur leur face interne par recouvrement de toute la surface ou bien par un procédé de sérigraphie. Afin d'obtenir une coloration compatible avec le verre de protection solaire, des revêtements particuliers peuvent être élaborés chez les divers fabricants. Pour s'assurer de faire le bon choix, un échantillonnage est nécessaire.

Toutes les faces vues doivent être adoucies et polies, toutes les faces cachées doivent être égrissées.

Façades chaudes non ventilées

Une façade chaude peut être une façade faite de raidisseurs et traverses ou bien une façade faite d'éléments de la hauteur d'un étage. Dans les deux cas, les parties du bâtiment non transparentes et les allèges sont munies de plaques de verre.

Le bardage de façade peut, par exemple, être composé à l'extérieur d'une plaque d'habillage de façade avec derrière l'isolation thermique nécessaire d'une épaisseur déterminée par la réglementation, et à l'intérieur d'une peau étanche de diffusion de vapeur comme par exemple une feuille d'aluminium.

Des constructions mixtes peuvent apparaître, quand devant une façade chaude une surface de verre supplémentaire est apposée pour produire un effet de surface uniforme. Dans la mesure où la couche drainant l'eau demeure celle du bardage, alors il s'agit toujours d'une façade chaude.

Façade de verre avec surfaces affleurant au même nu

La façade en verre structurel se distingue par un effet de surface uniforme. Cette apparence de surface de verre continue n'est possible que si les éléments verriers sont collés sur l'ossature métallique. Pour mettre en œuvre de tels systèmes il faut avoir une autorisation ou un agrément pour chaque cas. Les ossatures, supports des verres collés, doivent être réalisés en un matériau ayant fait l'objet d'un agrément de contrôle général. Les mastics qui maintiennent les verres doivent être réalisés avec un matériau ayant un agrément général.

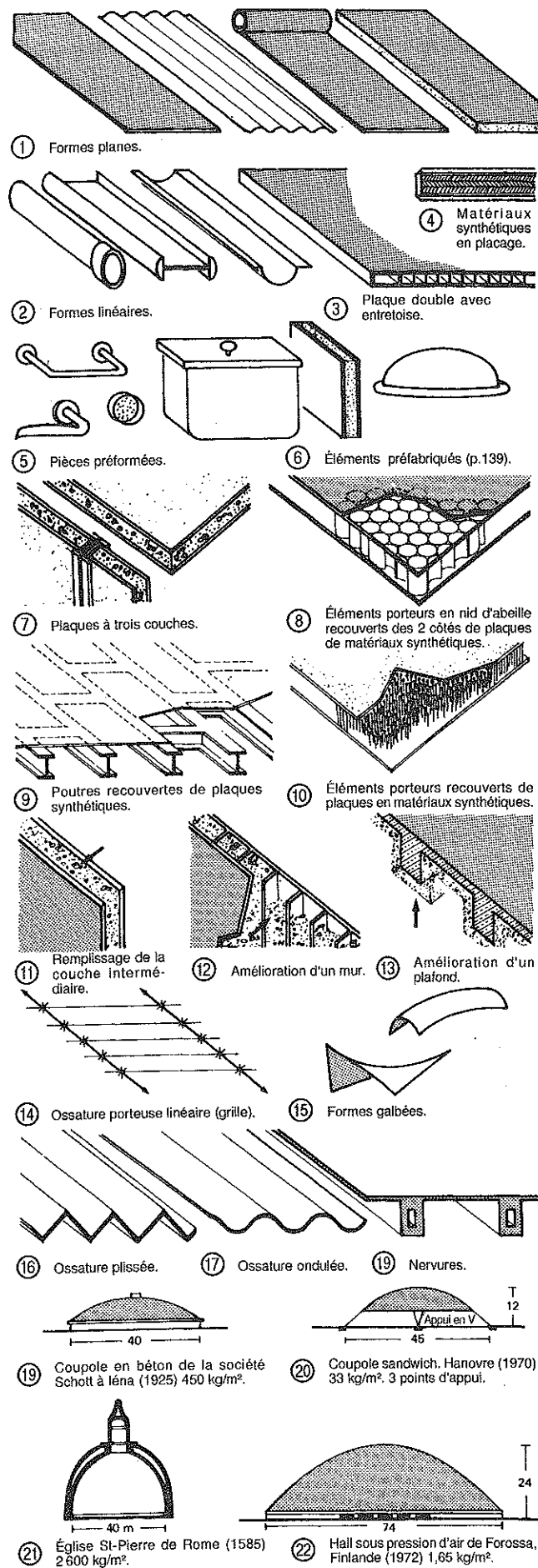
Toutes les façades ayant une hauteur à recouvrir supérieure à 8 m doivent être pourvues de fixations mécaniques complémentaires pour maintenir les plaques de verre.

Façades avec verre résistant au feu

Les vitrages résistants au feu F ne sont utilisables en vitrages extérieurs que de manière conditionnelle, parce que la couche foisonnante qui permet de résister au feu ne doit pas s'échauffer au-delà de 50 °C à 60 °C. Cela ne doit être réalisé, dans le cas de pans de façades exposés au soleil, qu'avec une protection solaire efficace et garantie.

Verre de protection solaire

En règle générale, les verres de protection solaire sont employés comme une protection complémentaire, disposée à l'extérieur et transparente. Ils se composent de verres monocouche de sécurité recouverts d'oxyde de métal. Lors de la mise en œuvre de ces verres de protection, la face recouverte de cette couche doit toujours être placée de manière opposée aux intempéries. Ces verres, dans le respect des normes et réglementations allemandes, peuvent être maintenus par tous côtés, deux côtés ou bien également ponctuellement. Dans le cas de vitres maintenues ponctuellement une homologation est nécessaire ou bien un agrément pour chaque cas doit être demandé.



VITRAGES MATIÈRES SYNTHÉTIQUES

Les **matières synthétiques brutes** se présentent sous forme liquide, sous forme de poudre ou en granules. On distingue les matériaux thermoplastiques (qui durcissent sous l'action de la chaleur), les matériaux thermodurcissables (qui se durcissent 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 = acrylonitrile-butadiène-styrène	GF-UP = polyester renforcé de fibres de verre
CR = chloroprène	IIR = butylcaoutchouc
EP = résine époxyde	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'étanchéement, 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'étanchéement, 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, lanternes. 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 40 m), mousse à peau intégrée de polyuréthane, 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).

PORTES DISPOSITION

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. 1 à 5). Désignation des portes selon la position, l'utilisation, le sens d'ouverture, le type d'ouverture, l'huissierie, 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. 7) 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 minimale de passage libre est de 55 cm.

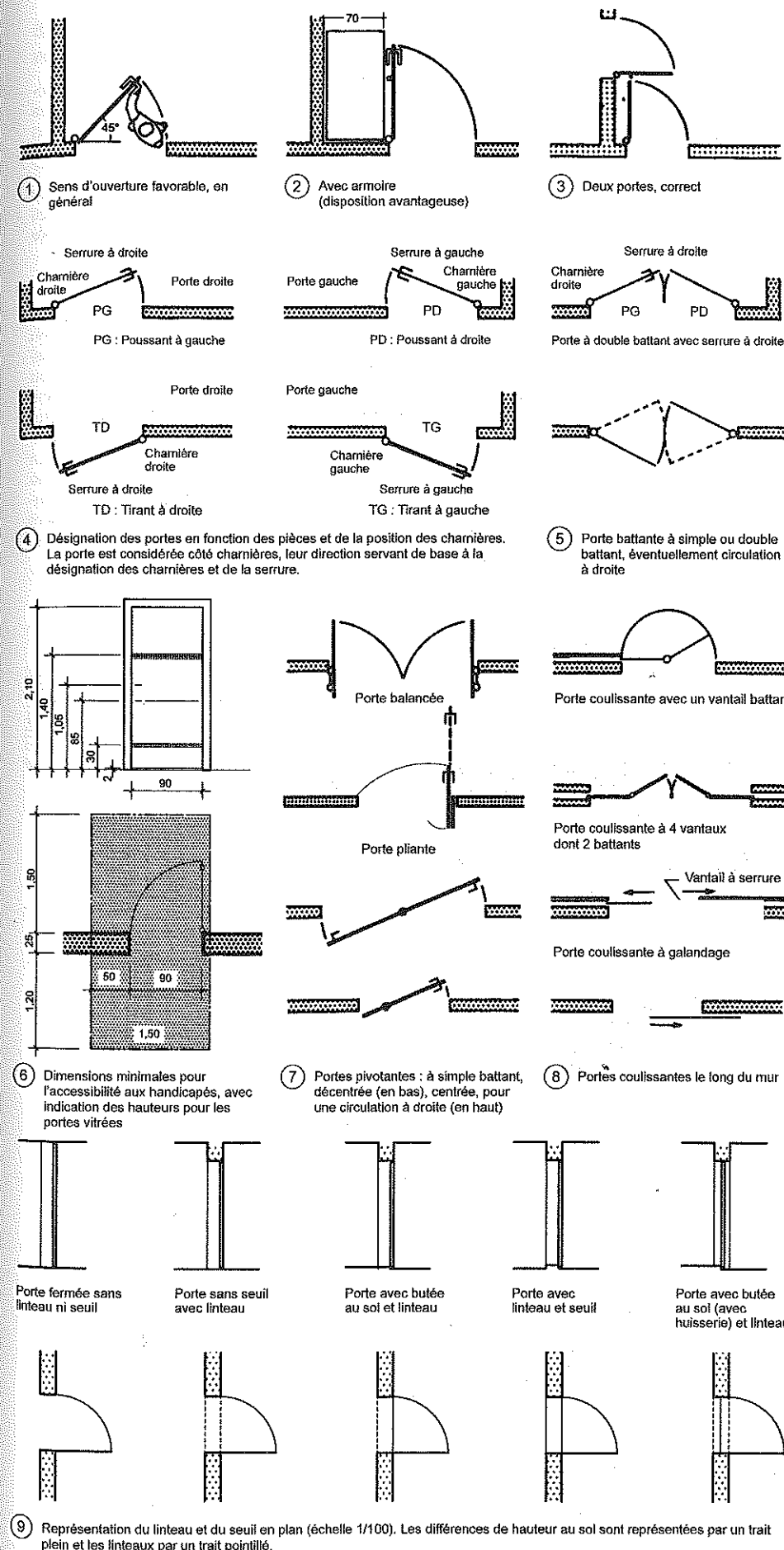
Largeur de circulation dans les constructions d'habitation

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 jusqu. 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.



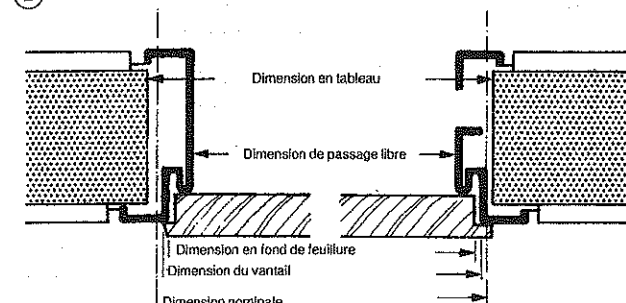
825	750	875	1000	1125	1250	1750	2000	2500	
		1							1875
2	3	4	5						2000
									2125
									2250
									2500

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.

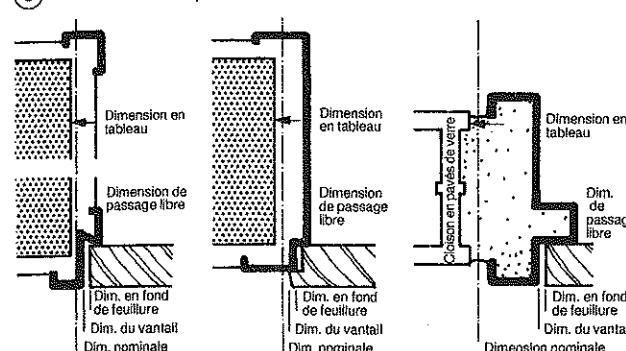
1 Baies selon normes (fig. 2)

	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	+ 0	Var. tolér. ± 1	Var. tolér. ± 2
1	875	1875	860	1880	834	1847	841	1858
2	825	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

2 Portes et bâtis rainurés

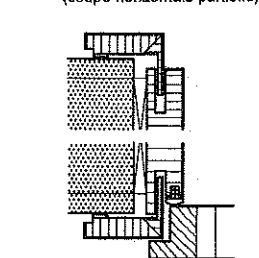


3 Huisseries métalliques

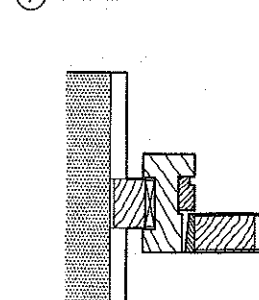


4 Bâti et contre-bâti Huisserie à recouvrement Huisserie

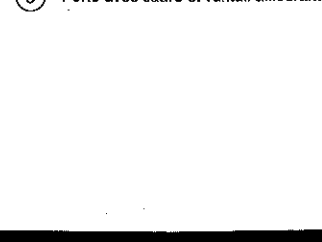
5 Porte avec chambranle (coupe horizontale partielle)



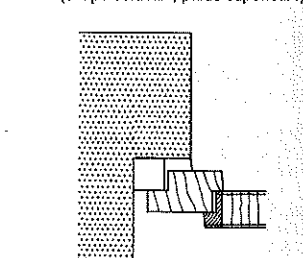
7 Porte avec chambranle



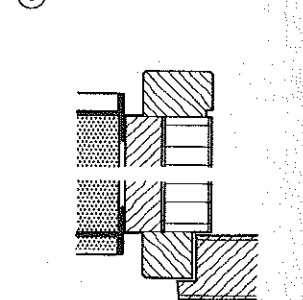
9 Porte avec cadre et vantail affleurant



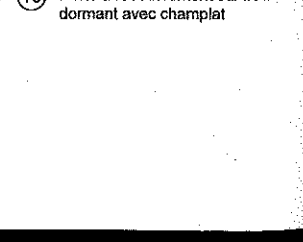
6 Porte avec chambranle (coupe verticale, partie supérieure)



8 Porte à bâti dormant



10 Porte à recouvrement sur bâti dormant avec champlat



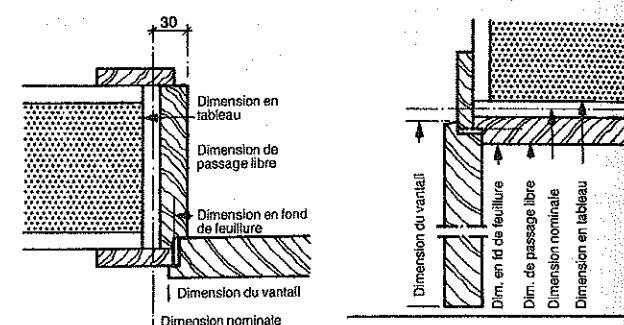
PORTES DISPOSITION

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. 3).

Pour déterminer la largeur de la porte, il convient lors de la définition de la dimension brute de prendre en compte le bâti car certaines variantes constructives esthétiques réduisent plus le passage libre que les bâtis de porte habituels (fig. 5 à 10).

Construction du bâti

Pour le choix d'une des trois constructions de bâti classiques, il convient de considérer les diverses épaisseurs de construction (différence entre l'ouverture brute et le passage libre), mais aussi les différentes variantes de butées de portes (à recouvrement ou affleurante) en fonction de la position de la porte dans le mur. Dans le cas des portes affleurantes (fig. 9), l'exécution doit être irréprochable car les tolérances dimensionnelles du bâti et des portes suspendues sont immédiatement visibles au niveau des joints. La jonction avec la surface murale ne peut être durablement résolue que par des joints creux car le passage entre la couche de peinture murale et celle de la porte ne pourra être réalisé proprement au moment de la première réfection. Les baguettes couvre-joint ne résolvent ce problème que jusqu'à la prochaine réfection.



PORTES TYPES DE PORTES

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).

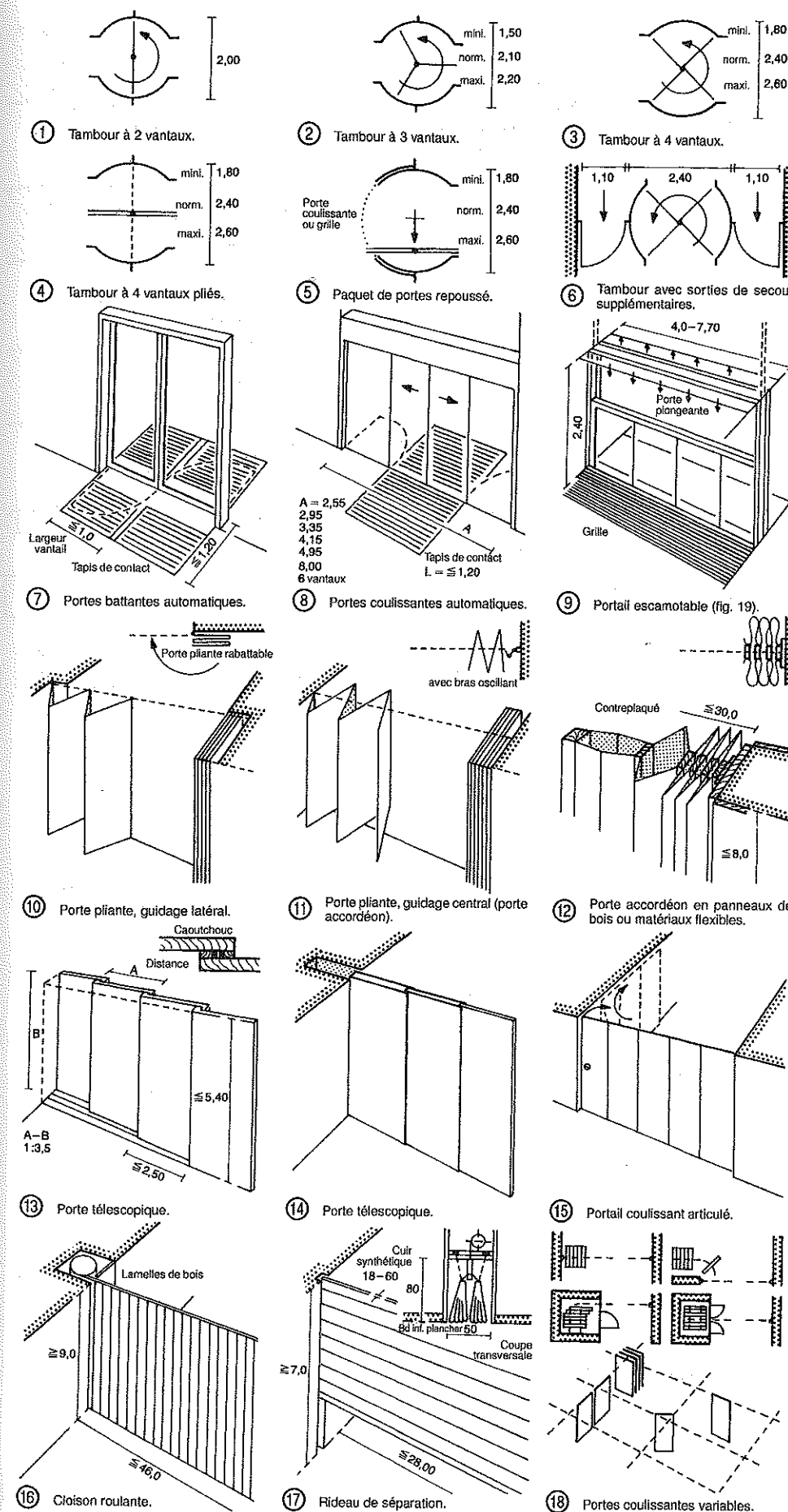
Portes automatiques. Les déclencheurs sont : commande par radar, tapis de contact électrique (fig. 7 à 8), sol de contact pneumatique, cellule photo-électrique. Les portes coulissantes automatiques peuvent être incorporées dans des issues de secours de magasins, bâtiments administratifs et magasins de libre-service, 6 vantaux, largeur jusqu'à 8 m. Rideau d'étanchéité fermé le soir par porte levante (fig. 9).

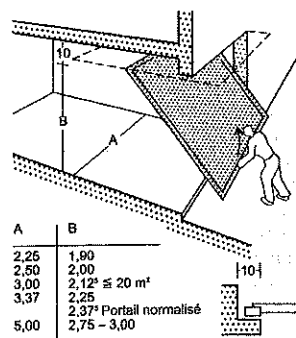
Fermeture d'une pièce par **porte pliante** à guidage latéral (fig. 10), porte accordéon à guidage central (fig. 11) pour fermeture d'ouvertures larges. Le mouvement de rotation peut être combiné avec le mouvement coulissant. Portes accordéon en contre-plaqué, cuir synthétique ou tissu (fig. 12).

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 intérieur ont des vantaux creux (fig. 14).

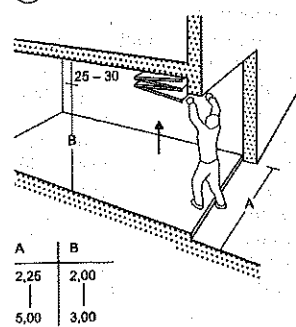
Portes télescopiques à panneaux les uns à côté des autres (fig. 13) ou les uns dans les autres (fig. 14) ; coulissantes suspendues articulées (fig. 15) ou à fermetures variables (fig. 18).

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.

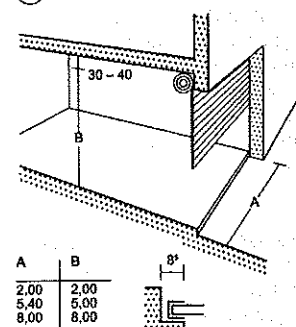




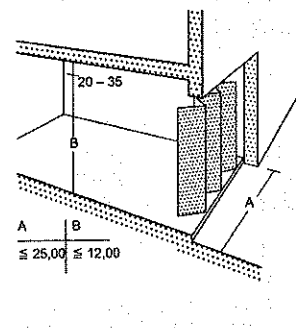
1 Portail basculant



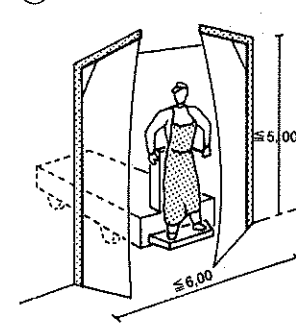
3 Portail relevable pliant



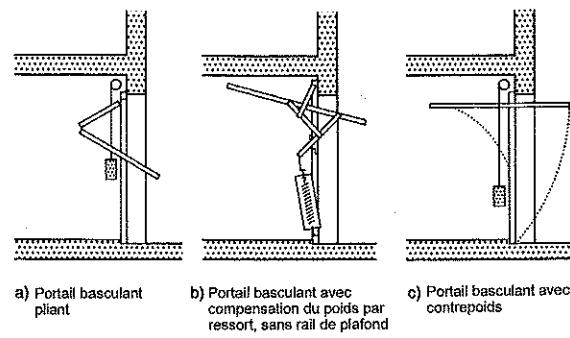
6 Rideau métallique (acier et aluminium)



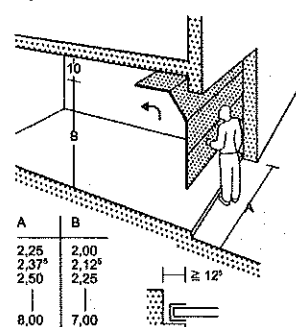
9 Porte pliante (fig. 10)



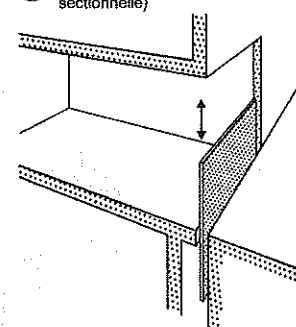
13 Porte va-et-vient en caoutchouc



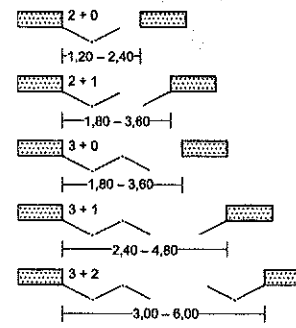
2 Variantes (fig. 1)



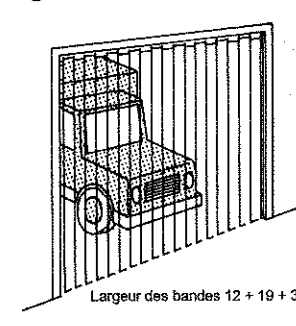
4 Portail articulé vertical (porte sectionnelle)



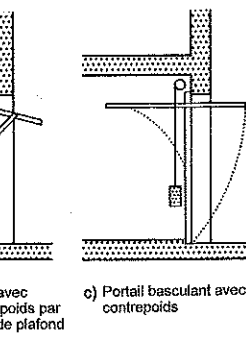
7 Portail descendant



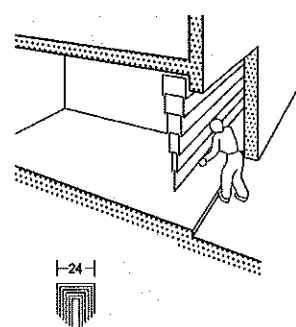
10 Portes pliantes (fig. 9)



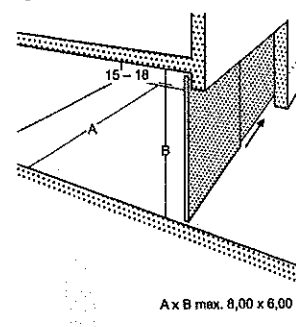
14 Rideau en bandes de PVC pour passages de grands véhicules



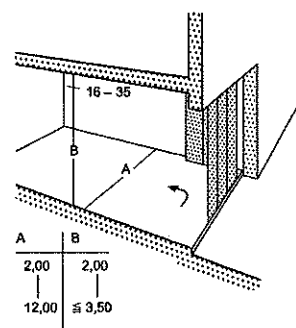
5 Portail relevable télescopique



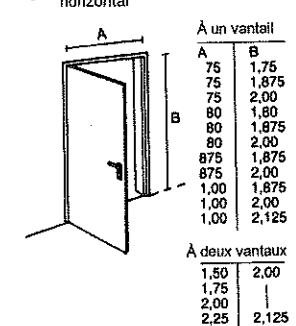
8 Portail coulissant (acier T30-T90)



11 Porte sectionnelle à déplacement horizontal



12 Configurations possibles (fig. 11)



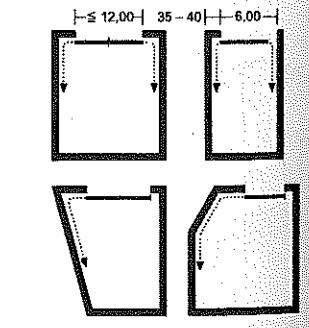
15 Porte coupe-feu T30-T90

PORTES PORTAILS

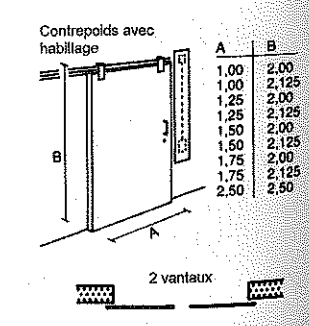
Pour garages et similaires sous forme de portail basculant (fig. 1) ou portail basculant pliant avec ressort ou contrepoids ; à une paroi, à paroi double, plein, vitré partiellement ou totalement ; panneaux en bois, matière synthétique, aluminium ou tôle d'acier zinguée. Largeurs maximales de circulation : 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 ou détecteur à contact. Portails de passage sous forme de portails à ouverture rapide (fig. 9), portails va-et-vient en PVC (fig. 13). Également sous forme de bandes verticales (fig. 14).

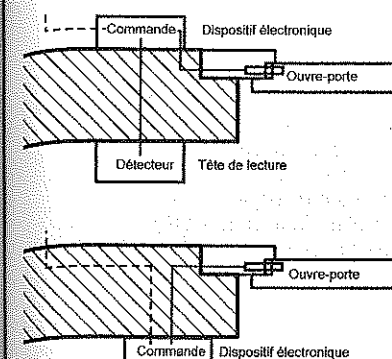
Portes coupe-feu T30 - T90, à un ou deux vantaux (fig. 15), portail coupe-feu coulissant (fig. 16), fermetures de murs coupe-feu sous forme de portail coulissant, levant ou basculant doivent fonctionner indépendamment du réseau électrique et se fermer automatiquement en cas d'incendie.



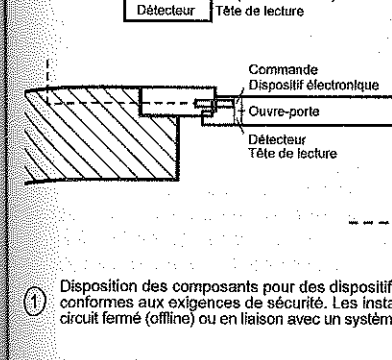
12 Configurations possibles (fig. 11)



16 Portail coulissant coupe-feu T30-T90



En cas d'exigence de haute sécurité, il faut séparer détecteur et commande (l'unité de commande est située en zone protégée). La commande ne doit pas être activée du fait de manipulations sur le détecteur (par exemple : court-circuit).



En cas de contrôle d'accès en zones surveillées, la détection et la commande peuvent être regroupées dans un même élément de construction.

1 Moyens d'identification

Moyens d'identification

Moyen d'identification électronique

Les données d'identification sont sélectionnées par un détecteur dans la mémoire du moyen d'identification puis exploitées par une commande. Selon le type de retransmission, on distingue les systèmes suivants :

Avec contact	
Passif	Carte magnétique - Peu coûteux, mais facile à copier (mémoire faible, données non codifiées) Carte à puce + Cryptage possible des données Mémoire plus grande qu'avec la carte magnétique
Actif	Puce et batterie dans la clé. Les données sont transmises par contact. + Possibilité de cylindre mécanique-électronique sans batterie propre

Sans contact	
Passif	Le moyen d'identification utilise l'énergie de l'émetteur pour créer un signal en retour, par ex. puce RFID (radio-identification) + Ne demande pas d'alimentation propre en énergie - Portée très réduite de 1 m maximum
Actif	Infrarouge ou poste-émetteur - Demande une alimentation propre en énergie + Portée > 1 m

Identification biométrique

Pour l'identification, les caractéristiques d'une personne sont enregistrées puis comparées à une banque de données. Du fait de la complexité des mécanismes de reconnaissance, il faut distinguer l'identification réelle d'une vérification.

Identification	L'identification des usagers n'est possible qu'au travers de données biométriques préalablement enregistrées - Déploiement de calcul important pour l'ordinateur, car toutes les données de référence doivent être comparées.
Vérification	L'usager se justifie par un mot de passe ou avec un moyen d'identification. L'identité de la personne est vérifiée par le biais des données biométriques déposées. + Système double qui propose une grande sécurité + Accès rapide aux données biométriques comparatives

Les clés sont de plus en plus souvent complétées ou remplacées par des moyens d'identification électroniques et biométriques.

PORTES DISPOSITIFS DE FERMETURE

Dispositifs de fermeture mécaniques

Les serrures à pompe présentent une grande sécurité dans la mesure où toute tentative d'ouverture avec un outil est presque impossible. Les cylindres peuvent être livrés avec rallonge respectivement par créneau de 5 mm, selon besoin, d'un ou de deux côtés, afin de pouvoir les adapter à chaque épaisseur de porte.

Dispositifs de fermeture

Pour le projet et la commande d'un dispositif de fermeture, il s'agit de dresser un plan de fermetures avec le certificat de sécurité s'y rapportant. Des clés de remplacement ne sont délivrées que sur présentation du certificat de sécurité.

Dispositif de fermeture centralisé

Une clé ferme la porte de l'appartement (porte palière) et toutes les portes en général, mais aussi les portes centrales, par exemple des portes de cour, de cave, de porte d'entrée. Propice aux immeubles à plusieurs appartements et à des ensembles d'immeubles.

Dispositif de fermeture hiérarchisé

Des clés subordonnées dans un système de fermeture hiérarchisé peuvent commander plusieurs cylindres de l'ensemble du dispositif. L'installation peut reproduire la structure des autorisations d'accès à l'intérieur d'une entreprise. Chaque cylindre a son principe de verrouillage propre et peut être commandé, en dehors des clés prioritaires, rien qu'avec sa clé propre.

Point faible dont il convient de tenir compte dans l'étude des bâtiments : voir fig. 3.

Contrôle d'accès électronique

L'inconvénient des dispositifs de fermeture mécanique est l'immuabilité de la hiérarchisation des fermetures ainsi que la mise en œuvre coûteuse lorsque des clés prioritaires sont perdues (échange coûteux des cylindres). Dans le cas de dispositifs de fermeture électroniques les autorisations d'accès peuvent être accordées, le cas échéant, neutralisées dans des délais très courts sans que des éléments du bâti n'aient à être changés. Des serrures à cylindre combinées, mécaniques et électroniques, autorisent le rééquipement ultérieur, sans câbler le dispositif de fermeture. Des dispositifs de fermeture électronique complexes permettent l'intégration de données d'identification de personnes, d'autorisations d'accès d'espaces et de temps et de l'enregistrement des manœuvres (fig. 1 et 2).

Dans le domaine privé on utilise des serrures à codes qui autorisent l'accès à toute personne connaissant la combinaison du code. Des personnes autorisées telles que facteur, monteurs, livreurs etc., ont un accès sans problèmes.

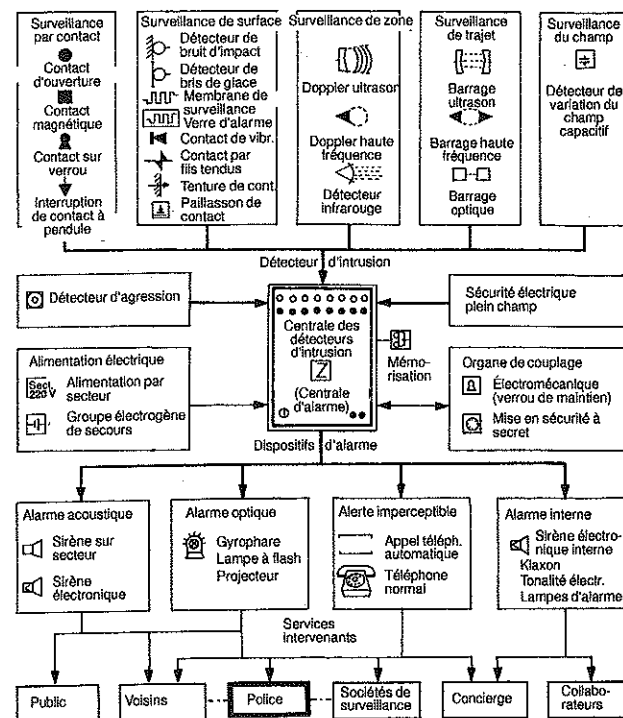
Issues de secours et portes anti-panique

Depuis 2004, différentes exigences relatives à l'exécution des ferrures sont appliquées aux issues de secours (EN 179) et aux portes anti-panique (EN 1125). Les portes doivent être contrôlées, agréées et estampillées comme un ensemble.

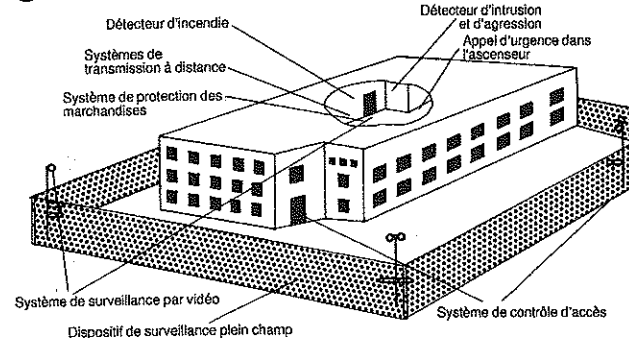
Issues de secours concernent des bâtiments, le cas échéant des parties d'immeubles, qui ne sont pas régies par l'accès et la circulation du public et dans lesquels des personnes, en connaissance des lieux, sont avertis de la fonction des portes de sortie de secours.

Portes anti-panique sont installées dans des bâtiments / parties d'immeubles recevant du public, et dans lesquels des personnes, en toute connaissance des lieux, ignorent la fonction des portes de sortie de secours.

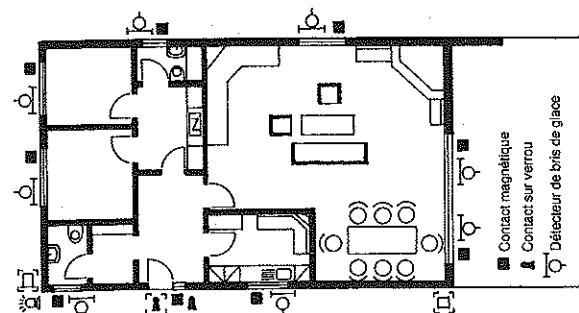
Armoires de classement, boîtes aux lettres, portes d'entrée, portes de sortie de secours, garde-rcbs, chambres froides, portes à cadre tubulaire, portes vitrées, portes d'armoire, bureau, verrou coulissant, cabine d'essayage ou de vestiaire, cabines de bain	Risqué
Local technique ascenseur, commande d'ascenseur, locaux techniques d'électricité, portes d'accès aux garages, portes de garage basculantes, portes de chaufferies, portes de cave, clapet d'alimentation-livraison de mazout, armoires de distribution électrique	Très risqué
Portes de fermeture de bureaux, châssis vitrés en toiture, fenêtre oscillo-battante, locaux informatiques, portes d'entrée, portes de maison, portes à mécanisme de relèvement, soupirel de cave, vasistas, guichet, portes palières d'appartement	Très fortement risqué



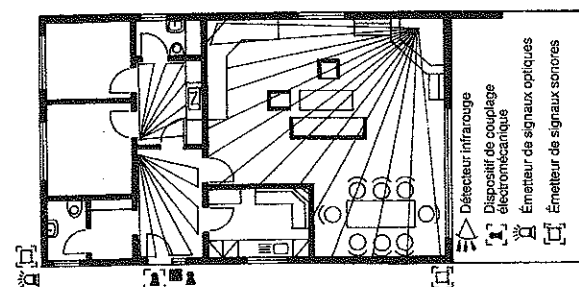
1 Installations de détection d'intrusion - composition et mode de fonctionnement.



2 Systèmes de sécurité.



3 Protection de la surface extérieure dans le secteur privé.



4 Protection à l'intérieur dans le secteur privé.

PORTES

PROTECTIONS INTÉRIEURE ET EXTÉRIEURE

Sont appelées techniques de sécurité toutes 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 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. La police et les compagnies d'assurances participent à la sécurité et peuvent conseiller au moment du choix des installations de sécurité et de surveillance.

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, soupoux 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 la 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 extérieure servent à la surveillance de zones de terrain à l'extérieur de constructions entièrement fermées. Il 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, transmission vers des centres de contrôle plus importants. **Mesures d'organisation** : personnel, observation, surveillance, sécurité, groupe d'intervention, personnel technique, chiens de garde, plan d'appel en cas d'urgence.

PORTES

PROTECTIONS INTÉRIEURE ET EXTÉRIEURE

Parties de construction et installations à protéger	Contact sur verrou	Contact magnétique	Contact de vibration	Détecteur de vibration	Détecteur de bris de glace	Membranes de surveillance	Verre d'alarme	Détecteur de bris de structure	Contact de vibration	Tatouage et lés de verre	Paillasson de contact	Contact par fils tendus	Détecteur pendulaire	Formes particulières
Portes d'entrées de maisons, portes extérieures	●	●	○											●
Portes d'entrées d'appart. - intérieur	●	●	○											●
Portes de pièces ¹²⁾	●	●	○											●
Portes coulissantes - intérieur ¹³⁾	○	○	○											●
Portails de garages basculants	●	○												●
Fenêtres à vantaux		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Portes-fenêtres, rideaux		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Portes coulissantes en verre - extérieur		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Coupoles d'éclairage		○												○
Fenêtres de toit		○												○
Murs en briques de verre														○
Vitrines, grandes surfaces vitrées fixes														○
Murs et planchers lourds														○
Murs et planchers légers														○
Escalier de grenier escamotable		○	○											○
Objets individ. ¹⁴⁾ - Sculptures, Bas-reliefs, Tableaux		○												○
Surfaces de sol - intérieur ¹⁵⁾														○
Coffres-forts ¹⁶⁾														○
Armoires, boîtiers d'appareils ¹⁷⁾		○												○
Conduites, conduites pour aération, installation														○

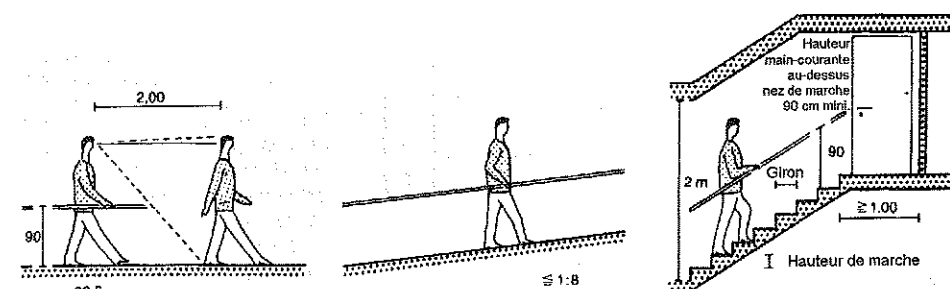
Détecteur d'intrusion ● bien approprié ○ encore approprié
¹²⁾ certains détecteurs sont à utiliser avec restriction, par exemple : pas sur verre armé ou sur verre feuilleté
¹³⁾ surtout en dispositif de fermeture
¹⁴⁾ si montage sur cette porte
¹⁵⁾ seulement si la porte d'accès doit être protégée, et aussi verrouillage des portes avec alarmes
¹⁶⁾ contre pique, posé devant la porte
¹⁷⁾ formes particulières de contact magnétique pour pose au sol
¹⁸⁾ à ne pas utiliser à hauteur de mains, lorsque les vantaux sont peu stables ou en cas de vibrations à proximité
¹⁹⁾ il existe des alarmes avec protection par alarme intégrée
²⁰⁾ respecter les restrictions dues au poids du verre
²¹⁾ pour des objets de grande valeur et abondants, une protection individuelle est conseillée
²²⁾ la protection conseillée est un détecteur de vibration du champ capacitif
²³⁾ et / ou intégré dans la surveillance d'une pièce

1 Surveillances de contact et de surface - utilisation efficace des avertisseurs d'intrusion.

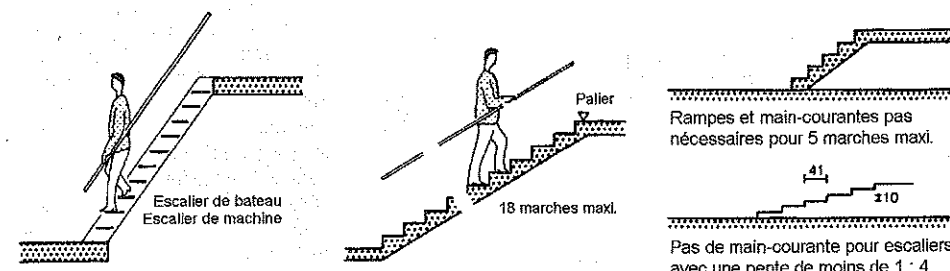
Critères de comparaison	Protection de la zone par ultrason	Doppler ultrasons	Doppler haute fréquence	Détecteur infrarouge
Caractéristiques de surveillance par détection prioritaire des mouvements				
Zone surveillée par unité - Valeurs indicatives. Portées	pose sur plafond 90-110 m² pose sur mur env. 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 de 0° à 50°C adapté plus de 50°C non adapté	adapté avec restrictions adapté non adapté	adapté adapté adapté	adapté adapté non adapté
Possibilité d'installer plusieurs avertisseurs dans la même pièce	sans problème	avec précaution	avec précaution	sans problème
Influence de pces avoisinantes ou zones de circ. attenant	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 à prox. - turbulences d'air - murs peu stables - objets en mouvement, par ex. petits animaux, ventilateurs - interférences à proximité du détect. (sensib. accrue)	- dév. des rayons par réflect. 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.

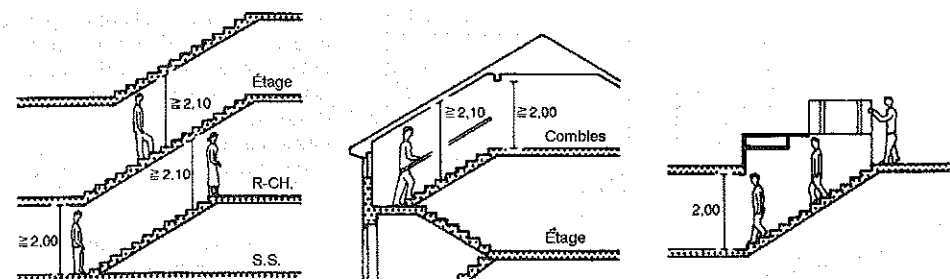
- 3) Les systèmes de protection des marchandises et des magasins sont des dispositifs électroniques qui servent à la protection, aux heures d'ouvertures normales, contre le vol et l'éloignement illégal et non autorisé de marchandises d'une pièce ou d'une zone surveillée.
- 4) Le système de contrôle d'accès, 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 laissez-passer. Il est techniquement possible de relier le contrôle d'accès à un dispositif d'enregistrement de l'heure de passage.
- 5) 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.
- 6) Les systèmes de surveillance observent, commandent, 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.
- 7) Systèmes d'appel d'urgence dans l'ascenseur, utilisation : ascenseurs, monte-charge. De tels systèmes assurent la sécurité des usagers et son 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.



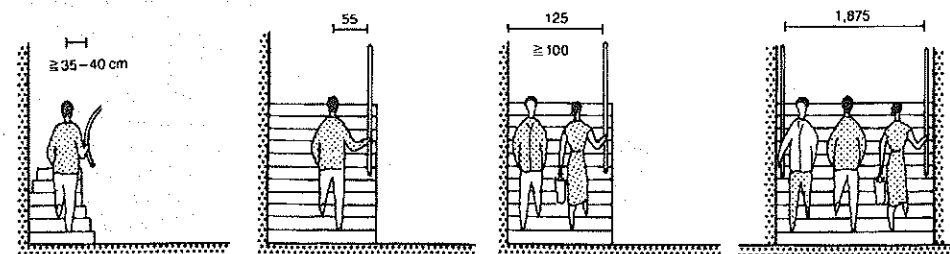
- 3 Pente normale favorable 17/29 ; longueur de pas : 2 hauteurs de marche + 1 giron = 62,5 cm env.



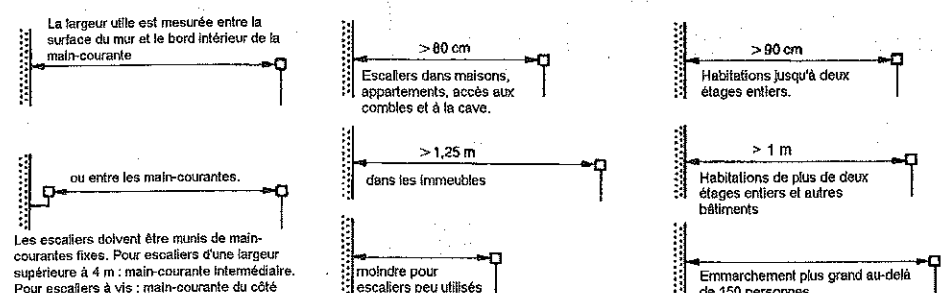
- 7 Des escaliers bien disposés économisent de l'espace. 8 Si chevrons et poutres sont dans le sens de l'escalier, on économise de l'espace et des adaptations coûteuses. 9 Les entrées de caves et la présence de soffites sont à éviter. La disposition ci-dessus est avantageuse et sans danger.



- 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 55 cm. 12 Escalier permettant le croisement de deux personnes. 13 Largeur supérieure pour trois personnes.



- 14 Hauteur d'étages et pentes d'escaliers.



- 17 Hauteur rampe et hauteur main courante, attention à l'appui précaire.

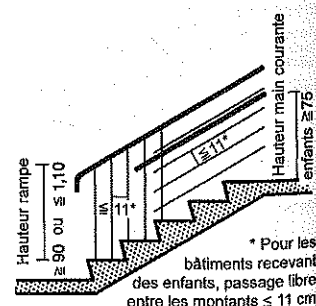
ESCALIERS PRINCIPES

Les directives concernant la construction des escaliers varient selon les règlements. Les exigences sur les dimensions des escaliers sont définies par des normes. Pour les immeubles d'habitation à deux appartements au maximum la largeur utile minimale est de 0,90 m et le rapport hauteur/profondeur de marche de 17/29.

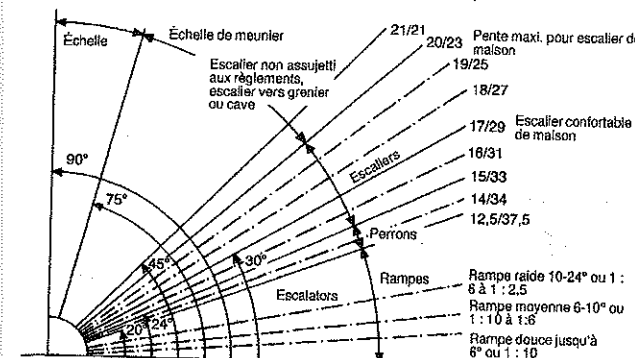
Escaliers d'immeuble : largeur = 1,25 m. Le nombre et la largeur des escaliers dans les bâtiments recevant du public se calculent en fonction du temps d'évacuation et de l'effectif total admissibles (fig. 5). La longueur du palier de repos doit être supérieure à la largeur de l'escalier. Les portes s'ouvrant sur les escaliers ne doivent pas diminuer la largeur effective du passage. On obtient une pente douce et agréable pour les perrons dans les jardins en prévoyant des paliers toutes les trois marches. Comme on se déplace plus lentement sur un escalier de théâtre ou un perron, ils peuvent être plus doux. Un escalier pour une entrée secondaire ou les escaliers de secours doivent permettre de franchir une grande hauteur en peu de temps.

Hauteur d'étage	Escalier à deux volées		Escalier à 1 volée, à 3 volées et escalier d'immeuble	
	Pente douce (bonne)	Pente douce (bonne)	Pente douce (bonne)	Pente douce (bonne)
	Nombre marches	Hauteur marche	Nombre marches	Hauteur marche
a	b	c	d	e
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

Fig. 5 à 16 : 16 marches 17/29, 17,2/28, 1 hauteur d'étage de 2,75 m entre paliers, largeur 1 m.



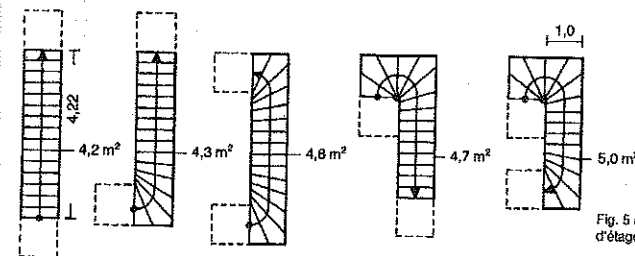
- 18 Gain de place par balancement des marches. 19 Dans les cages d'escalier étroites, une courbure des marches améliore les paliers. 20 Place nécessaire pour transport de meubles. 21 Pour passage de brancard. 22 Cas d'un escalier en colimaçon.



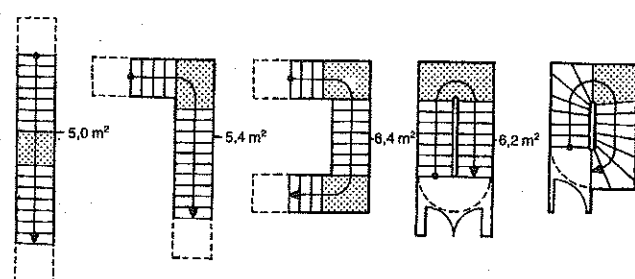
Type de bâtiment	Type d'escalier	Largeur utile de l'escalier	Pente p%	Giron g*
Immeubles d'habitation avec deux logements max. 1)	Escaliers réglementés	≥ 80	17 ± 3	28 ± 2
	Escaliers (supplémentaires) non réglementés	≥ 50	≤ 21	≥ 21
Escaliers (supplémentaires) non réglementés à l'intérieur d'un logement		≥ 50	Non déterminé	
Autres bâtiments	Escaliers réglementés	≥ 100	17 ± 3	28 ± 2
	Escaliers (supplémentaires) réglementés	≥ 50	≤ 21	≥ 21

* y compris les logements duplex dans des bâtiments de plus de deux logements. ** mais pas < 14 cm ; ** mais pas > 37 cm = définition du rapport de pente p/g.

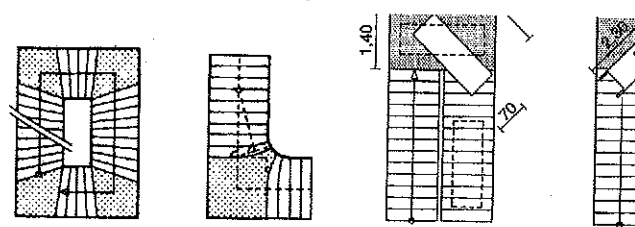
- 2 Escaliers d'immeubles (voir fig. 3 et 4).



- 3 Escaliers - Section d'espace utile. 4 Voir fig. 3.



- 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.

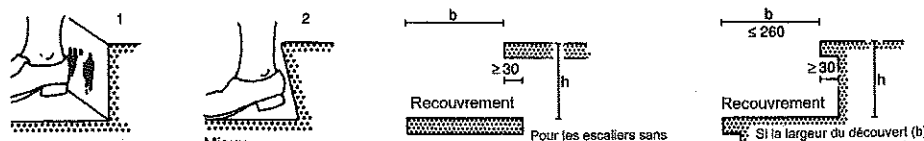
- 18 Gain de place par balancement des marches. 19 Dans les cages d'escalier étroites, une courbure des marches améliore les paliers. 20 Place nécessaire pour transport de meubles. 21 Pour passage de brancard. 22 Cas d'un escalier en colimaçon.

ESCALIERS RÈGLES

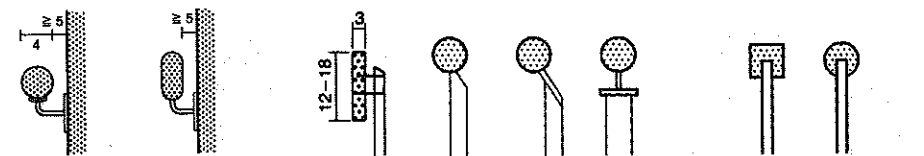
L'échelle des sensations concernant les escaliers et leurs accès est vaste : depuis les différentes possibilités de configuration des escaliers d'habitation jusqu'aux généreux escaliers d'extérieurs sur lesquels on marche au milieu en montant et descendant. Le déplacement sur un escalier demande une énergie sept fois plus importante, en moyenne, que pour un déplacement sur un terrain plat. Pour monter un escalier, le « travail » le plus approprié physiologiquement est obtenu avec une pente de 30° et un rapport de monté « hauteur de marche (h)/profondeur de marche (p) » de 17/29. Ce rapport est déterminé par la longueur de pas d'un adulte (de 61 à 64 cm environ).

La formule de Blondel $2h + p = 63$ (un pas) établit le rapport de montée propice à la plus petite dépense d'énergie. Lors du dimensionnement et de la réalisation d'un escalier, en dehors des aspects mentionnés ci-dessus, la cohérence entre les aspects de création et de fonction est d'une grande importance. Ce n'est pas seulement le fait de monter, mais la façon de le faire qui est important.

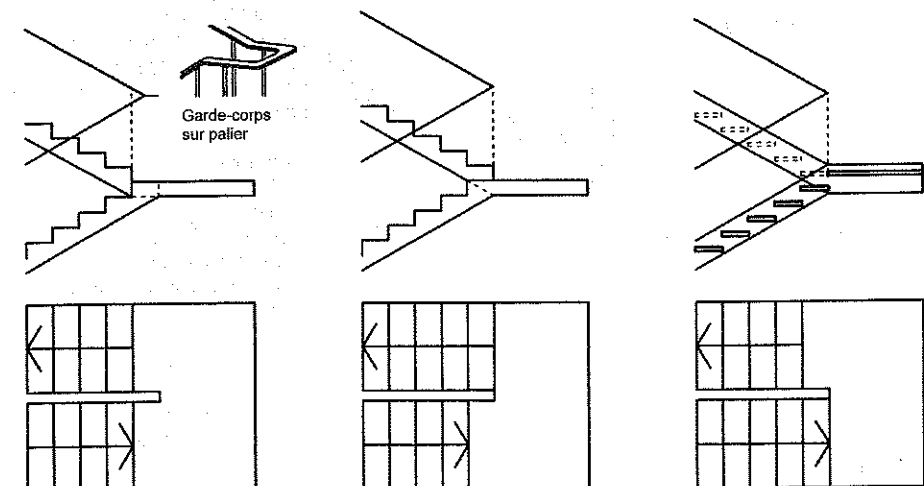
Pour des escaliers extérieurs avec une circulation importante, on préfère des marches basses de 16 x 30 cm. Les escaliers dans les bureaux ou les escaliers de secours doivent faciliter, par contre un franchissement rapide. Tout escalier utilitaire doit se trouver dans une cage d'escalier continue particulière qui, par sa forme et sa conception vis-à-vis de son entrée et de sa sortie vers l'extérieur, permette son emploi comme issue de secours sans danger. La largeur de la sortie doit être supérieure à la largeur de l'escalier. La cage d'un escalier utilitaire ou d'une sortie doivent être accessibles à partir de n'importe quel endroit d'une pièce habitable ainsi que d'un sous-sol et à une distance réglementaire. Si plusieurs escaliers sont nécessaires, ils sont à disposer de telle sorte que les voies de secours soient les plus proches possible. Les accès des cages d'escalier vers les sous-sol, les combles non aménagés, les ateliers, les magasins, les entrepôts et autres locaux semblables doivent être équipés de portes se fermant automatiquement et ayant une durée de résistance au feu réglementaire.



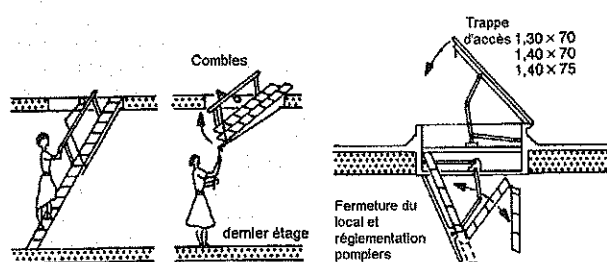
① Profils de marches dans les escaliers raides. Les recouvrements ne sont pas autorisés dans les établissements recevant du public (accessibilité aux handicapés).



(2) Profils de main courante

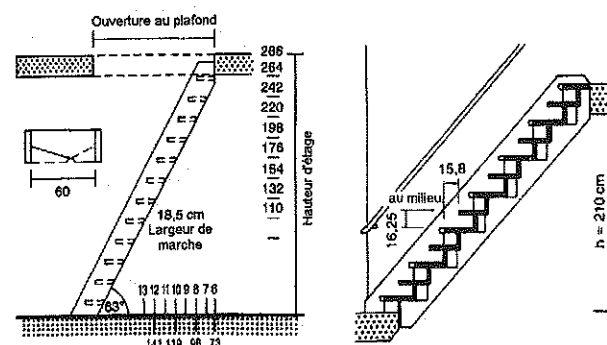


③ Incidence sur la géométrie de l'escalier des principes de construction (voies décalées ou alignées) en vue d'égaliser la hauteur des garde-corps



④ Faute de place, un escalier pliant en aluminium ou en bois suffit pour accéder au grenier.

⑤ Sortie en terrasse avec escalier escamotable



⑦ Escalier économique à limons (échelle de meunier)

⑧ Escalier court, escalier «cuillère», escalier «samba». Coupe médiane

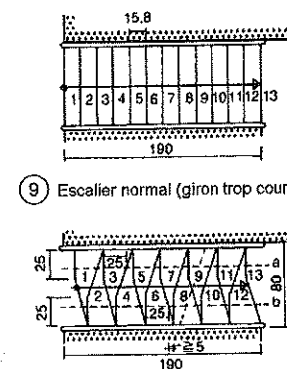
Hauteur à monter	Escalier escamotable Dimensions (cm)
220-280	100 x 60 (70)
220-300	120 x 60 (70)
220-300	130 x 60 (70 + 80)
240-300	140 x 60 (70 + 80)

Largeur de la trappe
 l = 59; 69; 79 cm

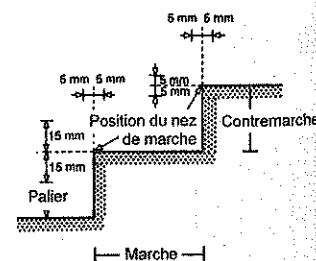
Longueur de la trappe
 L = 120; 130; 140 cm

Hauteur de la trappe
 H = 25 cm

⑥ Escaliers escamotables (fig. 4 et 5)



⑩ Vue en plan, giron pour a et b supérieur à 20 cm



11 Tolérances de dimensionnement des marches et contremarches. Les dimensionnements réglementaires doivent être respectés.

ESCALIERS CONSTRUCTION

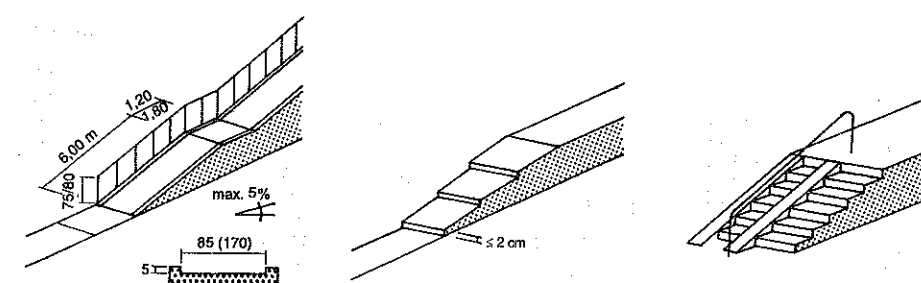
Profil de marche : Pour éviter des taches de cirage inesthétiques provenant des talons de chaussure sur les contremarches (fig. 1), le meilleur choix est celui d'un profil de marche avec contremarche en dévers, d'où une marche plus grande. Pour un giron (b) de moins de 260 mm, l'évidement de la marche doit être supérieur à 30 mm. Ce qui est le cas pour les escaliers sans contremarche.

Main courante : On a besoin d'un maximum de place à hauteur de la main courante et beaucoup moins en hauteur de pied où la largeur effective peut être plus étroite au profit de limons plus larges.

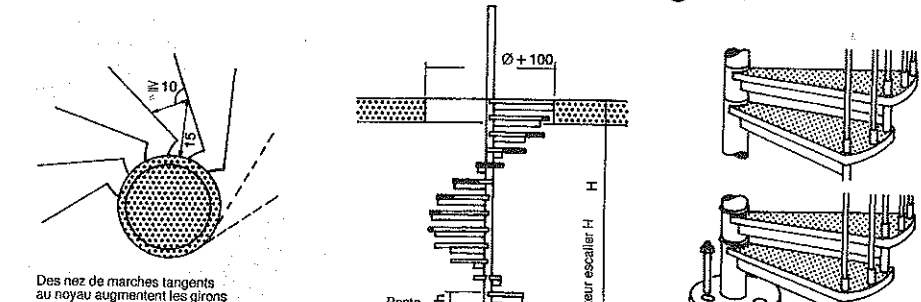
Cette disposition décalée entre main courante et limon permet en plus une meilleure fixation de la balustrade au limon. La bonne disposition du limon par rapport à la main courante doit être faite avec un vide de 12 cm, la main courante étant décalée vers l'intérieur (fig. 3).

Une hauteur de 75 cm pour les mains courantes pour enfants est la mieux adaptée. Les galeries et balcons dans les théâtres et autres lieux, les estrades et tribunes doivent être munis d'un système de protection.

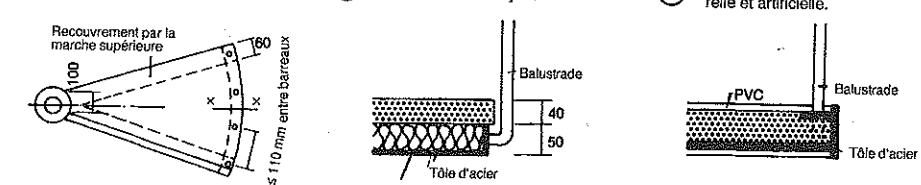
Escaliers escamotables : Ils ont une pente de 45° à 55°. Cependant, si pour des raisons de service, une montée ressemblant à un escalier est souhaitée, quand par exemple la volée est trop courte pour un escalier normal, on choisit un escalier avec marches décalées, dénommés escaliers courts, escaliers « cuillère » ou escalier « samba » (fig. 8 et 10). Le nombre de marches d'un escalier court doit être si possible réduit, avec cependant une hauteur de marche de moins de 20 cm. À ce sujet le giron est mesuré alternativement à partir des axes de giron a et b correspondant au pied droit et au pied gauche (fig. 10).



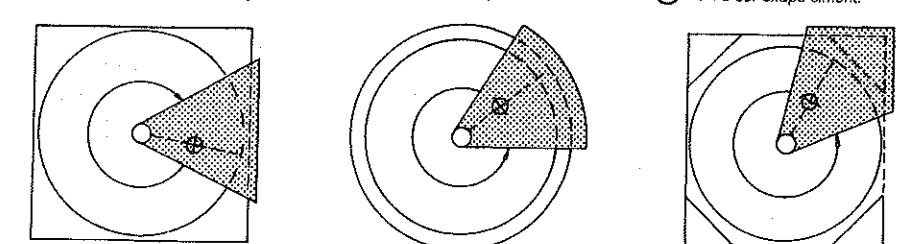
① Rampe. ② Rampe à ressauts. ③ Rampe-escalier.



④ Marches tournantes - girons. ⑤ Escalier en colimaçon. ⑥ Marches en bois, acier, pierre n



⑦ Configuration d'une marche. ⑧ Marche en bois plein. ⑨ PVC sur chape ciment



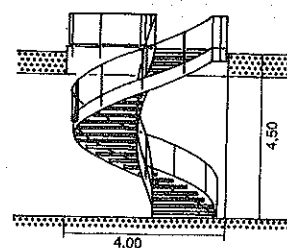
⑩ Trémie droite. ⑪ Trémie arrondie. ⑫ Trémie en angle.

Utilisation	Passage croisé impossible			Passage croisé possible				Passage croisé facile						
	Passage restreint			Passage moyen Passage pour petits meubles	Passage facile Passage pour meubles démontés	Passage aisé 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 653 1500	678 1550	703 1600	728 1650	753 1700	778 1750	jusqu'à 825 2050	850 2100	880 2150	905 2200	jusqu'à 925 2400
Largeur utile en mm	516	541	566	jusqu'à	653	678	703	728	753	778	803	828	853	jusqu'à

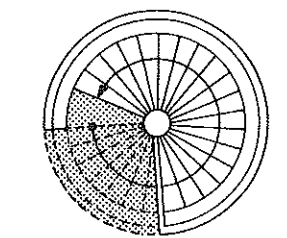
entre noyau et main courante

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).

ESCALIERS

ESCALIERS À VIS

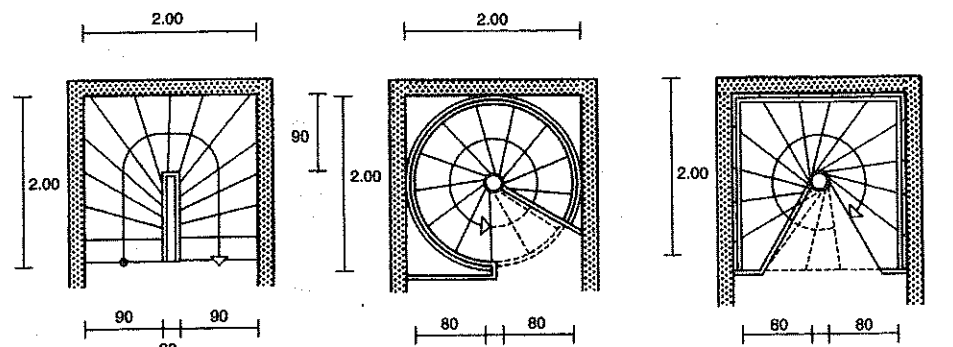
Les piétons, personnes en fauteuil roulant et personnes avec un landau doivent pouvoir franchir des dénivellations sans problèmes. Rampes (fig. 1), rampes à ressauts (fig. 2), rampe-escalier (fig. 3), pentes (voir p. 155, fig. 1).

Escaliers à vis et à noyau

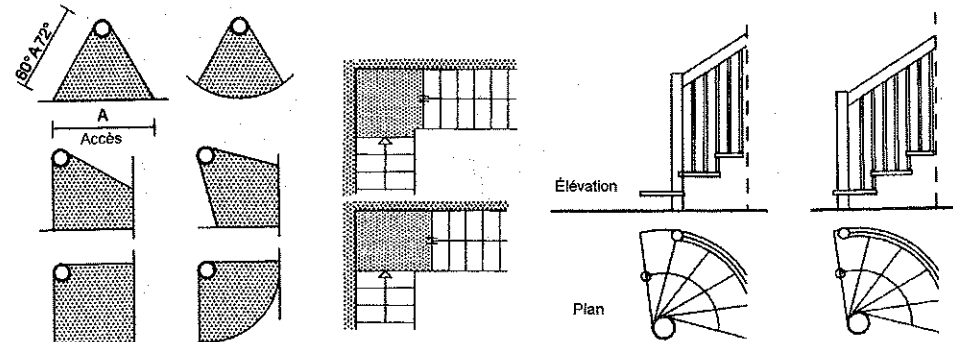
À partir d'une trémie d'un diamètre de 210 cm environ, un escalier de ce type est réglementé selon des normes avec une largeur utile de 80 cm au moins pour les maisons d'une ou deux familles, et à partir d'un diamètre de 270 cm pour toute autre construction (largeur utile au moins 1,20 m).

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 antidérapante, 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.

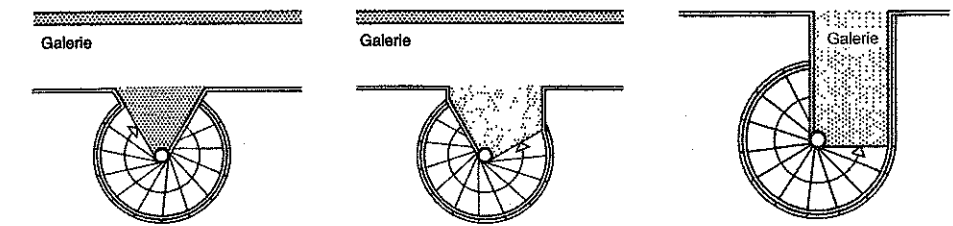
Utilisation comme escalier de service, escalier de secours ou en mezzanine (fig. 13). Rampe en acier, bois et plexiglas (fig. 14). Les escaliers à noyau font gagner de l'espace et doivent comporter un poteau stable comme axe central (fig. 5 et 6). Celui-ci peut également rester évidé (fig. 14 et 15).



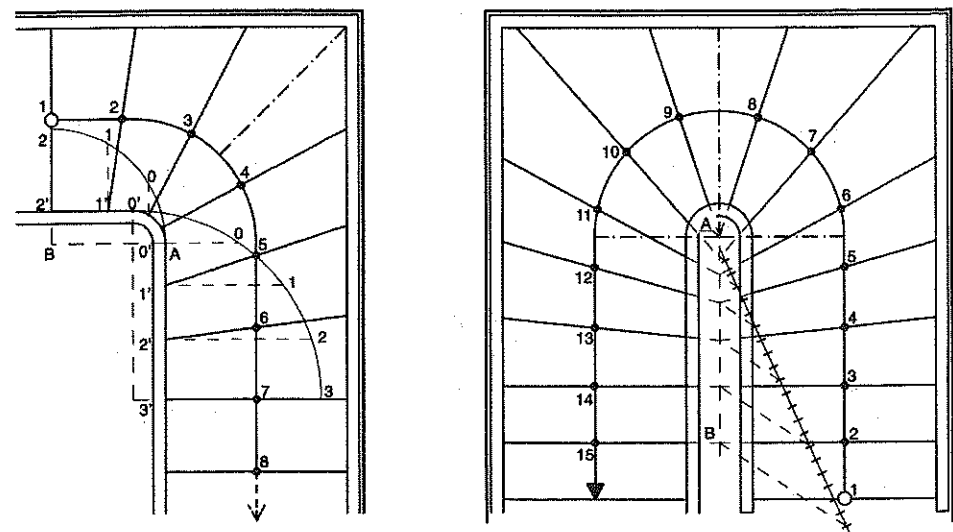
① Escalier balancé. Largeur utile 90 cm. Giron 26,5 cm
② Escalier en colimaçon de forme ronde. Largeur utile 80 cm. Giron 24 cm
③ Escalier en colimaçon de forme carrée



④ Types de paliers pour escaliers en colimaçon. Accès au palier aussi large que la volée avec 60 à 72°
⑤ Paliers avec angles droits. On atteint seulement ainsi un tracé harmonieux de la balustrade.
⑥ Début de la balustrade entre la première et la seconde marche. Accès latéral à l'escalier plus facile
⑦ Début de la balustrade avant l'arrêt de la première marche. La balustrade paraît plus basse que dans la fig. 6.



⑧ Escalier en colimaçon avec palier ≥ 60°
⑨ Escalier en colimaçon avec palier oblique
⑩ Escalier en colimaçon, maintenu par un palier prolongé



⑪ Méthode de tracé à cercles pour escalier balancé (un quart ou un demi tour)
⑫ Méthode de tracé proportionnelle pour escalier balancé (un quart ou un demi tour)

ESCALIERS RAMPES ET BALUSTRADES

Malgré leur belle apparence les escaliers en colimaçon ne doivent être installés qu'en cas de nécessité, là où chaque centimètre de marche est vraiment compté. Comparer les figures 1 et 2 concernant des escaliers dans un espace de 2 x 2 m.

Pour les escaliers avec paliers à angle droit, ne pas construire de paliers carrés mais rectangulaires ou avec un décalage permettant d'obtenir un tracé harmonieux de la balustrade (fig. 6). Sinon il se produit des hauteurs de balustrade différentes dans l'angle.

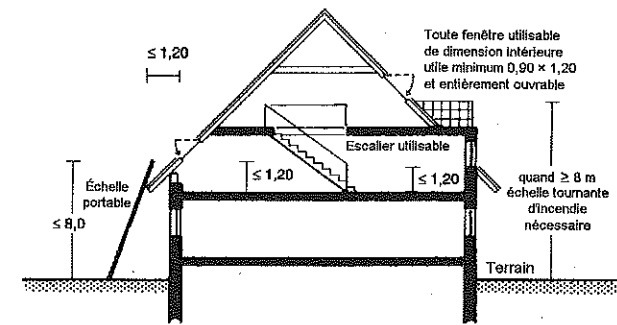
Formes d'escaliers spéciales (fig. 7 à 10). De marche à marche, une tolérance de 5 mm au maximum est autorisée. Les escaliers en colimaçon sont surtout adaptés à des galeries ou des balustrades. Leur construction est pleinement valorisée dans les espaces ouverts.

Méthode figure 11 :

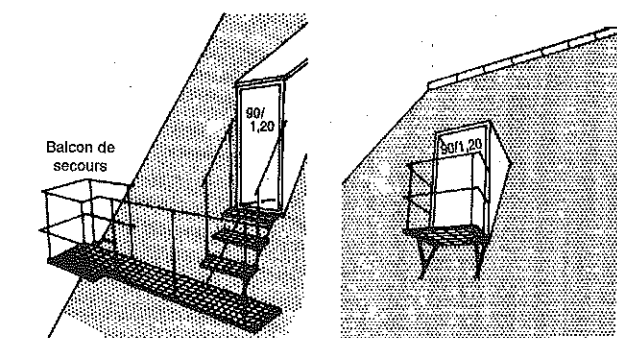
- Définir la ligne de foulée
- Diviser la ligne de foulée en nombre égal de marches (à partir de la marche dans l'angle).
- Tracer la largeur minimale de la marche d'angle sur le limon inférieur, puis dessiner les bords de cette première marche.
- Prolonger l'intersection des bords de la marche d'angle parallèle au limon jusqu'au croisement avec la dernière marche droite : point B. Tracer un cercle avec pour centre le point B et tangent au limon (point A).
- Projeter l'intersection O' sur le cercle (point O).
- Par la division de l'axe entre le point O et la dernière marche droite en autant de parts égales que de marches, on obtient les points 1, 2, 3, etc.
- La projection de ces points sur le limon définit les points de départ (1', 2', 3', etc.) des marches balancées.

Méthode figure 12 :

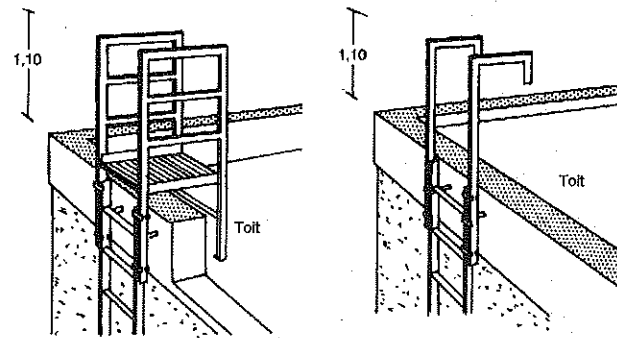
- Définir la ligne de foulée
- Diviser la ligne de foulée en nombre égal de marches.
- Si le nombre de marches est pair et les deux volées de même longueur, tracer la marche du milieu symétriquement à l'axe de l'escalier. Si le nombre des marches est impair, tracer la marche du milieu directement sur l'axe de l'escalier.
- Tracer la largeur minimale de la marche la plus étroite sur le limon inférieur. Relier ces points avec les points sur la ligne de foulée pour obtenir les nez de marches.
- Prolonger les nez de marches jusqu'au point A.
- Prolonger la dernière marche droite jusqu'à l'intersection avec l'axe de l'escalier (point B).
- Diviser la distance AB en fractions de 1, 2, 3, 4, etc. (autant de parts que de marches).
- Relier ces points avec les points sur la ligne de foulée pour obtenir les nez des marches balancées.



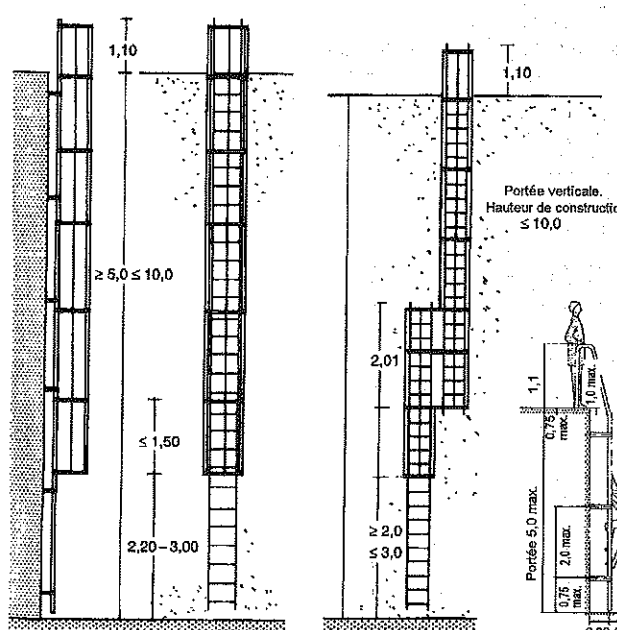
① Voies de secours



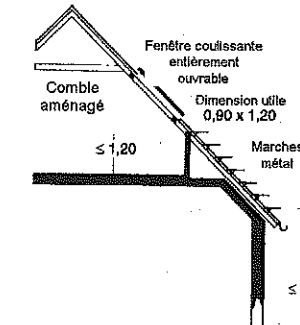
③ Voie de secours avec palier de descente
④ Balcon de secours / Palier de descente



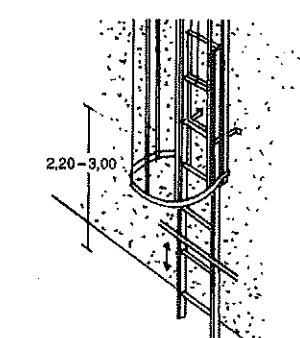
⑥ Échelle de descente avec passage
⑦ Échelle de descente avec rallonge



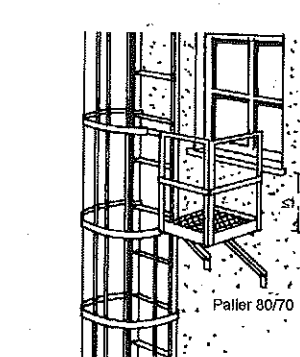
⑧ Palier avec garde-fou
⑨ Échelle à passage droit



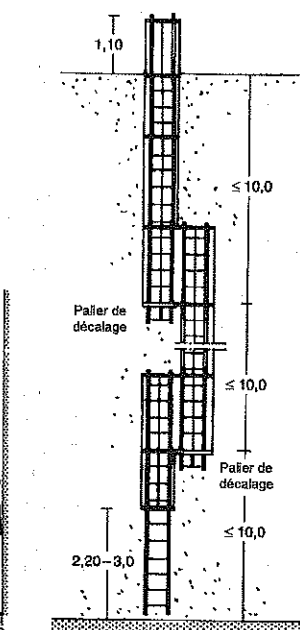
② Fenêtre de toit issue chemin de secours
⑤ Accès escamotable



⑥ Échelle de descente avec passage
⑦ Échelle de descente avec rallonge



⑧ Palier avec garde-fou
⑨ Échelle à passage droit



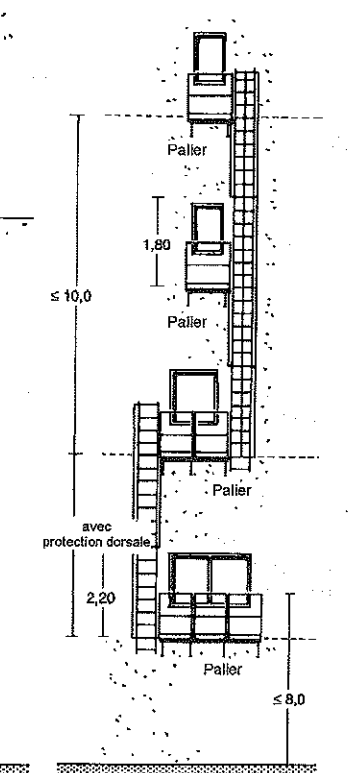
⑩ Échelle à passage décalé
⑪ Échelle encastrée

ESCALIERS ESCALIERS ET ÉCHELLES DE SECOURS

L'emplacement d'une échelle doit être situé de telle façon que, en cas de danger, les personnes puissent être vues à partir de lieux de circulation publics. Les échelles de secours sont des dispositifs aménagés sur des constructions, grâce auxquels les personnes peuvent être sauvées en cas de danger (fig. 1 à 4 et 13). Les échelles de montée, aussi dénommées échelles fixes verticales, sont utilisées pour accéder aux toits, cheminées, silos, réservoirs, citernes, machines, installations, etc.

En Allemagne, des échelles de montée à crinoline sont exigées à partir d'une hauteur de construction de 5 m. La hauteur d'une unité d'échelle ne doit pas dépasser 10 m (fig. 12 et 13). Diamètre du dispositif de crinoline 0,70 m.

Dimensions (voir fig. 9)		
Hauteur de bâtiment en m	Protection dorsale RS	Fixation au mur (palier)
3,0 - 4,0	—	3
4,0 - 5,0	—	3
5,0 - 6,0	RS	4
6,0 - 7,0	RS	4
7,0 - 8,0	RS	5
8,0 - 9,0	RS	5
9,0 - 10,0	RS	6
Réalisation décalée (voir fig. 10 et 12)		
10,0 - 11,0	RS	8
Intervalle de 1 m jusqu'à		
19,0 - 20,0	RS	13

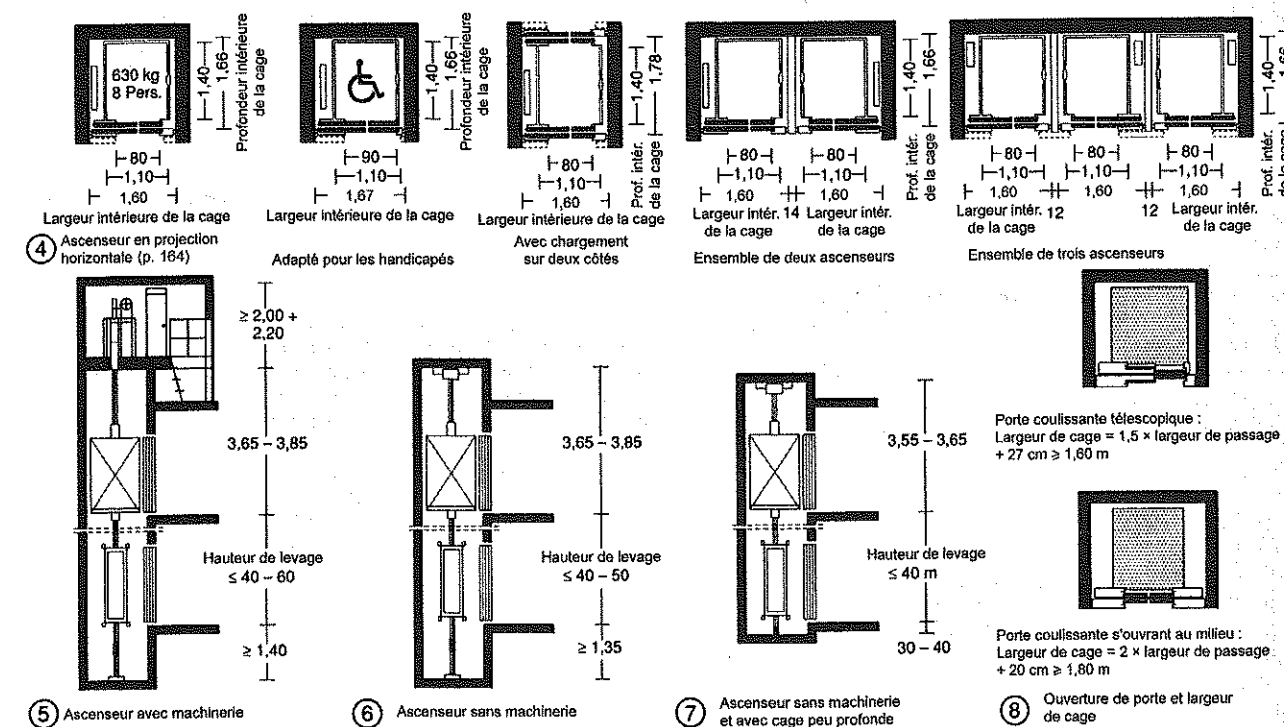
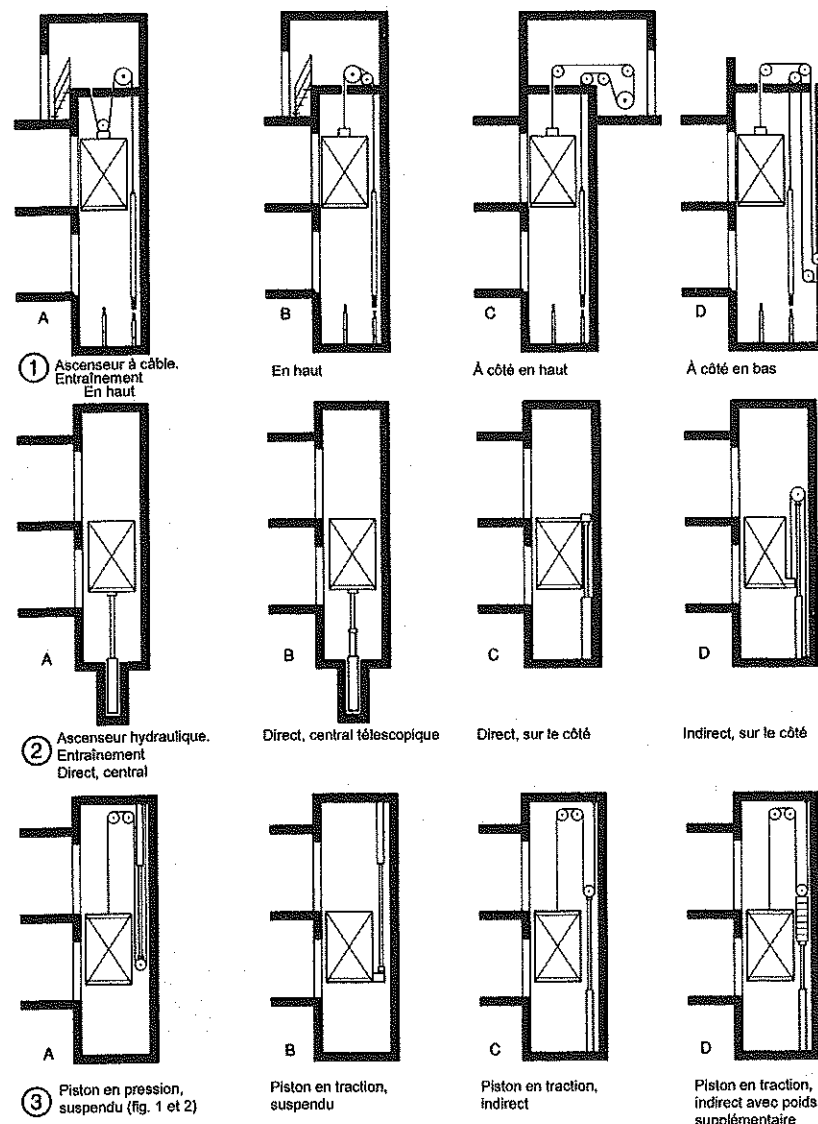


⑫ Échelle avec paliers de décalage
⑬ Échelle de secours

ASCENSEURS PRINCIPES

Dans tous les bâtiments, les ascenseurs devraient se trouver en principe dans les endroits à la source des flots de circulation. Il faut planifier soigneusement leur aménagement par rapport aux endroits de circulation. Il y a pour les ascenseurs deux mécanismes d'entraînement :

1. ascenseurs à câble avec poulie motrice (fig. 1),
 2. ascenseurs hydrauliques (fig. 2 et 3).
- L'ascenseur à câble a, dans le cas idéal, son dispositif d'entraînement au-dessus de la cage. Le poids vide de la cage, ainsi que la demi-charge utile sont équilibrés par un contrepoids. En ce qui concerne la disposition du mécanisme moteur, il faut peser le pour et le contre des avantages et des inconvénients. Le mécanisme en haut à côté ou en bas à côté entraîne la nécessité de poulies de renvoi et un coût de fonctionnement plus élevé. Les machines et le guidage peuvent, par principe être placés dans une machinerie séparée ou, pour les ascenseurs sans machinerie, directement dans la cage (fig. 6).
- Pour les ascenseurs hydrauliques, le piston en pression est le plus répandu (fig. 2 et 3). Il peut être fixé directement ou indirectement. L'installation des pistons directement dans le sol avec un tuyau de protection n'est plus d'actualité (pour des raisons de protection contre l'eau). L'utilisation d'un piston en traction (fig. 3 B et D) peut avoir, dans des cas exceptionnels, un certain sens. Le piston en traction équilibre déjà, par construction, une partie du poids de la cage de l'ascenseur, ce qui est renforcé par des poids supplémentaires (fig. 3 D). Le moteur de pompe travaille uniquement lorsque la charge est déplacée par le piston vers le haut. Pour le trajet vers le bas, une soupape s'ouvre et aucune énergie n'est nécessaire. La consommation d'énergie est diminuée ainsi de moitié.



ASCENSEURS TECHNIQUE DE COMMANDE

Commandes regroupées à un seul bouton

La commande enregistre les appels et les destinations, la cabine se déplace après l'impulsion d'un signal interne, jusqu'au point le plus haut ou le plus bas de l'installation. Les signaux de commande extérieurs ne sont enregistrés qu'à la descente de la cabine afin de conduire les usagers vers l'arrêt principal. Cette commande simple est la plus adaptée pour des immeubles à faible fréquence de mouvement d'ascenseur et avec arrêt principal, tels qu'immeuble d'habitation ou de parking.

Commandes regroupées à deux boutons

Dans cette commande regroupée à dépendance directionnelle, l'appel extérieur désigne également le sens de marche souhaité. L'ascenseur exécute la suite des commandes mémorisées, mais s'arrête tout de même afin de donner accès à des passagers allant dans le sens de la marche. Les commandes regroupées à deux boutons sont à prévoir tout particulièrement pour un trafic inter-étages fréquent comme des magasins ou encore des immeubles de bureaux. Dans le cas d'une batterie d'ascenseurs, les appels et signaux de destinations de tous les ascenseurs peuvent être regroupés.

Commande à choix de destination (fig. 3)

Dans le cas de choix de destination ou de commande d'appel à destination ciblée, l'utilisateur doit préciser la destination souhaitée à partir du niveau d'appel. L'ascenseur arrive par le biais du système, en règle générale il n'y a plus de boutons de sélection à l'intérieur de la cabine.

Dans un ensemble d'ascenseurs groupés, la commande à destination ciblée de l'installation permet une nette optimisation de la capacité de transport. L'utilisateur n'a pas à choisir entre l'express et l'ascenseur de proximité, et tous les accès aux ascenseurs ne doivent pas forcément être vus depuis la zone d'attente. Des ascenseurs spécifiques tels qu'à deux niveaux et des ascenseurs à cabines multiples peuvent être intégrés en groupes d'ascenseurs. Cette commande est avant tout préconisée pour des immeubles de grandes hauteurs et dans des bâtiments où doivent être assurés différents degrés de sécurité, en l'occurrence une sélection de personnes, si la commande permet un contrôle des accès par l'intermédiaire d'un moyen d'identification (lecteur de carte, badge à puce, etc.), ceci pour des clients d'hôtel, du personnel et des espaces mis en location.

Ascenseurs à deux niveaux (fig. 6)

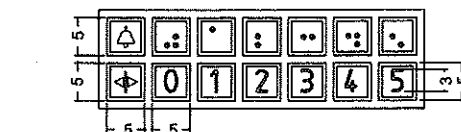
Deux cabines sont solidarisées en superposition et desservent ainsi à chaque arrêt simultanément deux étages superposés de l'immeuble. Pour une même dimension de cage on peut ainsi véhiculer plus de passagers surtout dans le cas d'ascenseurs express. Les plateaux d'accès et l'éventuel sky-lobby doivent être exécutés sur deux niveaux. S'il faut accéder séparément à chaque niveau, un escalier mécanique roulant décompose les flux d'usagers à partir de l'aire d'accès, selon les étages pairs et impairs. Des ascenseurs à niveau double sont préconisés pour desservir des étages à vue panoramique et de restaurants, ou encore en ascenseur express pour atteindre le sky-lobby dans le cas d'immeubles de grande hauteur.

Ascenseurs à cabines multiples

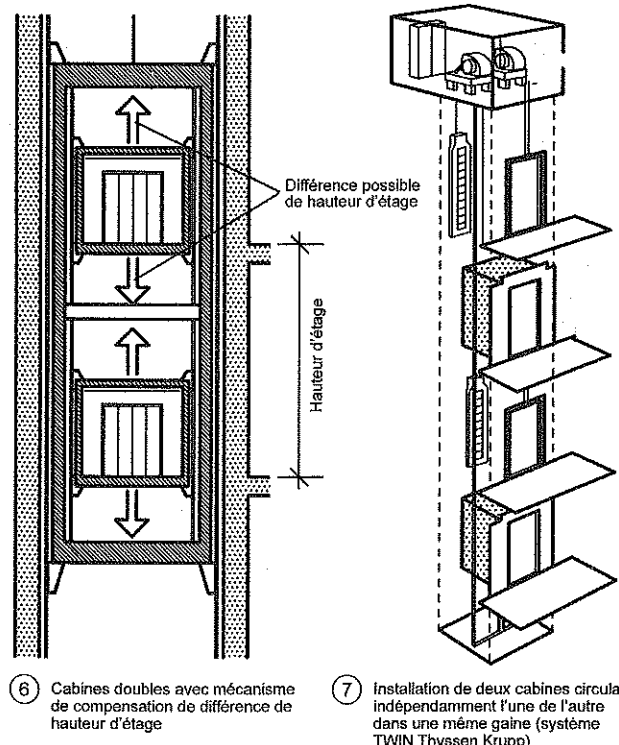
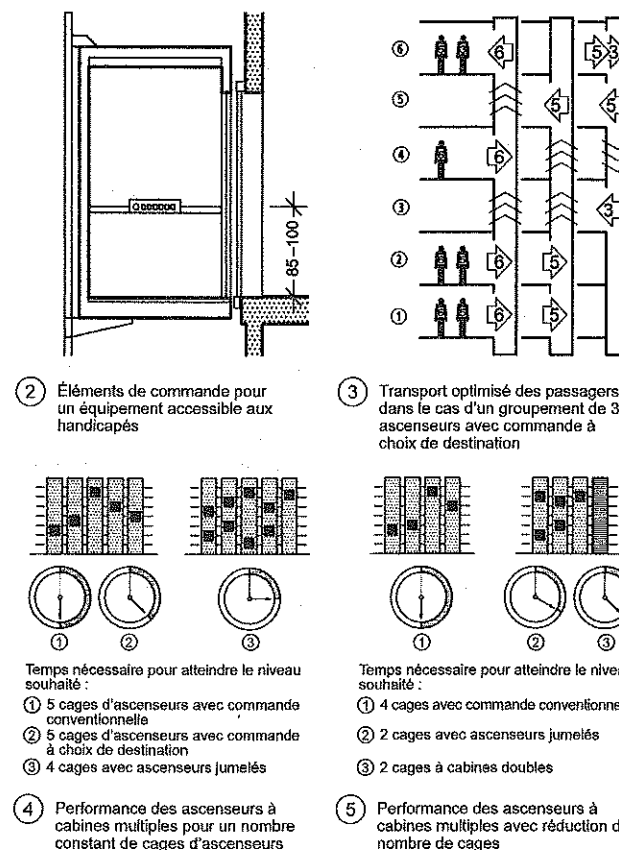
Deux ou plusieurs ascenseurs se déplacent – chacun avec son propre système d'entraînement et équipé de son propre contrepoids – en superposition et indépendamment l'un de l'autre, sur les mêmes rails de guidage (fig. 7).

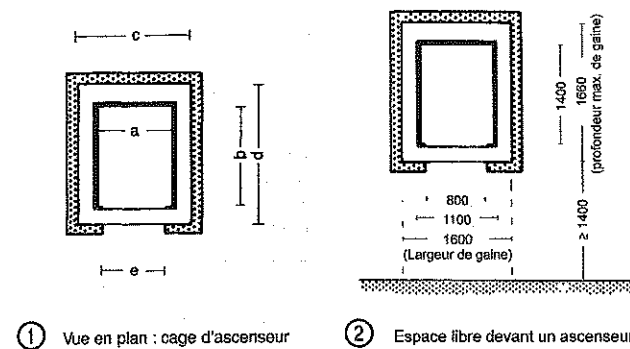
Avec une commande à choix de destination, en plus de la direction de déplacement de la cabine, est enregistré le niveau de destination avec transmission d'appel à l'ascenseur le mieux placé, veillant ainsi à ce que les cabines fonctionnent sans gêne relative (fig. 3).

Avec ce système il est possible d'atteindre une amélioration de la capacité de transport de 30 % pour un même nombre de cages d'ascenseur. Une telle mise en service ne présente d'intérêt que pour des groupements d'ascenseurs circulant sur une hauteur minimale de 50 m. Les cabines ne pouvant opérer de dépassement dans la même cage, la liaison entre l'arrêt le plus bas et le plus haut, ne peut se faire sans changement d'une cabine à l'autre. Ainsi, dans le cas d'une installation à cabines multiples, il doit être prévu un ascenseur express.



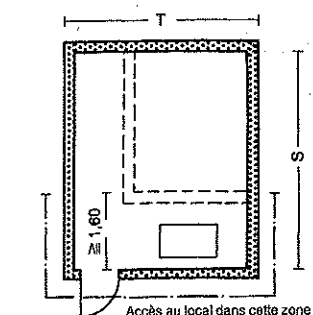
- 1 Pour l'accessibilité des ascenseurs aux personnes en fauteuil roulant, les commandes sont posées à une hauteur de 85-100 cm au-dessus du plancher de la cabine et en partie centrale (fig. 2). Préférence pour des tableaux de commande horizontaux avec des touches de dimensions $3 \times 3 \text{ cm}$ au dessin contrasté, à l'écriture en relief et à signaux acoustiques





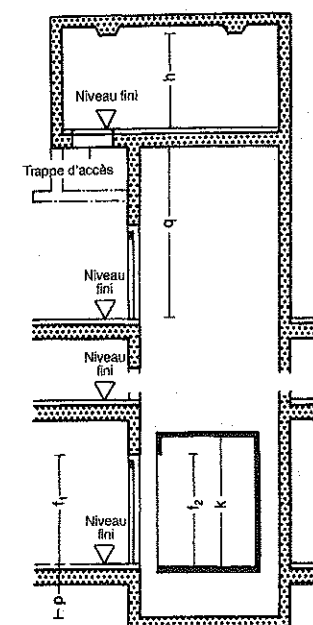
1 Vue en plan : cage d'ascenseur

2 Espace libre devant un ascenseur.



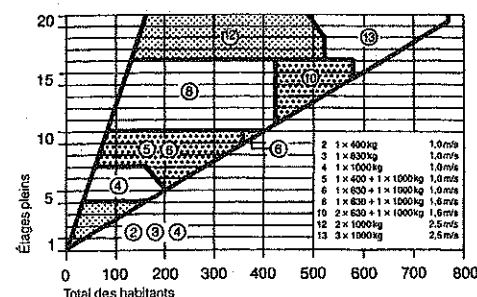
3 Local machinerie.

4 Local machinerie pour ascenseurs groupés.



5 Gaine et machinerie.

6 Gaine d'ascenseur hydraulique.



7 Capacité de transport pour immeubles d'habitation normaux.

ASCENSEURS

ASCENSEURS POUR PERSONNES

Immeubles d'habitation

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 nœud 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 présenter des risques de blessure ou de dégradation.

Espace libre devant un ascenseur individuel

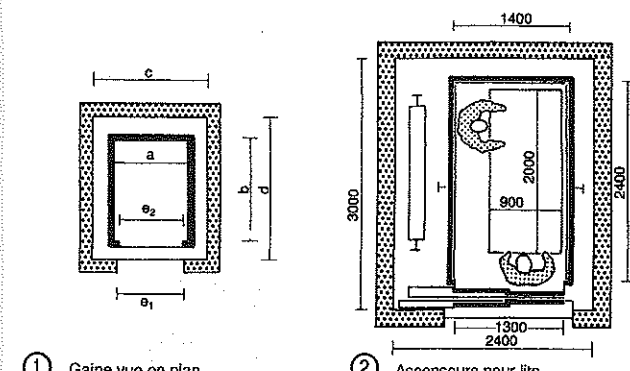
La profondeur utile minimale entre la porte de gaine et le mur d'en face doit équivaloir à la profondeur de la cabine. La surface utile minimale doit équivaloir au produit de la profondeur de cabine par la largeur de gaine.

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.

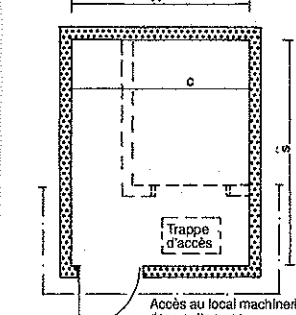
Capacité		kg	400				630				1000			
Vitesse de transport		≤ m/	0,63	1,00	1,60	0,63	1,00	1,60	2,50	0,63	1,00	1,60	2,50	
Gaine	Larg. min. de la gaine c	mm	1800				1800				1800			
	Prof. min. de la gaine d	mm	1500				2100				2800			
	Prof. min. de la fosse p	mm	1400	1500	1700	1400	1500	1700	2800	1400	1500	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	m ²	8	10	10	12	14	12	14	15				
	Largueur 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	4200	4200	4200				
	Hauteur minimale de la machinerie h	mm	2000	2200	2000	2200	2600	2000	2200	2600				
Cabine	Largueur libre cabine a	mm	1100				1100				1100			
	Prof. libre cabine b	mm	950				1400				2100			
	Haut. libre cabine k	mm	2200				2200				2200			
	Largueur libre d'accès à la cabine c ₂	mm	800				800				800			
		mm	800				800				800			
	Hauteur libre d'accès à la cabine f ₁	mm	2000				2000				200			
	mm	2000				2000								
Nbre de personnes admissibles			5				8				13			

8 Dimensions de la construction, de la cabine et de la porte.



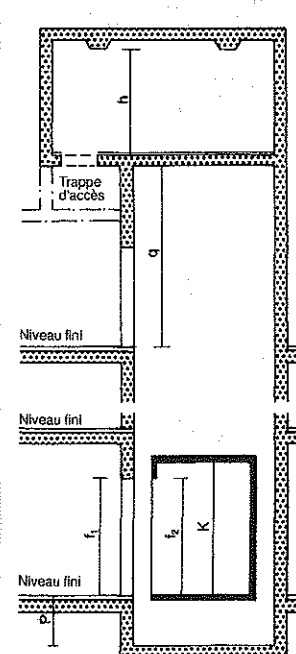
1 Gaine vue en plan.

2 Ascenseurs pour lits.



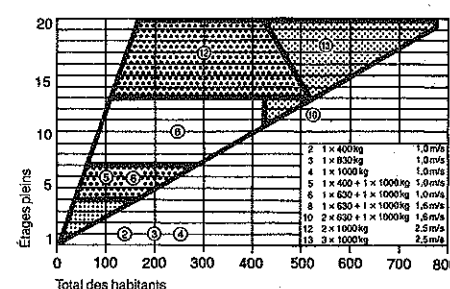
3 Local machinerie.

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.

ASCENSEURS

ASCENSEURS POUR PERSONNES

Bureaux, banques, hôtels, 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 :

$$\text{Capacité de transport (personnes)} = \frac{300 \text{ (s)} \times \text{taux d'utilisation de la cabine (personnes)}}{\text{temps d'un cycle de parcours (s)} \times \text{nombre d'ascenseurs/groupe}}$$

Capacité de transport en pourcentage :

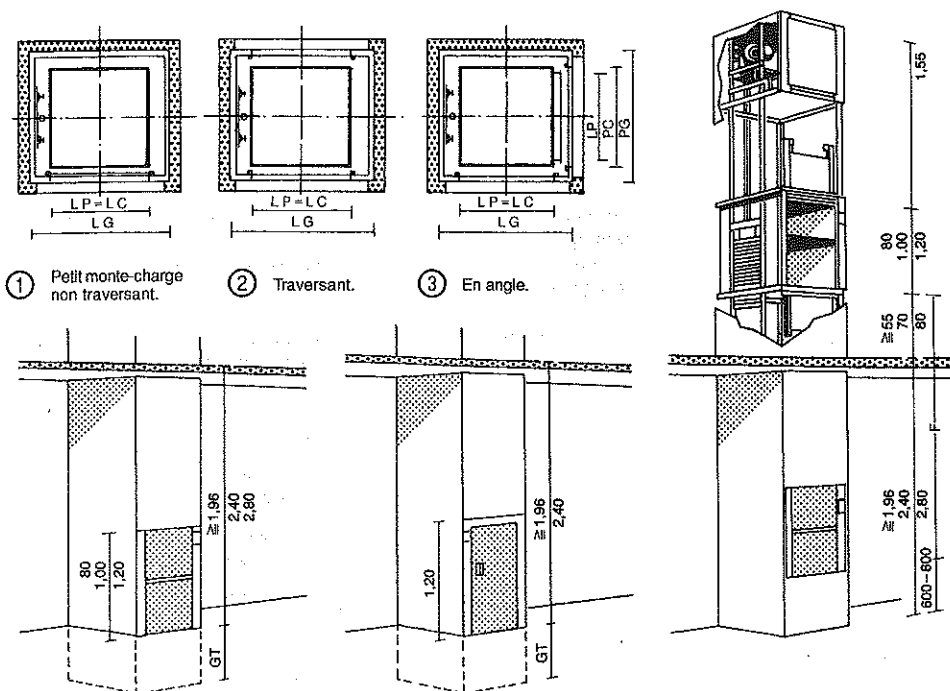
$$\text{capacité (\%)} = \frac{100 \times \text{capacité de transport (nombre de personnes)}}{\text{nombre de personnes dans le bâtiment}}$$

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
Largueur 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	2800	2800
Hauteur minimale de la tête de gaine	q	3800	4000	5000		4200		5200		4400		5400	
Largueur 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	
Largueur 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	
Largueur de la cabine	a	1350				1500						1950	
Profondeur de la cabine	b	1400				1400						1750	
Hauteur de la cabine	k	2200				2300						2300	
Largueur porte de la cabine	e ₁	800				1100						1100	
Hauteur porte de la cabine	f ₁	2000				2100						2100	
Nbre de personnes admissibles		10				13						21	

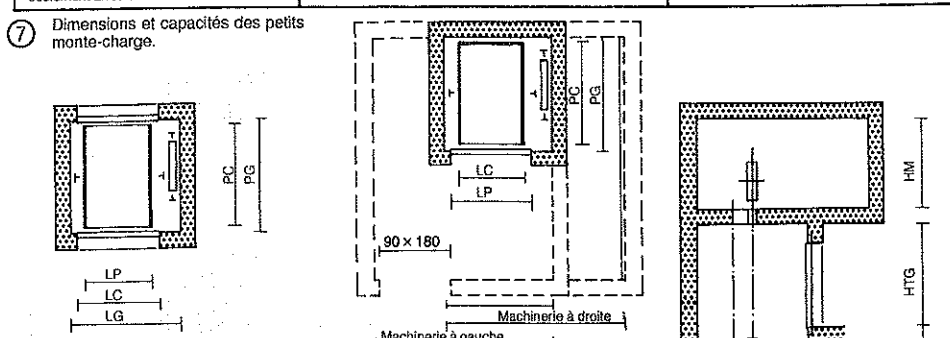
8 Dimensions en mm (fig. 1 à 6). Ascenseurs accessibles aux fauteuils roulants.

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		5800	
Largueur libre porte de gaine	c ₁	1300								1300 (1400) ⁵⁾			
Hauteur libre porte de gaine	l ₁	2100											
Surface minimale de la machinerie	m ²	28				27				29			
Largueur minimale de la machinerie	r	3200								3500			
Profondeur minimale de la machinerie	s	5500								5800			
Hauteur minimale de la machinerie	h					2800							
Largueur de la cabine	a	1400				1500				1600			
Profondeur de la cabine	b	2400						2700					
Hauteur de la cabine	k					2300							
Largueur porte de la cabine	e ₁	1300								1300 (1400) ⁵⁾			
Hauteur porte de la cabine	l ₁	2100											
Nbre de personnes admissibles		21				26				33			

9 Dimensions : Ascenseurs pour lits.



Type d'installation	Avec une porte et traversant				En angle et en angle traversant			
Charge utile	100	300	500	800	100	300	500	800
Vitesse	0,45	0,3	0,45	0,3	0,45	0,3	0,45	0,3
Larg. de cabine = larg. de porte	400	500	600	800	400	500	600	800
Profondeur de cabine	400	500	600	800	400	500	600	800
Haut. de cabine = haut. de porte	1900	2300	2700	3000	1900	2300	2700	3000
Larg. de porte, en angle	400	500	600	800	400	500	600	800
Larg. de gaine	500	600	700	800	500	600	700	800
Profondeur de gaine	500	600	700	800	500	600	700	800
Haut. min. de la tête de gaine	1900	2300	2700	3000	1900	2300	2700	3000
Larg. de la porte de machinerie	500	600	700	800	500	600	700	800
Dist. min. des ouv. de chargement	1900	2300	2700	3000	1900	2300	2700	3000
Dist. min. des ouv. de chargement	1900	2300	2700	3000	1900	2300	2700	3000
Haut. min. de l'allège	600	800	800	800	600	800	800	800
seulement arrêt au niveau bas								



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	3070	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	2500	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	m/s	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).

ASCENSEURS MONTE-CHARGES

Petits monte-charge

Charge utile ≥ 300 kg ; surface de la cabine $\leq 0,8$ 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 :

$T = 2(h/v) + B_1 + H(t_1 + t_2) = \dots$ où 2 = facteur constant pour un aller-retour ; h = hauteur à monter ; v = vitesse ; B₁ = temps nécessaire pour charger et décharger ; H = nombre d'arrêts ; t₁ = temps d'accélération et de freinage ; t₂ = 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 : $C = 60 / T$ (en s) d'un cycle de parcours = 60 / T = trajets/min.

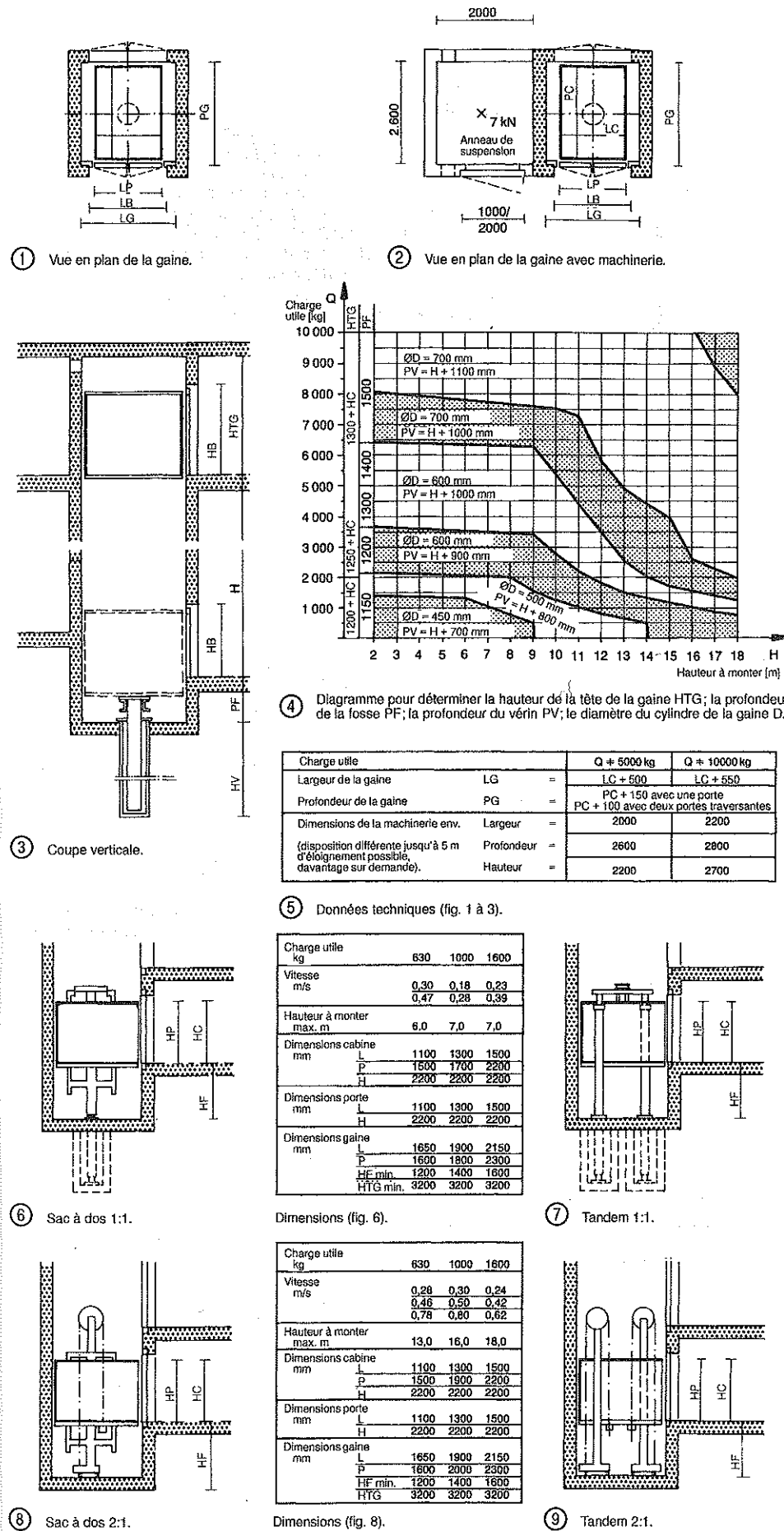
Réglementation pour la construction : La machinerie doit pouvoir être fermée à clef. Elle doit être suffisamment éclairée et avoir des dimensions telles qu'on puisse effectuer des contrôles sans risque d'accident. La hauteur devant la machinerie doit être $\geq 1,8$ m. Les monte-plats dans les hôpitaux 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 $\pm 20-40$ mm. Ascenseurs et monte-charge avec ralentissement $\pm 10-30$ mm. Vitesse : 0,25 ; 0,4 ; 0,63 ; 1,0 m/s.



ASCENSEURS ASCENSEURS HYDRAULIQUES

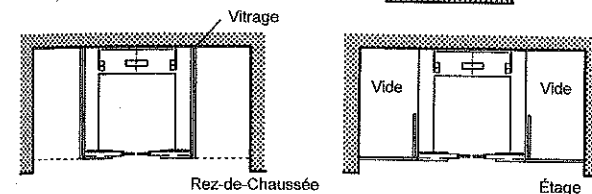
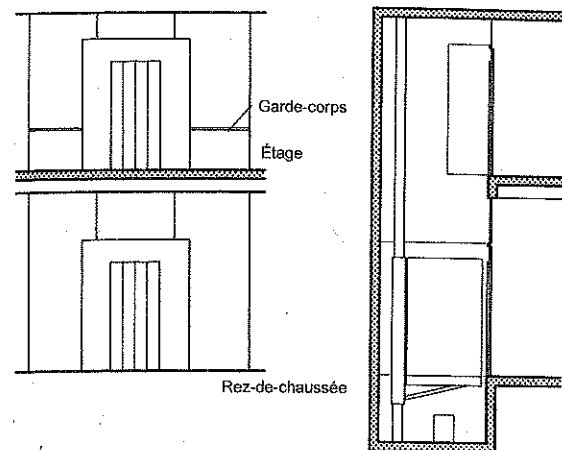
Ils répondent au besoin de transporter de façon économique des charges lourdes sur une hauteur peu importante. Utilisation recommandée jusqu'à une hauteur de 12 m. La machinerie peut être disposée indépendamment de l'emplacement de la gaine. Les monte-charge à vérins directs de la gamme normalisée transportent 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 de 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.

Charge utile	kg	1600	2000	2500	3200
Vitesse	m/s	0,15	0,18	0,24	0,20
		0,24	0,30	0,38	0,30
Haut. 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

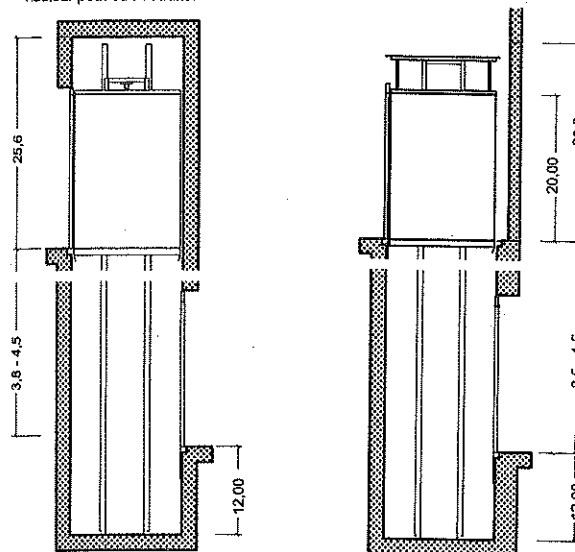
Dimensions (fig. 7).

Charge utile	kg	1600	2000	2500	3000
Vitesse	m/s	0,23	0,19	0,25	0,21
		0,39	0,32	0,39	0,31
Haut. 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

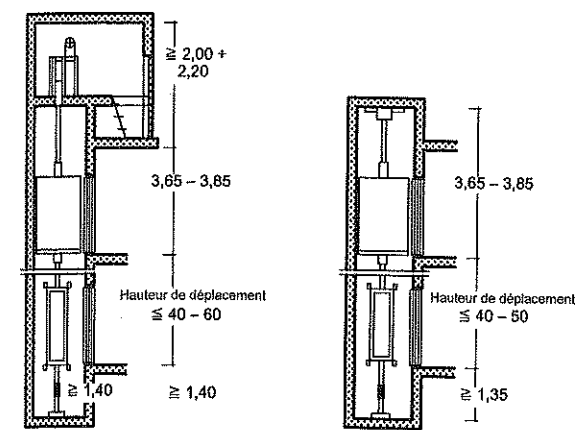
Dimensions (fig. 9).



1 Dans le cas de cabines vitrées, le contact avec des parties mobiles doit être empêché. Les protections autour des portes d'accès ont une hauteur minimale de 3,50 m, et d'au moins 2,50 m sur les côtés, alors que la distance aux parties mobiles doit être au minimum de 0,50 m. En cas d'espacement plus grand, la hauteur peut être réduite.



2 Monte-charges et élévateurs de marchandises. Dans la mesure où le transport de personnes est interdit, il est possible de supprimer les portes de cabines. Il en résulte un rapport favorable entre section de cage et surface utile de plancher de cabine.



3 Ascenseur à traction électrique avec local machinerie et cuvette, selon EN 81

4 Construction spéciale sans local technique

5 Construction spéciale sans local technique

6 Ascenseur pour personnes en fauteuil roulant. Ces ascenseurs sont exclusivement destinés à l'usage des personnes handicapées.

ASCENSEURS CONSTRUCTIONS SPÉCIFIQUES

Ascenseurs à cabine vitrée

Les cabines vitrées donnent une vision d'ensemble et améliorent le sentiment de sécurité des usagers. Exécution soit avec une cage d'ascenseur vitrée (veiller aux exigences de protection incendie) soit sans cage (ascenseur panoramique) (fig. 1). Ceux-ci ne peuvent être installés que dans des parties de bâtiment où les cages d'ascenseurs ne sont pas exigées en raison de la propagation du feu. De ce fait, il est difficile de prendre en compte les ascenseurs panoramiques dans le calcul du trafic. Le vitrage doit empêcher le contact des parties mobiles avec la main ou avec des objets tenus en main. En tant que constructions non normalisées, elles sont soumises à un contrôle spécifique de chaque modèle.

Monte-charges et élévateurs encastrés (sans transport de personnes)

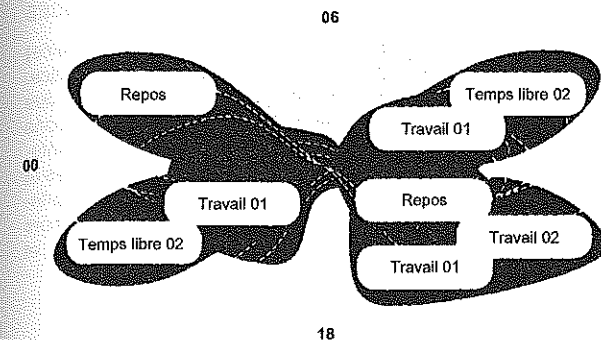
Les systèmes élévateurs conçus rien que pour des charges, par exemple containers de déchets ou livraison de denrées, peuvent être installés à l'intérieur ou en dehors du bâtiment (fig. 2). Le transport de personnes n'est pas autorisé avec ce type d'ascenseur. En général il n'est pas utile de prévoir de local technique. La commande d'ascenseurs en sous-sol ou encastrés est effectuée depuis l'arrêt en partie supérieure. Le toit de la cabine doit se trouver dans le champ de vision de l'opérateur.

Ascenseurs avec des dimensions de cage réduites

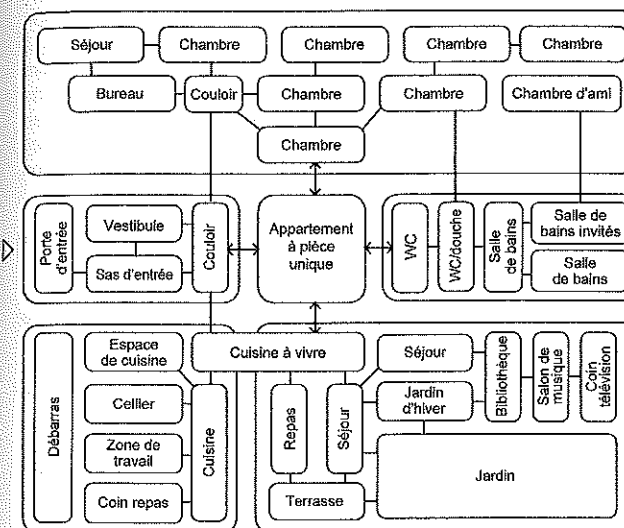
En cas de rénovation, les cuvettes en sous-sol et les machineries en haut de cages respectant la norme EN 81 ne peuvent être exécutées qu'avec de grands moyens. Aussi existe-t-il des exécutions spéciales qui fonctionnent avec une hauteur minimum de cuvette (environ 80 cm) et une hauteur minimum en haut de cage (d'environ 250 cm au-delà du dernier arrêt) (fig. 3 à 5). En cas d'utilisation d'ascenseurs sans locaux techniques, des exigences spéciales sont à prendre en compte pour la conception de la cage (ventilation, possibilité de formation de condensation, mesures de protection contre incendie). Ces exigences figurent dans les consignes de chaque constructeur, étant donné que ces ascenseurs sont soumis à un contrôle spécifique par modèle.

Au nombre de ces constructions spéciales il faut compter les ascenseurs pour handicapés et ceux qui ne peuvent être utilisés que par des groupes de personnes définies (fig. 6). Avec la mise en œuvre de systèmes de contrôle et de mesures adaptées, des constructions simples de peu d'encombrement et sans portes sont possibles.

PRINCIPES PRINCIPES DE CONCEPTION



1 Diagramme fonctionnel en fonction du déroulement de la journée



2 Organisation spatiale fonctionnelle traditionnelle « du logement à pièce unique à la grande demeure », en lecture inversée, un programme spatial résumant les divers modes d'utilisation et l'usage flexible de l'espace de vie

Utilisation principale des pièces	Période d'utilisation et ensoleillement souhaité	
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 souhaitable	

3 Périodes d'utilisation et ensoleillement souhaité

L'habitat qui relevait à l'origine d'une transposition spatiale des besoins et modèles fondamentaux de l'homme est devenu dans notre société moderne une complexe superposition de nombreux facteurs d'influence valorisant des exigences hétérogènes et des approches qualitatives individuelles.

Les modes de vie, les images sous forme d'archétypes et les exigences des habitants potentiels se confrontent aux règlements d'urbanisme, aux modes de financement public avec leurs conséquences urbaines, mais aussi aux dispositions architecturales (sous-tendues par l'idéologie) en matière de situation, de type de bâtiment, de desserte et de plan.

Évolution historique

À la suite de l'industrialisation et de l'urbanisation, la construction de logements s'est transformée au 19^e siècle en une mission essentielle qui a persisté après les guerres mondiales jusqu'à la fin du 20^e siècle.

À l'origine considérés comme un privilège et investis jusqu'à présent d'images et d'archétypes, les programmes d'espaces touchant à la sphère intime et à la représentation, s'imposent de nos jours dans la conscience d'une grande majorité.

Les classes urbaines aisées les ont transposés sur le plan constructif en villas et en habitations urbaines de représentation. Parallèlement, sont apparus des quartiers localisés à forte densité conçus dans un souci de rentabilité maximum des surfaces et des investissements, suite à la forte pénurie de logements populaires.

Les architectes de la Modernité (et leurs successeurs) développent des concepts opposés à cette ville bâtie dans la pierre.

Ils étudient l'habitation en elle-même, son **éclairage** et son **orientation** (fig. 3), ses **dimensions spatiales** optimales (minimales), sa disposition fonctionnelle (fig. 2), ainsi que les principes d'une construction rationnelle et standardisée. Il en résultera des maisons privées inédites jusqu'aux grands ensembles d'habitations « conçus sur la planche à dessin ».

L'époque présente : communauté et individu

L'habitat moderne consiste à séparer dans le temps et l'espace les intérêts individuels et collectifs au sein du logement, mais aussi les exigences privées et publiques (voire l'anonymat) dans le contexte urbain (fig. 1).

Avec la dissolution continue des modèles de vie familiaux traditionnels et la fin prévisible, dans la société de l'information, de la séparation spatiale entre les sphères de l'habitat et du travail, les relations classiques entre fonctions et usages au sein du logement (fig. 2) sont remises en question. Les termes courants (salon, chambre d'enfant, etc.) perdent de leur pertinence.

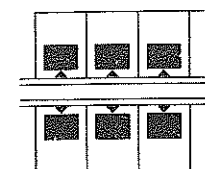
Le logement est désormais compris comme un espace privé ayant des relations contrôlées et progressives avec l'environnement extérieur.

Les zones communes et individuelles classiques au sein du logement passent à l'arrière-plan en termes de surface, tandis que la pièce multifonctionnelle à usage aussi bien privé que collectif devient un élément spatial essentiel (pièces salon/bureau, logements communautaires en appartement, etc.).

Séparation spatiale et neutralité d'usage

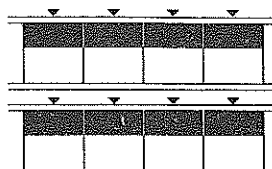
L'individualisation des modes de vie peut donner lieu à un plan sur mesure avec une distribution spatiale différenciée et luxueuse, ou bien à une répartition neutre des espaces en termes d'usages avec des pièces ayant des qualités équivalentes permettant une utilisation flexible par des familles ou des communautés d'habitation, ou correspondant à des logements multi-générationnels ou des espaces regroupant habitat/travail.

La neutralité des surfaces de desserte joue alors un rôle essentiel.



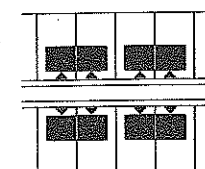
Maison individuelle (lotissement)

Surface terrain 350-450 m²
Nombre de niveaux 1-2 (+ combles)
SHOB 150-160
COS 0,3-0,5
Hab./ha 70-90



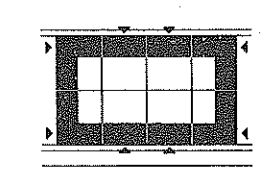
Construction en bande

Surface terrain ≥ 625 m²
Nombre de niveaux 2-4 (+ combles)
SHOB ≥ 500
COS ≥ 0,8
Hab./ha ≤ 400



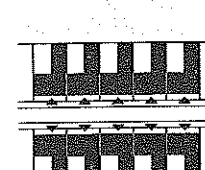
Maisons jumelées

Surface terrain 250-300 m²
Nombre de niveaux 1-2 (+ combles)
SHOB 150-160
COS 0,5-0,6
Hab./ha 115-135



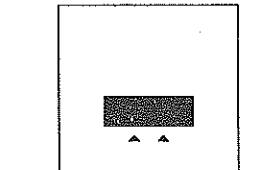
Ilot urbain

Surface terrain ≤ 1 550 m²
Nombre de niveaux 5 (+ combles)
SHOB 1 250
COS ≥ 0,8
Hab./ha 400-450



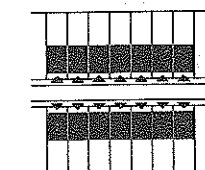
Maisons accolées avec jardin privatif

Surface terrain 200-250 m²
Nombre de niveaux 1-2 (+ combles)
SHOB 150-160
COS 0,6-0,8
Hab./ha 150-180



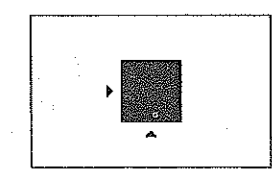
Immeuble d'habitation isolé

Surface terrain ≥ 5 000 m²
Nombre de niveaux 10
SHOB 600/niveau
COS 1,2
Hab./ha env. 450



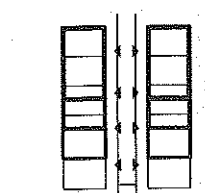
Habitation en bande

Surface terrain 150-200 m²
Nombre de niveaux 2-3 (+ combles)
SHOB 130-150
COS 0,6-0,9
Hab./ha 200-250



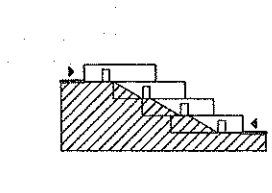
Tour d'habitation

Surface terrain ≥ 1 875 m²
Nombre de niveaux 10
SHOB 225/niveau
COS 1,2
Hab./ha env. 450



Immeuble en gradins

Nombre de niveaux 1
SHOB 130-150/terrasse
COS 1,5-2
Hab./ha 300-350



DENSITÉ D'HABITATION VALEURS DE RÉFÉRENCES

Le degré d'utilisation du sol pour la construction (densité urbaine) constitue un critère décisif pour l'aménagement public de l'espace. La densité urbaine est fixée dans les plans d'aménagement des villes et communes ou bien résulte indirectement des dispositions du Code de l'urbanisme et de la construction en matière d'implantation des constructions dans des zones urbaines non aménagées et en périphérie. Les données chiffrées de densité urbaine sont principalement le coefficient d'occupation du sol (COS), la surface hors œuvre brute (SHOB) et les déterminations du nombre de niveau et de hauteur maximale des projets de construction.

Densité urbaine et type d'habitation

La densité urbaine a une influence décisive sur le choix du type d'habitation. Elle détermine le type et le niveau de desserte ainsi que la proportion de surface utilisée par un lotissement. Le tableau fig. 1 met en parallèle différents types d'habitations (densité d'habitation) et les données chiffrées urbaines. La densité d'habitation moyenne (habitant/ha) complète cette comparaison. La densité augmente à mesure que l'on va de la maison individuelle construite sur son terrain aux tours d'habitation en passant par les maisons jumelées, en bande, les immeubles et enfin les îlots urbains. En raison des surfaces de terrain nécessaires, les constructions denses en bande et en îlot atteignent des densités comparables à celles des tours.

Densité d'habitation et qualité de vie

L'évaluation qualitative des densités urbaines est complexe et liée à de nombreux facteurs. Elle ne peut s'apprécier sur un simple terrain ou un groupe de maisons, mais doit considérer une échelle urbaine supérieure. C'est ainsi que la notion de quartier s'est imposée, au sens d'unité urbaine avec ses propres infrastructures (offre de commerces, installations de loisirs, jardin d'enfants, école, liaison avec les transports de proximité).

Le nombre d'habitants pour lequel cette infrastructure est adéquate et la notion de desserte (moyens de transport, durée de déplacement) fournissent d'autres indications. Ces paramètres interfèrent avec la demande de surface par habitant et d'autres exigences en matière d'intimité et d'individualité, mais aussi avec les liaisons urbaines, la distance et la relation avec le centre-ville, les prix des terrains, la desserte des lieux de travail, etc. Des simulations informatiques ont établi à titre d'exemple qu'un quartier créé avec un COS de 0,8 (rapporté à l'ensemble net de terrain à bâtir) et un aménagement de bâtiments de plusieurs étages occuperait un quadrilatère de 900 x 900 m pour une population de 6 500 habitants. Soit des distances inférieures ou égales à 500 m par rapport aux services, donc franchissables à pied ou à vélo. Pour un COS de 0,4 par contre et un aménagement de maisons individuelles, le quartier de 6 500 habitants occuperait un lotissement de 1 500 x 1 500 m, trop grand pour être parcouru à pied (surtout par les personnes âgées) et trop petit pour prévoir un transport en commun de proximité, de sorte que la voiture devient indispensable pour effectuer les déplacements quotidiens. En termes de desserte de l'énergie par un réseau collectif, on peut pratiquement en déduire que le passage du COS de 0,4 à 0,8 entraîne un doublement des dépenses.

Ces constatations révèlent que la recherche d'un habitat dans la verdure – considéré comme un prétendu luxe – a déjà rendu une grande part de nos pays inaccessible en l'absence de voiture individuelle. Une perspective sans avenir si l'on raisonne en matière de gestion durable des sols et de l'énergie.

(d'après : Bott, von Haas, *Verdichteter Wohnungsbau* (Habitations denses))

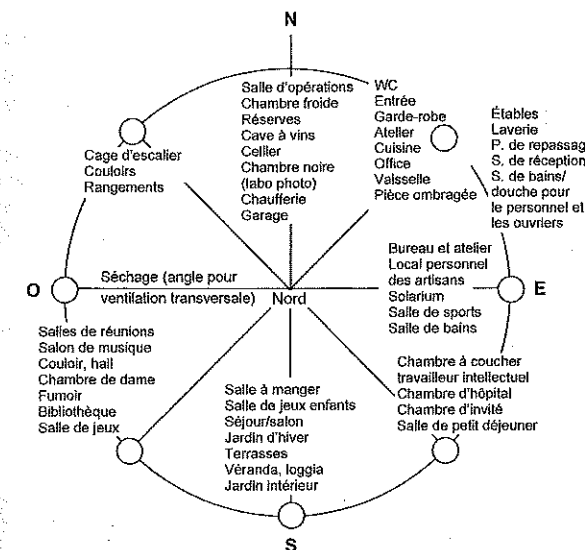
① Données chiffrées pour différents types d'habitations (valeurs indicatives)

ORIENTATION PRINCIPES DE CONCEPTION

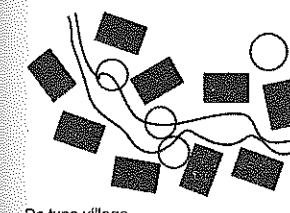
Le mode de construction ouvert (fig. 2, maisons individuelles ou jumelées avec muret de séparation) permet d'orienter le logement selon quatre (ou trois) directions par rapport soleil (fig. 1, moyennant toutefois des dépenses de desserte supérieures et une moindre densité urbaine, p. 170).

Les terrains sont souvent plus étroits et profonds pour diminuer autant que possible la façade sur rue. Dans ce cas, l'orientation au sud est la plus favorable : espaces secondaires avec entrée au nord côté rue, séjour/salon et chambres orientés côté ensoleillé (est-sud-ouest du terrain), tranquille et opposé à la rue, avec sortie et vue sur le jardin.

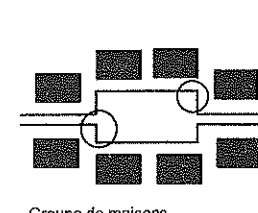
Si le terrain se situe côté nord de la rue, le bâtiment devrait, pour profiter d'un jardin ensoleillé, se situer en fond de parcelle malgré le surcoût lié à l'accès plus long. Dans le cas de terrains situés cotés est et ouest de rues orientées nord-sud, les jardins et séjours se trouvent à l'est, protégés du vent (disposition du bâtiment à l'extrême nord de la parcelle), de sorte qu'aucun bâtiment voisin ne masque les rayons solaires bas venant de l'est comme dans le cas de constructions le long de rues orientées est-ouest.



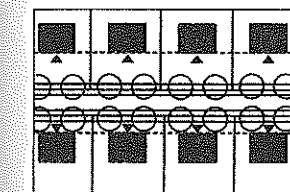
① Orientation optimale des pièces



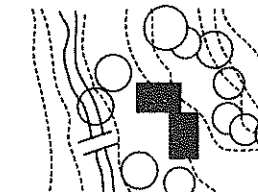
De type village



Groupe de maisons

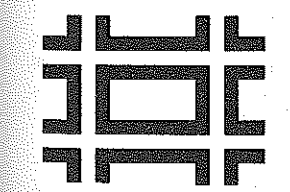


De type lotissement

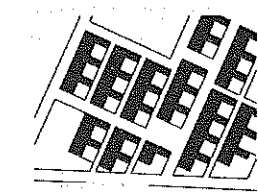


Dans le paysage

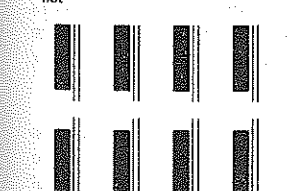
② Mode de construction ouvert



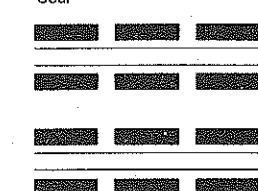
Ilot



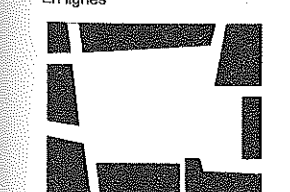
Cour



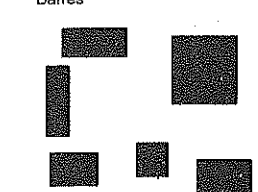
En lignes



Barres

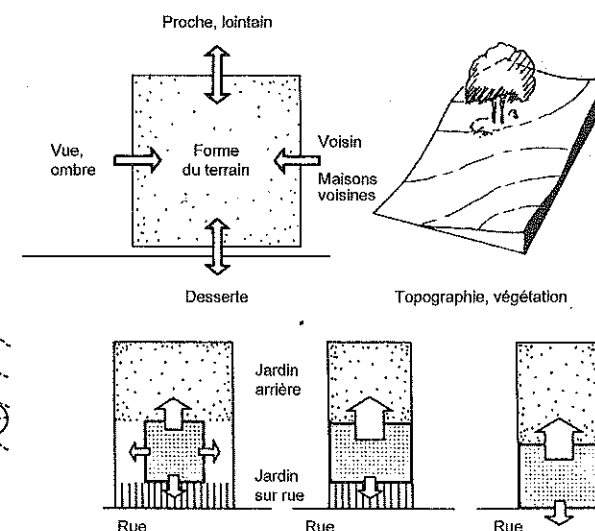


Trame urbaine existante



Trame urbaine libre

③ Mode de construction fermé



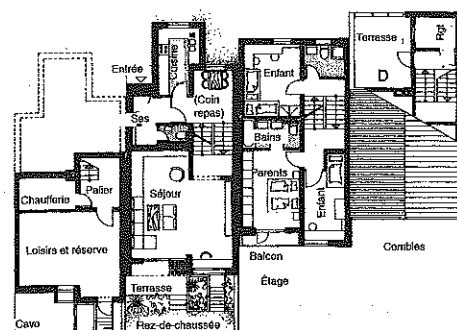
④ Relation entre la maison et le terrain

En cas de **mode de construction fermé** (fig. 3, en îlot ou en bande), une majorité des logements ont des expositions opposées et variables qualitativement (vue, éclairage, nuisances sonores).

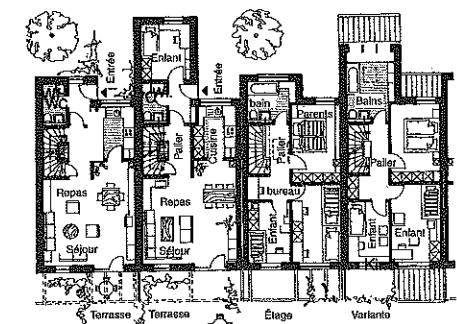
Les **structures traditionnelles en îlots** avec leurs plans de logements et orientations divers doivent pallier les conditions d'éclairage défavorables par une conception astucieuse de chaque logement. Des modèles de plans ouverts, flexibles, fluides et distincts des plans classiques indifférenciés avec couloir central doivent permettre de répondre à de telles situations.

La qualité d'habitat des structures en îlot réside dans la variété des vues (traversantes ou pas) possibles sur les rues et cours intérieures que la conception peut exploiter.

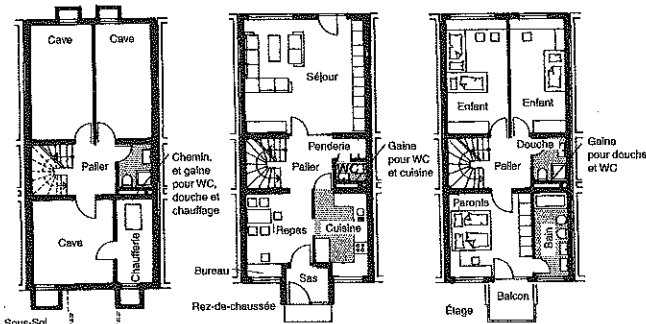
L'orientation par rapport aux points cardinaux joue un rôle central dans l'**urbanisme Moderne**. La conception en **barres parallèles orientées est-ouest** séparées par des espaces verts (aux dépens de l'espace public et au risque d'une certaine monotonie formelle) est une tentative pour offrir à une majorité de logements une orientation et un éclairage homogènes (fig. 3).



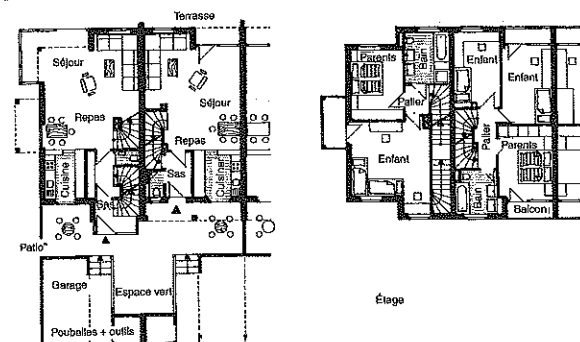
① Groupe de maisons décalées. Arch. H. Leonhardt et E. Schirmer



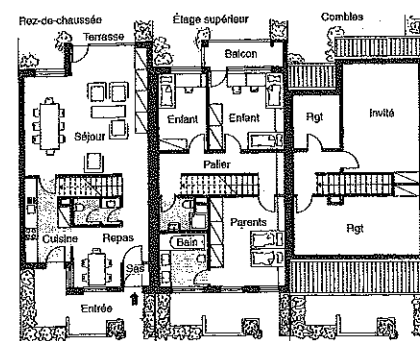
③ Maisons en enfilade de profondeurs variées. Arch. K. et B. Woicke



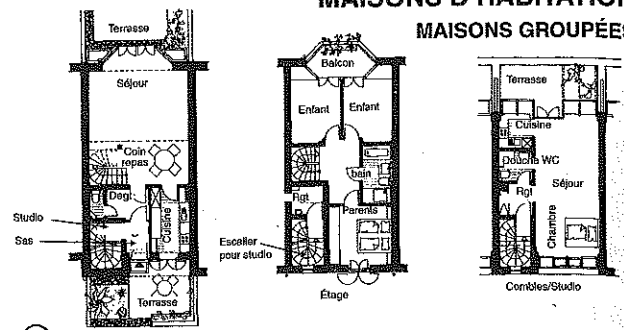
⑤ Maisons en enfilade. Toutes les conduites dans une seule gaine.



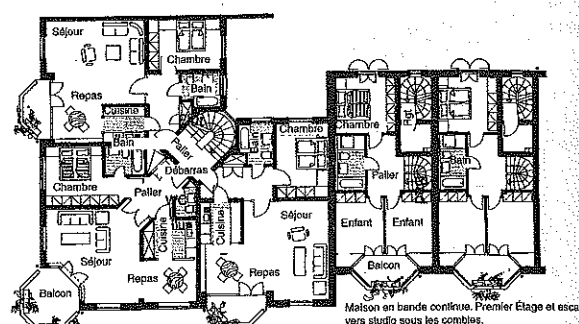
⑦ Rez-de-chaussée (fig. 8) Arch. Hermann



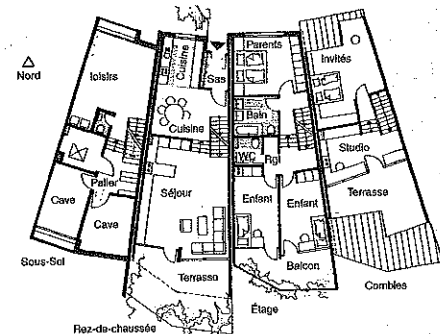
⑨ Maisons en enfilade avec escalier transversal



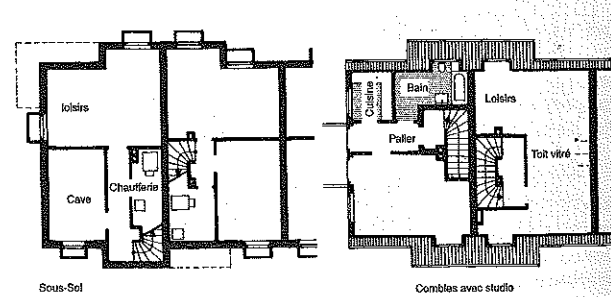
② Maisons en enfilade avec studio dans les combles. Arch. Kulka



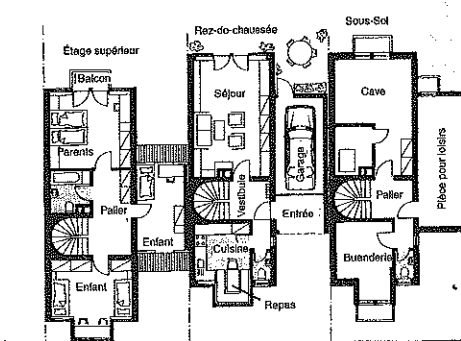
④ Maison en enfilade. Solution pour une maison située en coin (voir fig. 2). Arch. Kulka/Neufert



⑥ Maison en enfilade avec éclairage et ensoleillement favorables Arch. Disch

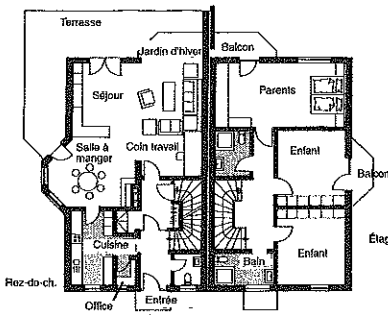


⑧ Sous-sol et combles (fig. 7)

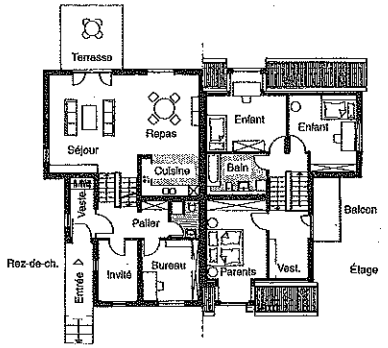


⑩ Maison en enfilade avec garage

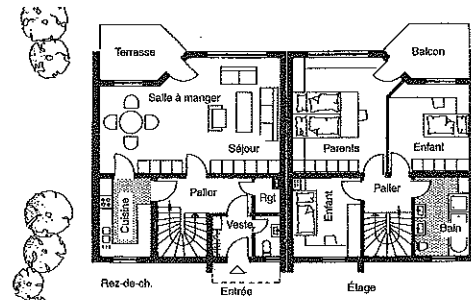
MAISONS D'HABITATION MAISONS GROUPÉES



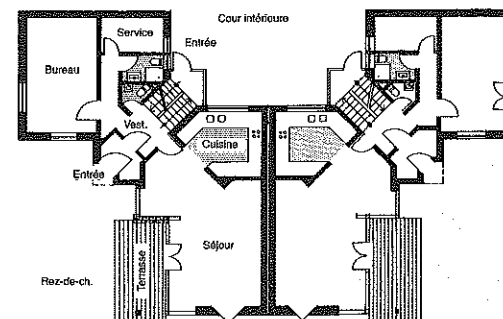
① Maison jumelle avec salle à manger et terrasse d'angle



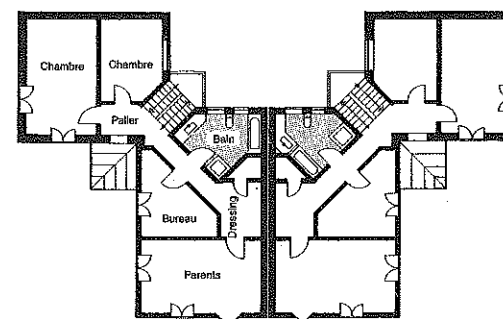
② Maison jumelle avec niveaux décalés



③ Maison sur plan carré Arch. L. Neff

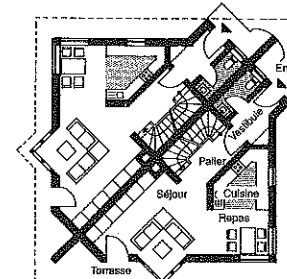


④ Maison jumelle en L avec cour intérieure Arch. R. Probst

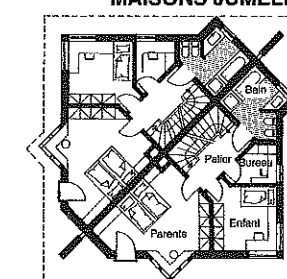


⑤ Étage (voir fig. 4)

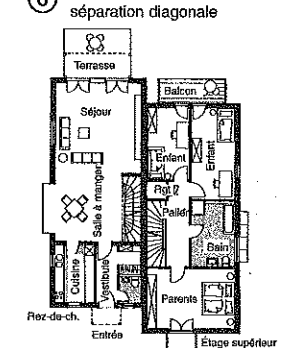
MAISONS D'HABITATION MAISONS JUMELÉES



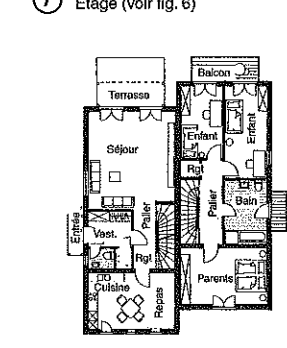
⑥ Maison double à séparation diagonale



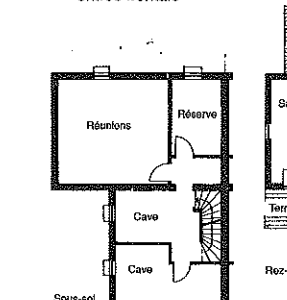
⑦ Étage (voir fig. 6)



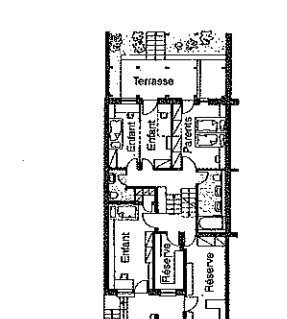
⑧ Maison jumelle avec entrée frontale



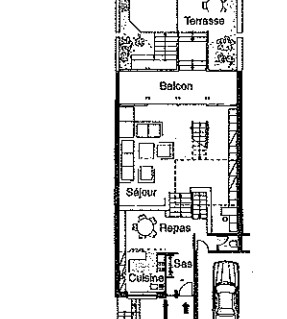
⑨ Maison jumelle avec entrée latérale



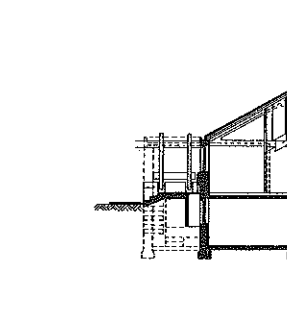
⑩ Maison jumelle en L avec deux terrasses



⑪ Maison jumelle. Niveau bas



⑫ Rez-de-ch.



⑬ Coupe transversale (voir fig. 11 et 12)

Arch. Höyng, Nettels et Sandfort

MAISONS D'HABITATION

MAISONS À PATIO

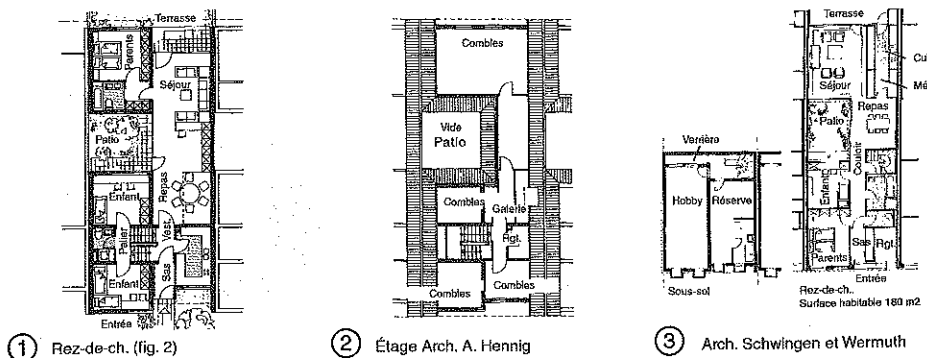
On crée des espaces à l'air libre avec des cours intérieures protégées des perturbations de voisinage. Des niveaux inférieurs peuvent aussi être éclairés (fig. 1 à 3).

Dans le cas de parcelles relativement petites, les patios permettent une grande qualité d'habitat en comparaison avec une maison individuelle, surtout parce que les surfaces à l'air libre sont closes.

En revanche, dans le cas de jardins intérieurs, il est souhaitable d'avoir des surfaces importantes. Les patios doivent être aussi petits que possible pour ne pas gêner l'organisation du plan d'ensemble (fig. 1 et 11).

En particulier, le jardin-séjour ne nécessite qu'une surface libre relativement faible aux dimensions d'une pièce d'habitation.

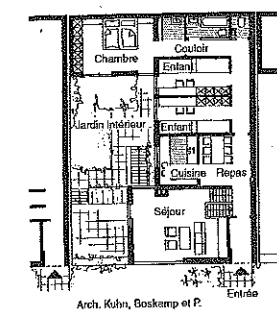
MAISONS D'HABITATION



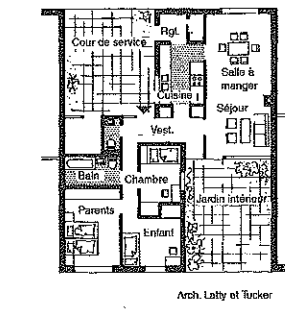
1 Rez-de-ch. (fig. 2)

2 Étage Arch. A. Hennig

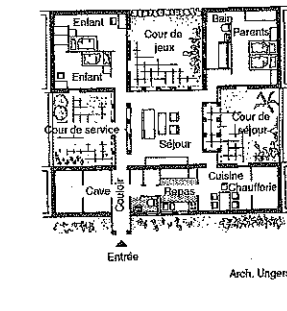
3 Arch. Schwingen et Wermuth



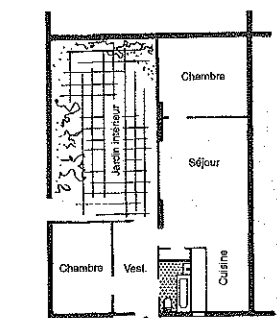
4 Maison avec jardin intérieur accessible



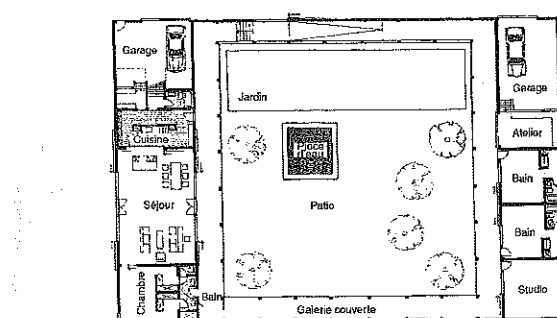
5 Maison avec jardin intérieur et cour de service



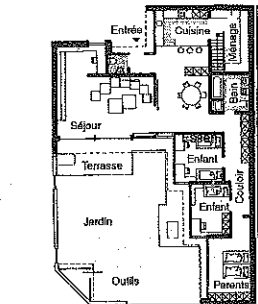
6 Espaces libres différenciés



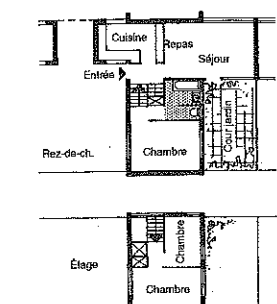
7 Rez-de-ch. avec jardin intérieur



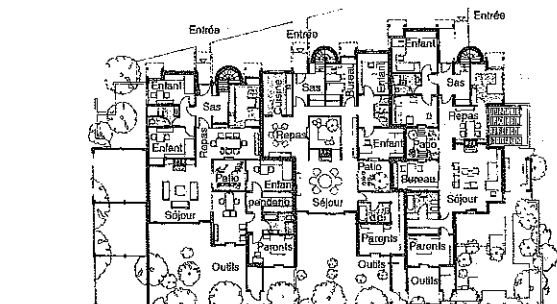
8 Maison avec patio en California



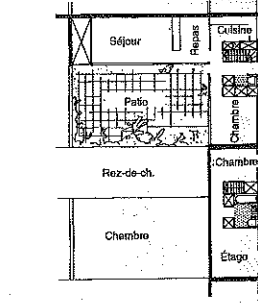
9 Maison avec jardin intérieur. Rez-de-ch. Rez-de-ch.



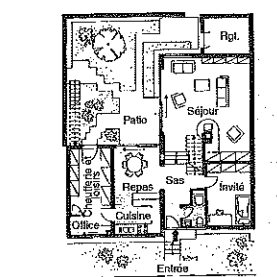
10 Maison à deux niveaux avec jardin intérieur



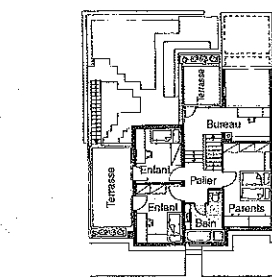
11 Maisons groupées avec patios Arch. Bahlo, Köhnke, Stosberg et P.



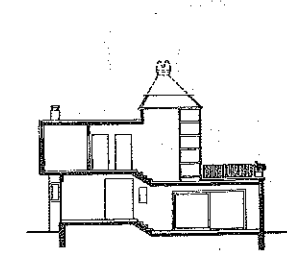
12 Maison à deux niveaux avec patio. Arch. Butler



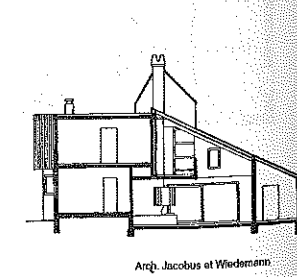
13 Rez-de-ch.



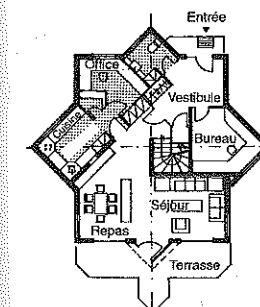
14 Étage



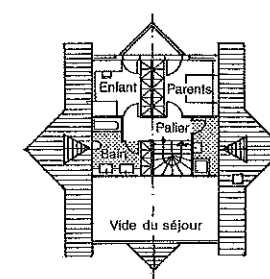
15 Coupe (fig. 13 et 14)



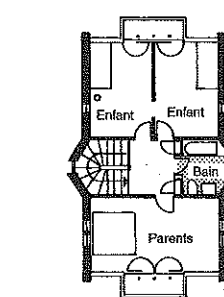
16 Coupe



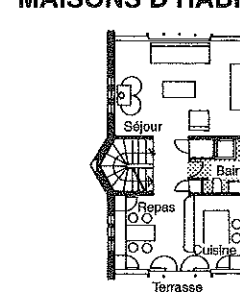
17 Rez-de-ch. (fig. 2)



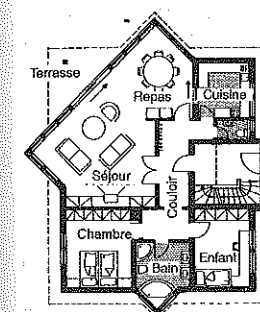
18 Étage



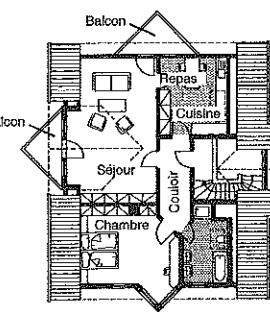
19 Étage (fig. 4)



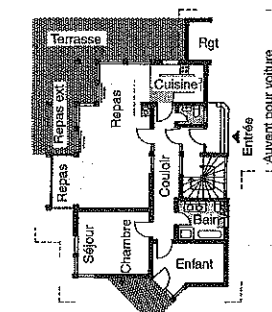
20 Rez-de-ch. Arch. R. Grey



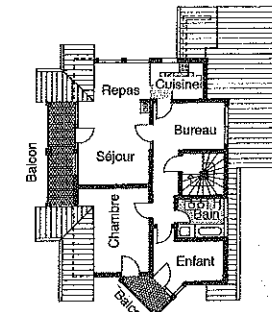
21 Rez-de-ch. (fig. 6)



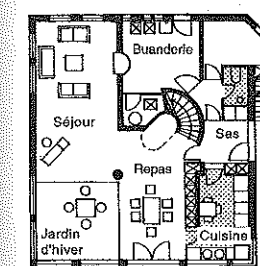
22 Étage



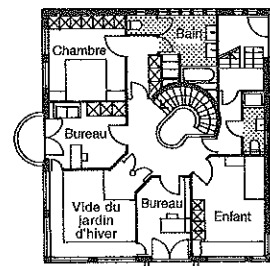
23 Rez-de-ch. (fig. 8)



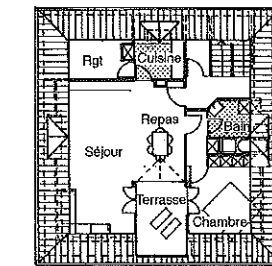
24 Étage



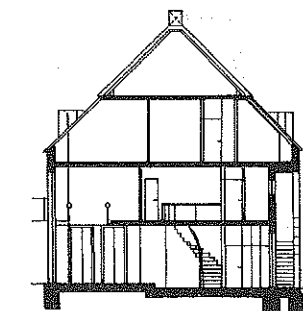
25 Rez-de-ch. (fig. 10 et 12)



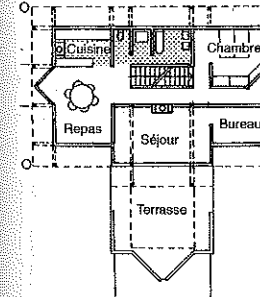
26 Étage



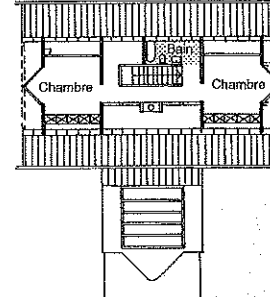
27 Combles



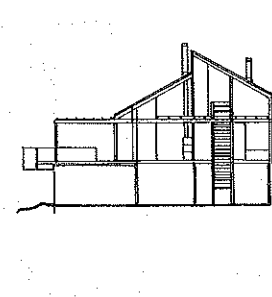
28 Coupe transversale Arch. Brons



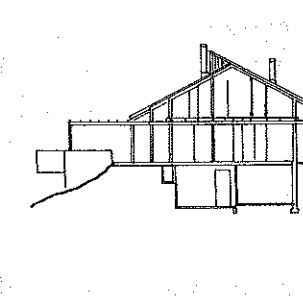
29 Rez-de-ch. (fig. 14 et 16)



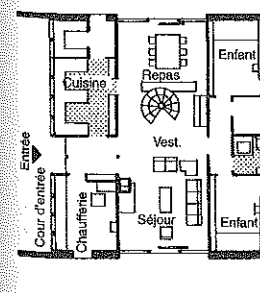
30 Étage



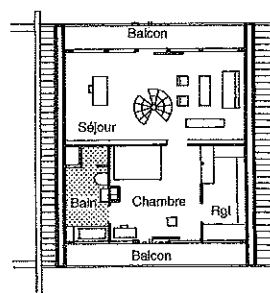
31 Coupe transversale



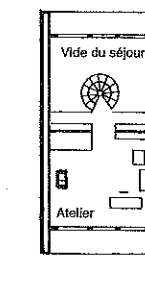
32 Coupe transversale Arch. Tissi et Pötz



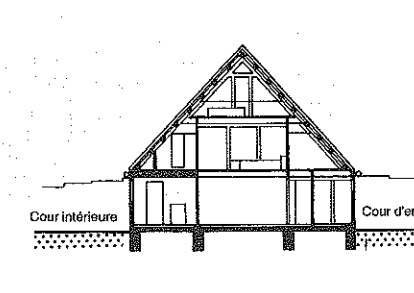
33 Rez-de-ch. (fig. 18 et 20)



34 Étage



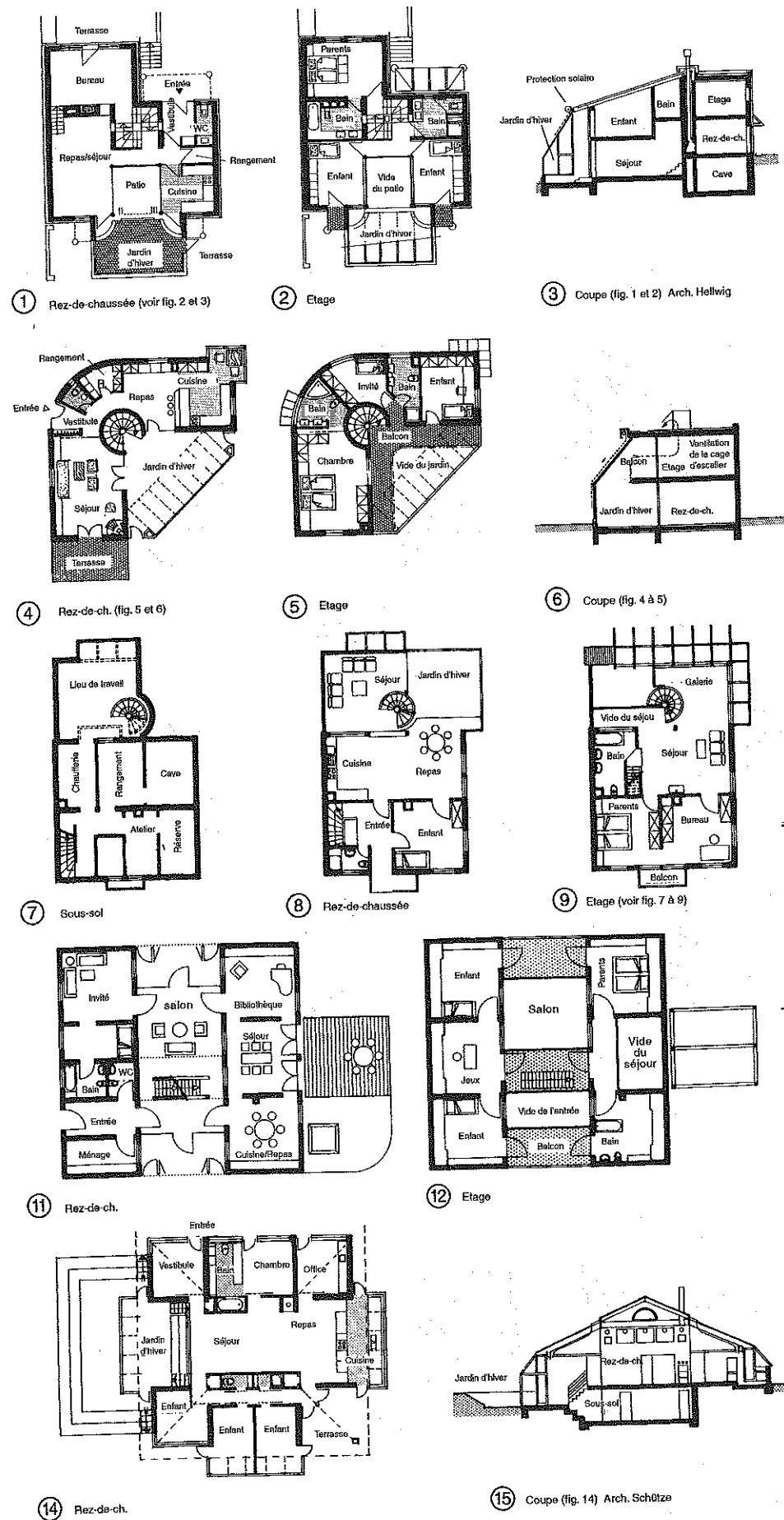
35 Combles



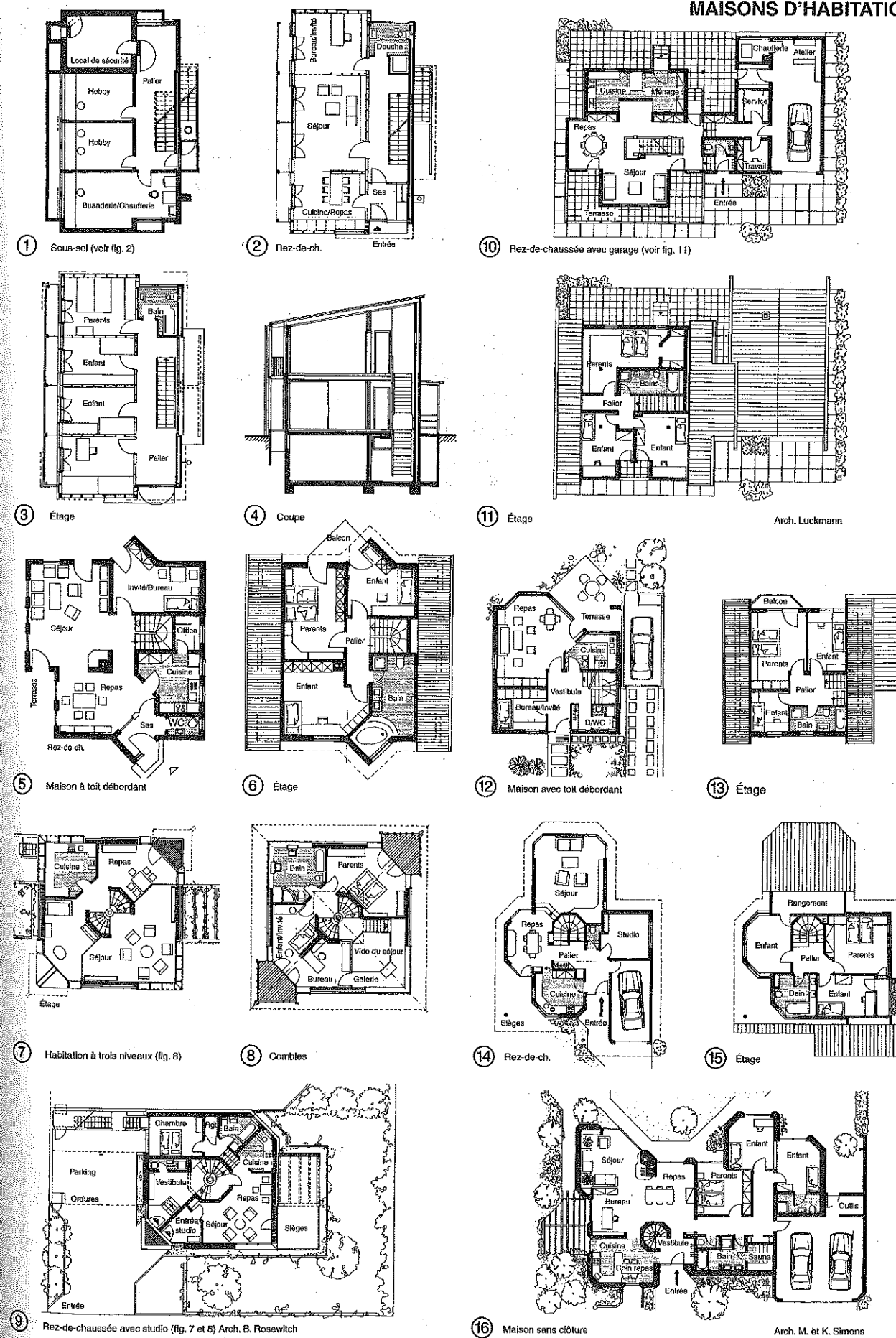
36 Combles Arch. Heckrott

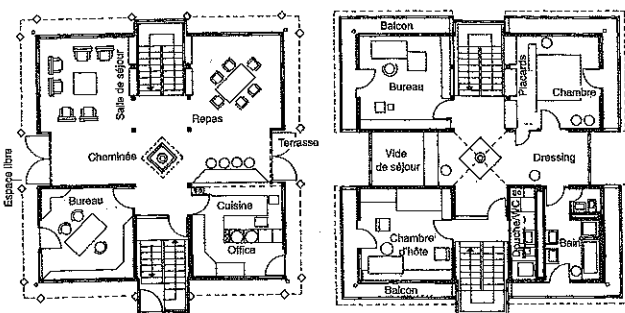
MAISONS D'HABITATION AVEC JARDIN D'HIVER

Les jardins d'hiver ne sont pas de simples constructions vitrées. Elles doivent être maîtrisées techniquement. Cela tient des différentes utilisations du jardin d'hiver pour lesquelles le système de vitrage, l'aération et la protection solaire doivent être harmonisés pour fonctionner de façon satisfaisante. Un jardin d'hiver constitue une zone tampon entre l'ambiance extérieure et la maison d'habitation. Les vitrages réagissent comme des collecteurs d'énergie solaire. L'économie d'énergie s'élève, dans le cas le plus favorable, à environ 25 % pour l'ensemble de l'habitation. Mais l'avantage essentiel d'un jardin d'hiver réside dans l'amélioration de la qualité de l'habitat. Pour des raisons de bien-être et d'économie d'énergie, il est conseillé d'installer des portes vitrées pour accéder au jardin d'hiver afin de pouvoir séparer thermiquement les deux zones (fig. 1 à 6).



MAISONS D'HABITATION

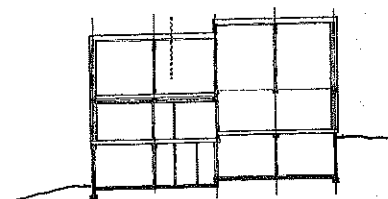




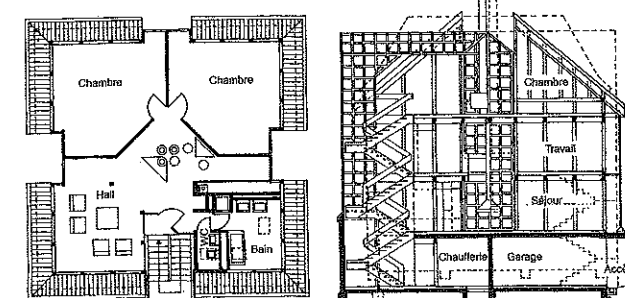
1 Maison dans un carré

2 Étage Arch. Brézel

MAISONS D'HABITATION SUR PLAN CARRÉ, TOIT À DEUX PENTES

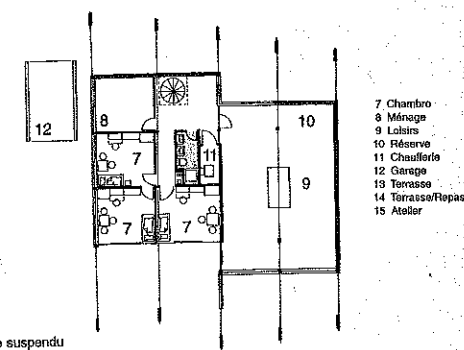


7 Coupe longitudinale (voir fig. 8 à 10)

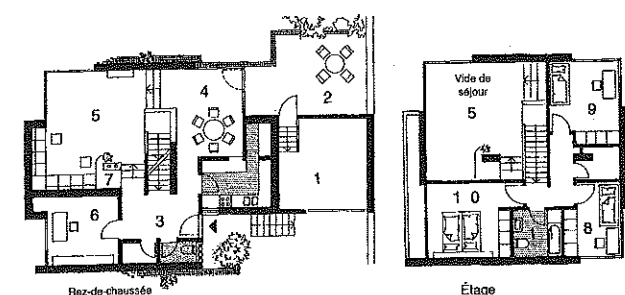


3 Combles (voir fig. 1)

4 Coupe

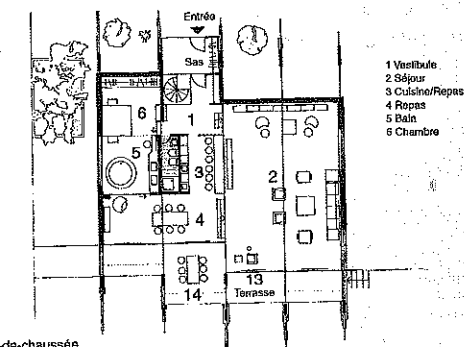


8 Étage suspendu

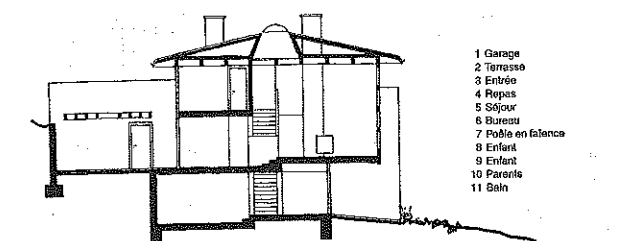


5 Maison sur un terrain en pente

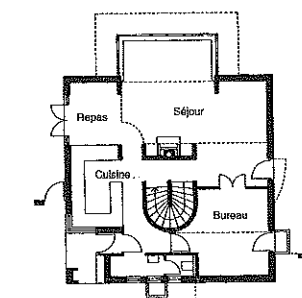
6 Étage



9 Rez-de-chaussée

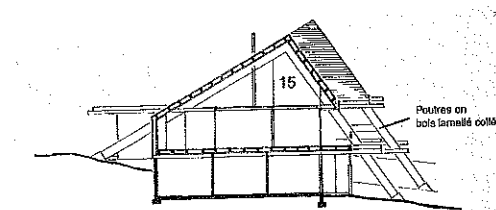


6 Coupe transversale (voir fig. 5) Arch. J. Streil



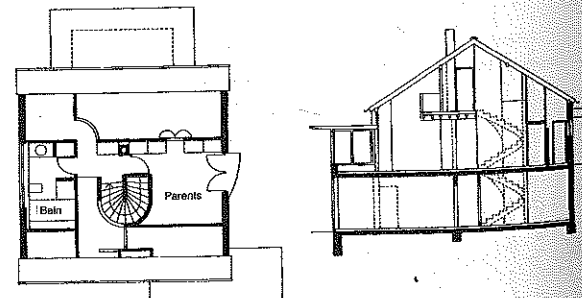
11 Niveau bas

12 Rez-de-chaussée



10 Coupe transversale (voir fig. 7 à 9)

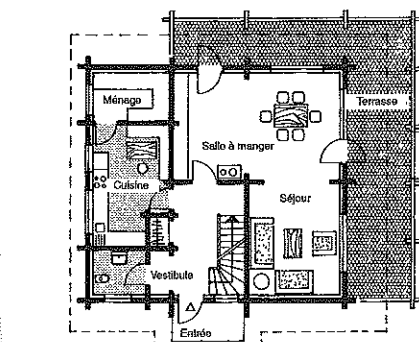
Arch. J. Romberger



13 Combles

14 Coupe transversale

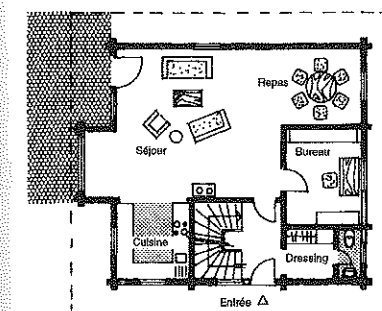
Arch. Lederer



1 Rez-de-ch.

2 Étage

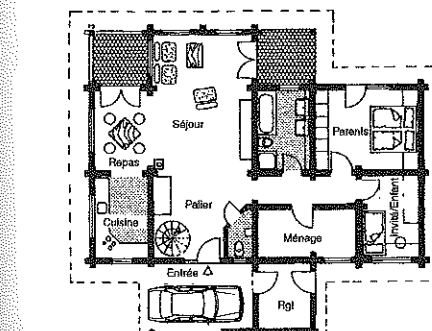
Maison Kemi



3 Rez-de-chaussée

4 Étage

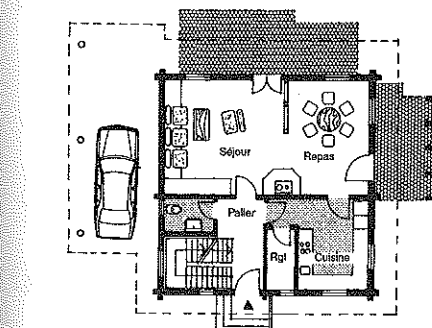
Gruber



5 Rez-de-ch.

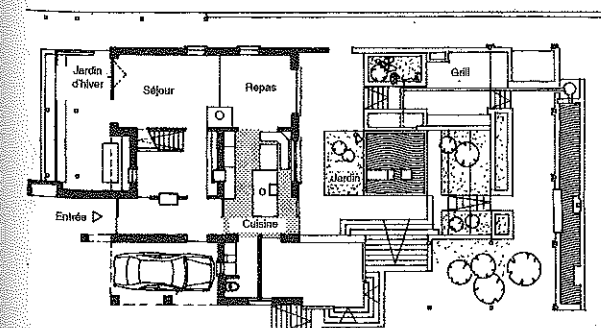
6 Étage

Maison Honka



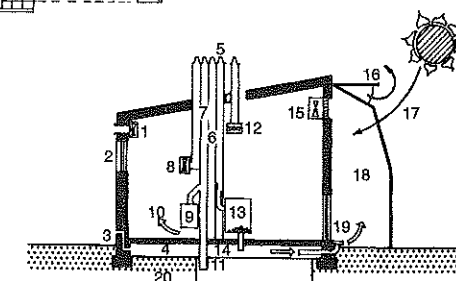
7 Rez-de-ch.

8 Comble



9 Rez-de-ch.

Arch. Baker-Brown et McKay



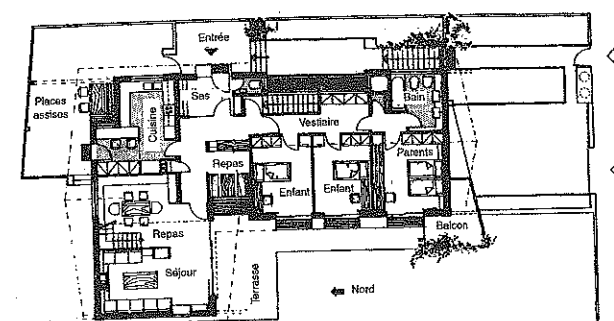
10 Schéma du système énergétique (fig. 9)

MAISONS D'HABITATION CONSTRUCTIONS ÉCOLOGIQUES EN BOIS

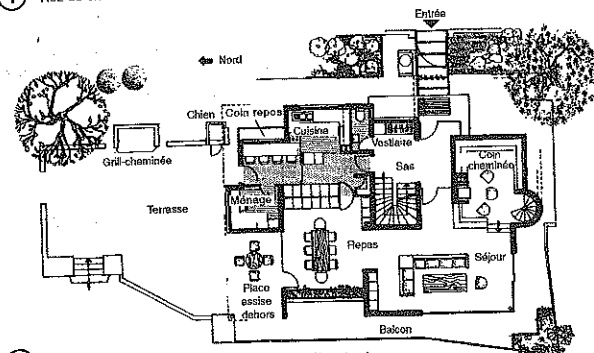
La maison en bois est le symbole d'un habitat naturel, sain et d'une robustesse primitive. Le système de construction correspond d'avantage aux besoins biologiques et écologiques de nombreux maîtres d'ouvrage qu'à des considérations financières. L'utilisation de bois massif sélectionné, de matériaux isolants naturels comme le coton, la laine de mouton ou le liège, de produits naturels comme les tuiles en argile pour le toit et des colorants à base de plantes pour les enduits, conduisent à un type de fabrication de haute qualité. Des garages, des abris pour voitures et des jardins aménagés, s'harmonisent avec les maisons (fig. 5, 7 et 9).

Les bois à croissance lente des régions froides du Nord sont généralement utilisés pour la construction de maisons à ossature. Des toits largement débordants protègent les façades. Une durée de vie illimitée et les faibles dépenses d'entretien sont courantes. Ainsi le cèdre rouge, comme il est appelé en Allemagne, dispose d'un tannin comme protection naturelle du bois ce qui rend inutile une imprégnation. Une maison en bois permet un chauffage avec économie de combustible. Différents systèmes constructifs des murs extérieurs sont possibles : ossature bois sur plate-forme, structure poteaux-poutres, construction en bois massif empilé. Les murs en rondins empilés procurent une atmosphère d'habitat originel avec des poutres rondes rustiques ou ébarbées (fig. 1 à 8).

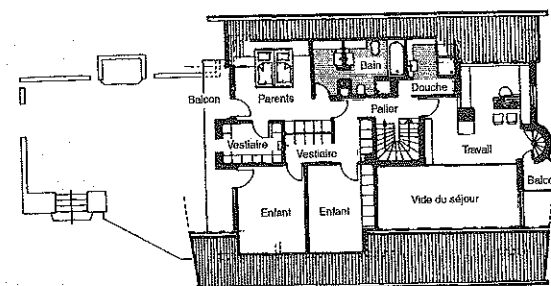
De nombreux types de maisons en bois peuvent être conçus librement à la demande, avec libre choix du type de bois (épicéa, mélèze, Douglas).



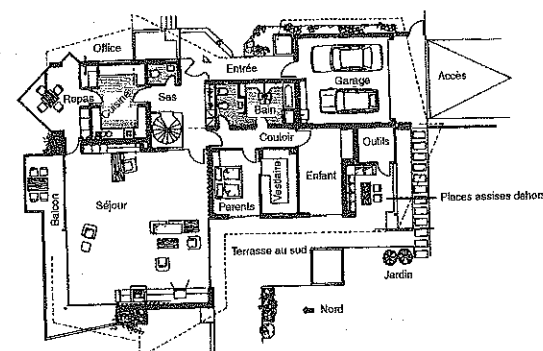
1 Rez-de-chaussée. Maison sur terrain pentu (voir fig. 2)



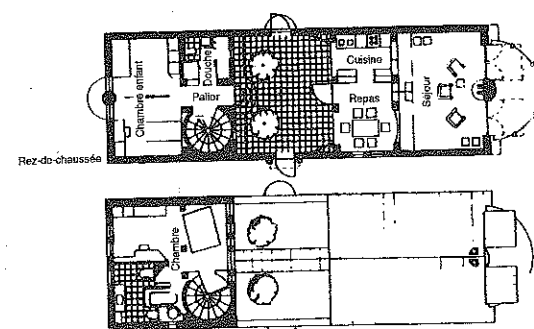
3 Rez-de-chaussée. Maison au bord d'une carrière de pierre



5 Combles (voir fig. 3 et 4)

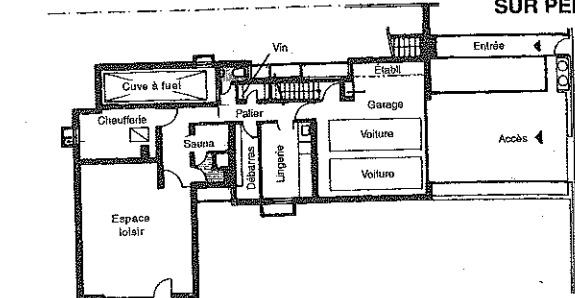


7 Rez-de-chaussée sur une pente exposée au Sud (versant Nord) (voir fig. 6)

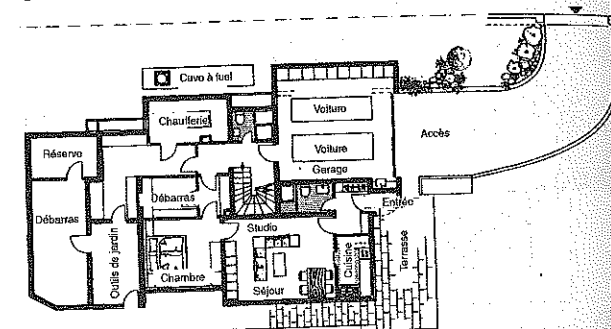


9 Étage (voir fig. 10)

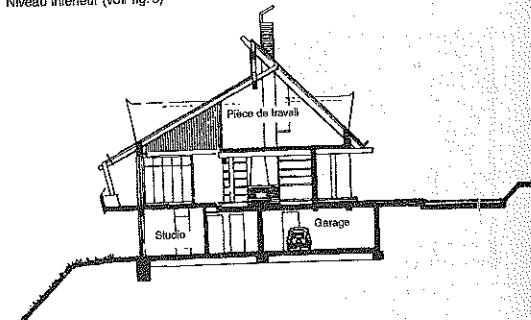
MAISONS D'HABITATION SUR PENTE



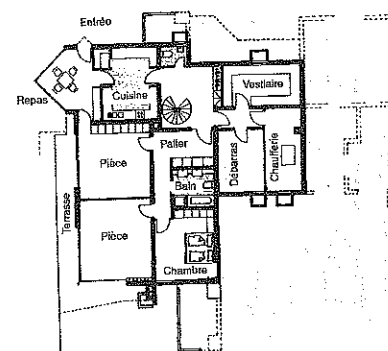
2 Sous-sol (voir fig. 1)



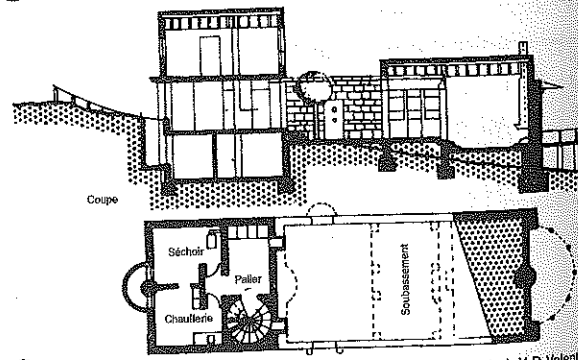
4 Niveau inférieur (voir fig. 3)



6 Coupe transversale (voir fig. 3 à 5)



8 Niveau inférieur (voir fig. 7)



10 Sous-sol (voir fig. 9)

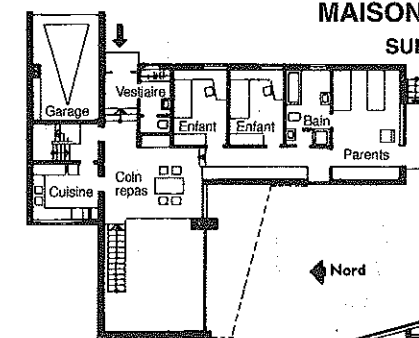
Arch. L. Neff

Arch. L. Neff

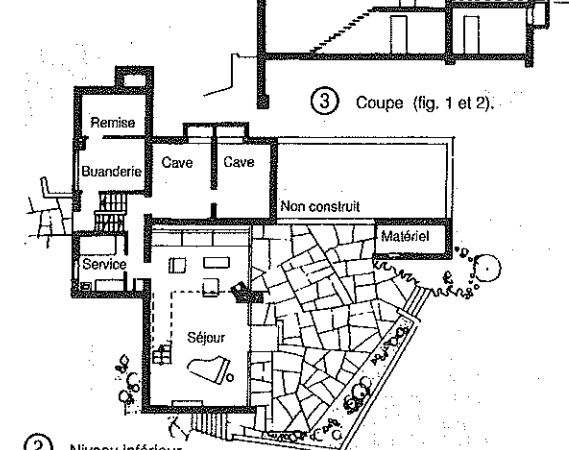
Arch. L. Neff

Arch. V.D. Valentin

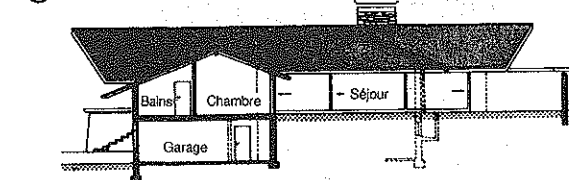
MAISONS D'HABITATION SUR TERRAIN EN PENTE



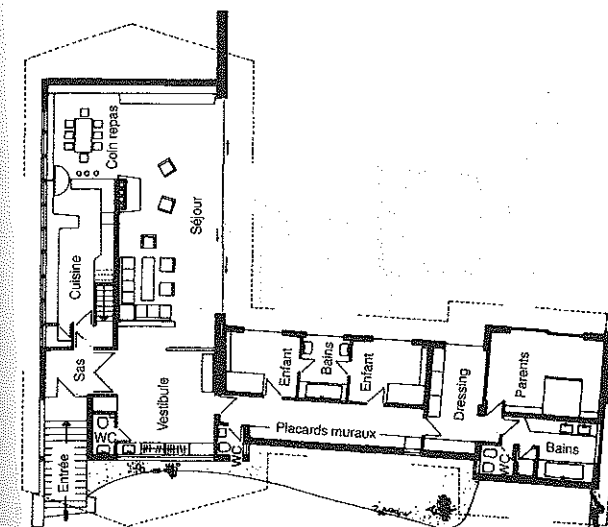
1 Niveau supérieur.



2 Niveau inférieur.

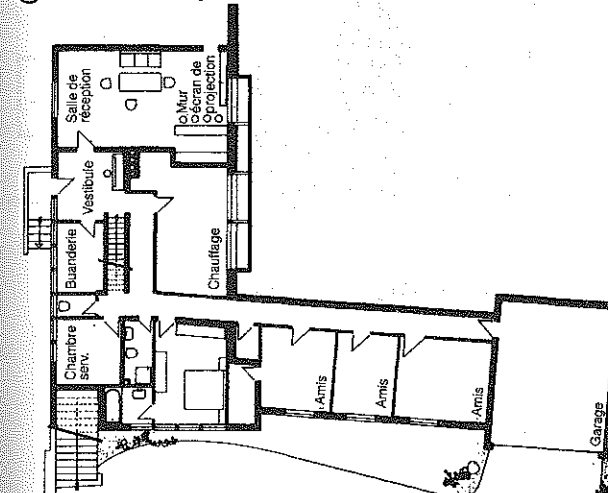


3 Coupe (fig. 1 et 2)

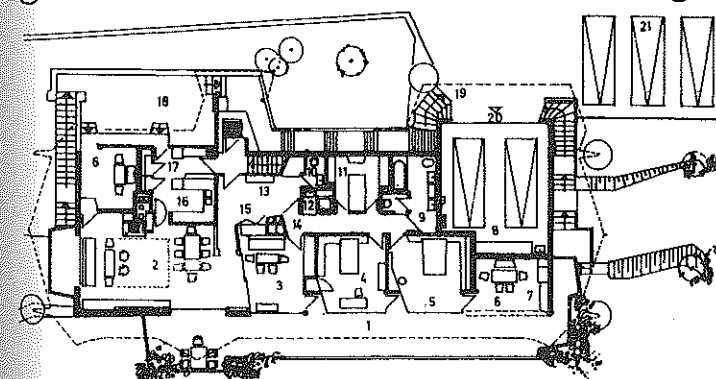


4 Maison à Miltenberg - Rez-de-chaussée.

Arch. : E. Neufert

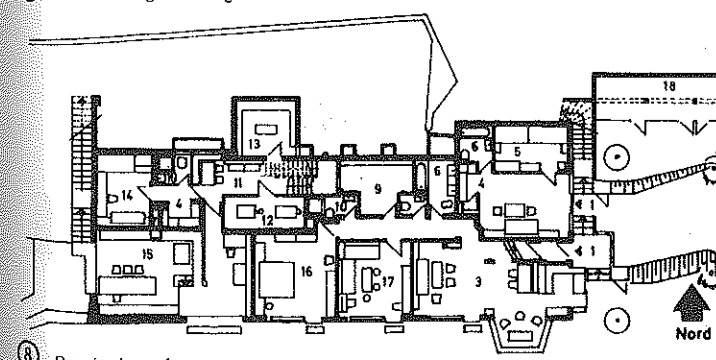


6 Sous-sol semi-enterré.



7 Maison à Bugnax. Étage.

Arch. : E. Neufert

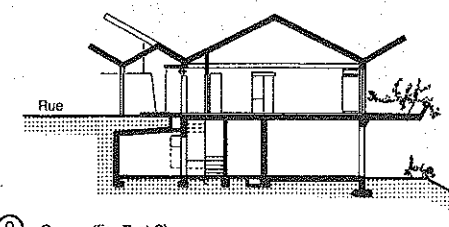


8 Rez-de-chaussée.

9 Coupe (fig. 7 et 8).

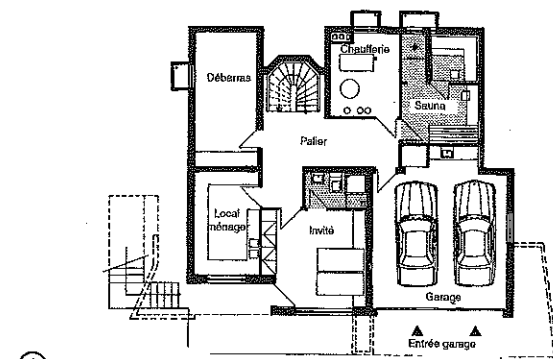
- | | |
|------------------|---------------------|
| Étage | 11 Vestiaires |
| 1 Solarium | 12 Douche |
| 2 Hall | 13 Hall d'entrée |
| 3 Chambre d'amis | 14 Ventilation |
| 4 Fumoir | 15 Vestibule |
| 5 Boudoir | 16 Cuisine |
| 6 Loggia | 17 Communs |
| 7 Cuisine | 18 Cour des communs |
| 8 Garage | 19 Entrée |
| 9 Bains | 20 Porte basculante |
| 10 Toilettes | 21 Parking |

- | | |
|------------------------|--------------------|
| Rez-de-chaussée | 10 Douche |
| 1 Entrée | 11 Coin repas |
| 2 Cuisine | 12 Chaufferie |
| 3 Séjour | 13 Cave |
| 4 Cuisinette | 14 Chambre serv. |
| 5 Chambre | 15 Atelier |
| 6 Bains | 16 Chambre parents |
| 7 Débarras | 17 Chambre enfant |
| 8 Toilettes | 18 Remise à bois |

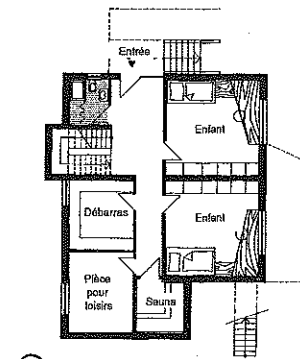


MAISONS D'HABITATION

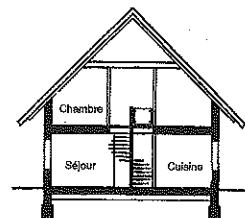
MAISONS D'HABITATION MAISONS IMPORTANTES



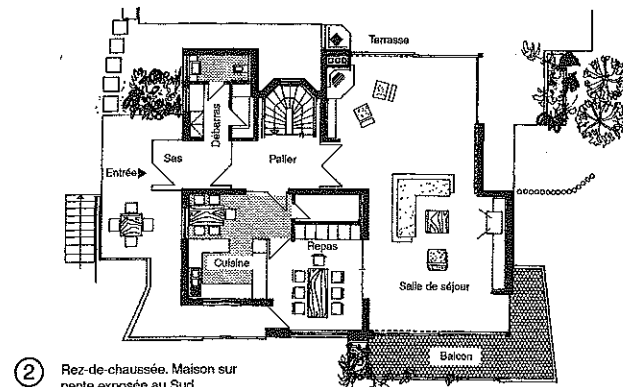
① Niveau cave (voir fig. 2 et 3)



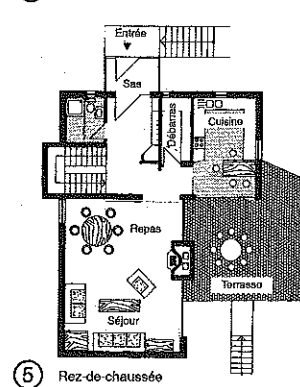
④ Niveau cave (voir fig. 5 et 6)



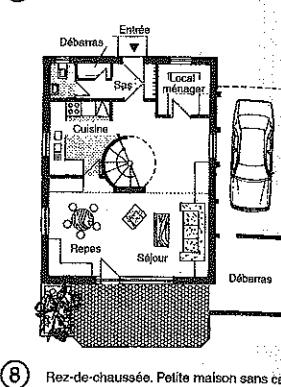
⑦ Coupe transversale (voir fig. 8 et 9)



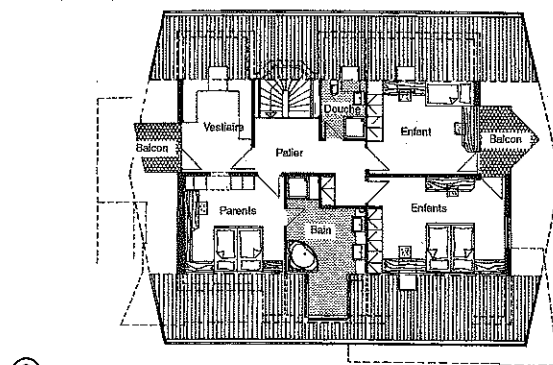
② Rez-de-chaussée. Maison sur pente exposée au Sud



⑤ Rez-de-chaussée

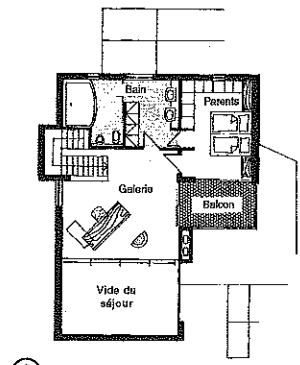


⑧ Rez-de-chaussée. Petite maison sans cave

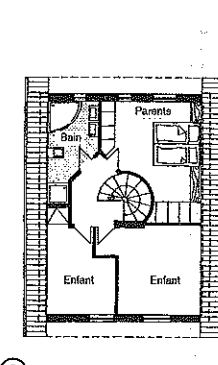


③ Combles

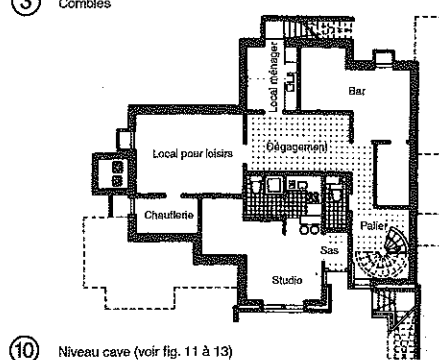
Arch. L. Neff



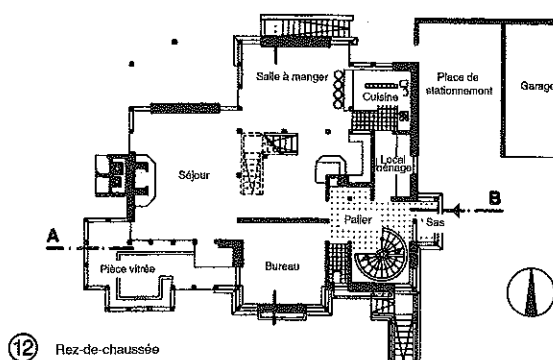
⑥ Étage supérieur (voir fig. 5)



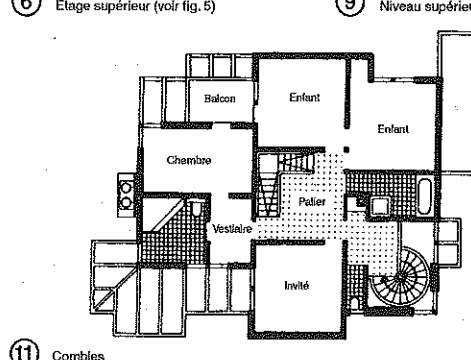
⑨ Niveau supérieur (voir fig. 8)



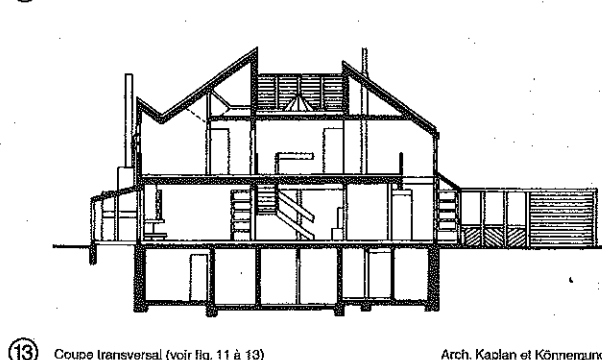
⑩ Niveau cave (voir fig. 11 à 13)



⑫ Rez-de-chaussée

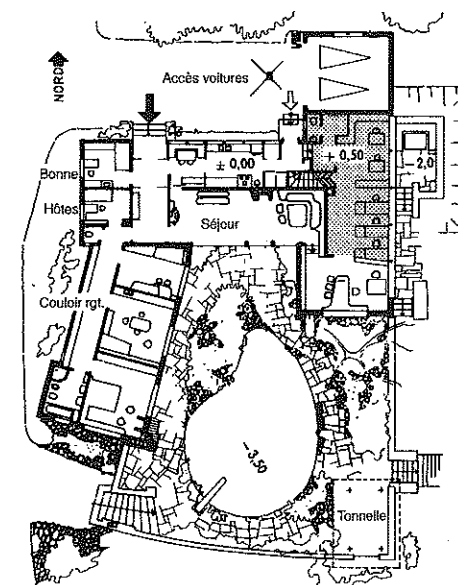


⑪ Combles

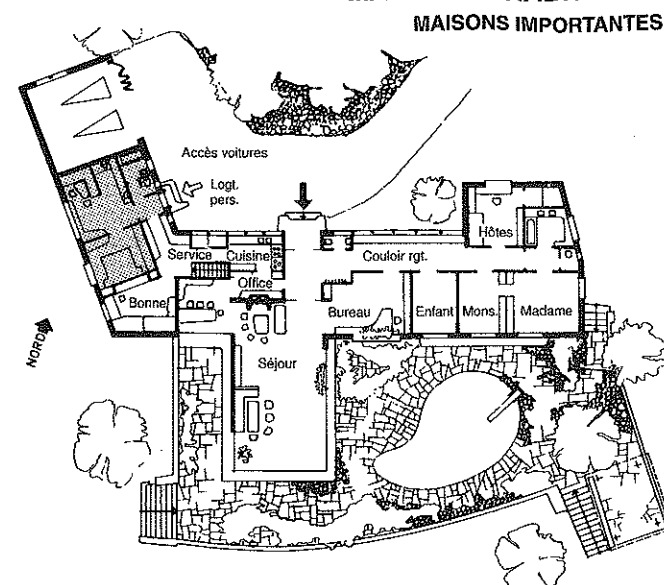


⑬ Coupe transversal (voir fig. 11 à 13)

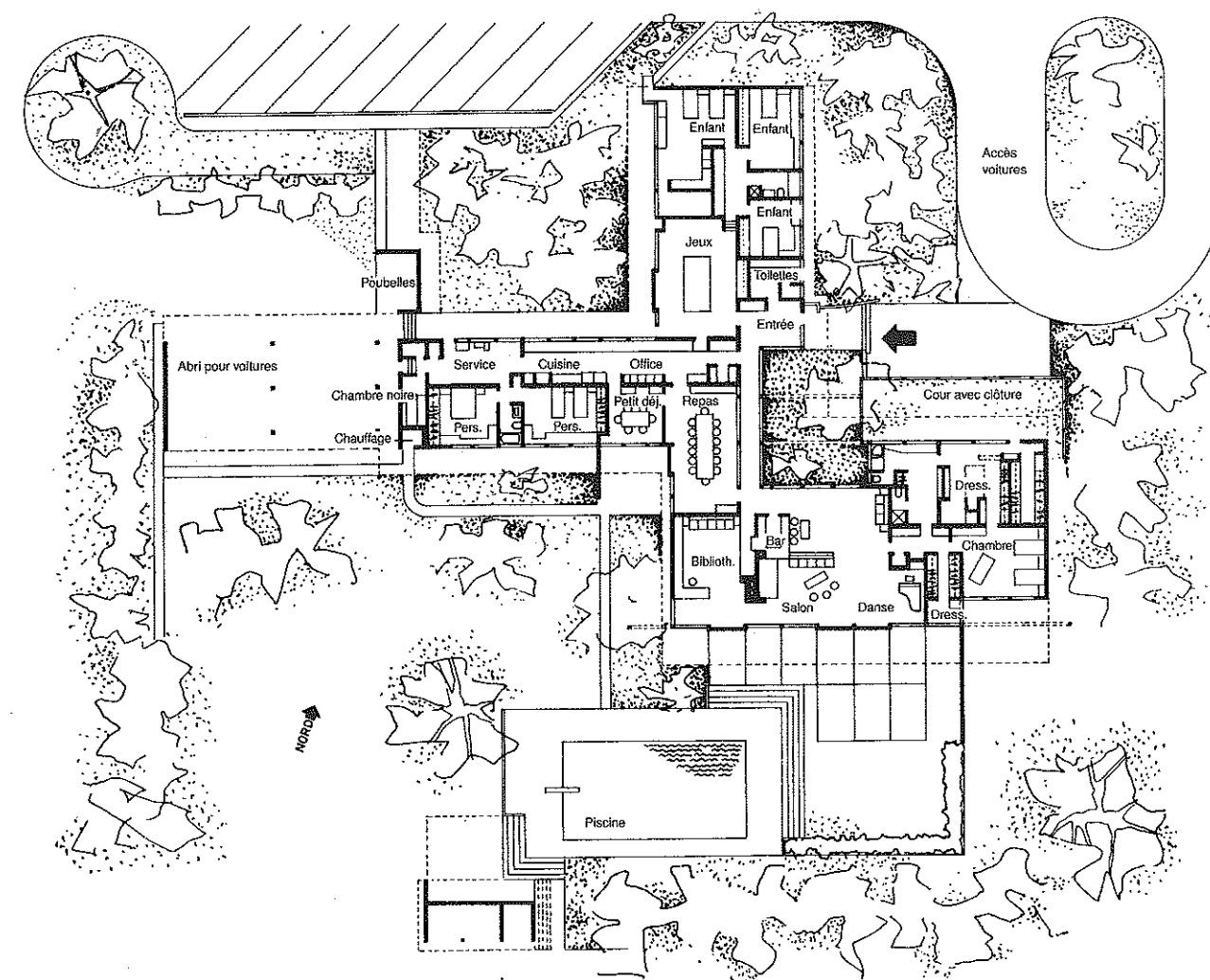
Arch. Kaplan et Körmersund



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

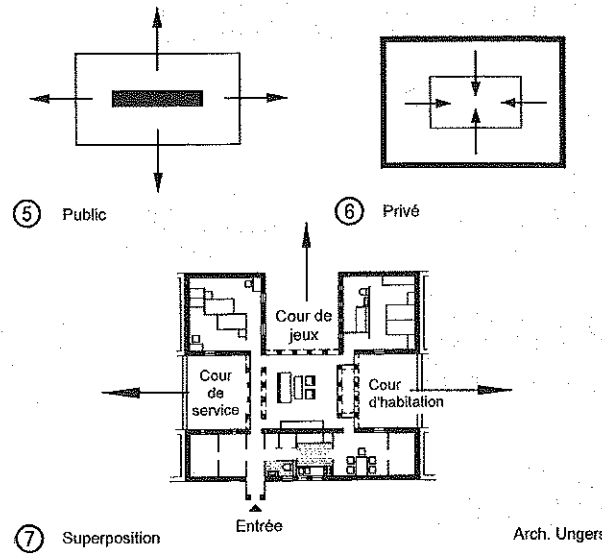
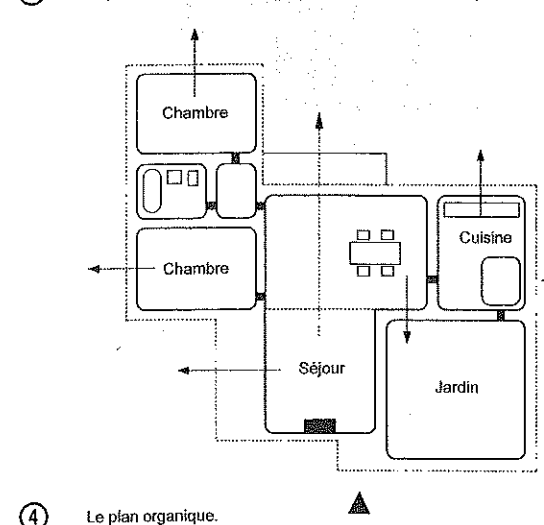
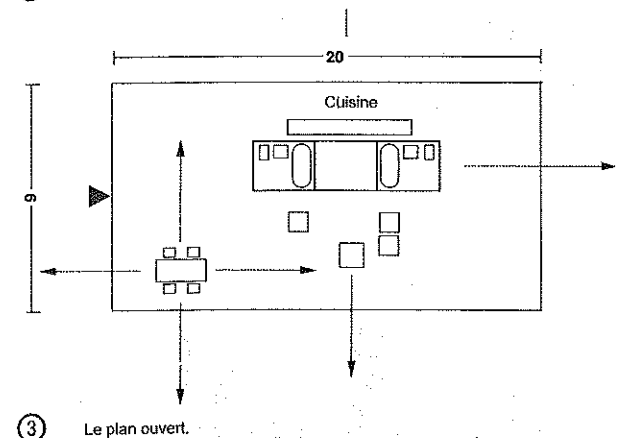
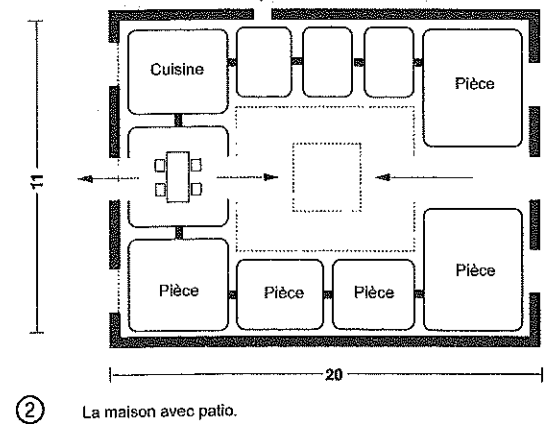
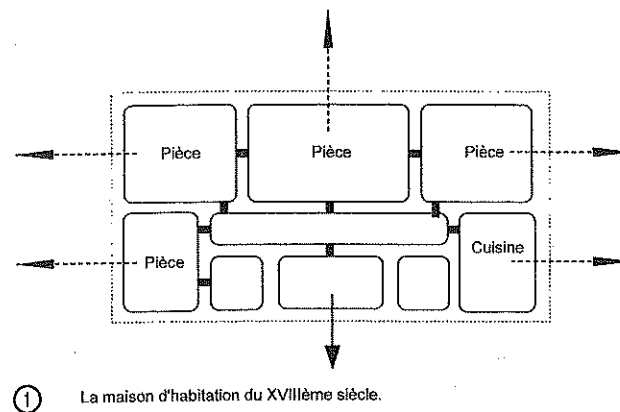


③ Maison à Beverly Hills, Californie.

Arch. R. Neutra

MAISONS D'HABITATION PLANS

Le plan d'une habitation est le résultat d'un grand nombre de facteurs. Outre les données concernant le site comme la configuration de la parcelle et son orientation, ou bien les règles d'urbanisme en vigueur ou encore la décision prise en matière de viabilisation. Il y a deux thèmes récurrents de la spatialité qui, tels des leitmotivs, déterminent (dans leur superposition) la conception de nombreux plans. Il s'agit de ce qui est d'ordre « public » et de la représentation : thème de l'extroversion (fig. 5) et de ce qui est d'ordre « privé » : thème de l'introversité (fig. 6).



La maison d'habitation du XVIII^e siècle

S'appuyant sur le modèle féodal, la maison d'habitation fut développée comme un plan corridor avec une disposition axiale sur un ou deux étages. Le bâtiment, indépendant et éclairé de tous côtés, possède une façade représentative sur l'entrée et une sur le jardin. Les espaces de séjours et de sommeil, qui tiennent une place équivalente, (et en partie également les espaces de service) sont ordonnés autour d'un corridor disposé selon le grand axe du bâtiment et sont en même temps reliés les uns aux autres (fig. 1).

La maison avec patio

La maison avec patio est un des types de maison d'habitation urbaine les plus anciens. Toutes les pièces de cette bâtisse s'étendant sur un ou partiellement deux étages, sont ordonnées autour d'un espace ouvert et privé qui à la fois les dessert et les éclaire. La relation avec l'extérieur ne se fait que par l'intermédiaire de la façade sur rue. Le plan avec patio est peu utilisé dans le Nord de l'Europe (circulation extérieure ou entrées de plusieurs logements) mais il est très populaire en tant que modèle de l'habitation (fig. 2).

Le plan ouvert

Le plan ouvert cherche, en renonçant à l'extrême aux pans de murs extérieurs fermés (sans vitrages), à fusionner autant que possible les espaces intérieurs et extérieurs. Les considérations d'ordre « privé »/« public » sont (prétendument) abolies. Des aménagements minimalistes et souvent subtils créent le contraste par rapport à une vue totale sur l'extérieur (fig. 3).

Le plan organique

Le plan organique est développé à partir de l'analyse des relations fonctionnelles entre chaque zone de l'habitation et est souvent « taillé sur mesure » pour un seul type d'utilisateurs. Cela donne naissance à des suites d'espaces différenciés s'interpénétrant créant ainsi des relations visuelles intéressantes qui ne banalisent pas les zones intermédiaires (fig. 4).

MAISONS D'HABITATION PLANS

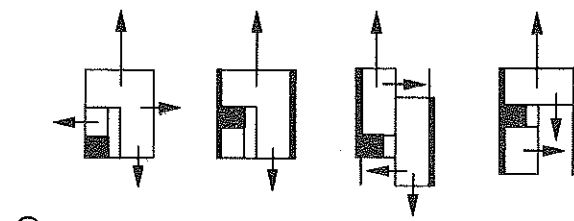
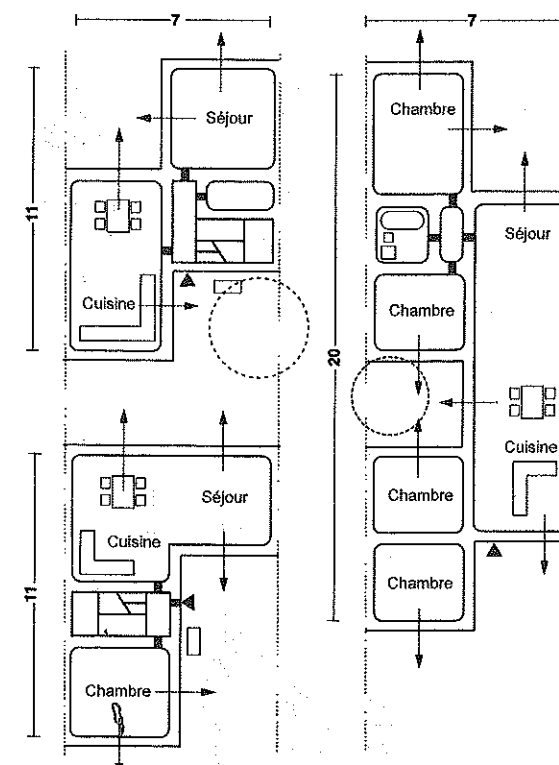
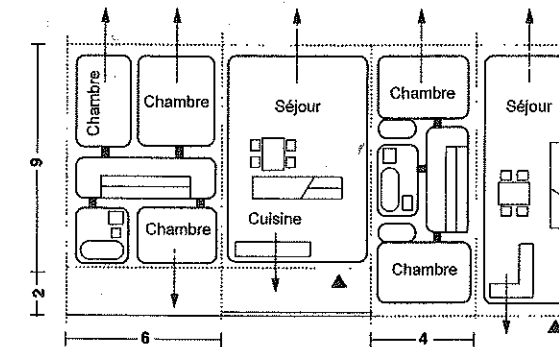
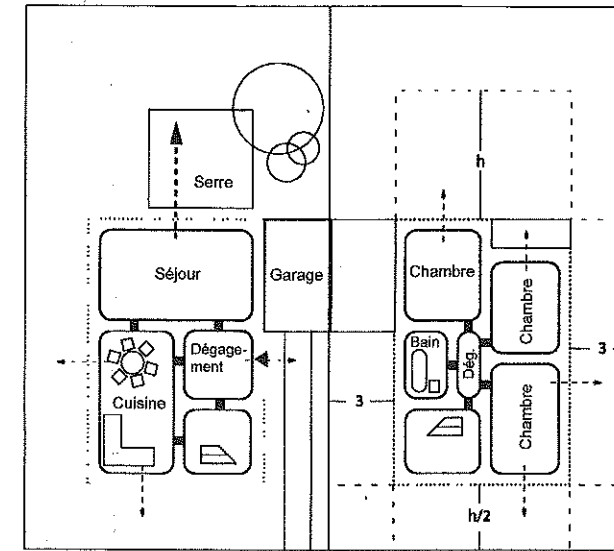
La maison individuelle indépendante

La maison individuelle indépendante est une adaptation de la maison d'habitation bourgeoise (voir page précédente) pour la construction privée de logements récents en lotissements : les tailles des parcelles, l'infrastructure et les règles d'espacements sont souvent conçues pour ce type d'habitation.

En raison de la largeur sur rue limitée de la parcelle, le plan d'origine est souvent tourné, de telle sorte que l'entrée se fait latéralement. Priorité est laissée à l'accès du véhicule au garage. Le bâtiment est éclairé de tous côtés, outre cela, les qualités représentatives du modèle ne sont en tous cas plus conservées qu'à titre de cliché. La distribution du plan est simple et rationnelle. L'espace commun et la cuisine peuvent traverser toute la profondeur du bâtiment et être éclairés sur trois côtés.

La disposition d'un couloir central conduit à une répartition rationnelle de l'étage supérieur avec un minimum de surface de circulation.

L'absence d'espaces extérieurs semi-publics et privés, conditionnée par l'étroitesse du voisinage, est souvent ressentie comme un manque dans ce genre de construction. Aussi, ces espaces sont-ils souvent improvisés par les utilisateurs au moyen d'éléments de décor (clôtures, pergolas, stores, abris pour voiture) (fig. 1).



Maisons en bande et plans à coursive

Par de nombreux aspects, les maisons en bandes donnent le sentiment d'habiter sa propre maison. Par conséquent on cherche à y appliquer la typologie des espaces de la maison individuelle. La disposition en bande ne permet d'éclairer directement que deux façades. De ce fait, dans le cas de profondeurs de bâtiments atteignant jusqu'à 12 m et de largeurs comprises entre 4 et 8 m, apparaît obligatoirement une zone centrale peu, voire pas du tout, éclairée et comprenant l'escalier, les pièces de service, mais aussi souvent le coin repas. Le palliatif consiste à disposer les espaces communs sur toute la profondeur du bâtiment de manière à ce qu'ils soient éclairés par les deux façades.

Les qualités différentes des deux côtés de la maison (caractère urbain, orientation etc.) peuvent ainsi être expérimentées ensembles (fig. 2).

La coursive, avec l'important travail formel qu'elle exige, réalise une transposition de l'idée de maison en bande dans la construction d'immeubles d'habitation. En raison de la disposition de cette circulation sur une façade, l'éclairage se trouve réduit et avec lui aussi la profondeur possible de l'appartement. C'est pourquoi, dans le cas de plans sur deux niveaux, un escalier disposé transversalement est élargi.

L'espace extérieur semi-public (fig. 2 à 4)

Dans le cas de configurations de parcelles un peu plus étendues, peuvent être développés des plans de maison en L ou décalés. Avec une surface habitable (et une organisation des espaces) semblables ou équivalentes à celles des maisons en bande, ces plans permettent d'engendrer, par des modifications simples de leur géométrie (fig. 3), différents espaces extérieurs protégés ayant un caractère privé ou semi-public.

Cela peut être réalisé par exemple en décalant l'un par rapport à l'autre les espaces du plan (fig. 3) ou bien en les écartant et en créant des espaces libres intérieurs (fig. 4).

IMMEUBLES D'HABITATION

DESSERTE PAR PALIER

Des logements semblables et équivalents sont superposés sur plusieurs étages et reliés par une cage d'escalier commune desservant un ou plusieurs logements. En fonction du nombre de logements desservis, on parlera de paliers à 1, 2, 3 ou 4 logements. Dans ce type de desserte, la cage d'escalier devient un espace semi-public de l'immeuble (voir p. 172).

Palier desservant 1 logement (fig. 1)

Desserte d'un seul logement par étage. La forte proportion de surface de desserte rapportée à la surface totale rend ce type de palier peu économique, mais apporte une qualité d'habitation digne d'une « maison en bande superposée ». Également qualifiées d'immeubles-villas, ces habitations comprennent quatre niveaux sans ascenseur.

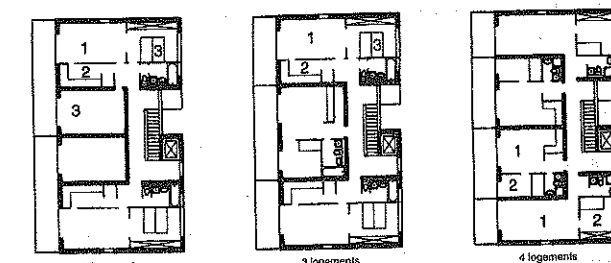
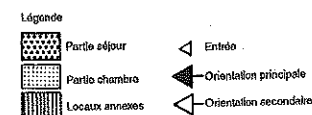
Paliers desservant 2 à 4 logements (fig. 2 à 4)

Les paliers desservant 2 logements constituent la forme de desserte de logements la plus répandue et se caractérisent par des qualités d'habitation et de rentabilité équilibrées. Cette disposition permet une bonne flexibilité, une multiplicité de plans (fig. 6) et des possibilités d'adaptation à l'orientation par rapport aux points cardinaux.

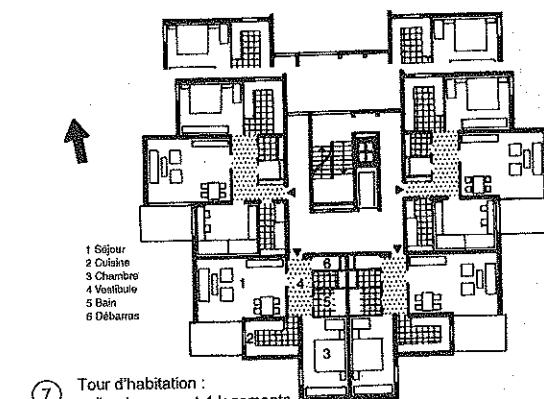
Les paliers desservant 3 logements permettent de concilier qualité d'habitation et rentabilité. Ils conviennent particulièrement aux bâtiments d'angle (fig. 3). Des logements avec des nombres de pièces différents peuvent ainsi s'organiser sur un étage (par ex. appartements de 2, 3 et 4 pièces). Les paliers desservant 4 logements permettent aussi d'associer favorablement qualité d'habitation et rentabilité pour des plans pensés dans ce sens. Une variation de l'orientation des logements par étage est également envisageable pour les tours d'habitation (fig. 5 et 7).

Des ascenseurs sont nécessaires pour des immeubles supérieurs à quatre niveaux (voir p. 162).

Les règlements visant les tours d'habitation doivent être suivis pour les logements dont le plancher se situe au-delà de 28 m par rapport au sol (voir p. 566).



6 Variants de plans avec desserte par palier



7 Tour d'habitation : palier desservant 4 logements

IMMEUBLES D'HABITATION

DISPOSITION EN TERRASSES

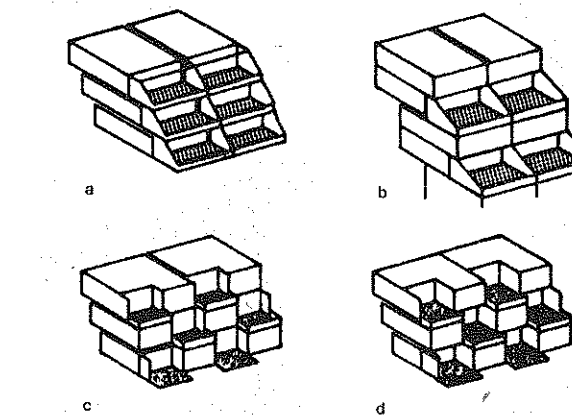
Les coteaux à forte pente sont idéals pour la construction de bâtiments d'habitation en terrasses. Ceux-ci peuvent présenter des terrasses sur un ou deux côtés (fig. 2 et 6). Les terrasses résultent du recul de logements d'égales profondeurs, ainsi que la disposition de logements aux profondeurs progressives à mesure que l'on s'élève vers le sommet. L'angle qui résulte de cette superposition (rapport hauteur d'étage/profondeur de terrasse) correspond la plupart du temps à la pente moyenne du terrain (de 8° à 40°). On obtient ainsi de **généreuses terrasses** servant d'espace de détente, de travail et de jeux pour les enfants sur le modèle des appartements de plain-pied avec jardin, souvent orientés au sud, à l'abri des regards extérieurs et avec une vue dégagée. Les **plantations sur les garde-corps** valorisent le logement.

Les avantages de ces grandes terrasses incitent à la construction de tels immeubles sur des terrains plats. Les espaces aveugles créés au centre des niveaux inférieurs ne sont toutefois pas exempts de problèmes.

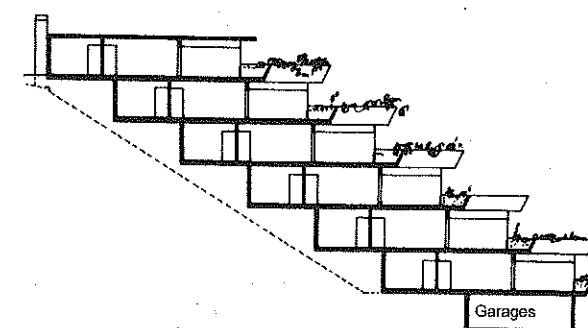
Profondeurs des bacs

Des garde-corps sous forme de bacs de plantation permettent d'éviter les vues plongeantes entre terrasses. Le calcul de la profondeur des bacs est fonction de la hauteur d'étage et de la profondeur hors tout de la terrasse (fig. 5).

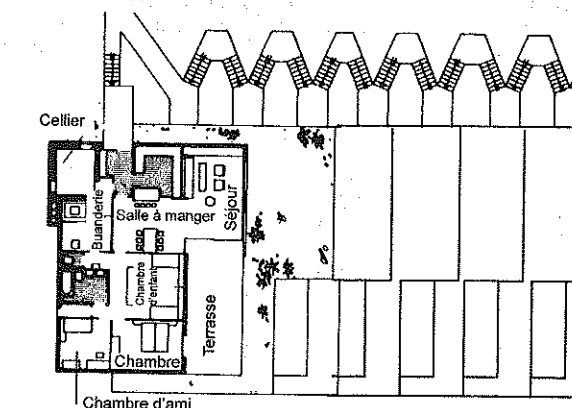
L'intégration partielle des terrasses dans le bâtiment permet d'augmenter encore l'intimité visuelle (fig. 1).



1 Différentes dispositions de logements en terrasses sur un ou deux étages avec surfaces extérieures entièrement ou partiellement intégrées dans le bâtiment

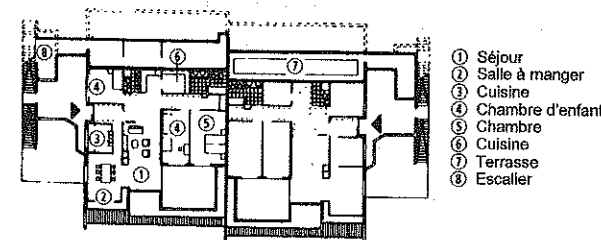


2 Coupe (fig. 3)



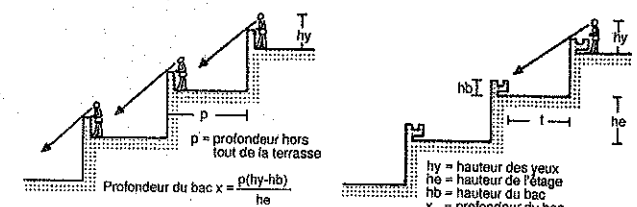
3 Immeuble en terrasses, plan

Arch. : Schmidt + Knecht

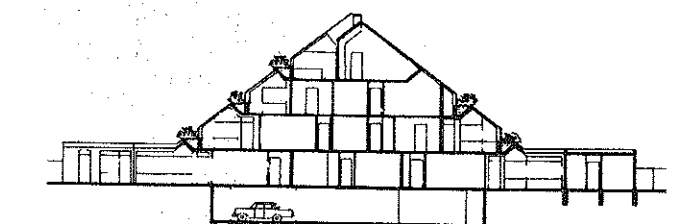


4 Immeuble en terrasses

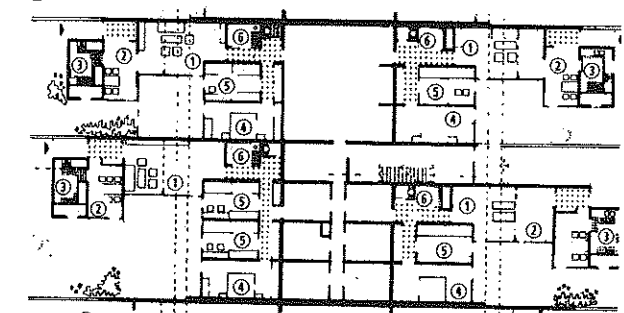
Arch. : Stucky + Menli



5 Dispositif de protection contre les regards plongeant sur les terrasses

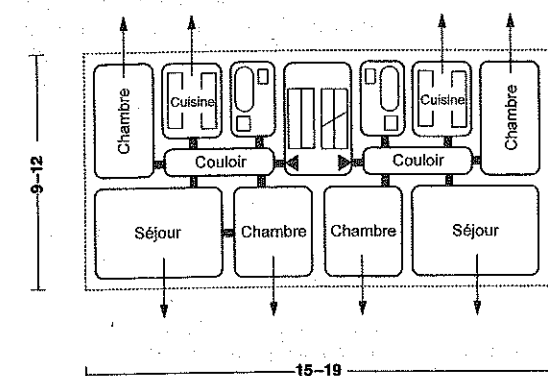


6 Coupe (fig. 7)

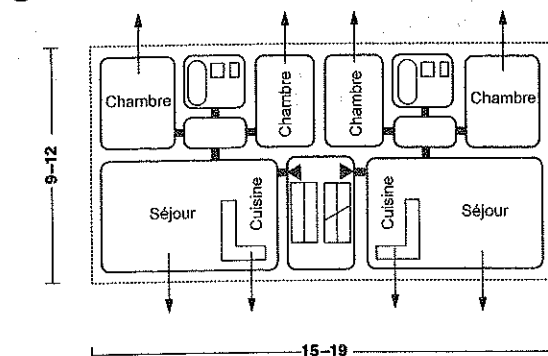


7 Immeuble « Colline », rez-de-chaussée

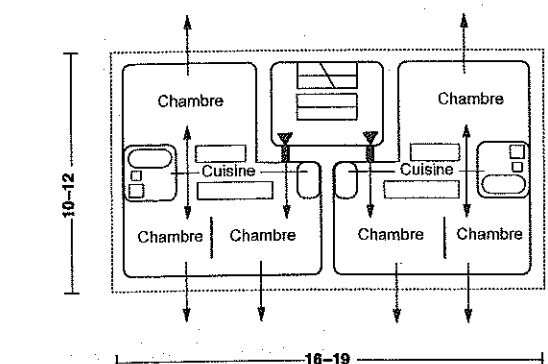
Arch. : Frey, Schröder, Schmidt



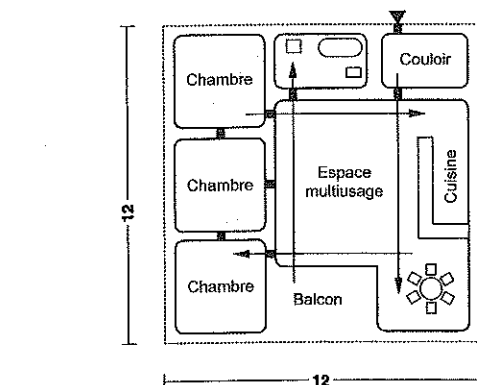
① Plan classique sur deux trames avec couloir central.



② Plan avec répartition par groupes d'espaces.



③ Le milieu comme zone fonctionnelle.

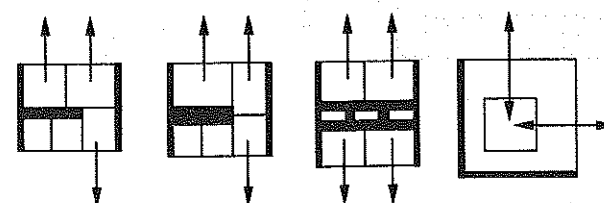


④ Le milieu comme espace de tout.

IMMEUBLES D'HABITATION APPARTEMENTS

Le plan avec couloir central (fig. 1)

Le plan avec couloir central est le plan traditionnel des appartements d'habitat collectif. Les pièces sont alignées le long des deux façades et sont clairement séparées les unes des autres par la cloison (porteuse) et le couloir central disposé parallèlement à celle-ci. Toutes les pièces peuvent être desservies et utilisées de manière indépendante. Les espaces en communs et les espaces individuels peuvent être ordonnés sur les façades opposées du bâtiment et être ainsi répartis selon les qualités inhérentes à chacune. Un éclairage naturel de toutes les pièces de vie est assuré; dans le cas des bâtiments de grandes profondeurs, le couloir central, non éclairé, peut être agrandi jusqu'à former un vestibule. L'appartement à couloir central peut être desservi soit de manière axiale soit perpendiculairement par rapport à un espace antérieur. À l'époque de la neutralité d'usage des appartements, le plan avec circulation centrale est un plan d'appartement apprécié et fonctionnel.



⑤ Différentes typologies du couloir central à l'espace multiusage.

Le plan par regroupement d'espaces (zoning) (fig. 2)

L'idée du plan par regroupement d'espaces développé au début du XX^e siècle, repose sur la séparation en deux zones à l'intérieur de l'appartement : la zone de vie (séjour, cuisine, coin repas) et la zone sommeil (chambre et bain). La caractéristique de ce plan de répartition est de comporter une surface minimale de dégagement qui rassemble en une unité spatiale les deux chambres à coucher et la salle de bain et dont la porte marque la frontière avec la zone de vie. Cet espace de séparation entre les deux zones a pour but de permettre une circulation sans gênes à l'intérieur de l'appartement dans le cas de surfaces d'habitation réduites et ce, avec un déploiement minimum de circulation.

La zone fonctionnelle disposée de manière centrale (fig. 3)

Dans le cas de plus grandes profondeurs d'immeubles, la zone centrale de l'appartement peut être étendue et être aménagée en zone d'espace de service, les façades étant ainsi entièrement réservées pour les surfaces de séjour. Salle de bains, cuisine, dressing et débarras qui sont éclairés artificiellement ou bien indirectement par d'autres espaces de l'appartement y sont disposés les uns à la suite des autres; les passages et les espaces intermédiaires créent la liaison avec les pièces disposées en périphérie.

Le couloir central agrandi (fig. 4)

L'alternative à la fig. 3 consiste à promouvoir intentionnellement la zone centrale de l'appartement en un espace de vie. La surface qui s'en dégage est un espace de séjour et de circulation tout à la fois. Il est éclairé indirectement par d'autres pièces ou bien directement par des percements correspondants en façade (par exemple aménagement de balcons). Cet espace multiusage est comparable typologiquement au patio, dans le cas, c'est une surface fonctionnellement neutre de communication. L'attribution d'une fonction spécifique est en tout cas difficile.

PIÈCES D'HABITATION ACCÈS

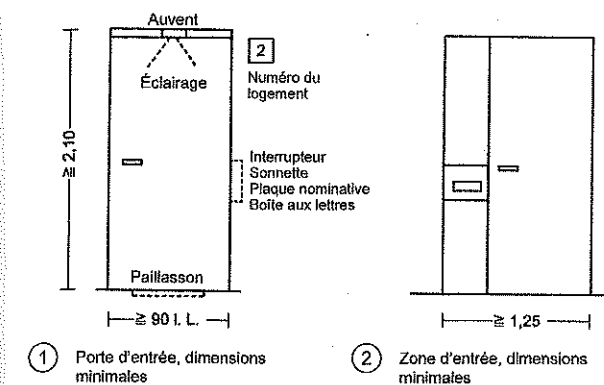
L'entrée

Elle est le visage de la maison et communique au visiteur la première impression. De nombreuses fonctions doivent être prises en compte et organisées de manière pratique et attrayante : auvent, sonnette, éclairage, etc. (fig. 1).

Si l'entrée conduit directement à l'extérieur, elle doit être protégée du vent dominant. Contre les intempéries, il est recommandé d'ajouter un sas (voir p. 192). (Si l'entrée conduit à une cage d'escaliers, cette dernière assure la fonction de sas). Les portes d'entrée d'appartements accessibles depuis un ascenseur, doivent avoir une largeur libre de 90 cm, de même pour les portes d'entrée adaptées aux fauteuils roulants. La hauteur de porte doit être d'au moins 2,10 m. Les seuils sont à éviter. La porte d'entrée doit intégrer une isolation acoustique (voir p. 530).

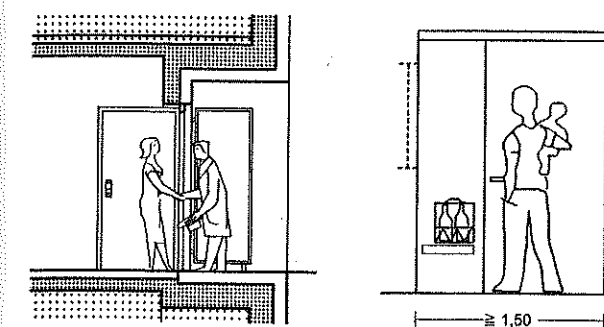
Les zones d'entrée doivent être larges de 1,25 m au minimum (mieux 1,50 m) et profondes de 1 m environ, afin que deux personnes puissent attendre confortablement et à l'abri (fig. 4). Les figures 5 à 8 présentent des configurations types d'entrée de logements individuels ou collectifs.

Dans les immeubles collectifs, l'élément prépondérant qui détermine le palier d'entrée est la trémie d'escalier et d'ascenseur (voir p. 162). La présence d'un espace de manœuvre (EDM) devant l'ascenseur conditionne son emplacement et ses dimensions pour être accessible aux personnes en fauteuil roulant (fig. 9 à 12).



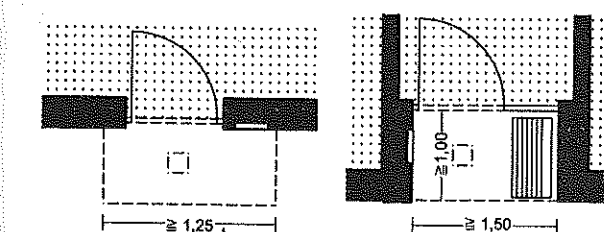
① Porte d'entrée, dimensions minimales

② Zone d'entrée, dimensions minimales



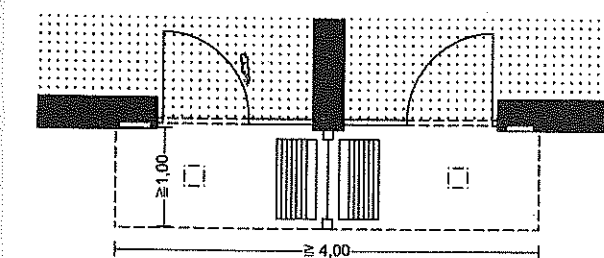
③ Coupe sur entrée surmontée d'un auvent

④ Possibilité de s'asseoir, support pour sac à provisions

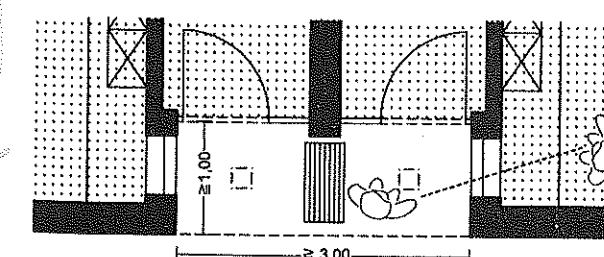


⑤ Entrée surmontée d'un auvent

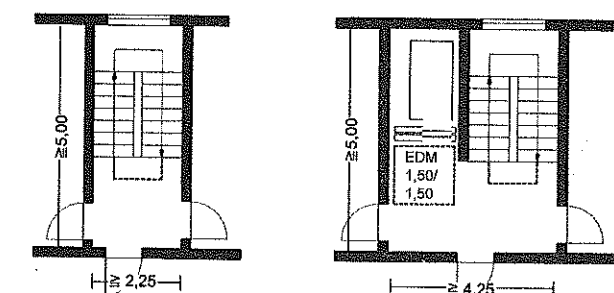
⑥ Entrée ménagée dans un renforcement



⑦ Deux entrées séparées sous un auvent commun

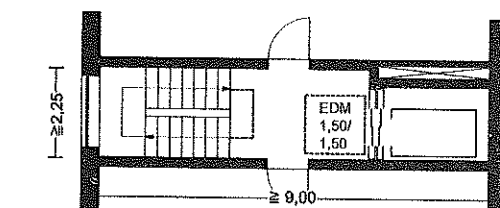


⑧ Maisons jumelées avec zone d'entrée commune

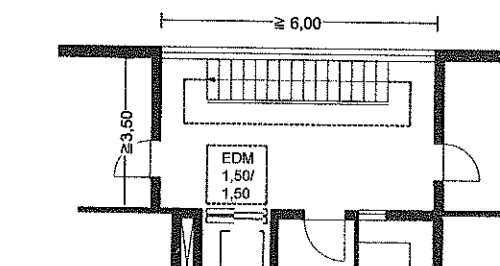


⑨ Escalier à double volée, palier pour 2 logements

⑩ Disposition contiguë des cages d'escaliers et d'ascenseur, palier pour 3 logements



⑪ Disposition des cages d'escaliers et d'ascenseur de part et d'autre d'un palier pour 2 logements



⑫ Disposition du palier parallèlement à la cage d'un escalier à simple volée



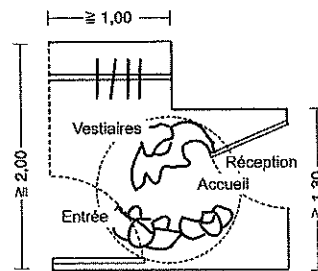
1 La surface d'une entrée doit être suffisamment grande pour l'accueil



2 Pour enlever aisément les vêtements

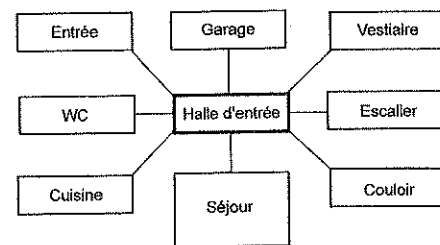


3 Pour prendre congé confortablement

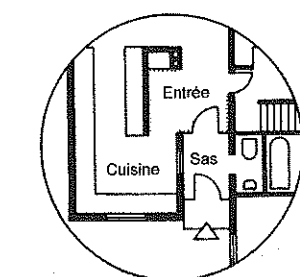


4 Dimensionnement d'une entrée (vue en plan)

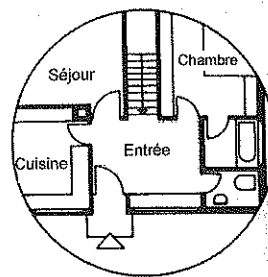
7 Schéma de fonctionnement d'une entrée



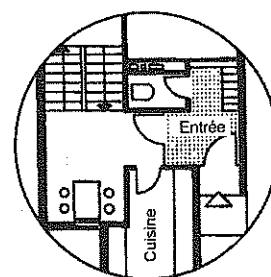
7 Schéma de fonctionnement d'une entrée



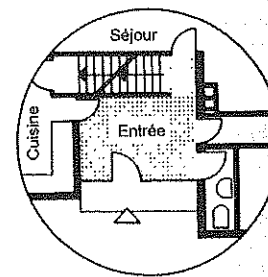
8 Entrée reliée à un sas



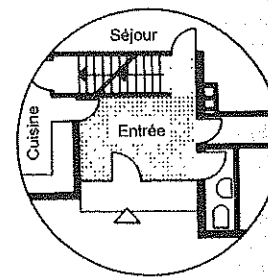
9 Entrée reliée à cuisine, WC, escalier de cave, séjour et chambre



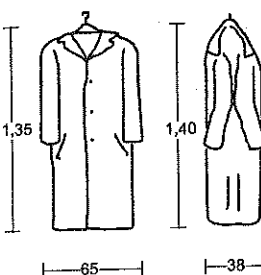
10 Entrée reliée au séjour, cuisine et escalier



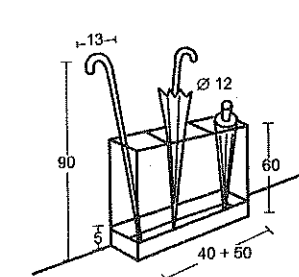
11 Entrée reliée au couloir, une chambre et un bain



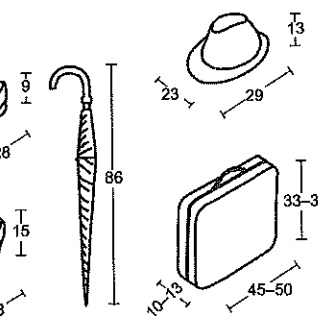
12 Entrée reliée aux bureaux



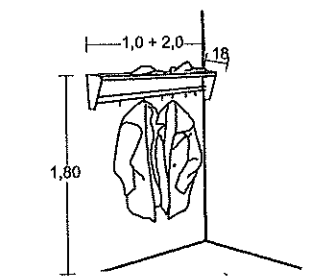
5 Mesures de manteau et veste, parapluie, chapeau, valise, chaussures



6 Porte-parapluies à fond étanche, porte-manteau à 6 patères sur 1 m



5 Mesures de manteau et veste, parapluie, chapeau, valise, chaussures



6 Porte-parapluies à fond étanche, porte-manteau à 6 patères sur 1 m

PIÈCES D'HABITATION

ACCÈS

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).

PIÈCES D'HABITATION

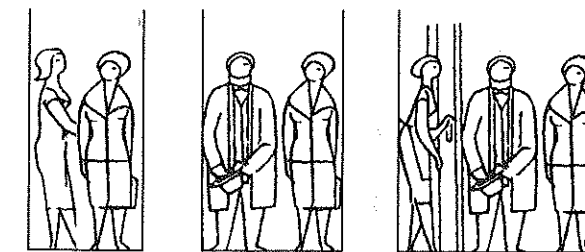
ACCÈS

Dégagements

La largeur des couloirs dépend de leur emplacement, de leur desserte sur un côté ou deux, de la disposition des portes (fig. 2) et de leur fréquentation.

Les figures 3 à 14 montrent l'accessibilité à un maximum de pièces d'une largeur supérieure à 2 m pour des couloirs de différentes dimensions et de formes. Des pièces d'une largeur de 2 m à 3 m sont considérées comme dressing ou débarras.

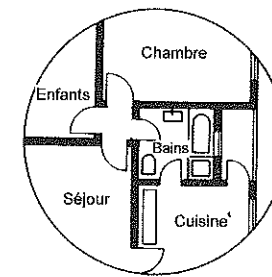
Les figures 10 et 14 montrent les formes les plus économiques. La largeur supposée pour ces exemples est suffisante pour permettre à deux personnes de l'emprunter simultanément. En revanche, elle ne permet pas l'emplacement de placards, qu'il vaut mieux encastrer (fig. 6). Pour la disposition des portes, tenir compte de l'emplacement des lits et des armoires encastrees. Un palier spacieux, au détriment de l'espace des pièces, peu souvent être évité par une meilleure disposition des portes en fonction des lits et des armoires (fig. 5 et 6).



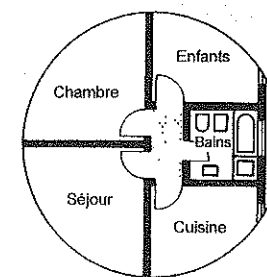
1 Largeur des couloirs

Type de couloir	Circulation faible	Circulation élevée
Couloir à 1 unité de passage, ouverture des portes vers la pièce.	0,90 m	1,30 m
Couloir à 2 unités de passage, ouverture des portes vers la pièce.	1,60 m	
Couloir à 1 unité de passage, ouverture des portes vers le couloir.	1,40 m	1,80 m
Couloir à 2 unités de passage, ouverture des portes vers le couloir.		2,20 m
Couloir à 2 unités de passage, portes en vis-à-vis, ouverture des portes vers le couloir.	2,40 m	2,60 m

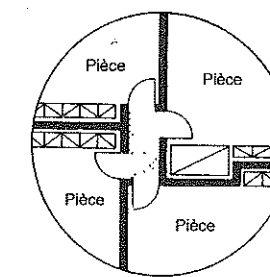
2 Dimensionnement de largeur des couloirs dépendant du sens de l'ouverture des portes et de l'intensité de la circulation.



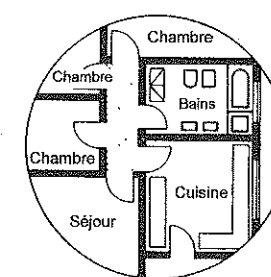
3 1 m² de couloir = 4 pièces : chambre, enfants, bains et séjour.



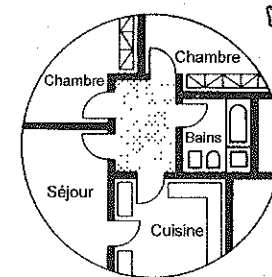
4 2 m² de couloir = 5 pièces, sinon comme figure 3.



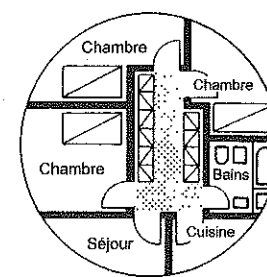
5 2 m² de couloir = 4 pièces, avec placards et lits encastres.



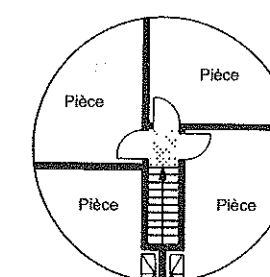
6 3 m² de couloir = 6 pièces : cuisine, bains, 3 chambres et séjour.



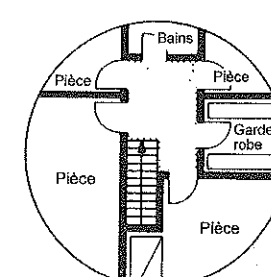
7 4 m² de couloir = 5 pièces avec placards encastres.



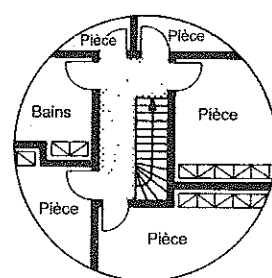
8 5,2 m² de couloir = 6 pièces avec placards et lits partiellement encastres.



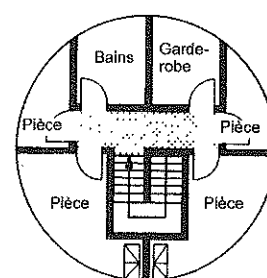
9 1 m² de couloir = 3 grandes pièces au bout d'un escalier sans prolongement.



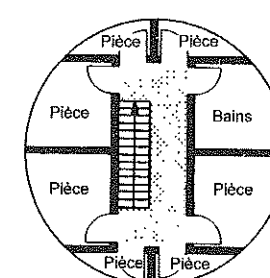
10 5 m² de couloir = 4 grandes pièces et 2 petites (bains, garde-robe).



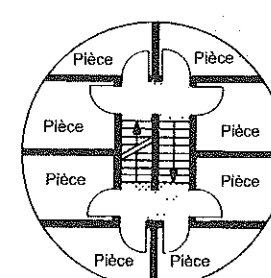
11 5 m² de couloir = 5 pièces et bains.



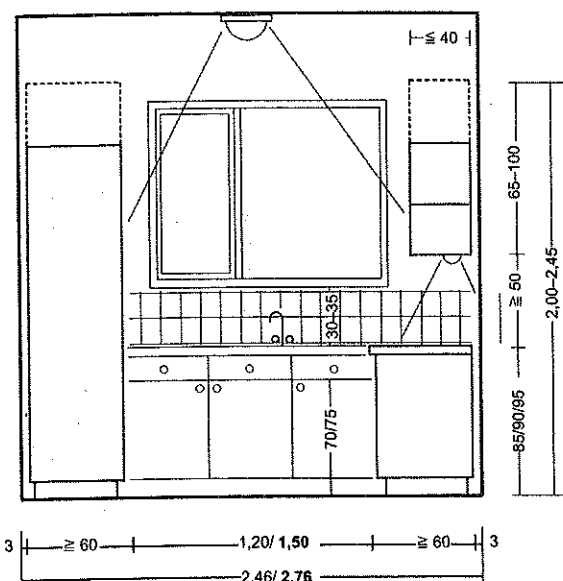
12 4 m² de couloir = 4 pièces, salle de bains et garde-robe.



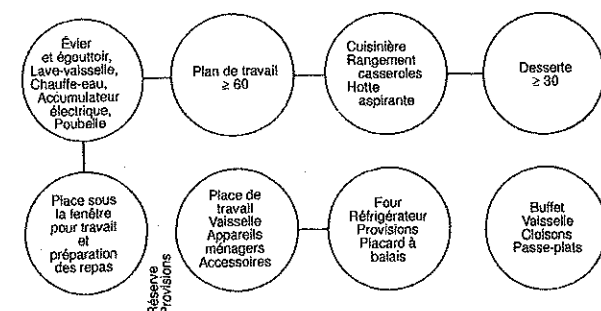
13 7 m² de couloir = 8 pièces avec escalier.



14 4 m² de couloir = 4 grandes pièces et 4 petites, en cas d'étages décalés (meilleure solution, les paliers de l'escalier sont suffisants).



1 Exigences dimensionnelles pour une cuisine



2 Disposition fonctionnelle des postes de travail dans la cuisine

Équipement	Emprise au sol	
	Largeur (cm)	Profondeur (cm)
Rangements pour la vaisselle, casseroles, provisions, etc.		
1. Élément bas	30-150	60
2. Élément en colonne	60	60
3. Élément en hauteur	30-150	40
Équipement pour réfrigération et congélation		
4. Réfrigérateur	60	60
5. Armoire de congélation	60	60
6. Coffre de congélation	90	-
Plan de travail et de desserte		
7. Petit plan de travail entre cuisson et évier	60	60
8. Grand plan de travail	120	60
9. Dépôt des ustensiles et robots	60	60
10. Desserte à côté du point de cuisson	30	60
11. Desserte à côté de l'évier	60	60
Équipement de cuisson		
12. Cuisinière avec four et hotte d'extraction	60	60
13. Plaque de cuisson intégrée sur élément bas	60-90	60
14. Four intégré avec armoire	60	60
15. Four à micro-ondes	60	60
Équipements pour le lavage et la vaisselle		
16. Évier à un bac et écouloir	90	60
17. Évier à bac double et écouloir	120	60
18. Machine à laver la vaisselle	60	60
19. Ensemble de lavage (évier à un bac avec écouloir, armoire basse et machine à laver la vaisselle)	90	60

3 Dimensions standard des équipements de cuisine

PIÈCES D'HABITATION

CUISINES

La cuisine est un lieu de travail à l'intérieur du logement mais en même temps un domaine important de séjour et de rencontre pour ses occupants et les convives. Elle entretient de nombreux rapports avec les autres domaines de l'habitation.

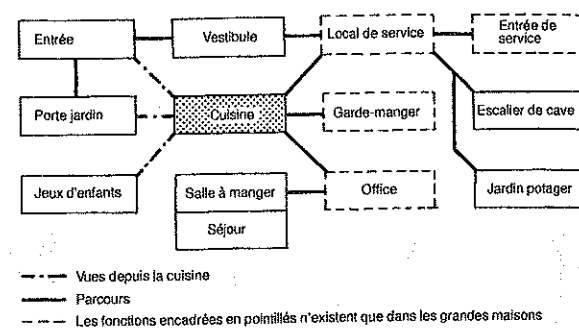
La règle veut que chaque logement soit équipé d'une cuisine ou d'un coin cuisine.

Des cuisines ou des coins cuisines sans fenêtres sont en général défavorables et ne sont possibles que dans la mesure où une ventilation efficace de l'espace est assurée.

Pour être un lieu de séjour la cuisine doit présenter une hauteur sous-plafond de 2,40 m au minimum et une surface d'éclairage d'au moins 1/8 de la surface nette au sol.

Disposition spatiale

La situation favorable pour la cuisine est au nord-est ou au nord-ouest, en communication immédiate avec la zone de l'entrée (parcours minimal pour l'acheminement des courses, pour évacuer les déchets ménagers, etc.), avec un accès direct au jardin (potager) ainsi qu'à la cave. La cuisine doit se trouver à proximité de la salle à manger et de l'office, avec une liaison directe à la réserve. Il est bon, si possible, de voir la porte d'entrée, l'aire de jeu des enfants et la terrasse depuis la cuisine (fig. 4).



4 Relations d'une grande cuisine avec les autres pièces

Des cotes de coordination dimensionnelle ont été établies pour les meubles de cuisine (fig. 3). Les cotes indiquées ci-contre doivent être considérées comme un minimum impératif. **D'une façon générale, il serait bien d'appliquer à l'étude des cuisines les dimensions retenues pour les espaces utilisés par des personnes handicapées** (voir p. 33 et suivantes).

Pour l'aménagement d'une cuisine, il faut veiller à ce qu'un **déroulement du travail s'opère en continu et sans heurts**, avec suffisamment de liberté de mouvement, en évitant les parcours inutiles. Pour une bonne utilisation de l'équipement ménager et des meubles, il est nécessaire de prévoir une surface de dégagement d'une largeur de 1,50 m (minimum 1,20 m) entre deux alignements de mobilier de cuisine. Avec une profondeur de 60 cm de chaque côté (cote valable pour la plupart des éléments de cuisine), nous obtenons une largeur minimale de la cuisine de 2,70 m (minimum 2,40 m), dimension à laquelle il convient de rajouter 6 cm (de chaque côté), correspondant à l'écartement du meuble au mur.

La hauteur du plan de travail devrait être adaptée à la dimension corporelle des usagers et se situer entre 85 et 95 cm (fig. 1). La station debout devrait être réduite par l'utilisation de plans de travail escamotables.

De façon générale pour les tâches culinaires, il faut veiller à faciliter une posture favorable du corps et procurer un bon éclairage du plan de travail (voir p. 198). Afin de faciliter les travaux de cuisine, il convient de disposer les différents postes de travail selon un ordre précis correspondant à un déroulement fonctionnel de l'activité (voir fig. 2).

PIÈCES D'HABITATION

CUISINES

Types de cuisines

En fonction des équipements de cuisine exigibles et de leurs surfaces d'emprise au sol, il résulte les différents types de cuisines représentés (ci-contre).

Pour l'essentiel nous distinguons :

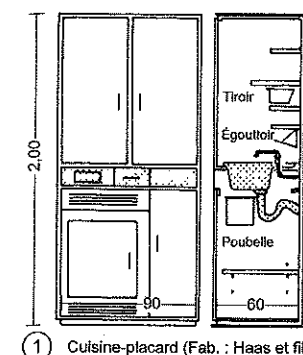
Des cuisines-placards, en l'occurrence des **coins cuisines** :

Elles répondent de façon limitée aux exigences de l'économie domestique (avec à peine une desserte et une surface de rangement). Elles sont plutôt destinées aux habitations d'été et aux studios (d'étudiants). Les coins cuisines ne nécessitent pas le plus souvent un espace propre et peuvent être aménagés dans des zones de passage et dans des couloirs (fig. 1 et 2).

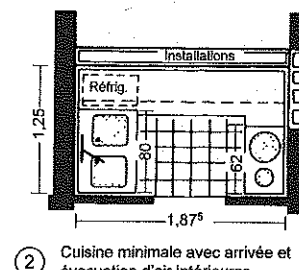
La cuisine comme espace de travail

Cet aménagement de cuisine répond seulement à des aspects fonctionnels et occupe une surface limitée. Elle peut être disposée sur une ou deux rangées ou en forme de U. En général, tout l'équipement y est intégré. De ce fait, la disposition des appareils et des plans de travail et de desserte est optimisée en vue d'un déroulement rationnel du travail (fig. 9). Ainsi, des pièces de travail fonctionnelles occupent des surfaces au sol entre 5,5 m² et 9,5 m² sans permettre de s'y tenir en dehors de la préparation des repas (fig. 5 à 7).

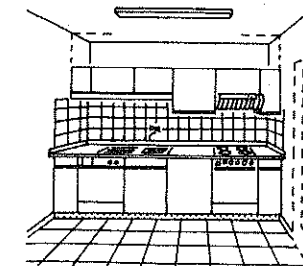
La liaison avec le coin repas est assurée par un couloir et peut être complétée par un passe-plat.



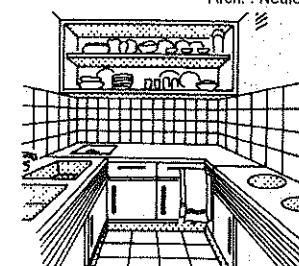
1 Cuisine-placard (Fab. : Haas et fils)



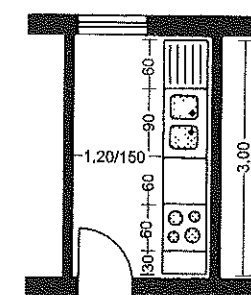
2 Cuisine minimale avec arrivée et évacuation d'air intérieures Arch. : Neufert



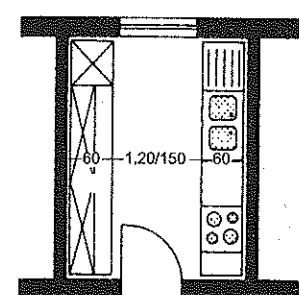
3 Vue en perspective (fig. 5)



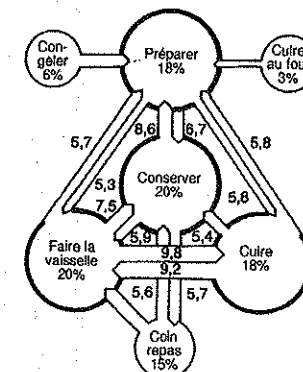
4 Vue en perspective (fig. 2)



5 Cuisine sur une rangée



6 Cuisine sur deux rangées



7 Fréquence d'utilisation des différentes parties de la cuisine

La cuisine-séjour

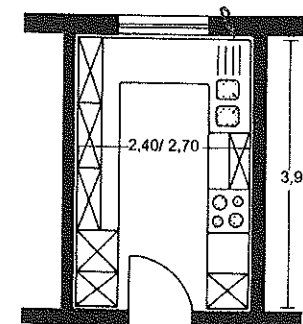
La cuisine-séjour offre, à côté de l'équipement-cuisine, un emplacement avec des chaises ou des bancs où l'on peut se tenir et qui peut être utilisé comme un coin repas supplémentaire (coin petit-déjeuner). La cuisine devient ainsi un réel lieu de séjour permettant des échanges familiaux.

Les cuisines-séjour peuvent être conçues sur des surfaces au sol à partir d'environ 10 m². Une disposition en forme de L occupant une surface d'environ 14 m² avec des portes de communication vers la salle de séjour et le couloir est intéressante (fig. 8).

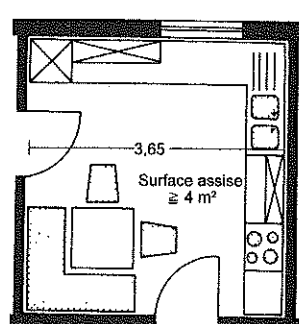
Une évolution parallèle à la cuisine-séjour est la cuisine dite « ouverte », dans laquelle l'espace cuisine est relié directement et visuellement à la salle à manger et au séjour. Elle peut être aménagée en « cuisine américaine intégrée » c'est-à-dire comportant une zone fonctionnelle de travail en communication avec l'espace de séjour dont elle est séparée, par exemple, par un bar avec tabourets hauts (voir p. 199, fig. 3).

Quelques projets modernes de cuisine s'éloignent à nouveau du concept de cuisine à éléments intégrés. Ils considèrent l'espace-cuisine comme un ensemble d'objets indépendants, élaborés selon des critères de forme et de fonction et disposés à la façon du mobilier dans le séjour. Le plan de cuisson aux dimensions généreuses se trouve fréquemment au centre de la pièce.

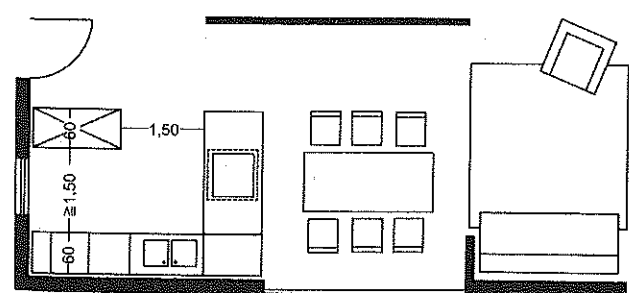
Les cuisines ouvertes nécessitent une bonne aération (arrivée et reprise d'air) afin d'indisposer le moins possible les espaces de séjour et de repas par les odeurs de cuisine. Cependant, dans de nombreux cas, il est recommandé de prévoir une séparation mobile entre espaces, par exemple par une tenture (fig. 9).



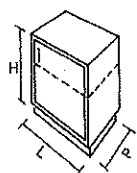
8 Cuisine en U



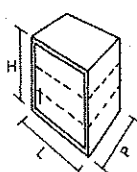
9 Cuisine en L avec coin repas



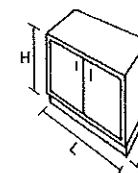
10 Cuisine ouverte avec relation continue aux autres espaces

H (cm) x L (cm) x P (cm)
85 20-60 60

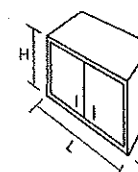
① Éléments à une porte.

H (cm) x L (cm) x P (cm)
35 20-120 35
65 100

③ Éléments supérieurs ou muraux à une porte.

H (cm) x L (cm) x P (cm)
85 70-150 60

② Éléments bas à deux portes.

H (cm) x L (cm) x P (cm)
50 70-150 85
65 100

④ Éléments supérieurs ou muraux à 2 portes.

Réfrigérateurs

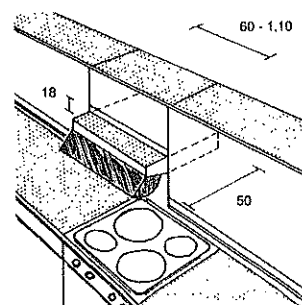
Capacité (l)	L (cm)	P (cm)	H (cm)
50	55	55-60	80-85
75	55	60-65	85
100	55-60	60-65	85
125	55-60	65-70	90-100
150	60-65	65-70	120-130
200	65-75	70-75	130-140
250	70-80	70-75	140-150

Réfrigérateurs à encastrer

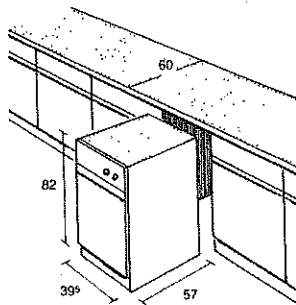
Capacité (l)	L (cm)	P (cm)	H (cm)
50	55	50-55	80-85
75	55	55-60	85-90
100	55	60-65	90

⑥ Dimensions (fig. 7)

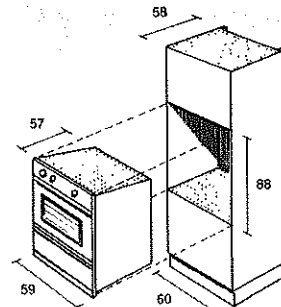
⑤ Réfrigérateurs



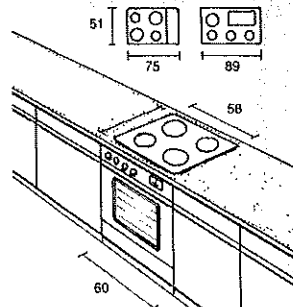
⑨ Hotte aspirante



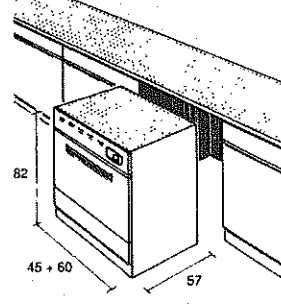
⑩ Compacteur électrique d'ordures



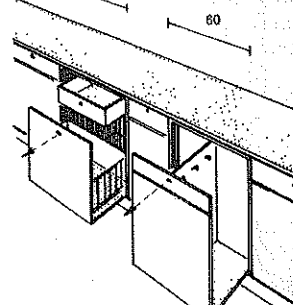
⑦ Four à encastrer



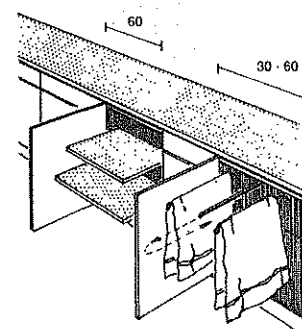
⑧ Plaques de cuisson



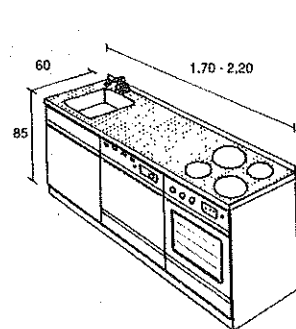
⑪ Lave-vaisselle



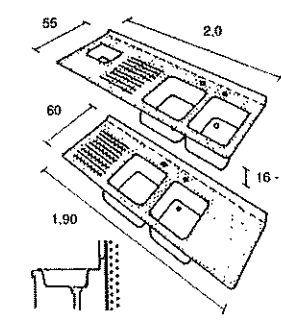
⑫ Rangement pour casseroles



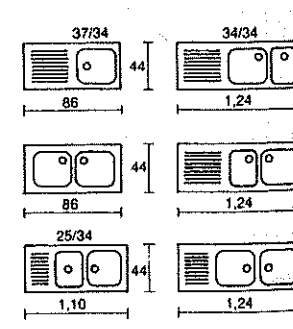
⑬ Élément pour séchage des torchons et rangement des ustensiles



⑭ Bloc cuisine



⑮ Dimensions des évier à encastrer



⑯ Types d'évier à encastrer

PIÈCES D'HABITATION
ÉQUIPEMENTS DE CUISINE

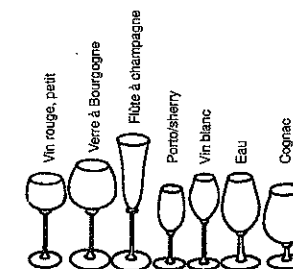
Rangements bas : (fig. 1 et 2) pour ranger des ustensiles de cuisine lourds, grands ou rarement utilisés.

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.

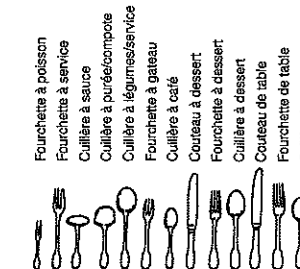
Rangements hauts ou latéraux : (fig. 5). Ils sont utilisés pour ranger balais, produits d'entretien, provisions, ou pour y encastrer à hauteur convenable un réfrigérateur, un four ou un four à micro-ondes.

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.

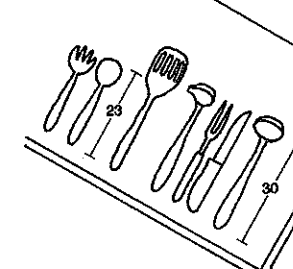
Équipements spéciaux : Il est conseillé de prévoir une ventilation mécanique au-dessus de la cuisinière électrique. Les hottes aspirantes s'y prêtent bien ; on distingue les appareils à évacuation et ceux à recyclage interne de l'air. Les premiers nécessitent une gaine d'aération, ils sont de loin les plus efficaces.



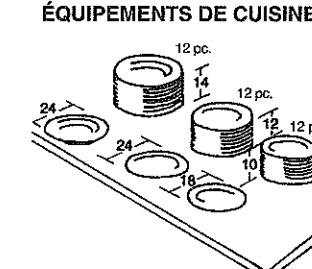
① Verres



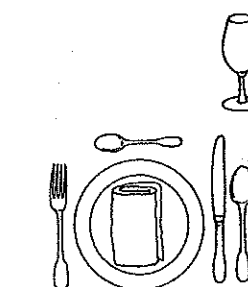
② Couverts



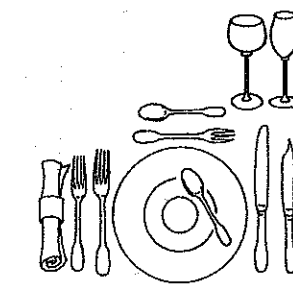
③ Couverts de service.



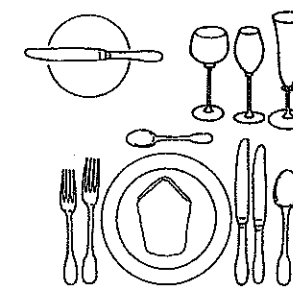
④ Assiettes creuses, plates et à dessert.



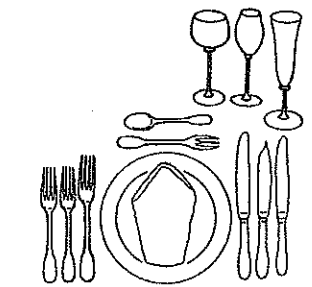
⑤ Menu : soupe, viande, dessert, boisson.



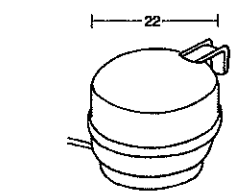
⑥ Menu : soupe, poisson, viande, dessert, vin blanc et rouge.



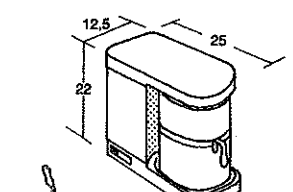
⑦ Menu : soupe, poisson, viande, glace, champagne, vin blanc et rouge.



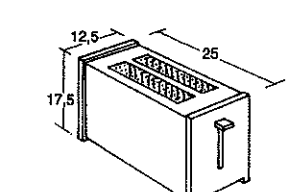
⑧ Menu : entrée, poisson, viande, dessert, champagne, vin blanc et rouge.



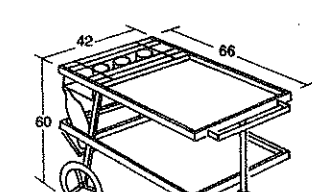
⑨ Cuiseur à oeufs automatique.



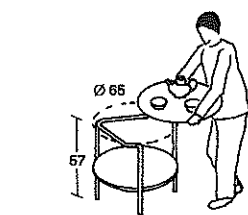
⑩ Cafetière électrique.



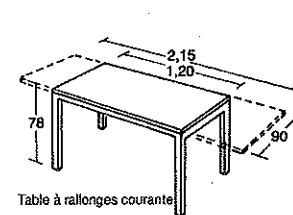
⑪ Grille-pain.



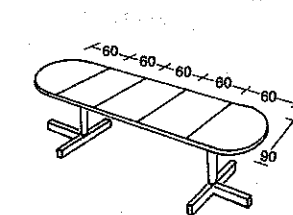
⑫ Table roulante.



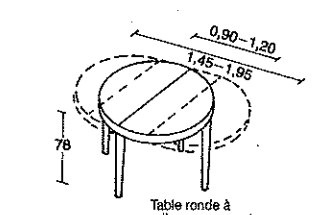
⑬ Desserte.



⑭ Table de salle à manger.



⑮ Grande table à rallonges.



⑯ Table de salle à manger.

Coin repas pour	Largeur en cm	Profondeur en cm	Surface en m ²
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 = 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

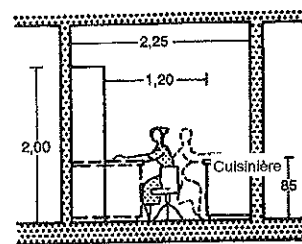
⑰ Place mini. nécessaire (fig. 17 et 18).

⑱ Place minimale nécessaire.

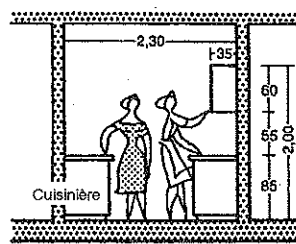
⑲ Place minimale nécessaire.

PIÈCES D'HABITATION

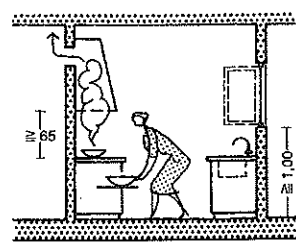
CUISINES



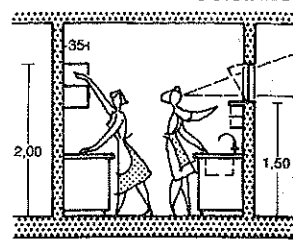
1 Coupe d'une cuisine avec 2 postes de travail



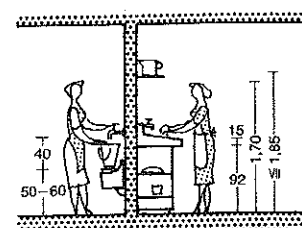
2 Coupe d'une cuisine avec place pour deux personnes



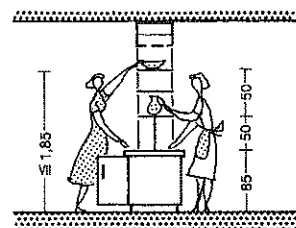
3 Les cuisinières basses exigent beaucoup de place pour les mouvements. Placer une hotte au-dessus de la cuisinière.



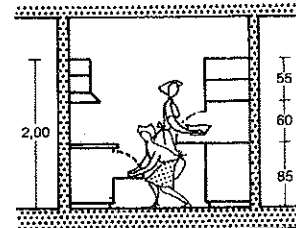
4 Plans de travail et de rangement (60 cm de profondeur).



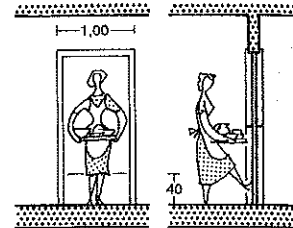
5 Hauteur courante des vidoirs et hauteur maximale des évier surélevés.



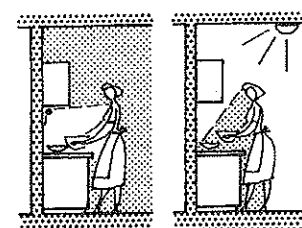
6 Passe-plats entre cuisine, laverie ou office et coin salle à manger ou salle à manger, avec rayonnages pour vaisselle accessibles des deux côtés.



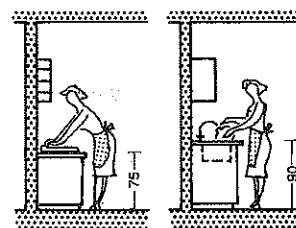
7 Personnes travaillant l'une à côté de l'autre.



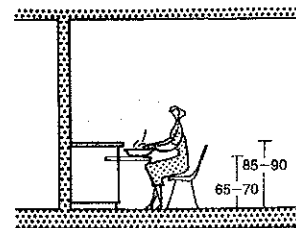
8 Entre office et salle à manger revêtir la partie inférieure de la porte de métal inoxydable ou de plastique.



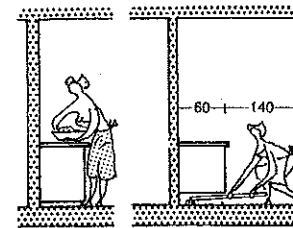
9 Bon et mauvais éclairage de la cuisine.



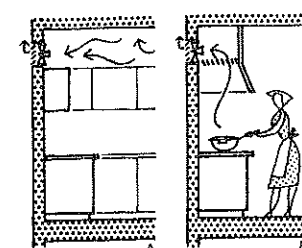
10 La hauteur courante de 85 cm des plans de travail est comprise entre la hauteur la plus favorable pour la cuisson et celle pour l'évier.



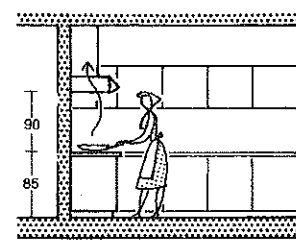
11 Prévoir des tablettes amovibles de travail pour travaux assis.



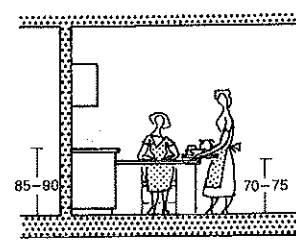
12 Bonne disposition des socles des rangements bas pour nettoyage et travail faciles > 8 cm



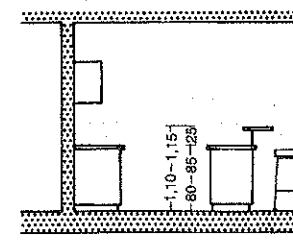
13 Ventilation avec ventilateur sur mur extérieur (A) ou mieux sur conduit de ventilation (B) directement au-dessus de la cuisinière (extension).



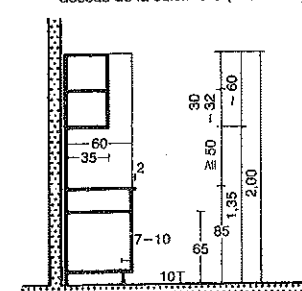
14 Une hotte est préférable.



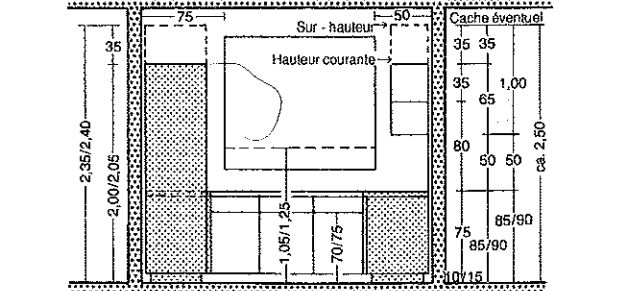
15 Table à rallonge, table pivotante.



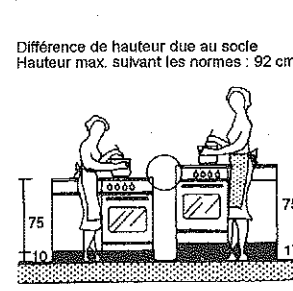
16 Bar (repas).



17 Coupe sur équipement de la cuisine selon les dimensions normalisées.



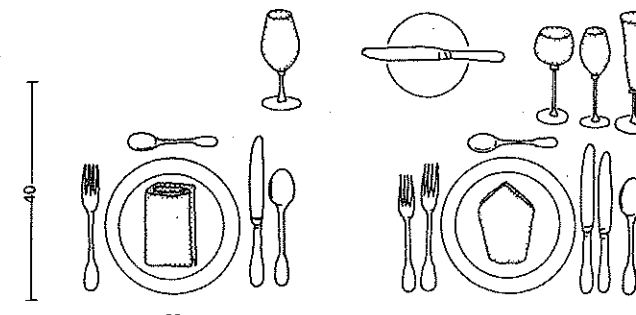
18 Équipements de cuisine avec la place nécessaire.



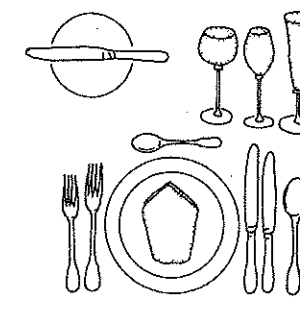
19 Hauteur de travail en accord avec la taille de la personne

PIÈCES D'HABITATION

ESPACES DE SÉJOUR



1 Couvert pour un menu composé de potage, plat de viande, dessert et boisson



2 Couvert pour un menu composé de potage, plat de poisson et de viande, glace, champagne, vin blanc et vin rouge

Zone de repas

Les zones de repas remplissent des fonctions sociales de communication et de représentations. Elles constituent un élément central de la vie en commun à l'intérieur du logement et sont associées à des repas qui vont de l'encas pris en cuisine, en passant par le repas familial, jusqu'au repas avec convives dans une salle à manger séparée.

Les exigences d'aménagement et l'agencement spatial des emplacements prévus pour les repas sont, par voie de conséquence, très diversifiés. La table à manger peut devenir ainsi et, pour de multiples raisons, le point central de l'organisation de l'habitat (voir p. 195, fig. 9).

Exigences minimales

La partie de l'espace destinée aux repas est dimensionnée en fonction de la grandeur prévisible du ménage. Elle devrait toutefois offrir au minimum de la place pour quatre personnes.

Agencement spatial

Les emplacements pour les repas sont en général orientés au sud ou à l'ouest. Une communication directe avec la cuisine (ou l'office) est rationnelle. Il est bon de prévoir une possibilité d'extension en vue de festivités (par des portes coulissantes ou similaire). Les zones de repas doivent si possible donner sur le balcon ou la terrasse. Si un emplacement particulier pour le petit déjeuner est souhaité, il devrait se situer au sud ou à l'est de l'habitation. En cas d'agencement dans la cuisine, il est nécessaire de prévoir des surfaces de desserte et de mouvement supplémentaires.

Équipement et surface utile

Pour prendre un repas à l'aise, une personne occupe une surface à table d'environ 60 x 40 cm (fig. 1).

L'écart avec le voisin est suffisant et il y a de la place pour un couvert complet. Dans la partie centrale de la table, il faut prévoir une bande de 20 cm pour les plats, pots et coupes. Un simple emplacement pour un encas peut être constitué par un plateau de table coulissant tiré à une hauteur de 70-75 cm du sol (fig. 3). Si la place est disponible, une table d'appoint posée contre une armoire dégagée est une solution intéressante.

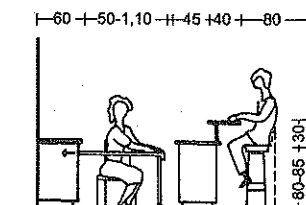
Sur les côtés gauche et droit de la table, il faut disposer d'une largeur de passage de 80 cm. Même avec une profondeur de 40 cm, le bar de cuisine est économique en espace car du fait d'un débord de 15 cm du plateau sur le plan inférieur, il demande moins d'emprise au sol. Des tabourets ou des chaises d'une hauteur adaptée sont nécessaires (fig. 3 et 7).

Un coin repas dans la cuisine nécessite évidemment plus de place mais peut toutefois remplacer la salle à manger dans de nombreux cas.

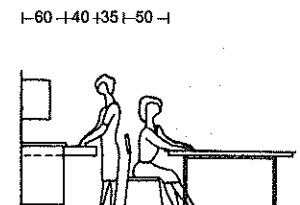
Une table ronde est conviviale avec un diamètre minimal de 0,90 m, bien que 1,10-1,25 m soit préférable.

Une table avec banc en angle constitue le coin repas qui prend le moins de place. Si plus de trois personnes doivent y prendre place, il faut prévoir un dégagement de 80 cm pour la place assise.

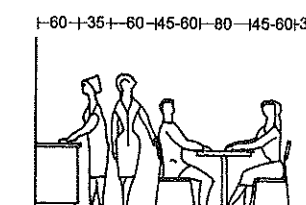
Les luminaires au-dessus de la table à manger doivent être non éblouissants.



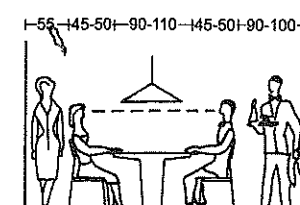
3 Plateau de table coulissant, bar de cuisine avec tabouret



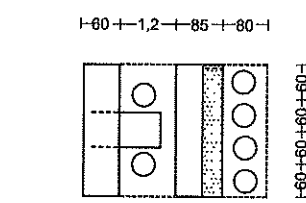
4 Distances pour tiroirs et portes



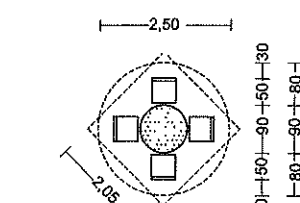
5 Distances entre desserte et table



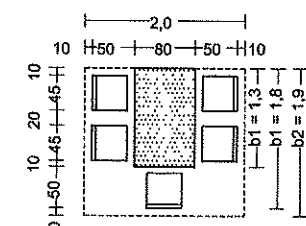
6 Distances minimales par rapport aux murs



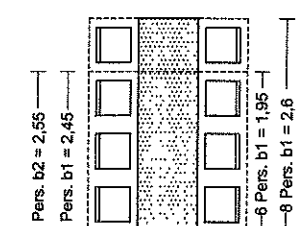
7 Bar de cuisine, vue en plan (fig. 3)



8 Table ronde, 4 à 6 personnes



9 Emprise au sol minimale pour prendre une collation et un repas assis (5 pers.)



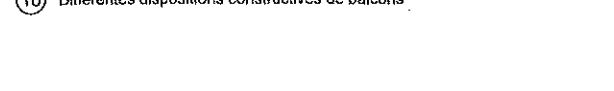
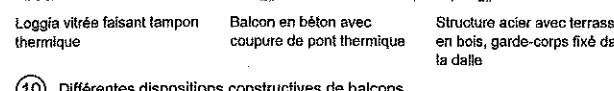
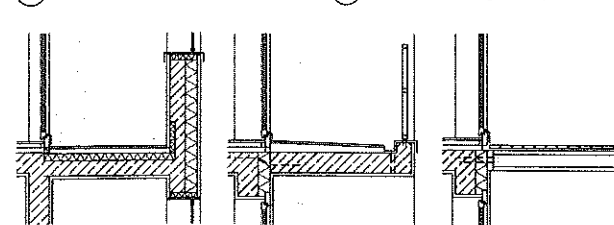
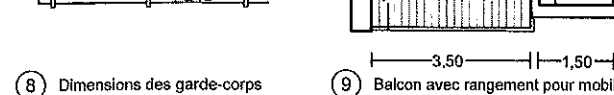
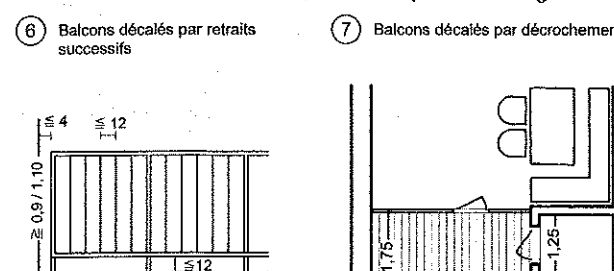
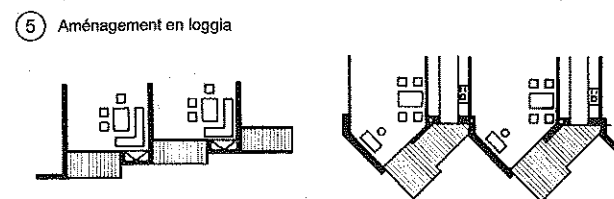
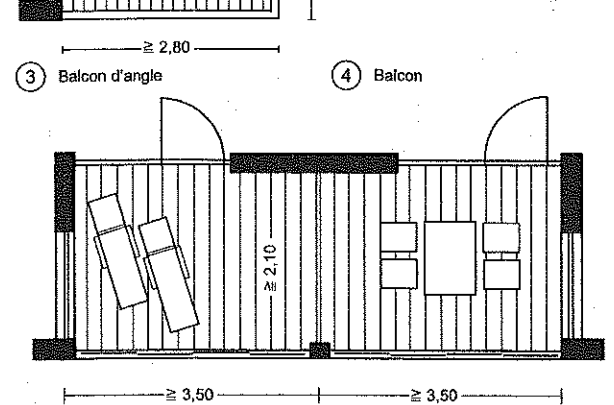
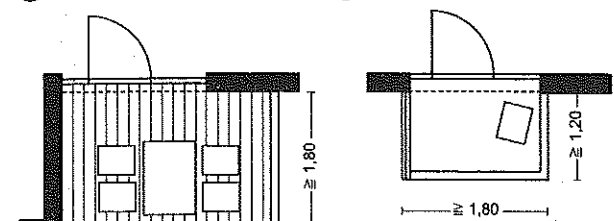
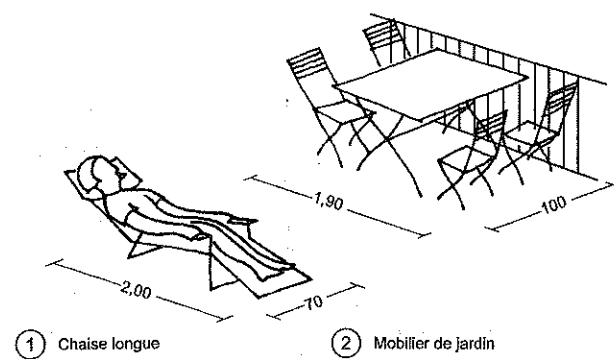
10 Emprise au sol minimale pour prendre une collation et un repas assis (9 pers.)

Dimensions de salle à manger pour	≥ 6 + ≤ 24 Pers.
Largeur de la table	≥ 55 - ≤ 110 cm
Largeur des places	≥ 55 - ≤ 70 cm
Supplément pour places en bout de table	≥ 10 - ≤ 20 cm
Ø table ronde =	Largeur d'une place x nombre de personnes
Par exemple : pour une largeur de places de 60 cm et 6 personnes :	
	$\frac{60 \times 6}{3,14} = 1,04 \text{ m}$

Place minimale nécessaire pour collation et repas assis	
Tables et chaises pour	Largeur Pro-fondeur Surface
	b1 b2 t1 t2 F1 F2 m²
4 personnes	130 - 180 200 2,34 2,6
5 personnes	180 190 180 200 3,24 3,8
6 personnes	195 - 180 200 3,51 3,9
7 personnes	245 255 180 200 4,41 5,1
8 personnes	260 - 180 200 4,68 5,2

11 Place minimale nécessaire pour collation et repas assis (4-8 pers.)

12 Largeur des places et taille des tables selon le nombre de personnes



PIÈCES D'HABITATION

HABITABILITÉ

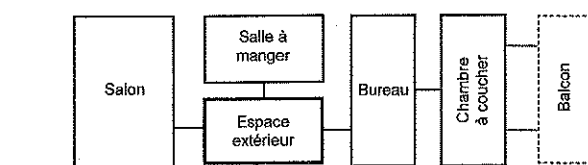
Les balcons et espaces libres augmentent la valeur des logements. L'espace travail est agrandi et les aires de jeux éventuelles sont faciles à surveiller. Pour se reposer, s'allonger, dormir, lire, manger. Il faut ajouter aux dimensions fonctionnelles nécessaires, une profondeur supplémentaire pour des 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).

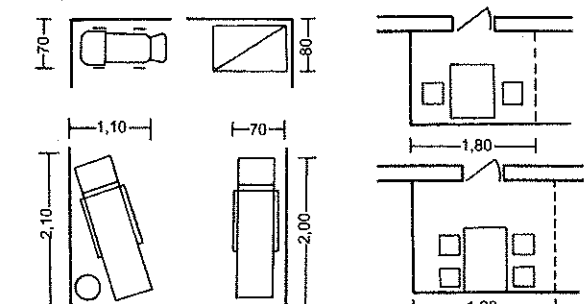
Pour les balcons groupés (immeubles locatifs), veiller à la protection contre les regards et le vent (fig. 3), de préférence avec une certaine distance, par exemple par interposition d'un local de rangement pour meubles de jardin, parasol, etc. (fig. 4 et 12). Les loggias se justifient dans les pays 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).

Il est 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. Si un garde-corps est de faible hauteur, il doit être surmonté d'un tube d'acier à hauteur réglementaire.

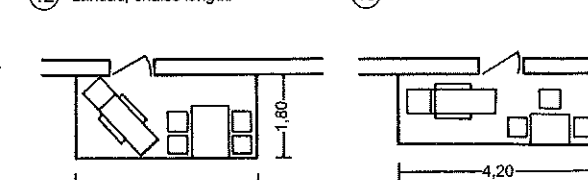
Dans les immeubles d'habitation à plusieurs étages, prévoir des trop-pleins dans les rigoles d'évacuation des eaux des balcons.



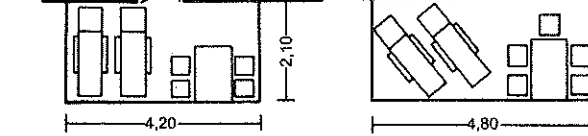
11 Exemple de rapport entre les espaces intérieurs et extérieurs



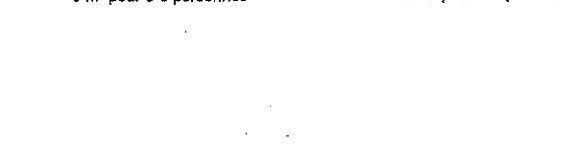
12 Landau, chaise longue



13 Table avec chaises



14 Balcon 7 m² pour 3-4 personnes, 9 m² pour 5-6 personnes



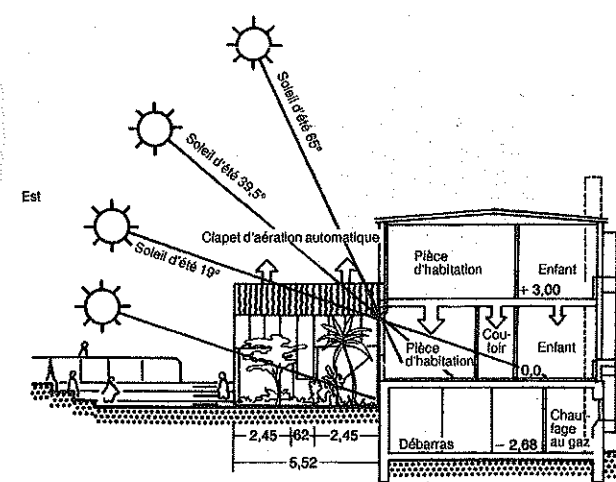
15 Balcon 6 m² pour 1-2 personnes, 10 m² pour 3-4 personnes

PIÈCES D'HABITATION

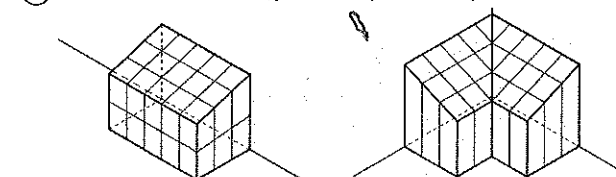
JARDINS D'HIVER

Les jardins d'hiver constituent des prolongements de l'habitation largement vitrés qui en améliorent le confort et l'habitabilité. Ils forment en hiver un espace tampon entre l'extérieur et l'intérieur de la maison qui bénéficie des apports solaires directs.

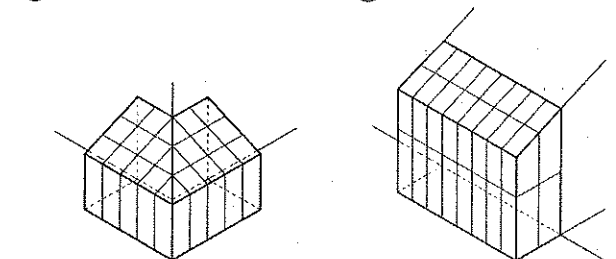
Utiles pour la conservation des plantes à la saison froide, ils sont particulièrement attractifs pendant l'intersaison où l'on peut s'y tenir à l'abri du vent et des intempéries tout en profitant de la nature environnante.



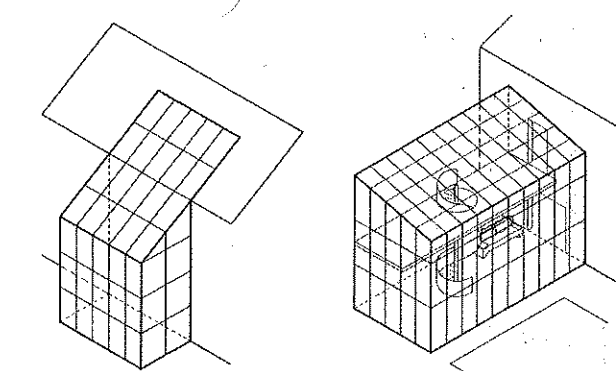
1 Maison solaire dans une ville, jardin d'hiver pour deux étages Arch. : LOG



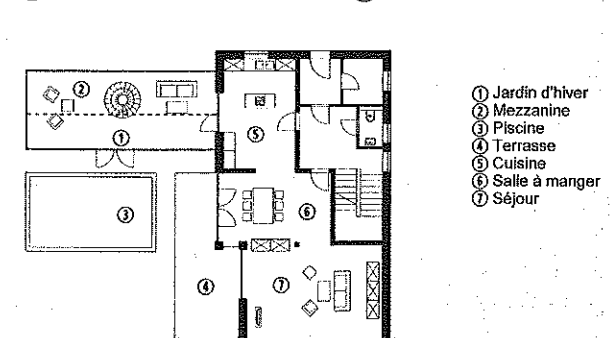
2 Jardin d'hiver en avancée sur l'extérieur 3 Jardin d'hiver d'angle



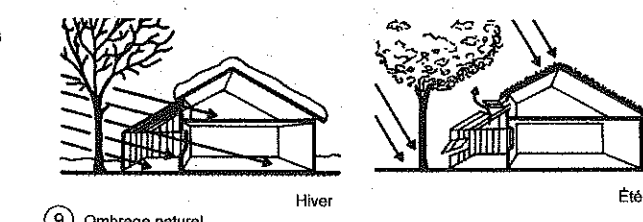
4 Jardin d'hiver sur l'angle 5 Jardin d'hiver sur la largeur du bâtiment



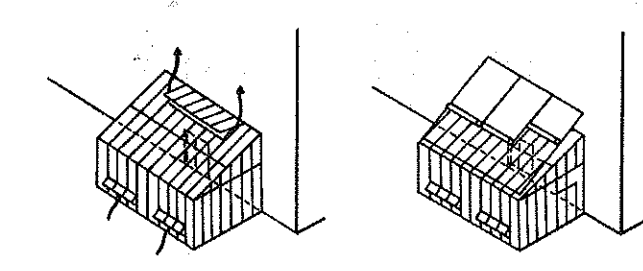
6 Jardin d'hiver intégré au bâtiment 7 Jardin d'hiver en longueur



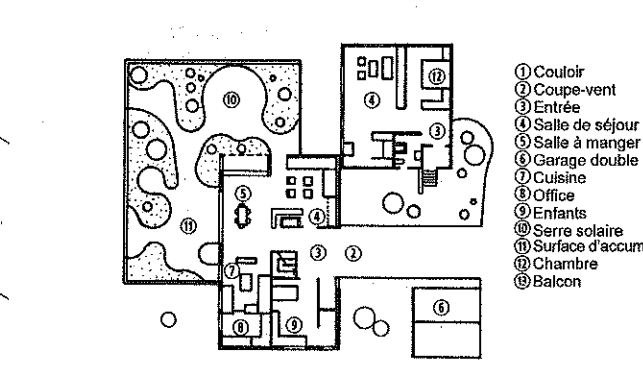
8 Plan (fig. 7) Helm + Müller Architektur GmbH



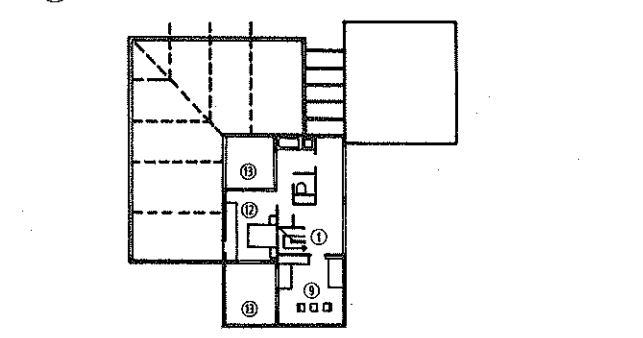
9 Ombrage naturel



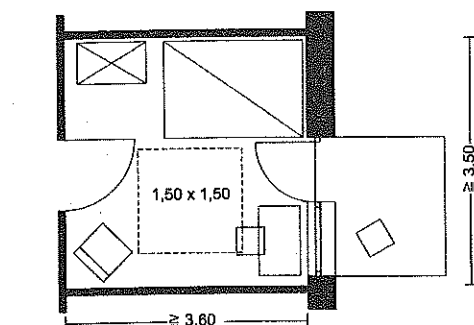
10 Principe d'aération 11 Dispositif de protection solaire



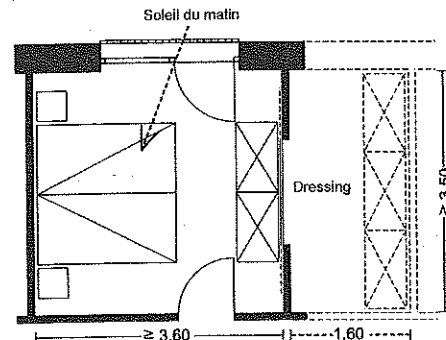
12 Maison solaire, rez-de-chaussée (fig. 1)



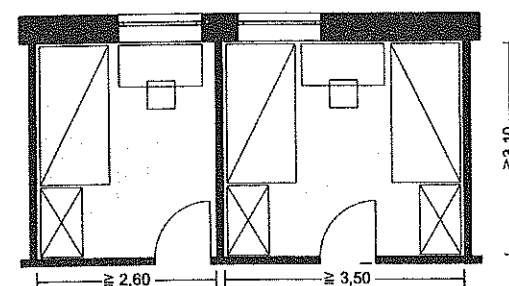
13 Plan d'étage (fig. 12) Arch. : LOG



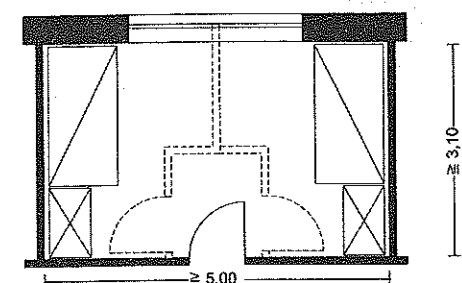
① Chambre individuelle utilisable de nombreuses manières (surface d'évolution adaptée à un fauteuil roulant)



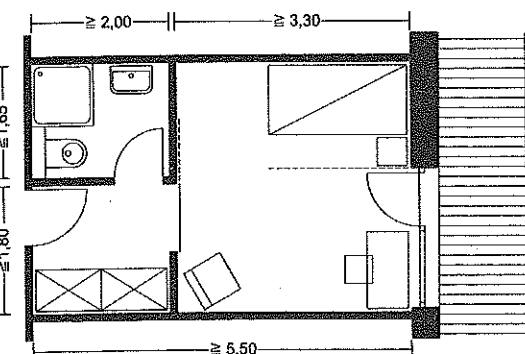
② Chambre à coucher des parents avec extension pour dressing



③ Petites chambres à coucher à un lit et à deux lits



④ Chambre à coucher à deux lits (divisible)



⑤ Petit espace individuel avec cellule de bain et dressing

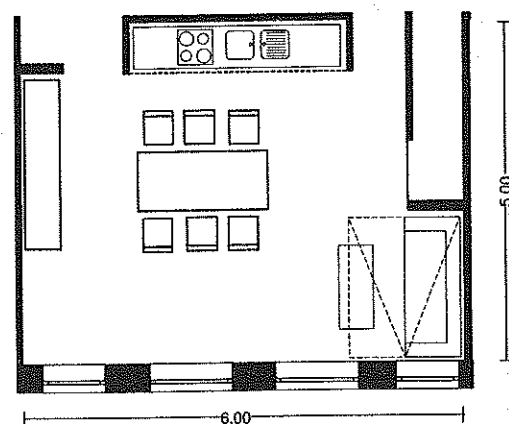
PIÈCES D'HABITATION

PIÈCES PRINCIPALES

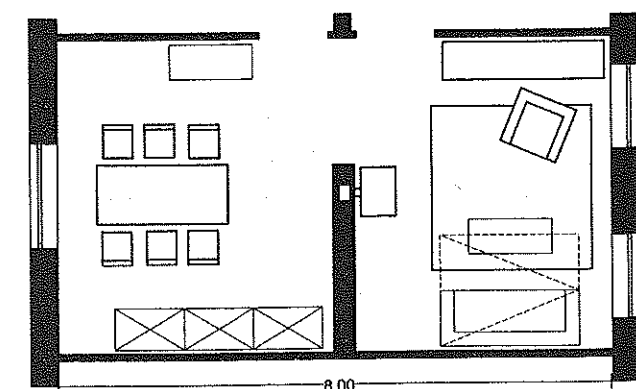
Les pièces à vivre sont généralement différenciées en espace de vie commune (salons, salles à manger, cuisines) et en pièces intimes pour une ou deux personnes (chambre à coucher des parents, des enfants et des invités).

L'usage réel des espaces à vivre est toutefois divers et changeant. De nos jours, les chambres individuelles sont plus que de simples chambres à coucher et servent aussi de bureau, de salle de jeu ou de salon et reprennent en partie la fonction de la salle commune. Il est donc possible d'aménager à l'intérieur d'un logement un espace individuel comme un petit appartement (fig. 6). La figure 1 montre une chambre individuelle d'environ 13 m², utilisable de différentes manières et adaptée aux personnes en fauteuil roulant, elle se prolonge à l'extérieur par un balcon. Les figures 2 et 3 présentent des chambres à coucher classiques avec une configuration minimale de 13 m² (chambre des parents, éventuellement à deux lits) et 8 m² (chambre individuelle). Orientées de préférence de l'est au sud-est (parents) et du sud à l'ouest (enfants). Elles sont isolées des pièces de jour. La figure 4 présente une chambre à deux lits bien proportionnée (16,5 m²), qui peut être divisée (par exemple pour enfants devenus de jeunes adultes). La figure 5 montre un petit espace individuel indépendant avec salle d'eau et dressing séparé.

Suite à l'évolution des modes de vie, le salon traditionnel, comme salle de séjour commune et espace social du logement, se transforme en un espace de vie sociale multifonctionnel, qui doit être adapté aux occupations et aux rythmes de chacun (fig. 6 et 7).



⑥ Pièce à vivre faisant séjour avec penderie, salle à manger et cuisine

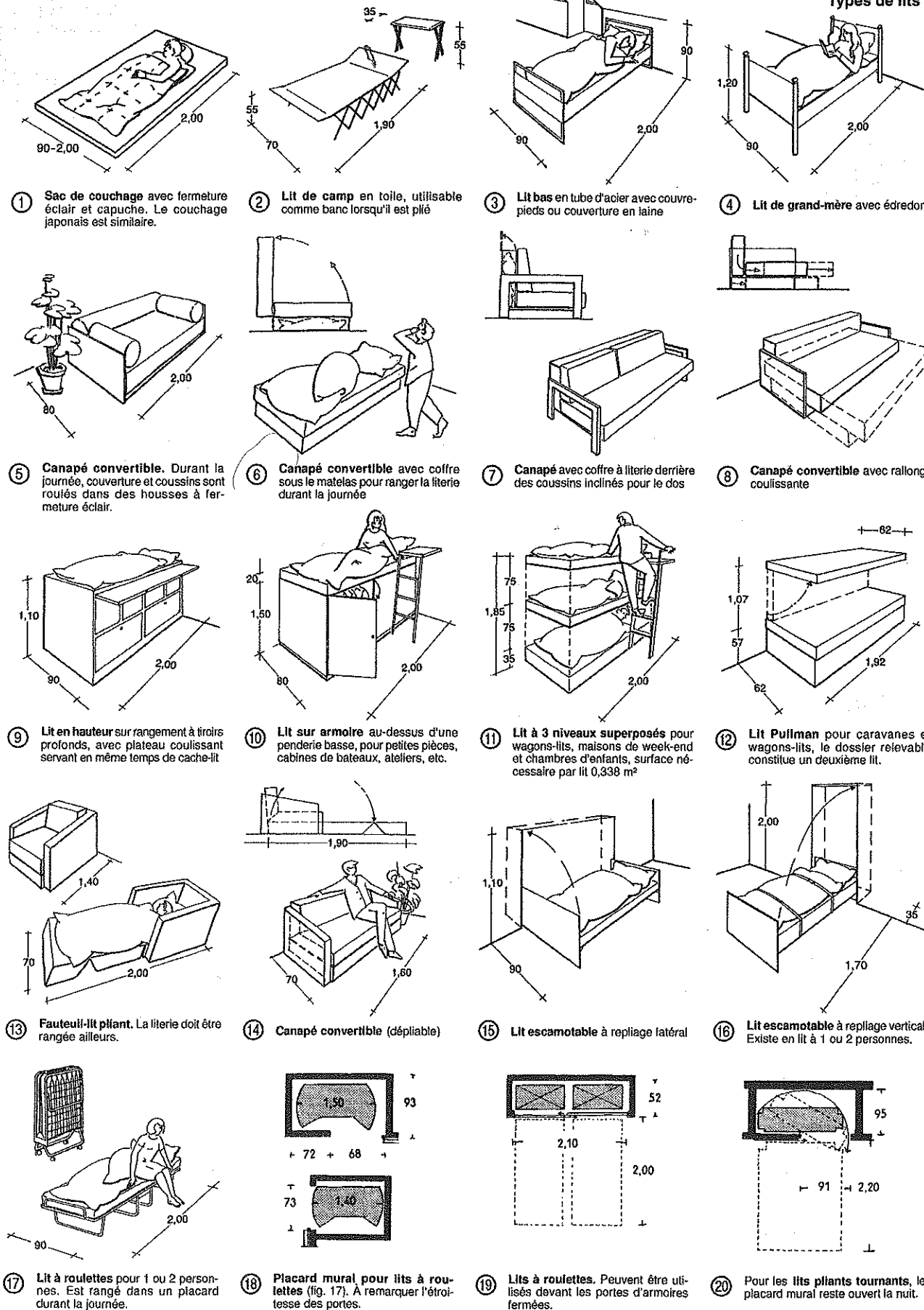


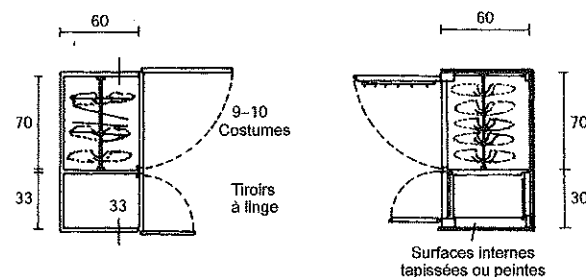
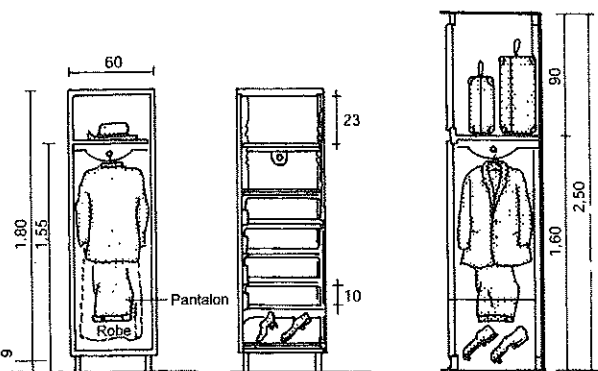
⑦ Séjour classique avec coin repas

PIÈCES D'HABITATION

CHAMBRES À COUCHER

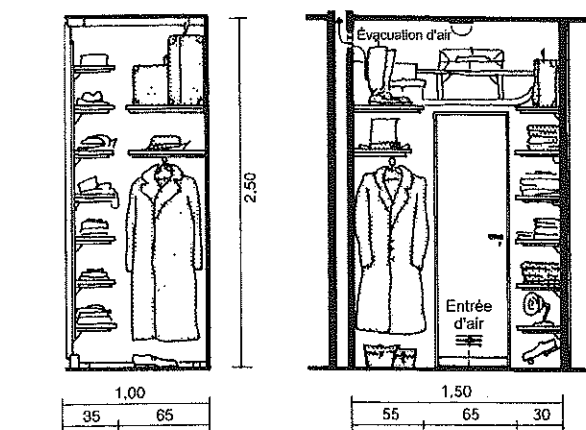
Types de lits





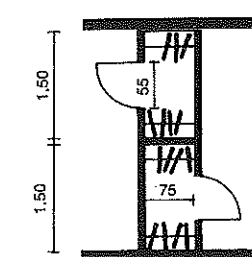
① Placard courant pour vêtements et linge

② Placard encastré pour linge et vêtements

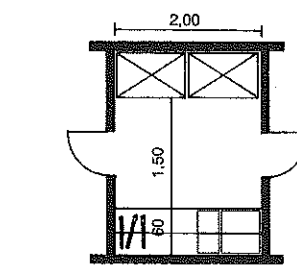


③ Placard double encastré.

④ Placard utilisable depuis deux pièces.



⑤ Rangements encastrés accessibles séparément.



⑥ Espace de rangement avec emplacement vestiaire

PIÈCES D'HABITATION

ARMOIRES MURALES

Des placards encastrés sont préférables dans les logements dont on est propriétaire et des armoires mobiles dans les appartements en location.

Les petites pièces exigent une utilisation complète de l'espace qui rend souhaitable la présence de placards. Les placards muraux entre deux chambres à coucher sont les mieux adaptés (fig. 7, 11 et 12).

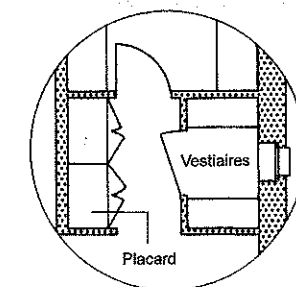
Veiller à l'isolation thermique et à l'aération pour les placards adossés à un mur extérieur de façon à éviter la formation d'humidité par condensation. L'aération est aussi nécessaire pour les placards dans des réduits.

Les placards à vêtements et à linge devraient contenir au moins

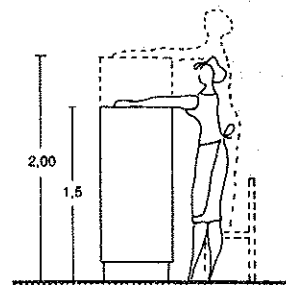
- Pour un homme**
- 5 robes en laine et demi-saison
 - 5 chemisiers
 - 2 complets d'été
 - 2 complets d'hiver
 - 1 costume de sport
 - 2 manteaux d'été
 - 1 imperméable
 - 2 manteaux d'hiver
 - 1 complet noir
 - 1 smoking, 1 frac
 - 6 chemises de nuit
 - 12 chemises
 - 6 maillots de corps
 - 12 chemises en résille
 - 12 caleçons
 - 3 chemises pour frac
 - 8 mouchoirs
 - 24 paires de chaussettes
 - 2 chapeaux d'été
 - 2 chapeaux d'hiver
 - 1 chapeau de paille
 - 1 chapeau melon
 - 1 chapeau haut-de-forme
 - 5 paires de chaussures
- Pour une dame**
- 1 manteau d'hiver
 - 2 manteaux de fourrure et vestes
 - 2 manteaux d'été et imperméables
 - 4 ensembles
- Autres**
- 6 draps
 - 6 couvertures
 - 12 taies d'oreiller
 - 6 serviettes éponge
 - 24 serviettes
 - 6 chiffons à poussière

Pour une dame

- 1 manteau d'hiver
- 2 manteaux de fourrure et vestes
- 2 manteaux d'été et imperméables
- 4 ensembles



⑦ Placard et vestiaires

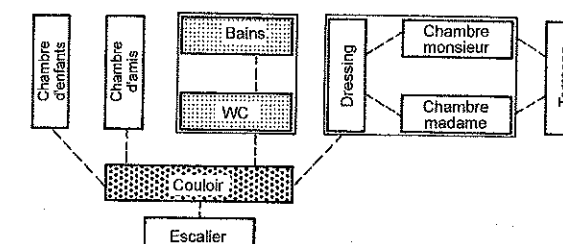


⑧ Hauteurs utiles pour armoire.

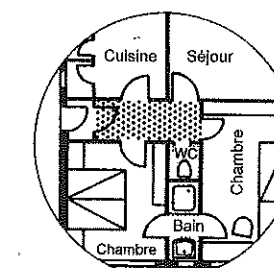
PIÈCES D'HABITATION

SALLES DE BAINS

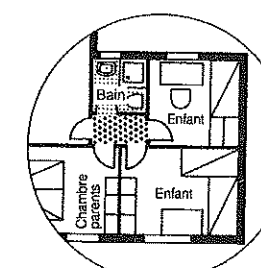
Une salle de bains en tant que pièce indépendante avec baignoire/douche et toilettes fait partie d'après la réglementation allemande (MBO) de l'équipement minimum d'un appartement. Dans les logements plus importants, bains et WC doivent être conçus comme des espaces séparés, prévoir même un WC supplémentaire (pour les invités). Les salles de bain doivent être orientées vers le Nord avec si possible un éclairage et une ventilation naturels. (Dans le cas de salles de bains situées à l'intérieur du plan, prévoir une ventilation mécanique efficace). La salle de bains est généralement disposée dans la zone sommeil (fig. 4), toutefois pour des raisons techniques il est souvent avantageux d'adosser bains et cuisine (ou plutôt WC et cuisine) à des gaines techniques communes (fig. 8 à 10).



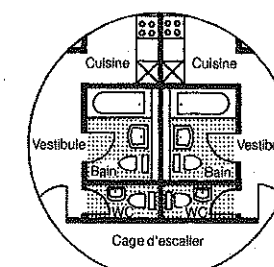
④ Relation entre salle de bains et autres pièces.



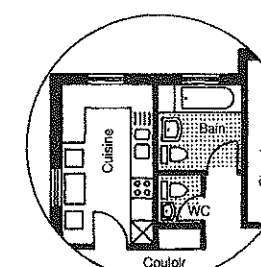
⑤ Bloc sanitaire entre chambres, WC accessibles depuis le couloir.



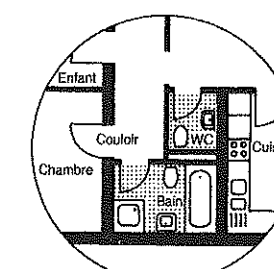
⑥ Salle de bains sur couloir entre séjour et trois chambres.



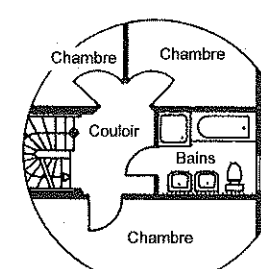
⑦ Cuisine, bains, WC adossés à une gaine technique.



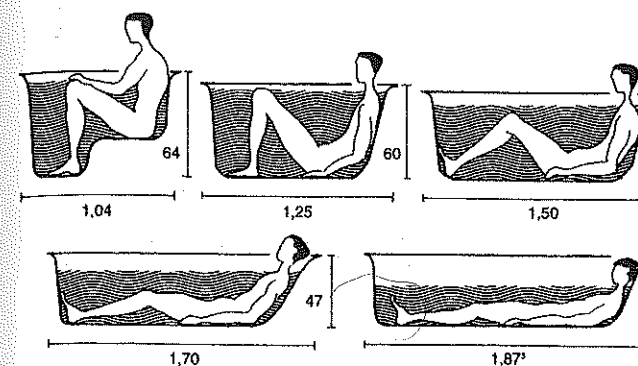
⑧ Cuisine, bains et WC contre une gaine commune.



⑨ Salle de bains sur couloir central.



⑩ Salle de bains - type de maison en bande



Besoins en eau chaude pour :	Quantité d'eau chaude nécessaire (en l)	Température de l'eau chaude (en °C)	Temps d'utilisation (min environ)
Allongé	140-160	40	15
Assis	40	40	5
Bain de pieds	25	40	5
Douche	40-75	40	6

① Baignoires et besoins en eau chaude. Dans le cas de baignoires plus courtes, le niveau de remplissage est plus important.

Aménagements	Encombrement	
	Largeur en cm	Profondeur
Table de toilette, lavabo et bidet		
1. Table de toilette simple	IV 60	IV 55
2. Table de toilette double	IV 120	IV 55
3. Table de toilette intégrée avec un lavabo et un meuble bas	IV 70	IV 60
4. Table de toilette intégrée avec deux lavabos et un meuble bas	IV 140	IV 60
5. Lavabo	IV 45	IV 35
6. Bidet au sol ou accroché au mur	40	60
Bains		
7. Baignoire	IV 170	IV 75
8. Douche	IV 80	IV 80*
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

* Pour la douche avec largeur = 90 à 75 cm

② Place nécessaire pour aménagement de la salle de bains et du WC

Disposition	Mesure	MD*	Mi*
M ₁	M ₁	1200	1060
M ₂	M ₂	2100	1900
M ₃	M ₃	1350	1200
M ₁	M ₁	450	400
M ₂	M ₂	675	600
M ₃	M ₃	750	675
M ₁	M ₁	450	400
M ₂	M ₂	675	600
M ₃	M ₃	750	675
M ₁	M ₁	450	400
M ₂	M ₂	675	600
M ₃	M ₃	750	675
M ₁	M ₁	450	400
M ₂	M ₂	675	600
M ₃	M ₃	750	675
M ₁	M ₁	450	400
M ₂	M ₂	675	600
M ₃	M ₃	750	675
M ₁	M ₁	450	400
M ₂	M ₂	675	600
M ₃	M ₃	750	675

MD = mesure moyenne (mesure recommandée), en mm.

Mi = mesure minimale (mesure limite à respecter strictement), en mm.

③ Distance entre axes et murs des éléments sanitaires.

PIÈCES D'HABITATION SALLES DE BAINS

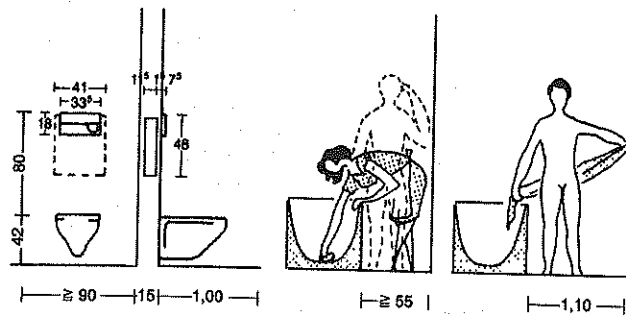
Conception et équipement

Les bases pour concevoir salles de bains et WC dans les appartements sont définies par les normes (voir page 205, fig. 2).

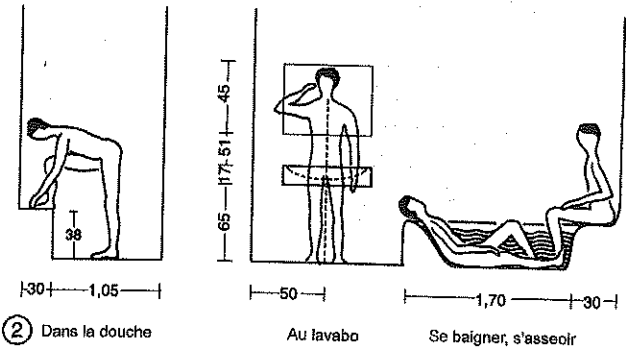
C'est à partir des espacements nécessaires entre équipements sanitaires que sont développés les salles de bains et WC types représentés (ci-contre). Ils se différencient essentiellement comme suit : espaces sanitaires (pour invités) avec WC et lavabos (fig. 3 et 4), salle de bains avec douche et lavabo (fig. 5 et 6), salle de bains avec baignoire, lavabo, WC (fig. 7 et 8), salle de bains avec baignoire pour bains en position allongée, douche, lavabo, WC (fig. 10). À cela s'ajoutent les salles de bains avec un équipement adapté aux personnes handicapées (fig. 11).

En raison de l'humidité importante de l'air et de la formation fréquente de condensation, les surfaces doivent être faciles à nettoyer. Les revêtements des murs et du plafond doivent pouvoir absorber et évacuer l'humidité de l'air en quantité suffisante. Choisir des revêtements de sol antidérapants. Dans le cas où il n'y aurait pas de buanderie, emplacements et branchements doivent être prévus dans la salle de bains pour les machines à laver et sécher le linge, et le bac à linge sale. Il faut prévoir au moins une prise de courant de sécurité (à côté du miroir).

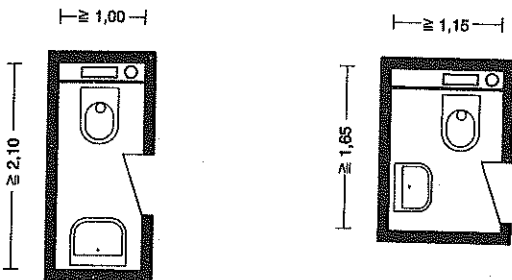
En outre, dans une salle de bains et dans des WC il faut penser aux installations suivantes : rangements pour serviettes et produits de nettoyage, armoire à pharmacie (fermant à clef), porte-serviettes (éventuellement avec un chauffage d'appoint), barres d'appui au-dessus de la baignoire.



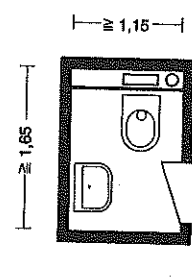
① Espace nécessaire dans la salle de bains (valeurs indicatives)



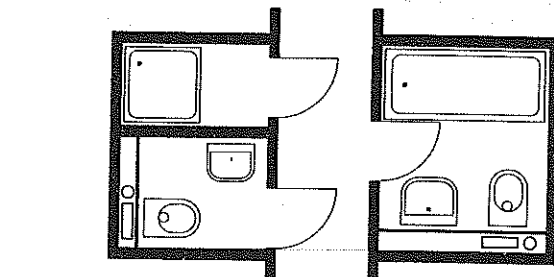
② Dans la douche



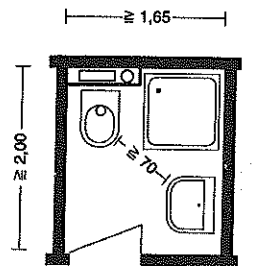
③ WC avec lavabo



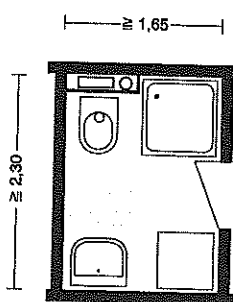
④ WC avec lave-mains



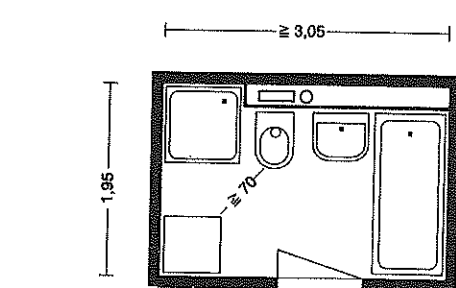
⑨ Disposition fonctionnelle d'espaces de bains séparés



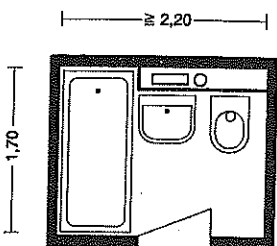
⑤ Espace nécessaire pour une salle de bains équipée d'une douche



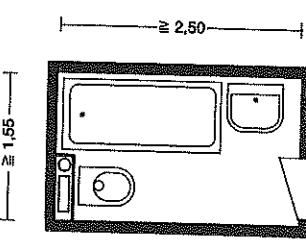
⑥ Salle de bains équipée d'une douche avec lave-linge



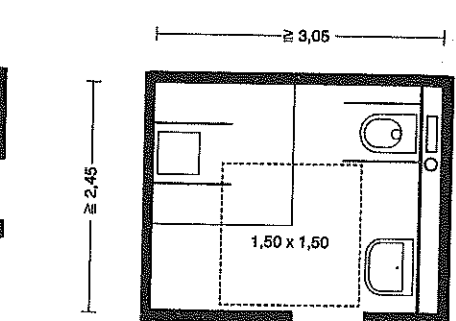
⑩ Salle de bains équipée d'une baignoire pour bains en position allongée avec emplacement pour le lave-linge



⑦ Espace nécessaire pour une salle de bains équipée d'une baignoire



⑧ Salle de bains équipée d'une baignoire pour bains en position allongée



⑪ Salle de bains sans obstacles au sol avec emplacement de douche

PIÈCES D'HABITATION LOCAUX DE SERVICES

Rangements

Les espaces de rangement servent principalement à entreposer et conserver les appareils et les produits de nettoyage, la table à repasser, les outils, les paniers et sacs pour les courses ainsi que des objets encombrants comme les valises, les paniers à linge et l'escabeau domestique.

Il faut concevoir ces espaces suffisamment grands car ils contribuent considérablement au confort de l'habitation, particulièrement dans le secteur du logement collectif.

En plus de la cave et des combles, à l'intérieur d'une habitation, il faut donc disposer d'un débarras $\geq 1 \text{ m}^2$ pour une largeur libre de 75 cm. Prévoir si possible 2 % de la surface habitable pour le débarras dans une habitation plus importante.

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.

Réserve, cellier

Lors de la conception d'appartements et de maisons, il faut prévoir des locaux comme le cellier et la réserve, car ils sont importants dans la vie quotidienne.

L'emplacement le plus pratique pour un cellier est à côté de la cuisine (fig. 6 à 13).

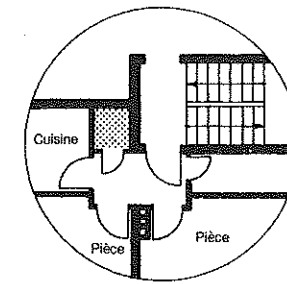
Il doit être frais, à l'abri du soleil et disposer d'une aération.

Prévoir un branchement pour le réfrigérateur et éventuellement pour l'armoire à vins réfrigérée.

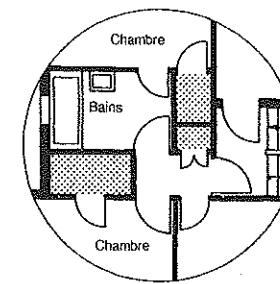
Monter des étagères de rangement si possible jusque sous le plafond.

La réserve à proximité de la cuisine sert à la conservation des produits alimentaires frais périssables et à entreposer les conserves et, dans une moindre mesure, les boissons. Elle est souvent un complément du réfrigérateur.

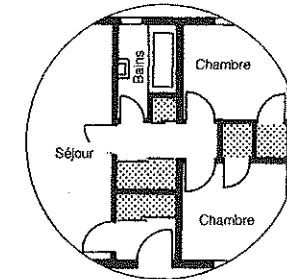
Le local de la réserve peut prendre différentes formes (fig. 5).



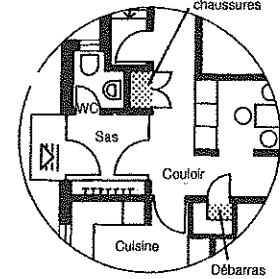
① Rangement donnant sur le couloir.



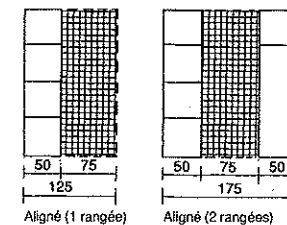
② Rangements donnant sur le couloir et la chambre.



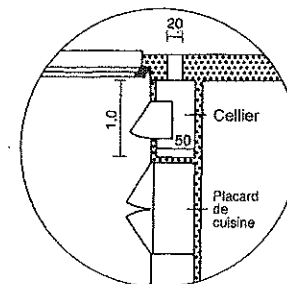
③ Emplacement pour débarras et placards.



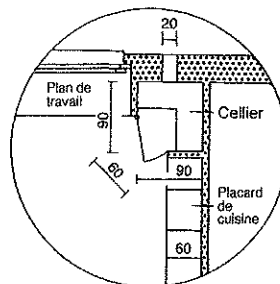
④ Rangement et placard à chaussures dans la zone d'entrée.



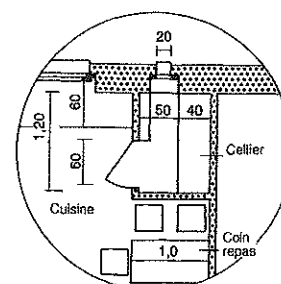
⑤ Types de celliers.



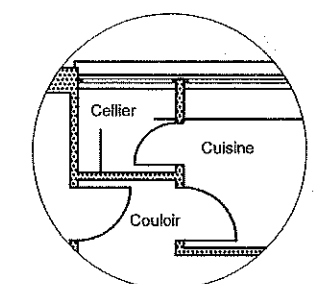
⑥ Garde-manger en prolongement d'un placard.



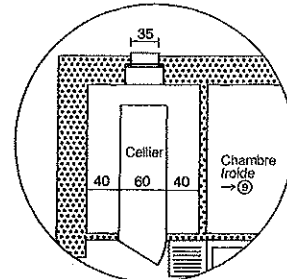
⑦ Garde-manger en coin.



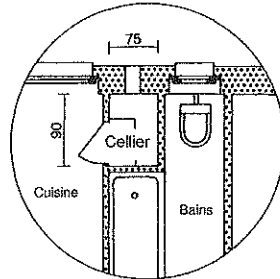
⑩ Cellier à côté d'un coin repas.



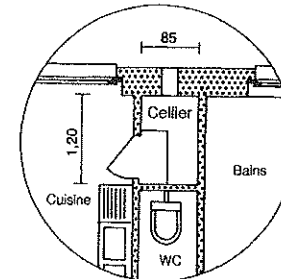
⑪ Cellier avec fenêtre en hauteur.



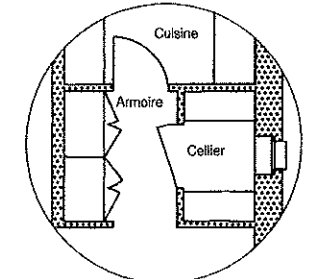
⑧ Cellier : garde-manger plus spacieux.



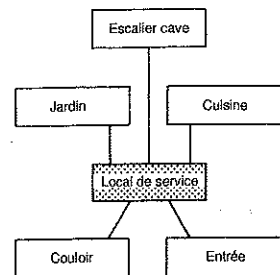
⑨ Garde-manger économisant de la place, derrière la baignoire.



⑫ Comme (fig. 9), derrière les WC.



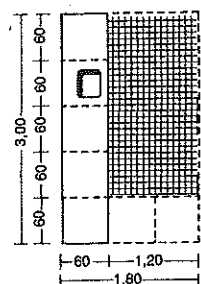
⑬ Cellier devant la cuisine.



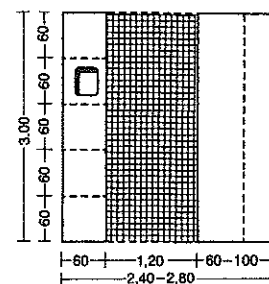
① Schéma de disposition des pièces par rapport au local de service.

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

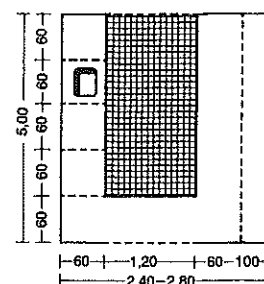
② Place nécessaire pour éléments d'équipement.



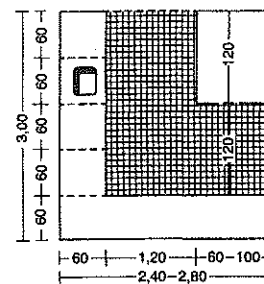
③ Local de service en L ou aligné (1 rangée).



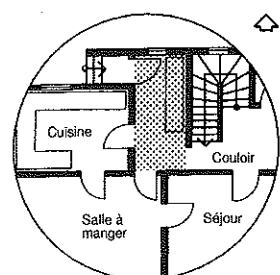
④ Aligné (2 rangées).



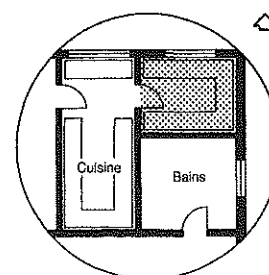
⑤ En U.



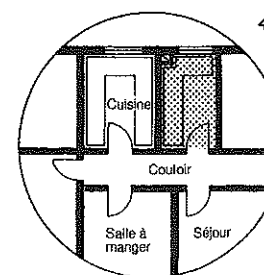
⑥ En L.



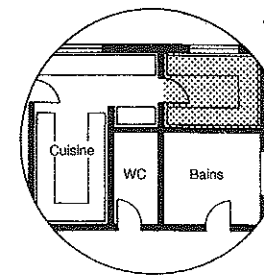
⑦ Local de service à proximité de l'entrée de service.



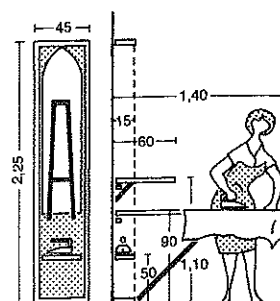
⑧ Accessible de la cuisine.



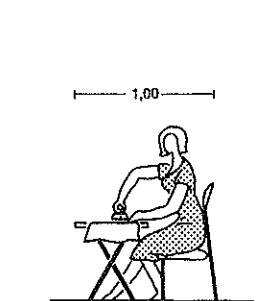
⑨ À côté de la cuisine, accessible du couloir.



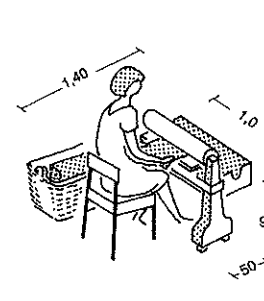
⑩ À côté de la cuisine et de la salle de bains.



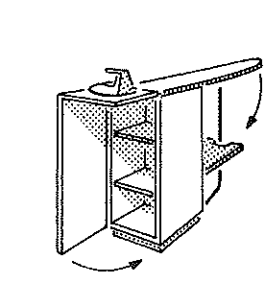
⑪ Planche à repasser repliable contre un mur ou dans une armoire.



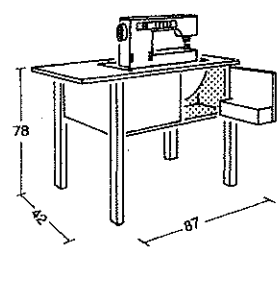
⑫ Place nécessaire pour repasser en position assise.



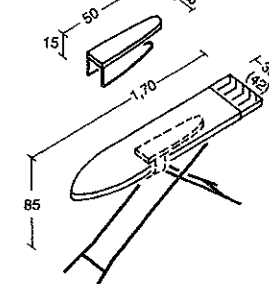
⑬ Pour repassage électrique.



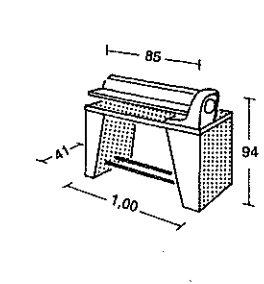
⑭ Meuble de repassage, pliant.



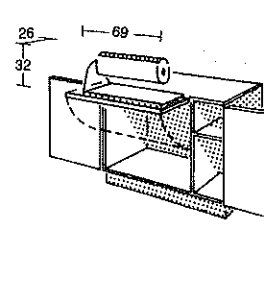
⑮ Machine à coudre.



⑯ Planche à repasser et jeannette.



⑰ Machine à repasser électrique.



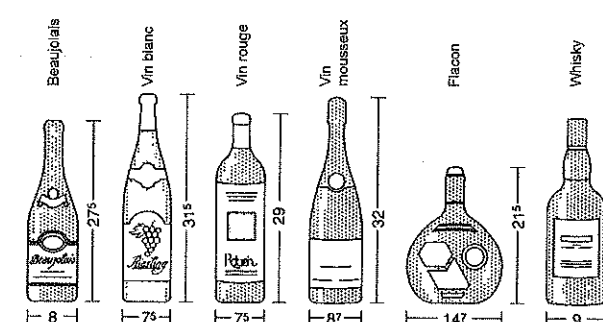
⑱ Machine à repasser incorporée dans un placard.

PIÈCES D'HABITATION LOCAUX DE SERVICES

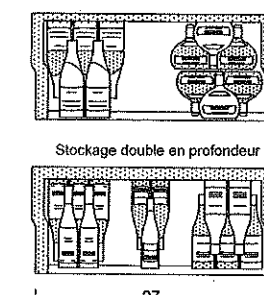
Lavage et repassage

Orientation au Nord (fig. 7 à 10) : locaux pour entreposer les appareils de nettoyage, pour coudre, repasser, laver et éventuellement pour bricoler. Dimensions : surface minimale 3,80 m², largeur 4,60 m (fig. 2).

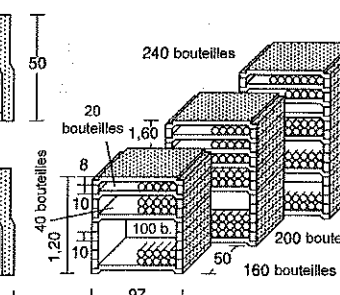
Local de service à proximité de l'entrée de service avec éléments de rangement en longueur (fig. 7), mieux encore directement à côté de la cuisine (fig. 8) ou accessible de la cuisine (fig. 9 et 10). Lors de la conception, tenir compte d'un maniement pratique et hygiénique des appareils. La hauteur de la planche à repasser (fig. 11 à 14) n'est pas la même selon qu'on repasse en position assise ou debout (fig. 12 et 13).



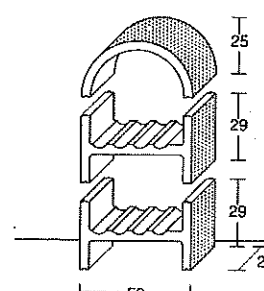
① Bouteilles



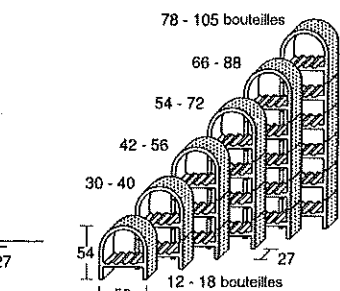
② Exemple de disposition dans un élément préfabriqué (fig. 3)



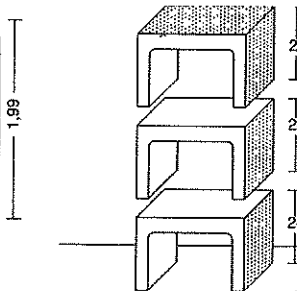
③ Rayonnage à bouteilles en béton ponce



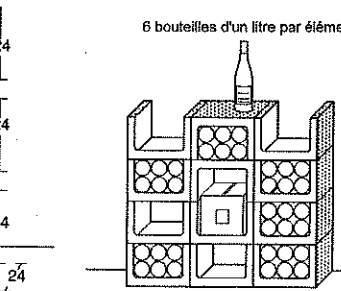
④ Casier à bouteilles en éléments de pierre naturelle reconstituée



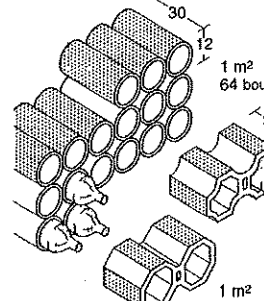
⑤ Hauteur de casier (fig. 4)



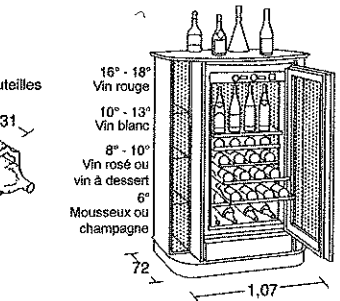
⑥ Élément de rayonnage en grès argilo-calcaire (fig. 7)



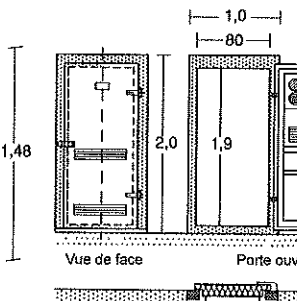
⑦ Rayonnage vu de face (fig. 6)



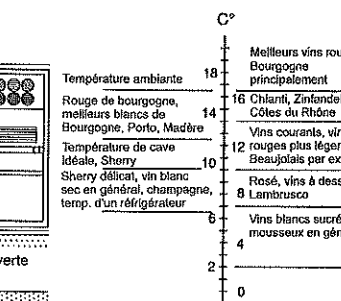
⑧ Tubes en terre cuite et tubes façonnés



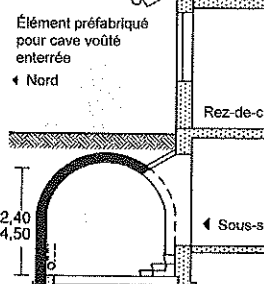
⑨ Armoire à vin climatisée



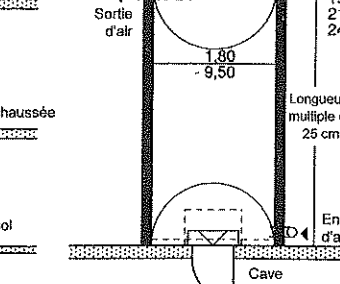
⑩ Porte pour cave à vin climatisée



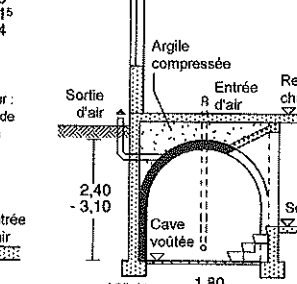
⑪ Température appropriée de stockage



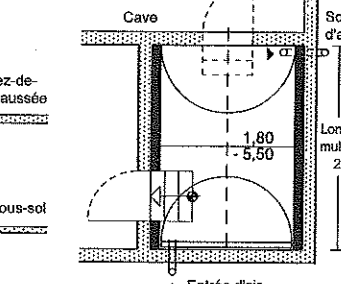
⑫ Cave voûtée (fig. 13)



⑬ Vue en plan



⑭ Incorporée dans une cave



⑮ Vue en plan (fig. 14)

PIÈCES D'HABITATION LOCAUX DE SERVICES

Cave à vin

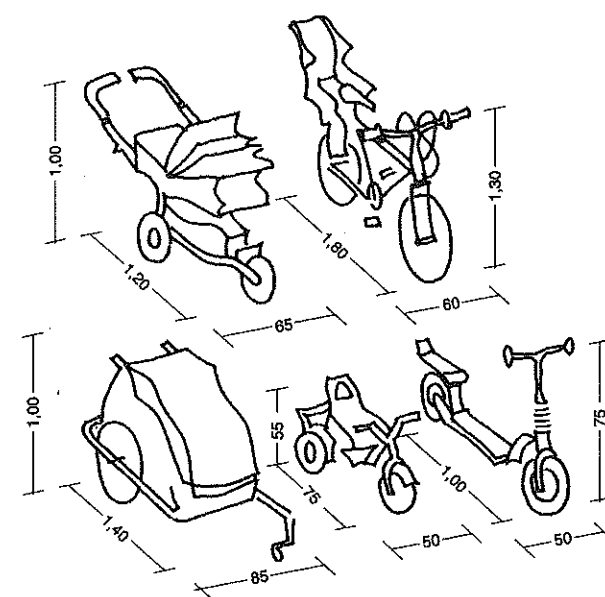
La pièce à aménager en cave à vin devrait, si possible, être enterrée dans le sol. Si elle est située sur le côté de la maison, la prévoir du côté nord (figure 12). Conditions idéales dans une cave à vin : humidité de l'air de 70 % et température de 10 °C à 12 °C. Le vin vieillit plus vite pour chaque degré au-dessus de 12 °C. Des températures en dessous de 10 °C ne nuisent pas au vin. On peut obtenir ces conditions avec un appareil de climatisation, une cellule climatisée ou une porte pour cave à vin climatisée (fig. 10).

Poser une porte hermétique en tôle d'acier laquée avec serrure magnétique et prévoir une isolation thermique (de dimensions : $h = 2,01 \times l = 0,63$ m). Sol poreux qui respire, par exemple en sable ou en brique non vernie. Murs maçonnés en briques pour garantir des conditions d'humidité naturelles. L'aération de la pièce doit pouvoir être régulée de manière souple selon le climat et la saison. L'éclairage de la cave devrait être aussi faible que possible et utilisé seulement si nécessaire. À cause des variations de température avec la hauteur, stocker le vin mousseux près du sol, le vin blanc à mi-hauteur et le vin rouge le plus haut possible (fig. 9 et 11).

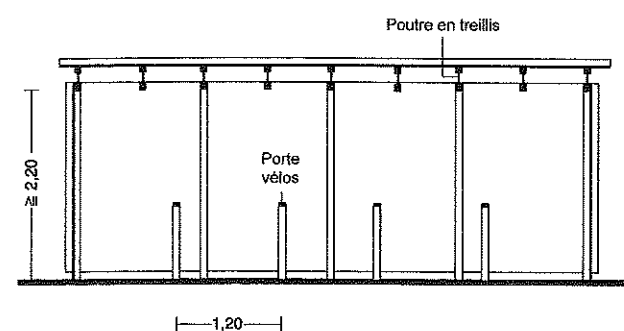
L'aération de la cave doit être régulée de manière souple selon le climat et la saison. Son éclairage doit être aussi faible que possible et utilisé seulement si nécessaire. Du fait des variations de température avec la hauteur, stocker le vin mousseux près du sol, le vin blanc à mi-hauteur et le vin rouge le plus haut possible (fig. 9 et 11).

Les éléments de rayonnage en béton ponce, en pierre naturelle reconstituée, en grès argilo-calcaire, sont des matériaux poreux qui respirent. L'humidité est régulée et la température stabilisée. Il se crée dans la pièce un microclimat (fig. 2 à 7).

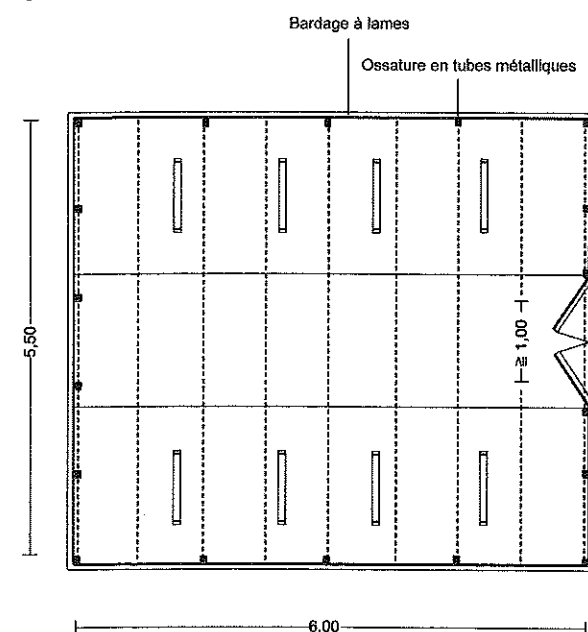
Il existe des briques préfabriquées pour caves voûtées installées dans une construction neuve (fig. 14 et 15) ou enfoncée dans le sol à côté de la maison avec un recouvrement de terre de 0,8 m à 1 m (fig. 12 et 13).



① Place nécessaire pour vélos, voitures d'enfants, remorques à vélos, tricycles, rollers etc.



② Coupe (voir fig. 3)



③ Espace vélos/voitures d'enfants pour 20 véhicules (exemple).

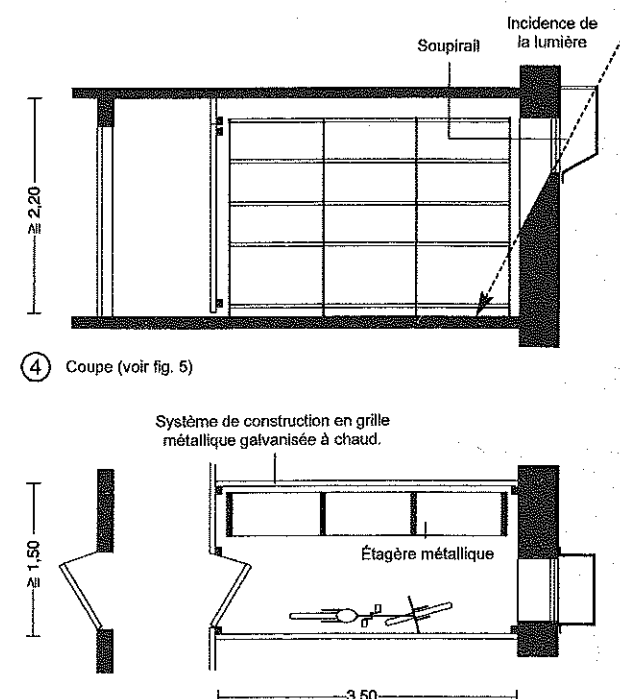
PIÈCES D'HABITATION LOCAUX DE SERVICES

Pièces communes servant de remise.

Outre les pièces débarras propres à chaque appartement, il est d'usage de prévoir dans les immeubles d'habitation d'une certaine importance, des locaux communs, d'accès facile, servant de remises pour voitures d'enfants et vélos. Des surfaces correspondantes devraient être aménagées dans chaque bâtiment d'habitation et dans les maisons individuelles. Le dimensionnement de ces pièces peut se baser sur l'attribution d'au moins un véhicule/habitant (enfants compris). Outre vélos et voitures d'enfants il faut aussi prendre en compte rollers, tricycles, remorques... (fig. 1). Ces locaux doivent être aménagés si possible de plain-pied, être fermés à clé et être équipés de patères et râteliers pour vélos afin de préserver les véhicules entreposés. Ils peuvent être réalisés à l'intérieur de l'immeuble en tant que remise (avec accès depuis le hall) ou bien être aménagés en tant qu'abri séparé sur la parcelle (fig. 2 et 3). Des râteliers pour vélos supplémentaires doivent être mis à disposition à l'extérieur en nombre suffisant, en particulier quand les pièces servant de remises doivent être installées dans le sous-sol de l'immeuble.

Cave

Pour chaque appartement, la surface prévue pour servir de remise se compose en règle générale à la fois d'un local débarras à l'intérieur de l'appartement (p. 207) et d'une surface supplémentaire aménagée à l'extérieur du logement. Cette surface est en général conçue en tant que cave (fig. 4 et 5), elle peut aussi être aménagée sur la parcelle en tant qu'abri extérieur. Les surfaces de cave doivent être sèches et bien aérées. Un éclairage naturel est recommandé. L'aménagement adéquat de l'ouverture de la fenêtre permet d'optimiser l'incidence de la lumière (fig. 4).



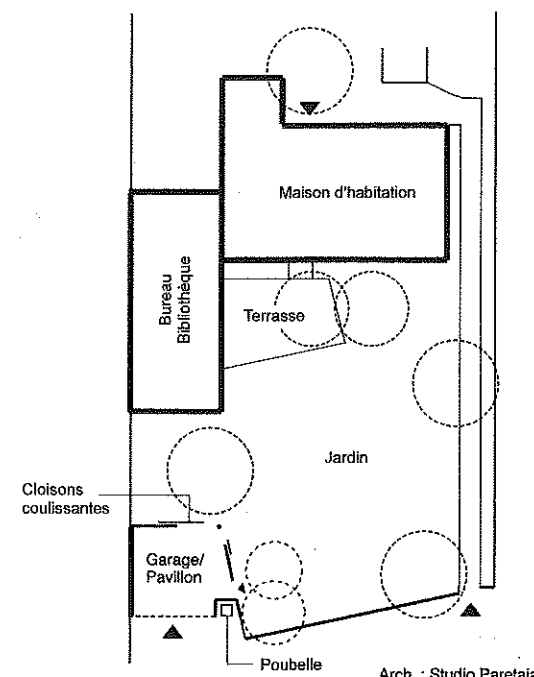
④ Coupe (voir fig. 5)

⑤ Boîte de cave dans un immeuble d'habitation (exemple).

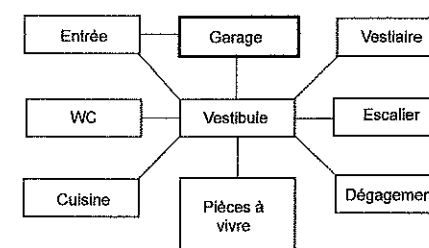
PIÈCES D'HABITATION LOCAUX DE SERVICES

Garages, abris couverts pour voitures

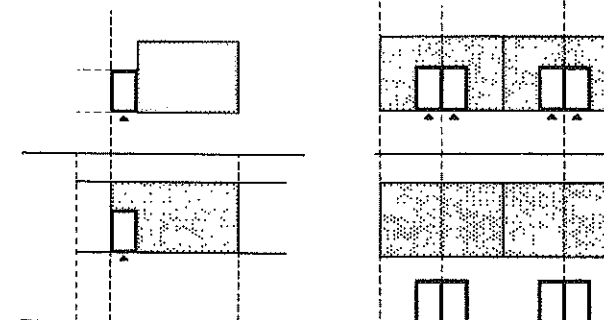
Conformément aux règlements d'urbanisme, les places de stationnement nécessaires doivent être aménagées sur la parcelle de la construction. Les places de stationnement sont aménagées de diverses manières sous forme de garages individuels ou doubles, éventuellement sous forme de constructions de garages indépendantes ou bien directement reliées aux bâtiments d'habitation. Espace nécessaire (fig. 7 à 12). (Dans la construction privée, une réduction des surfaces est possible. Pourtant il faut prendre en considération la tendance à l'augmentation des tailles des véhicules particuliers modernes (également en hauteur).) À côté des garages, les places de parking individuelles et couvertes (carports) représentent une possibilité à la fois intéressante financièrement, intelligente du point de vue de la physique du bâtiment (pas de condensation sur les voitures froides en hiver) et économe en place. Pour assurer aux véhicules une protection suffisante contre les intempéries, il est avantageux de fermer le côté le plus exposé. La combinaison avec un espace fermé servant de remise est recommandée (pour vélos) (fig. 11). Les abris pour voitures conviennent aussi particulièrement bien aux places de stationnement communes (fig. 12). Les figures 3 à 6 donnent des exemples de disposition et de configuration d'abris pour voitures en relation avec les bâtiments d'habitation.



① Maison d'habitation avec garage double disposé en avant (également utilisable en pavillon de jardins).

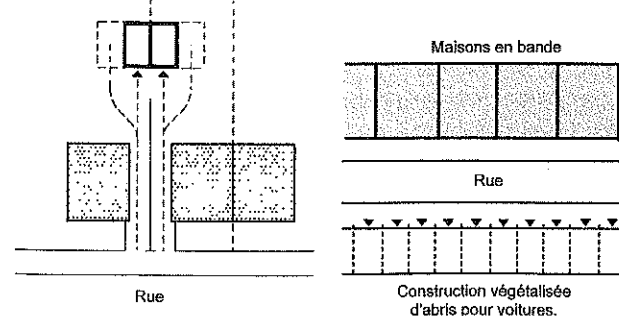


② Relations spatiales entre le garage et les autres zones de la maison.



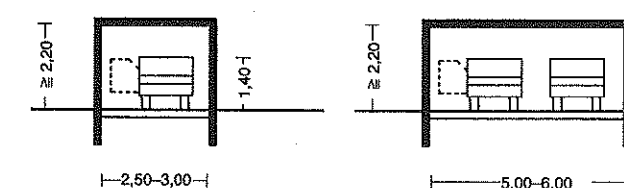
③ Garage accolé ou à l'intérieur d'une maison individuelle.

④ Garage devant ou à l'intérieur d'une maison en bande.



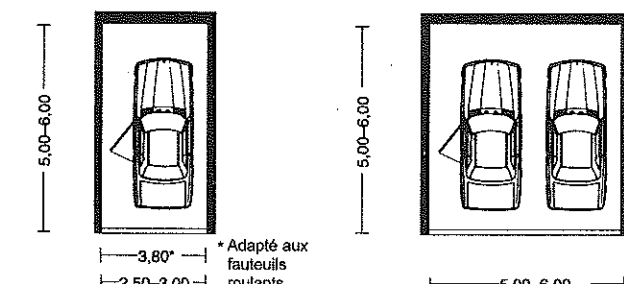
⑤ Garage en fond de parcelle.

⑥ Places de stationnement communes.



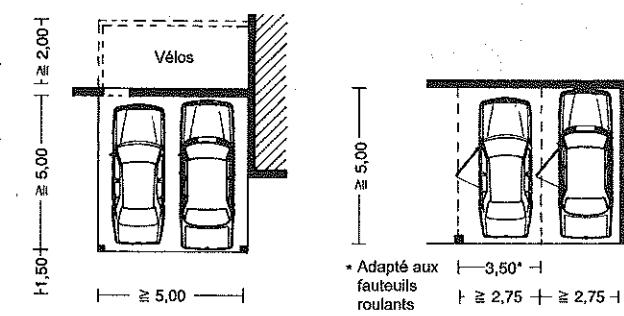
⑦ Coupe sur fig. 9

⑧ Coupe sur fig. 10



⑨ Garage individuel

⑩ Garage double



⑪ Abri pour deux véhicules particuliers et éventuellement des vélos.

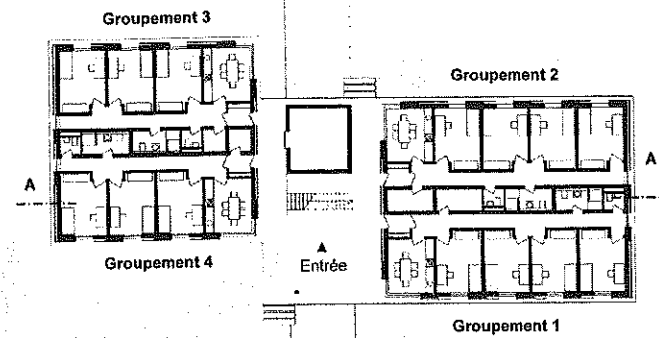
⑫ Abri pour voitures destiné à des places de stationnement communes.

FOYERS POUR ÉTUDIANTS

En règle générale, les foyers pour étudiants sont réalisés et exploités par des œuvres étudiantes, à proximité des installations d'enseignement supérieur, et se présentent sous diverses formes (20 à 30 unités regroupées pour former des structures ouvertes, grands aménagements avec 80 unités et plus). Elles servent à l'hébergement limité dans le temps des étudiants pour la durée de leurs études. D'étroites limites sont imposées en matière de dimensionnement et d'équipement. Les aménagements en chambres individuelles, studios simples ou doubles et logement en commun ont fait leurs preuves. La disposition et la configuration des surfaces communes à l'intérieur et à l'extérieur des unités de logements sont déterminantes pour que les foyers soient favorablement perçus par les étudiants.

Exigences

Les exigences des directives générales d'urbanisme concernent pour l'essentiel les pièces à vivre avec des contraintes minimales en matière de surface au sol (9 m²), de hauteur sous plafond (2,40 m), d'orientation, d'aération, d'éclairage (surface de fenêtre équivalente à 1/8 de la surface au sol), tout comme d'issues de secours (deux issues de secours indépendantes à chaque étage, dont l'une étant un escalier de secours). Les directives des foyers étudiants prévoient des dimensions normalisées pour les unités de logements (environ 12 m² pour les chambres individuelles et 16 m² pour les studios). Il faut en plus programmer une certaine proportion de surfaces en tant qu'installations communes.

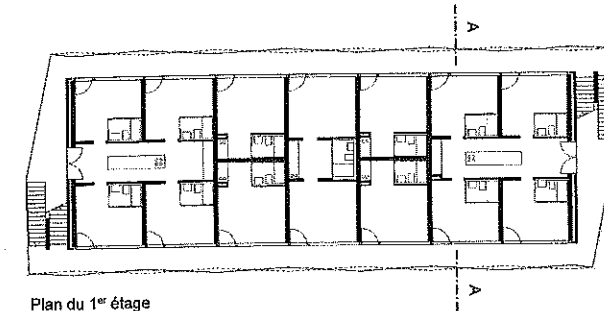


Plan rez-de-chaussée

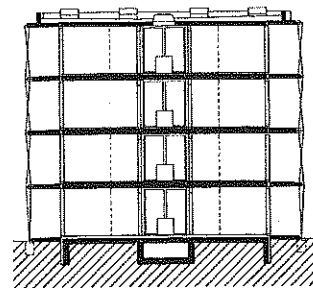
Coupe AA

① Foyer d'étudiants à Halle/Saale

Arch. : Gernot Schulz
à : Hillebrandt + Schulz, Köln



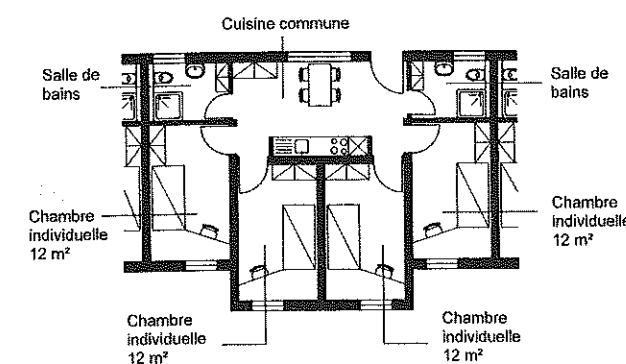
Plan du 1er étage



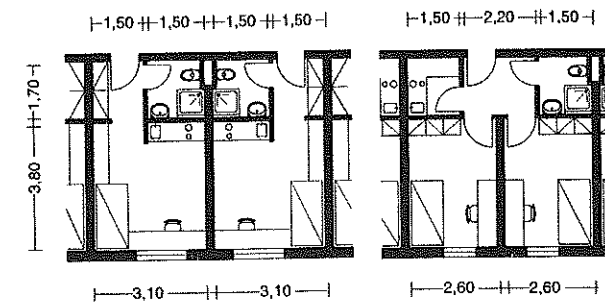
Coupe AA

② Foyer d'étudiants à Garching

Arch. : Fink et Jocher, München

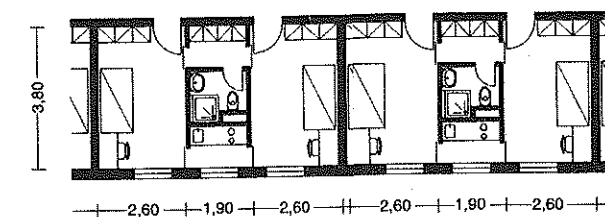


③ Logement en commun avec chambres individuelles, salles de bains partagées et cuisine commune en position centrale



④ Studio

⑤ Studios doubles



⑥ Studios doubles avec salle de bains, cuisine et dressing en commun

Les formes de logements

La distinction se fait essentiellement entre logements en commun (fig. 2 et 3) et individuels (fig. 4 à 6). Dans les logements en commun, les pièces partagées sont développées de la même façon que dans les appartements. Un groupe de chambres (4 à 8) avec des fonctions (cuisine, salle de bains) disposées dans la zone commune selon un plan type linéaire ou centré. Les chambres individuelles, disposées le long d'un couloir avec salle de bains et cuisine communes, constituent le plan classique (mais anonyme) des foyers étudiants. Les développements des chambres individuelles ont fait leurs preuves en tant que studios (fig. 4) (chambre avec douche et éventuellement linéaire de cuisine) et studios doubles (fig. 5 et 6) (deux chambres avec cuisine et salle de bains en commun). Cette forme de logement, très souple, peut être utilisée aussi bien par des célibataires que par des couples (avec enfant).

MAISONS DE RETRAITE

Établissements pour les personnes âgées :

1. Logement pour personnes âgées.
2. Maison de retraite.
3. Maison de retraite médicalisée.

Logement pour personnes âgées (fig. 3 à 8)

Logement individuel répondant aux besoins des personnes âgées, pour leur permettre de vivre autant que possible en dehors des foyers. Les appartements sont disséminés dans les zones résidentielles à raison de 10 %. Logement pour une personne : 25 à 35 m². Logement pour deux personnes : 45 à 55 m². Balcons protégés des intempéries dont la surface est supérieure à 3 m² avec une profondeur minimale de 1,40 m et porte sans seuil.

Logements pour personnes âgées assistées

Logements regroupés dans un bâtiment, complétés par des salles communes avec cafétéria et des surfaces de plus de 20 m² par unité d'habitation. Situation favorable à proximité d'une maison de retraite médicalisée 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.

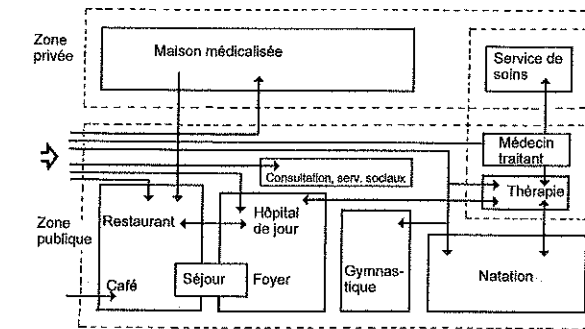
Maison de retraite

Avec des installations permanentes de logement et d'assistance. Respecter les réglementations. En raison de grandes surfaces, la taille fonctionnelle est d'environ 120 places. Offres de ravitaillement, de loisirs et de thérapie. Service de soins de courte durée. Aménagement général : Marches d'escalier 16/30. Bords des marches soulignés par une couleur. Mains-courantes des deux côtés, de même que dans les couloirs. Ascenseurs pour malades alités, avec sièges rabattables. Cuisines avec allèges de fenêtres non meublées. Voir les normes pour les constructions adaptées aux personnes handicapées (voir p. 33 à 37).

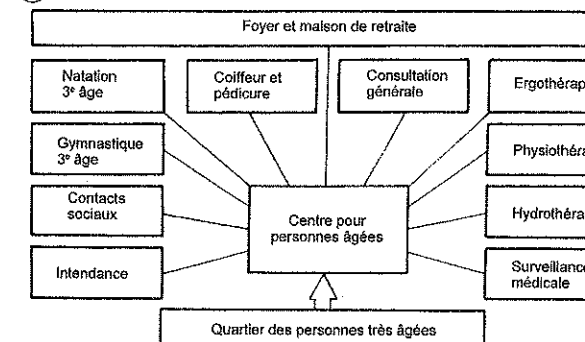
Situation : À proximité d'une infrastructure urbaine ou villageoise et des moyens de transport public.

Foyer de jour pour personnes âgées

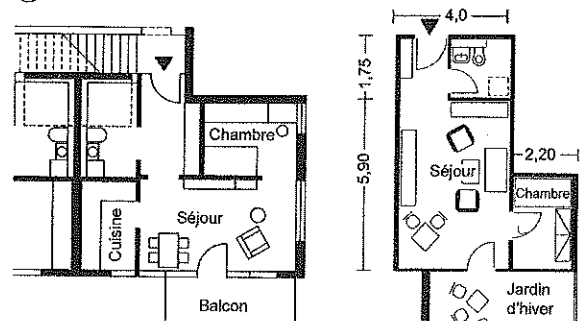
Pour les contacts sociaux et les aides aux personnes non hospitalisées. Pour des personnes vivant de façon autonome. Il faut compter un foyer pour 1 600 habitants âgés. Salle de rencontre (avec cloisons mobiles) jusqu'à 120 m², pièce de service et de consultation de 20 m², pièces pour thérapie motrice et de loisir, vestiaires, salles communes, WC, cafétéria et piste de quilles.



① Schéma des relations entre les différentes zones

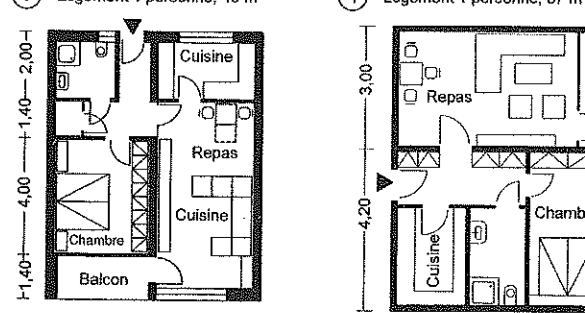


② Schéma des fonctions d'un centre pour personnes âgées



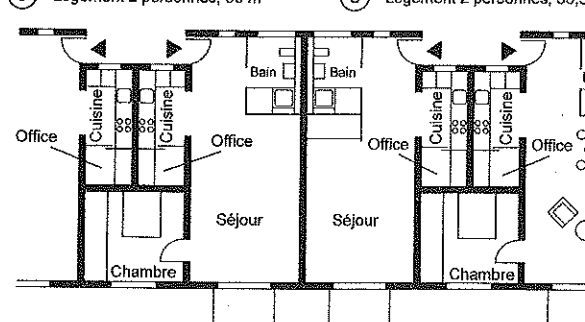
③ Logement 1 personne, 40 m²

④ Logement 1 personne, 37 m²

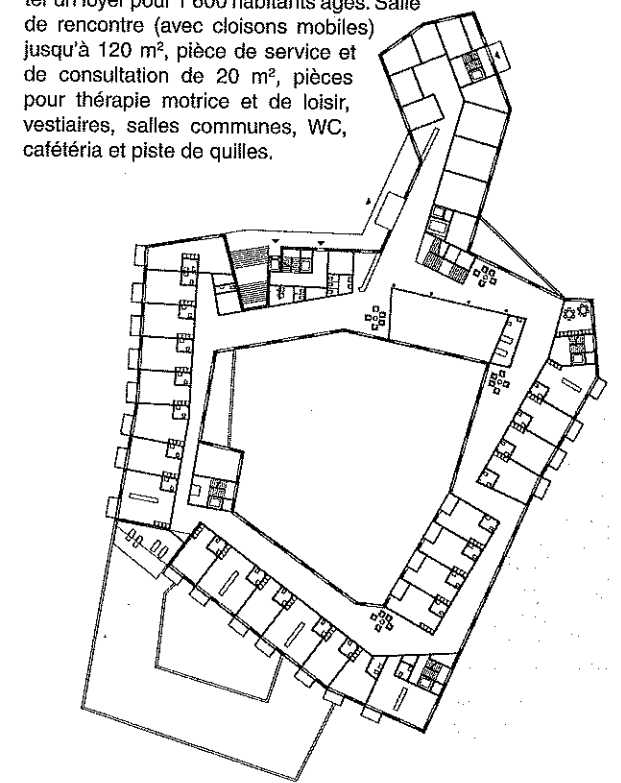


⑤ Logement 2 personnes, 58 m²

⑥ Logement 2 personnes, 55,5 m²



⑦ Logement pour personnes âgées



⑧ Maison de retraite Frauensteinmatte, Zug

Arch. : Graber Pulver

MAISONS DE RETRAITE

Maison de retraite médicalisée

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).

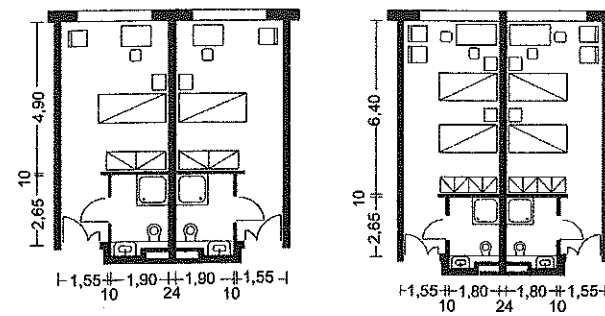
Il faut prévoir des logements pour une personne de 18 m² ainsi répartis : chambre séparée : 7 m², entrée de 1,25 x 1,25 m avec 1 m de surface pour vestiaires, bloc sanitaire avec WC, lavabo et douche. Prévoir des aménagements adaptés pour l'accueil de personnes handicapées.

Le groupe d'habitation comprend 8 à 10 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 résistante 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.

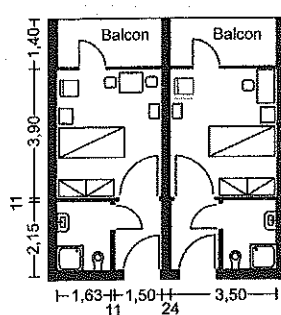
Regrouper les installations centrales au rez-de-chaussée et sous-sol ou répartir sur différents services.

Pièces pour administration, parloir, loisirs, salles communes, cafétéria. Pièces pour ergothérapie, gymnastique, pédicure, coiffeur.

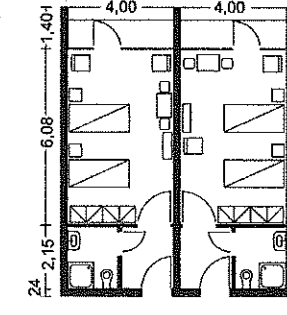


① Chambre de soins à 1 lit

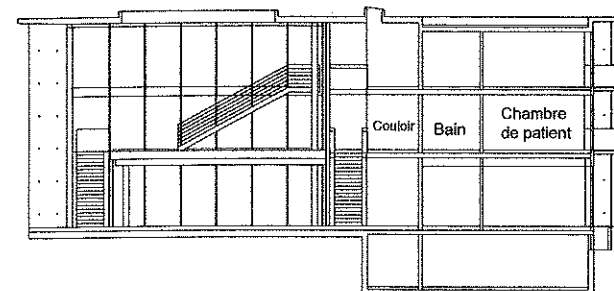
② Chambre de soins à 2 lits



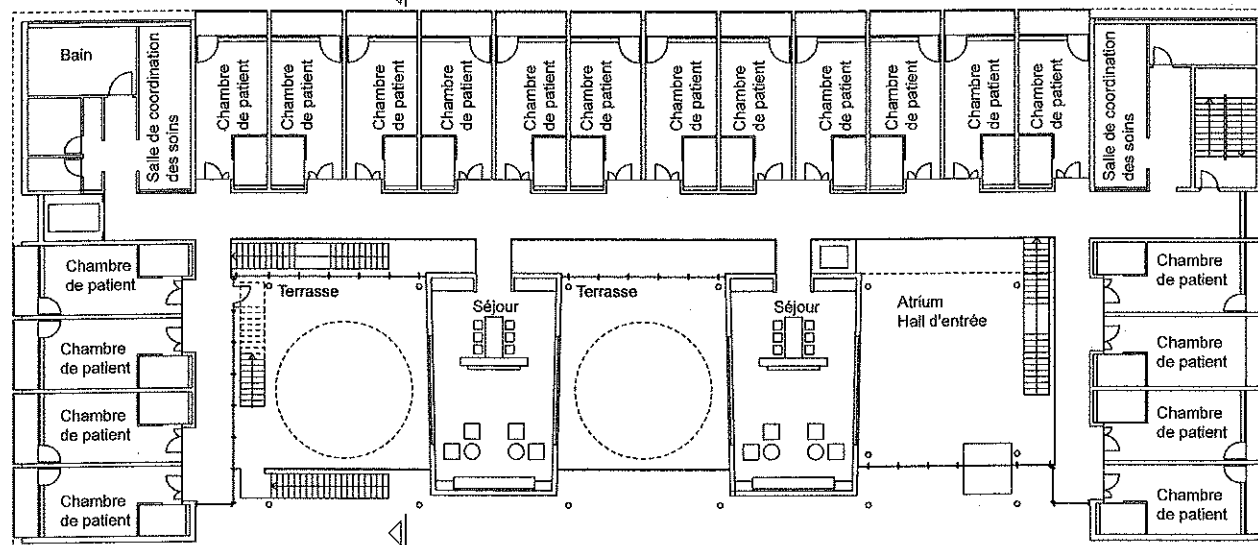
③ Chambre de soins à 1 lit



④ Chambre de soins à 2 lits



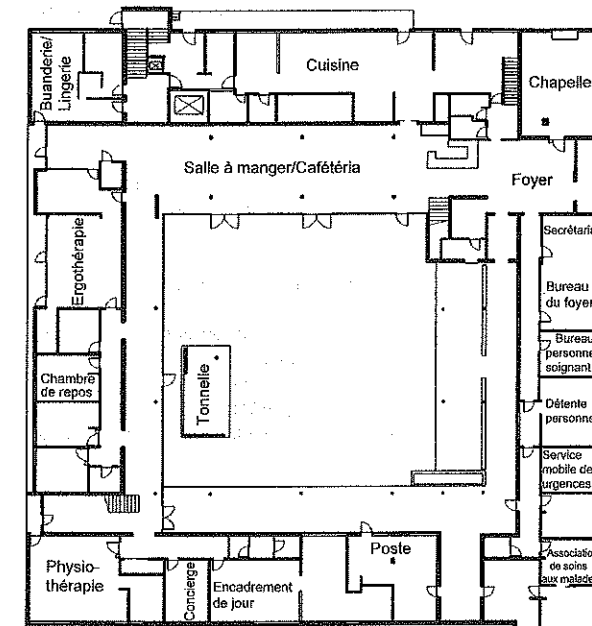
⑤ Coupe (fig. 6)



⑥ Maison de retraite médicalisée « Haus Gisingen », Feldkirch/Vorarlberg, 1^{er} étage

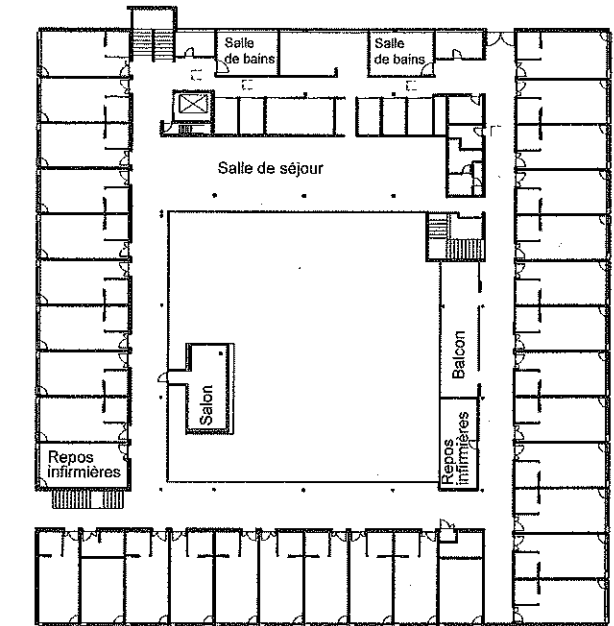
Arch. : Noldin & Noldin

MAISONS DE RETRAITE EXEMPLES



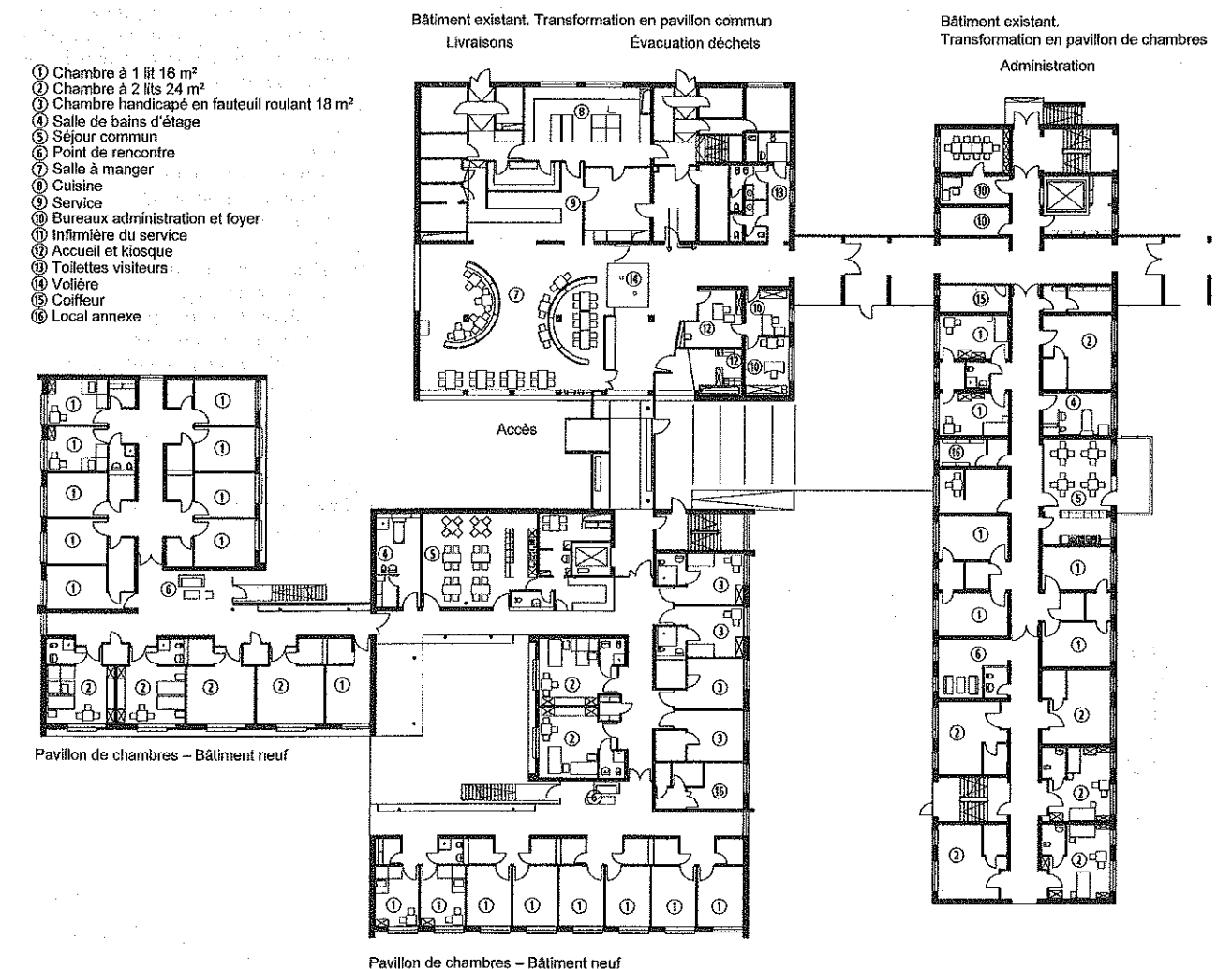
① Maison de retraite et de soins pour personnes âgées « Maison Nofels » à Feldkirch/Vorarlberg. Rez-de-chaussée et 1^{er} étage

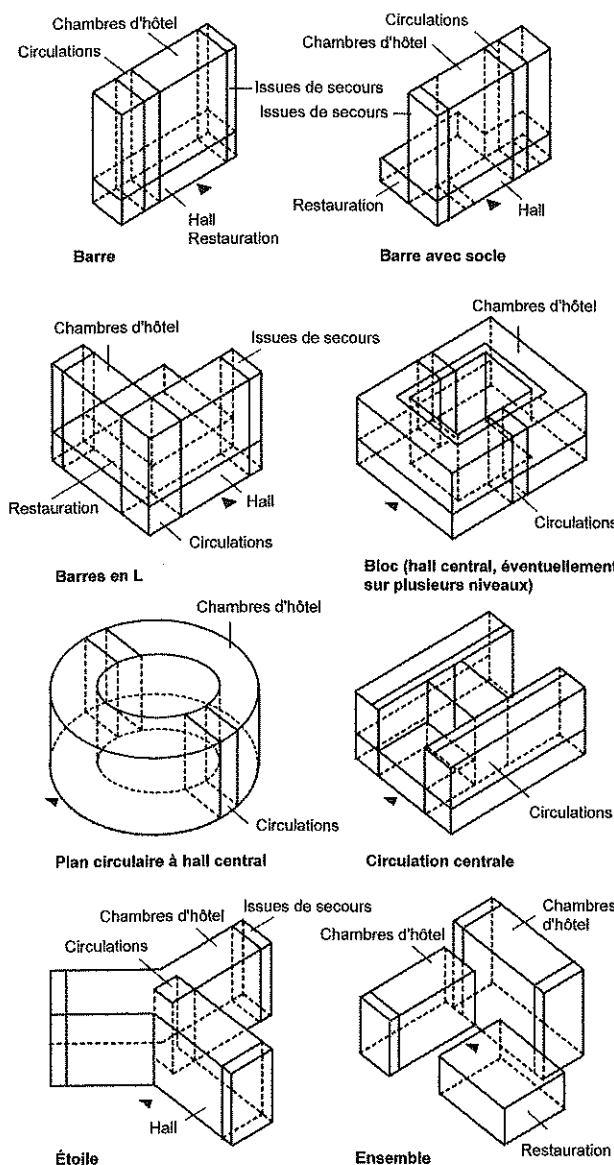
Arch. : Rainer Köberl



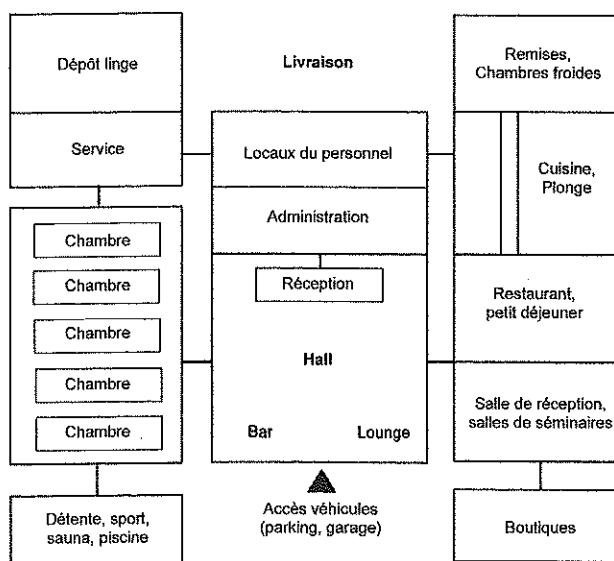
② Maison de retraite et de soins pour personnes âgées à Elbe Fläming, Dessau-Rosslau. Rez-de-chaussée

Arch. : Kister Scheithauer Gross





① Principales formes d'hôtels.



② Organigramme des locaux et des circulations d'un hôtel.

Catégorie d'hôtel	m²/chambre
Hôtel courant avec grande salle de conférence, night club, boutiques	55-65
Hôtel en centre ville	45-55
Motel	35-45
Hôtel de villégiature	40-55
Hôtel de classe inférieure et moyenne avec salles de bains séparées et service de restauration réduit	18-20

③ Valeurs indicatives de surfaces brutes des chambres en fonction de la catégorie d'hôtel.

HÔTELS

L'hôtel, à l'origine une activité d'hébergement et de restauration aux ambiances particulières et variées, est de nos jours une entreprise de prestation de services avec un large spectre de possibilités (congrès, villégiature, détente). Il y a des hôtels de catégories de prix et de confort différentes, classés en fonction d'un nombre d'étoiles (voir p. 217). Un schéma des relations de principe des espaces et des circulations à l'intérieur d'un hôtel est représenté par la figure 2. Y sont distingués pour l'essentiel :

- le hall de l'hôtel et la réception disposés de manière centrale ; poste de coordination bien en vue et représentatif, situé entre les différentes parties du complexe,
- la zone gastronomie en relation avec le hall de l'hôtel (surface de prestation correspondant à la catégorie de l'hôtel),
- l'administration,
- la zone du personnel, avec accès séparé, partiellement en relation directe avec d'autres zones de l'hôtel,
- la zone d'hébergement avec les différents choix de chambres et les zones particulières de circulation, aménagées en fonction des critères de catégorie, d'orientation, d'isolation contre le bruit : cuisine, remise, locaux de service.

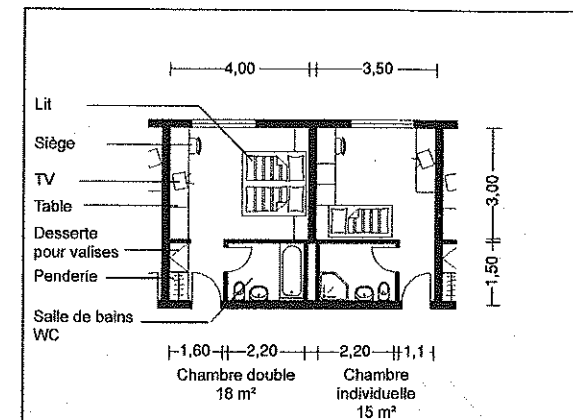
Hébergements

Chambres d'hôtel, chambres simples et doubles. Suites avec salons, ou deux chambres avec porte communicante. Comme les surfaces pour l'intendance et les garages nécessitent de plus grands espaces entre supports au sous-sol ou 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 les hôtels avec appartements, cuisine intégrée et coin repas.

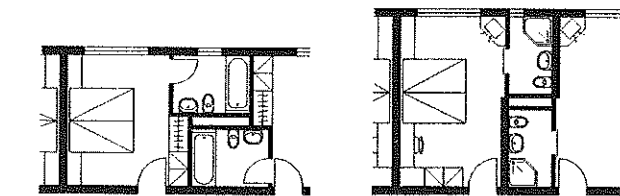
Office d'étage 1 pour 15 chambres, point de ralliement pour service des chambres. Petit déjeuner dans la chambre env. 35 % en France, 60 % en Amérique, peu en Europe centrale. Proportion du couloir env. 6 m² par chambre, au moins 1,50 m de large, 1,80 m mieux. Important dans un hôtel : accès si possible différencié 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.

Si l'hôtel n'a pas de restaurant intégré, il doit comporter une salle pour les petits déjeuners et au moins un bar pour sa clientèle. Les hôtels pour séminaires ont besoin d'une place accrue et doivent disposer d'un hall central multifonctionnel approprié à la réception de groupes, des salles de réunion et d'exposition, des installations pour les pauses. Prévoir des réserves pour chaises et mobilier additionnels.

Des équipements complémentaires peuvent être prévus : salle de projection audiovisuelle (avec occultation des baies), cabines de traduction, équipement multimédias, local de consultation d'Internet.

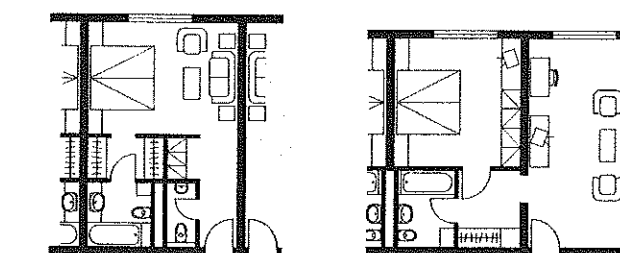


① Chambre d'hôtel 3 étoiles avec équipement et dimensions principales



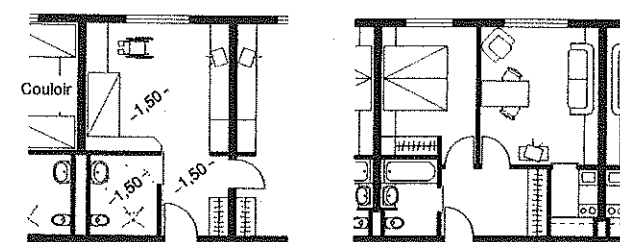
② Salles de bains entre les chambres d'hôtel

③ Salles de bains entre les chambres d'hôtel



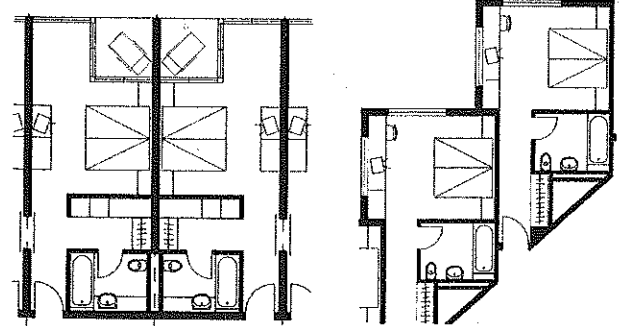
④ Chambre d'hôtel avec WC supplémentaire

⑤ Studio deux pièces



⑥ Chambre d'hôtel adaptée aux handicapés avec chambre pour la personne accompagnatrice (voir p. 33)

⑦ Studio deux pièces avec cuisinette



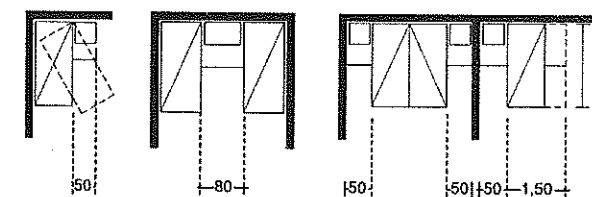
⑧ Chambre d'hôtel avec dressing et balcon

⑨ Disposition en diagonale

HÔTELS
CHAMBRES

Les chambres d'hôtel constituent en terme de surface la plus grande partie de l'hôtel. La qualité de la chambre est un critère essentiel pour l'appréciation de l'hôtel par la clientèle. Traditionnellement la tendance est à l'uniformisation et à la schématisation des plans et des aménagements (fig. 1).

Pour s'adapter à une définition élargie de la chambre d'hôtel (espace de séjour, de détente, de travail et de sommeil), il est souhaitable, dans le cadre des contraintes économiques et techniques, de tenir compte du confort mais aussi du besoin d'individualité et de personnalisation (fig. 2 à 9).

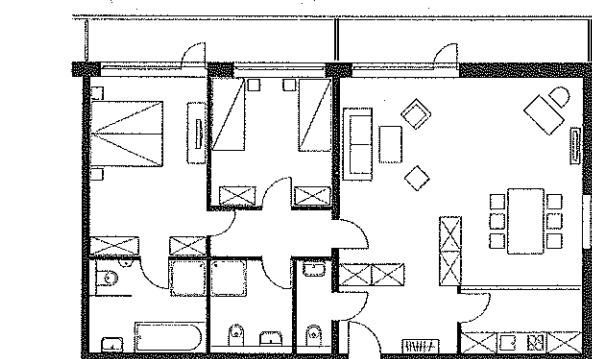


⑩ Distances minimales entre lits

En France, le classement administratif des établissements hôteliers (Art. du 14/02/1986 et 7/04/1989) distingue 6 catégories, qui sont déterminées par l'équipement et la taille des chambres (fig. 1).

Équipement des chambres selon la catégorie

- sans étoile : chambre individuelle 7 m² (surface utile minimum, sanitaires non compris), chambre double 8 m² (surface utile minimum, sanitaires non compris), lavabo dans la chambre ;
- 1 étoile : chambre individuelle 8 m², chambre double 9 m² (taille minimale, voir ci-dessus), salle de bains ou douche indépendantes avec WC dans la chambre dans 20 % des chambres ;
- 2 étoiles : chambre individuelle 8 m², chambre double 9 m² (taille minimale, voir ci-dessus), salle de bains ou douche indépendantes avec WC (minimum 1,75 m²) dans la chambre dans 40 % des chambres ;
- 3 étoiles : chambre individuelle 9 m², chambre double 10 m², (taille minimale, voir ci-dessus), salle de bains ou douche indépendantes dans la chambre avec WC (minimum 2,5 m²) dans 80 % des chambres ;
- 4 étoiles : chambre individuelle 10 m², chambre double 12 m² (taille minimale, voir ci-dessus), salle de bains ou douche indépendantes avec WC (minimum 3 m²) dans la chambre dans toutes les chambres ;
- 4 étoiles L : chambre individuelle 10 m², chambre double 14 m² (taille minimale, voir ci-dessus), salle de bains et douche indépendantes dans la chambre avec WC, dans toutes les chambres. Suites ou appartements comprenant une ou deux chambres pouvant être transformées en salon (5 % minimum).



⑪ Appartement-suite avec cuisine fermée, 2 salles de bains et WC séparé

Hébergement



Arch. : Subsola



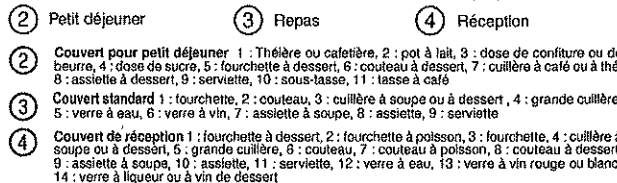
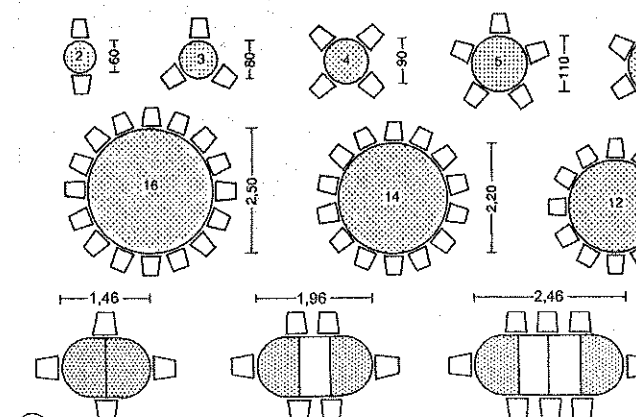
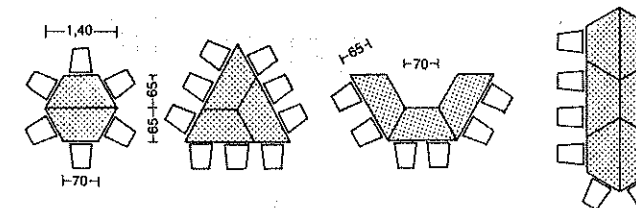
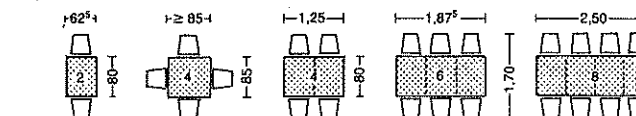
Arch.: Jan Störmer architecte

④ SIDE-Hôtel, Hambourg, coupe A-A

Un exemple caractéristique de l'hôtel urbain est représenté par le SIDE-hôtel à Hambourg (fig. 2 à 4) implanté en angle sur l'ilot (voir p. 216). Le plan est constitué par un premier bâtiment formant l'angle extérieur et d'un second bâtiment disposé sur l'arrière qui dépasse et surmonte le premier de 4 étages. Entre les deux, se profile au 8^e étage, à 30 m au dessus du hall de l'hôtel, un « sky-lounge » éclairé naturellement qui forme un élément architectonique central. Ce bar qui est au centre du complexe, fait la jonction entre les fuyantes de l'angle formé par les rues et sert à la fois d'élément d'intégration et d'orientation. Dans les étages courants (fig. 2), les chambres de l'hôtel (équivalent catégorie 4 étoiles L) avec bains, sont disposées, pour la plupart, parallèlement au couloir comme un système rampant de coursives tout autour du plénum du hall. Dans les angles tout comme aux 10^e et 11^e étages se trouvent les suites (en partie en recouvrement du hall). Restaurant et salles de congrès sont aménagés au rez-de-chaussée et au 1^{er} étage dans la zone formant l'angle. Cuisine et administration se situent sur la partie arrière du rez-de-chaussée. La grande salle de conférence (éclairée naturellement par un puits de lumière), spa, piscine tout comme le parking souterrain et les surfaces techniques sont répartis sur les quatre niveaux de sous-sol.

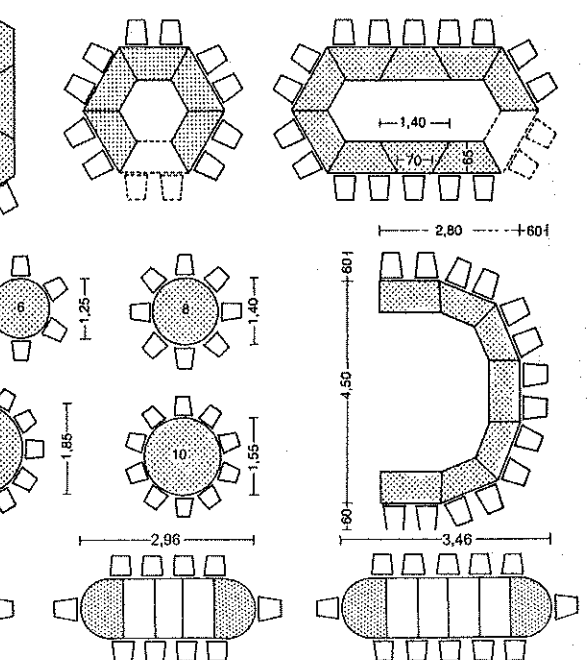
Pour pouvoir manger confortablement, une personne a besoin d'une surface de table d'environ 60 cm de largeur et 40 cm de profondeur (fig. 2 à 4) ce qui donne assez de distance avec le voisin de table. Au milieu de la table, une bande de 20 cm de large est nécessaire pour saladiers, plats et terrines, 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 > 75 cm (fig. 1) car la chaise occupe déjà 40 cm. Si l'espace entre table et mur sert aussi de passage, cette distance doit être > 100 cm. Les tables rondes nécessitent un peu plus de surface au sol, différence jusqu'à 50 cm.



Longueur de table
avec siège en bout de table

5 Pers. = 1,65; 7 = 2,15
9 = 2,90; 11 = 3,52



⑤ Tables/places assises

Hébergement

CAFÉS ET RESTAURANTS

ORGANISATION

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 qualités et quantités 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.

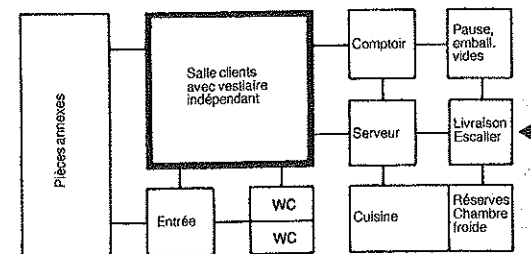
C'est de la situation géographique que dépend le type de restaurant approprié.

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 $\leq 50 \text{ m}^2 = 2,50 \text{ m}$, plus de $50 \text{ m}^2 = 2,75 \text{ m}$, plus de $100 \text{ m}^2 \geq 3,00 \text{ m}$, sur ou sous les estrades $\geq 2,50 \text{ m}$.

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).

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 $\geq 1,10 \text{ m}$. Hauteur de passage $\geq 2,10 \text{ m}$ mesurée verticalement. Surface des fenêtres $\geq 1/10$ de la surface des pièces d'un restaurant.



8 Schéma de fonctionnement d'un petit restaurant.

Surface locaux clientèle	Largeur utile	Plates clients	Cuvettes WC H.	Unités
$\leq 100 \text{ m}^2$	$\geq 1,10 \text{ m}$	≤ 50	1	2
$\leq 250 \text{ m}^2$	$\geq 1,30 \text{ m}$	$\leq 50-200$	2	3
$\leq 500 \text{ m}^2$	$\geq 1,65 \text{ m}$	$\leq 200-400$	3	4
$\leq 1000 \text{ m}^2$	$\geq 1,80 \text{ m}$	≤ 400	Suivant cas d'espèce	6

9 Largeur utile des escaliers.

Type	Utilisation sièges par repas	Surface nécessaire cuisine m ² /cuv.	Surface nécessaire salle m ² /place assise
Restaurant 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	1	0,3-0,4	1,6-1,8
Pensions			
Suppl. 80 % env. pour entrepôts, locaux personnel, etc.			
Couvert = place assise x rotation			

11 Surface nécessaire.

10 Toilettes

Aménagement	Places assises	Service m ² /place	Self-service m ² /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

12 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

13 Largeur des passages.

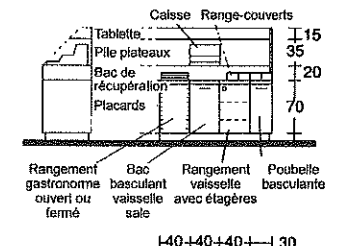
CAFÉS ET RESTAURANTS

SALLES, SERVICES

Le besoin de place est très différent en fonction de la diversité de caractère des cafés restaurants. Hormis les salles de restauration rapide, c'est dans les cafés que ce besoin est le plus faible. Il s'accroît dans les restaurants et c'est dans les lieux de banquets qu'il est le plus important. La disposition des tables en diagonales nécessitent bien moins de place qu'un agencement en ligne. Économie de place jusqu'à 35 %. Les niches conduisent à une utilisation avantageuse de l'espace, parce que l'écart entre chaises et mur n'est pas nécessaire.

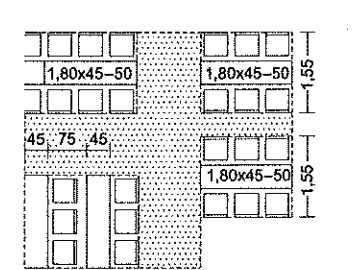
Dans les salles de restaurant plus importantes plusieurs groupes de tables sont rassemblés pour former des unités (rangs). Par principe, la formule qui mettrait en équation personne et mètres carrés est à éviter. En effet ce n'est pas applicable aux salles de moins de 100 m², cela conduisant à une fausse interprétation. Conception fonctionnelle des salles de restaurant :

- détermination des accès, des circulations, dont le nombre et la largeur réduisent la surface utile ;
- détermination des avant-postes (rangs, consoles) propres au service (avec exception des formes variables d'aménagement) en rapport avec l'office, minimum un avant-poste pour 40 places, si possible disposé de manière centrale ;
- détermination de la taille et de la forme des tables en rapport avec le caractère de l'établissement et la clientèle visée. Il faut former des zones de 20 places assises (12 à 24 places) en moyenne afin d'éviter le caractère « salle d'attente ».



6 Office

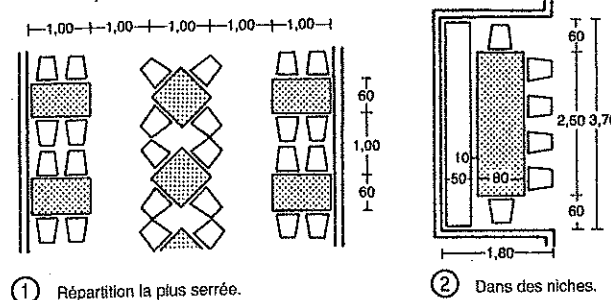
1,80	1,80
------	------



7 Cérémonies, congrès, sans repas

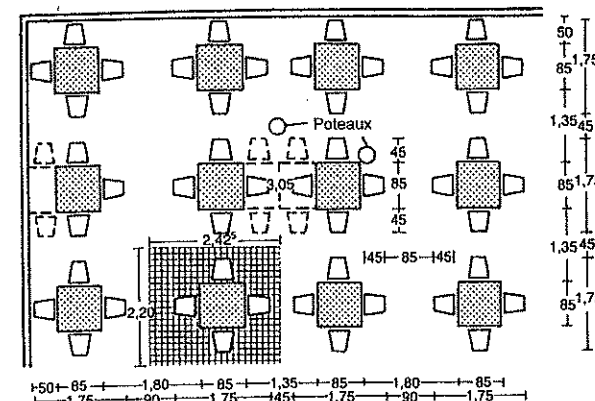
Hébergement

Hébergement

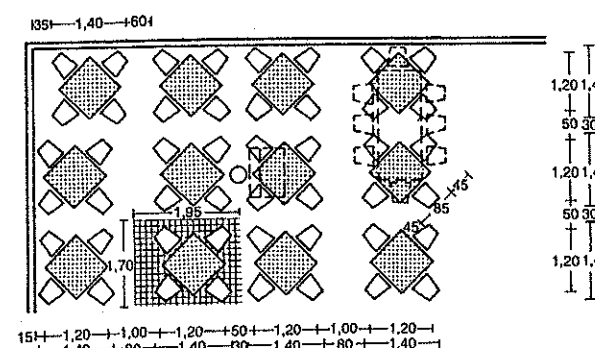


1 Répartition la plus serrée.

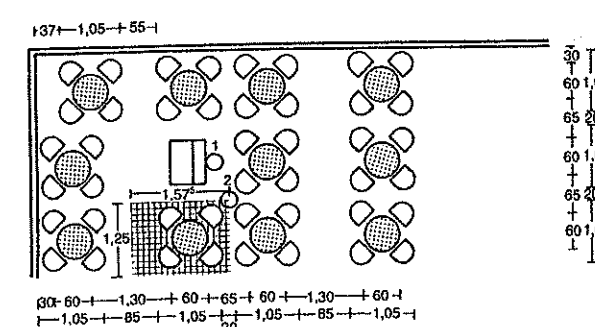
2 Dans des niches.



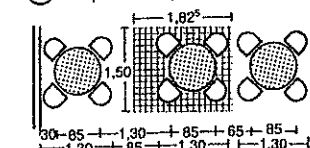
3 Répartition parallèle des tables.



4 Répartition en diagonale des tables.

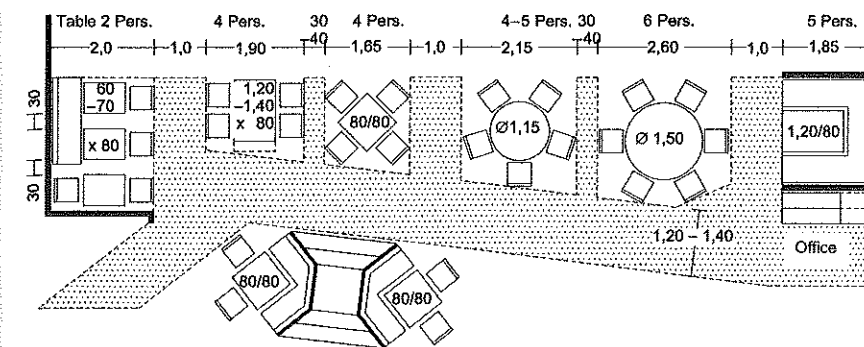


5 Répartition la plus serrée.

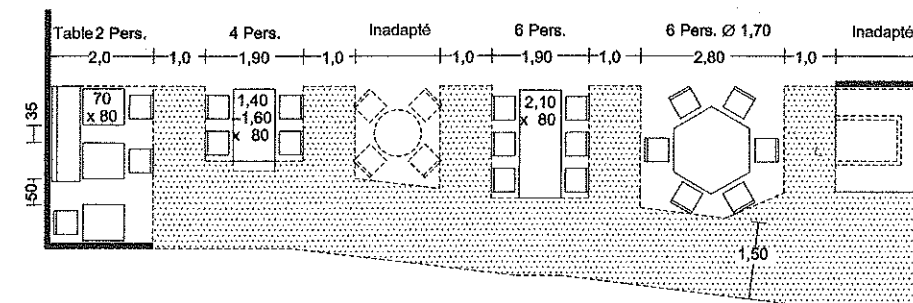


6 Tables dans un café.

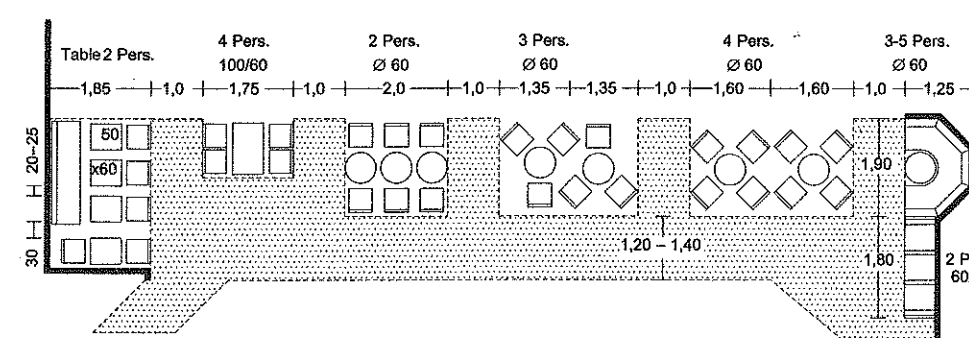
7 Table de Zuntz



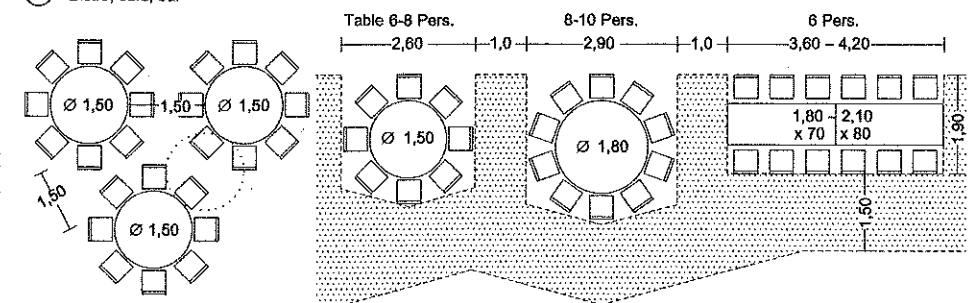
1 Restaurant



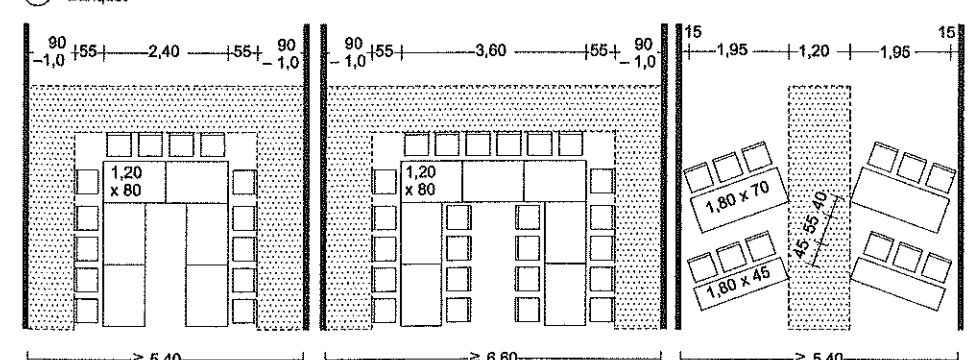
2 Restaurant en libre-service



3 Bistro, café, bar



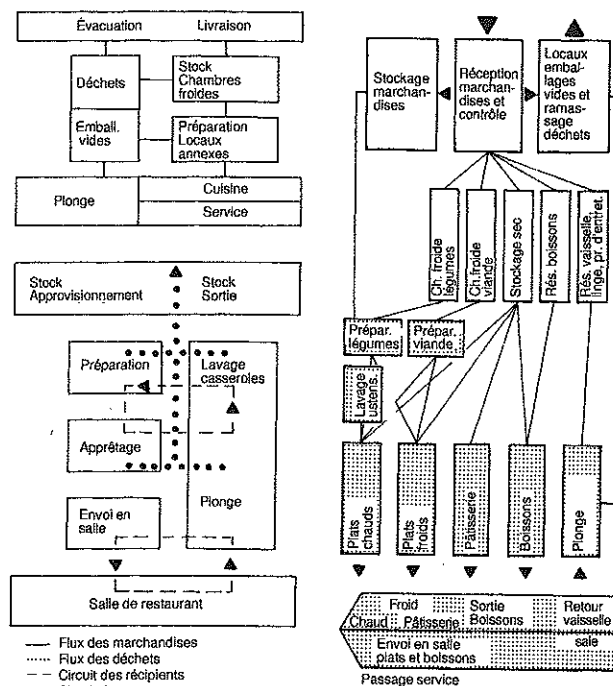
4 Banquet



5 Salles de réceptions et séminaires

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.

Hébergement



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 complètement 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/ cellules	0,03-0,04	0,02-0,04
Chambre froide viande	0,05-0,06	0,03-0,05	0,03-0,05
Chambre froide produits laitiers	0,03-0,04	0,02-0,03	0,03-0,05
Chambre froide légumes/fruits	—	0,03-0,05	0,03-0,05
Chambre de congélation	armoires/ cellules	0,04-0,05	0,03-0,04
Autres chambres réfrigérées	—	—	—
Pâtisserie / plats froids	0,03-0,04	0,02-0,03	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
Réserve 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).

RESTAURANTS CUISINES

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 gastronomique

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.

Fonctions 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 réceptions (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).

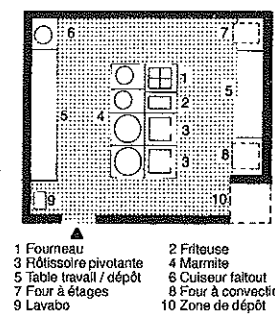
Les largeurs de passage dans les zones de stockage, de préparation et de production sont mesurées différemment selon qu'il s'agit de circulations bien délimitées ou de passages intégrés à des surfaces de service. Passages de service 0,90 à 1,20 m, passages (temporairement) intégrés 1,50 à 1,80 m, passages 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	2
Légumes et salades	8
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

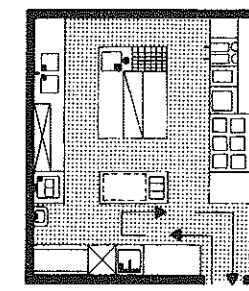
④ Bases de dimensionnement et place nécessaire.

Emballages vides	Monte-charge	Livraisons	Déchets	Vestiaires personnel
Stockage sec	Chamb. froides	Légumes, p. de terre	Bureau	Salles d'eau
Réserve du jour	Prépar. viande	Prépar. légumes	Prépar. p. de terre	Toilettes
Lavage casseroles	Plats chauds	Plats froids		Pause
Plonge	Envoi des plats	Passage service		Pâtisserie
	Buffet	Boissons à la pression		Café

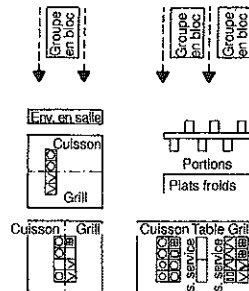
⑤ Domaine de la cuisine. Relations sectorielles.



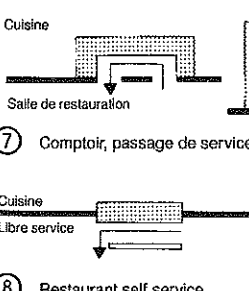
① Organisation de base de la cuisine chaude (fig. 2 et 3).



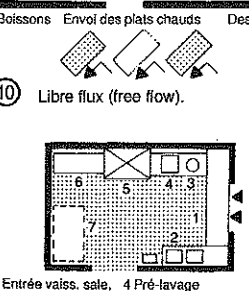
② Groupe de production en ligne.



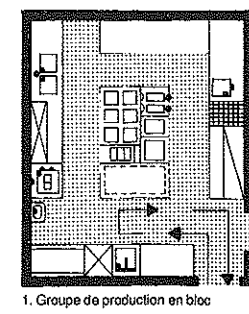
③ Cuisine pour restaurant de 60 à 100 places.



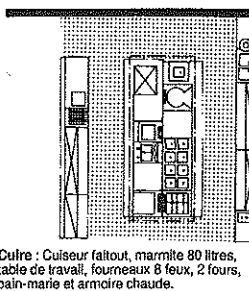
④ Cuisine pour restaurant de 150 à 200 couverts.



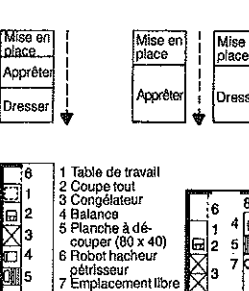
⑤ Fonctions et organisation de la cuisine chaude.



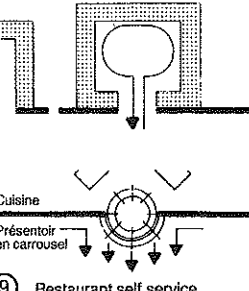
⑥ Cuisine pour restaurant de 60 à 100 places.



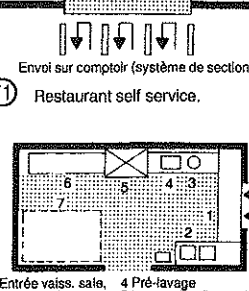
⑦ Cuisine pour restaurant de 150 à 200 couverts.



⑧ Organisation de la cuisine froide.



⑨ Restaurant self service.



⑩ Libre flux (free flow).

RESTAURANTS CUISINES

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).

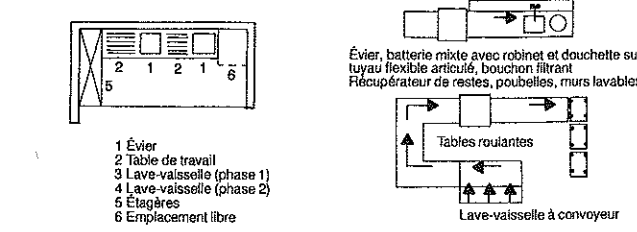
Cuisine froide : Disposition appropriée parallèle à la cuisine chaude en direction (commune) de l'envoi des plats et de la zone où se trouve le pain. Équipement courant : réfrigérateur du jour et/ou table froide, diverses machines à couper (pain, charcuterie, viande, fromage), robot, balance, planches 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 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 du 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 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.



⑪ Restaurant self service.

⑫ Plonge - Solution de principe.

⑬ Plonge - Solution de principe.

⑭ Lavage casseroles - Solution de principe.

⑮ Fonctions et éléments de la plonge.

RESTAURATION CUISINES CENTRALES

La restauration de collectivité pour un grand nombre de personnes, dans les immeubles de bureaux, les hôpitaux, les entreprises, consiste à distribuer de nombreux repas en un laps de temps très court. La préparation conventionnelle, selon « Cook and Serve », exige d'organiser la cuisine pour le « coup de feu » et le temps de travail du personnel est directement lié au moment de la distribution des repas. Le processus « Cook and Chill » a été développé de façon à rendre également efficace, la cuisine et le personnel (fig. 2 et 3). Dans ce système les repas sont préparés en cuisine au cours de la journée, précuits puis congelés rapidement avant d'être régénérés selon les besoins. La cuisson finale (régénération) des plats préparés se fait immédiatement avant la consommation. Il s'agit donc d'une déconnexion du temps de production des mets et de leur distribution. La capacité de rendement de la cuisine peut être sensiblement accrue en fonction des possibilités de stockage des mets préparés. Ce processus permet de produire à peu près trois fois plus de repas que dans les cuisines centrales conventionnelles. Le surcoût en production du principe *cuire-refroidir-réchauffer* doit être évalué par rapport aux avantages d'une exploitation plus équilibrée de la cuisine et de la distribution des repas. La préparation des plats se fait dans une cuisine qui dispose, à côté des équipements conventionnels de cuisson, d'une cellule de refroidissement rapide. L'un des points importants de ce mode de cuisine tient aux exigences d'hygiène pour la production (comparable à la production industrielle de plats préparés). Dans le projet d'étude d'une cuisine, il faut prioritairement veiller à la rigoureuse séparation des zones « propre » et « sale » (voir p. 224, fig. 5).

Zones sales :

Une zone sale est un lieu susceptible de générer des contaminations. Ce sont la réception des denrées, les espaces de stockage, de préparation et de lavage des aliments, le stockage des déchets et le dépôt des produits de nettoyage.

Zones propres :

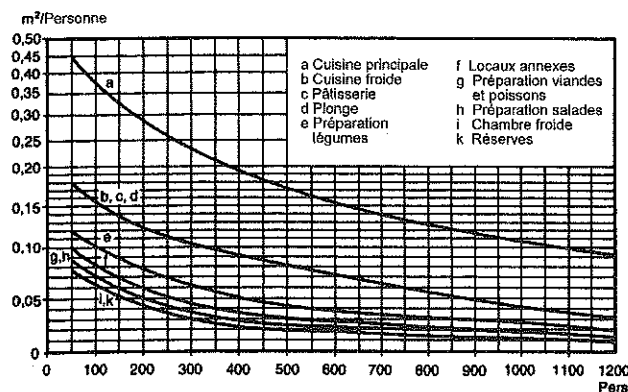
Ce sont les lieux de préparation et de production des mets, du refroidissement rapide, du façonnage de portions et l'emballage, la chambre froide pour l'entrepôt des plats prêts à être régénérés et les armoires réfrigérées.

Au cours de la préparation des mets, il faut que le processus de refroidissement permette une réduction rapide de la température au cœur des aliments cuits de 70 °C à 3 °C, en 90 min maximum ou de 70 °C à -18 °C en 240 min, dans le cas de leur congélation.

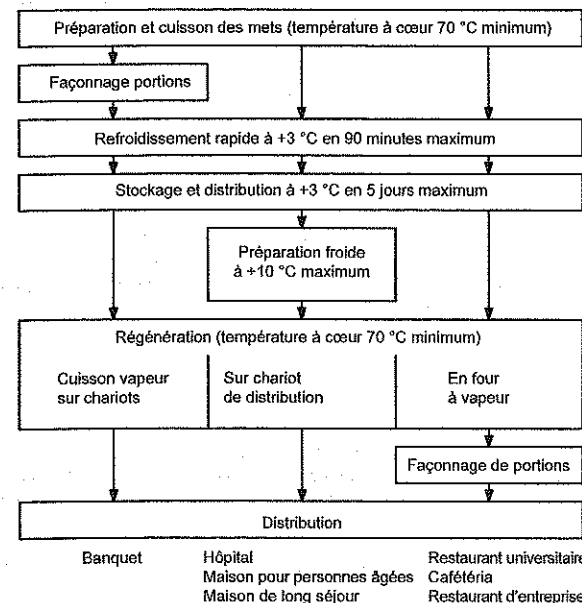
Le stockage des mets doit se faire à une température ambiante de +12 °C maxi et le transport vers les lieux de consommation doit se dérouler à +3 °C maxi. La chaîne du froid depuis la livraison des denrées jusqu'à leur consommation ne doit en aucun cas être interrompue. Cette réglementation de l'hygiène doit être appliquée impérativement.

Depuis peu s'imposent aussi des cuisines dites Cook & Chill-Assembly. Dans ce type de cuisines, il ne s'agit plus que de traiter des portions par assemblage de composants alimentaires préparés ailleurs. L'ensemble des composants sont produits selon le processus Cook & Chill par un fabricant de produits alimentaires. On fait ainsi l'économie des nécessaires espaces de stockage ainsi que de l'ensemble de la zone de cuisson.

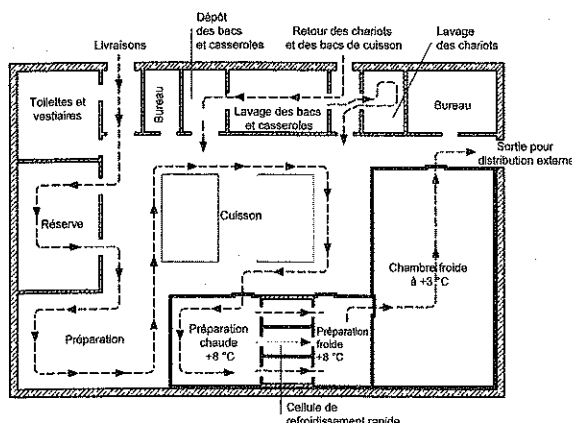
L'étude de tels ensembles devrait être impérativement confiée à un technicien spécialisé et expérimenté, étant donné que d'autres critères liés à l'hygiène sont à observer par le personnel de cuisine.



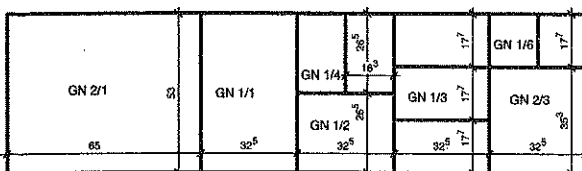
1 Surfaces nécessaires pour cuisines et offices de restaurant
a-k = m² - Besoin d'espace par personne



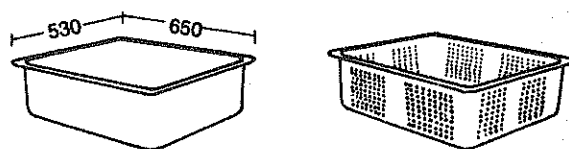
2 Variantes Cook & Chill pour la préparation de plats en quantité variable



3 Plan schématique d'une cuisine Cook & Chill avec circulation des produits
Dessin : FDS Consulting H. Uetzel



4 Dimensions du système Gastronom (GN)



5 Bacs de cuisson et de transport Gastronom (GN)

RESTAURATION CUISINES CENTRALES

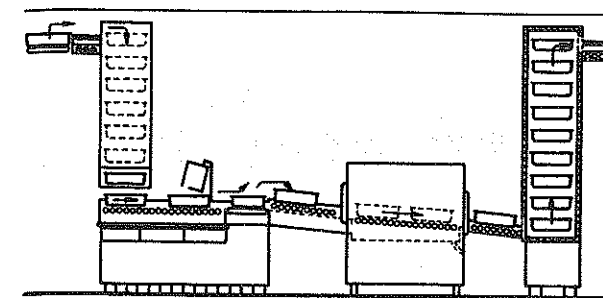
Transport en container (fig. 1) de récipients à dimensions Gastronom (voir p. 226, fig. 4). Automates à cuire et à rôtir en continu (fig. 4 et 5). Principalement dans la production alimentaire industrielle.

La combinaison air chaud et vapeur permet les méthodes de cuissons les plus diverses avec un seul appareil (rôtir et régénérer par air chaud et vapeur, la température à cœur des mets peut conduire à une régulation de la cuisson par ordinateur). Chauffage électrique ou au gaz. Prévoir un raccordement d'eau. Le processus Cook & Chill demande une proximité immédiate du lieu de préparation des plats et de la cellule de refroidissement rapide. Le générateur de froid de la cellule de refroidissement rapide doit être installé de préférence dans un local voisin à cause des nuisances phonique et de la production de chaleur. L'espace de préparation froide est situé entre la cellule de refroidissement rapide et le local de stockage Cook & Chill. Il sert au contrôle, à la composition des plats froids et à la préparation des portions.

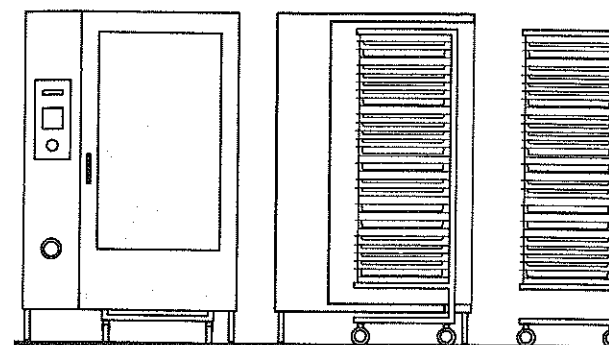
À côté des systèmes de distribution en ligne de buffets chaud et froid (fig. 3, 6 et 7), le processus Cook & Chill est adapté pour une cuisine directe devant le client (Front-Cooking).

Dans les hôpitaux et foyers la distribution se fait par plateaux-repas. Les plats Cook & Chill peuvent alors être régénérés par induction, conduction ou convection directement sur les chariots de distribution de plateaux.

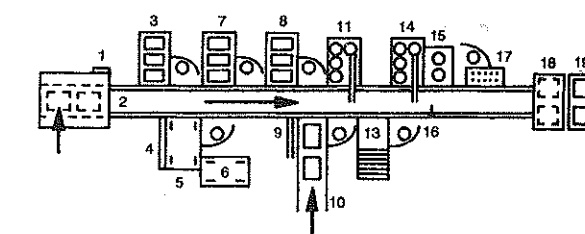
Selon le système, il faut prévoir une vaisselle appropriée et de la place pour la desserte dans le service hospitalier. Quel que soit le système, il faut pouvoir s'équiper de chariots réfrigérés, pour garantir d'une part la chaîne du froid et par ailleurs tenir au frais des plats tels que salades et desserts. Surtout dans les grands établissements avec de longs parcours, ces dispositions évitent une tenue au chaud excessive ou une température au moment de servir, inférieure à celle prescrite.



1 Transport des bacs par containers (système Contiport)

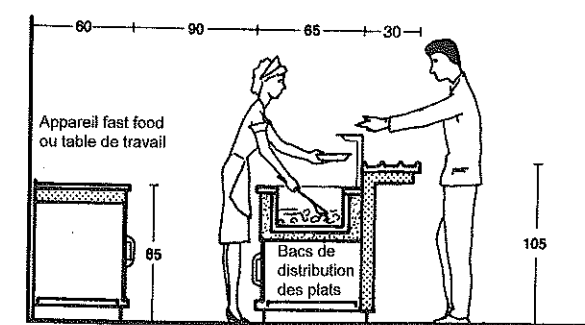


2 Combiné à vapeur, les plats sont chauffés ou régénérés directement sur les plateaux de services.

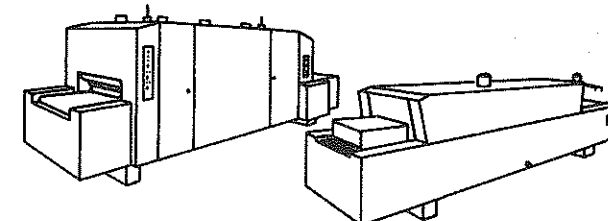


- | | | |
|--|--|--|
| 1 Distributeur automatique de plats, empileur de plateaux - Appareil de chargement, chauffe-plats, plateau repas (assiette), lecteur de carte perforée appareil de chargement. | 6 Chariot mécanique pour salades | 13 Distributeur bols de soupe |
| 2 Tapis répartiteur de plats | 7 Chariot distribution légumes avec identif. électr. | 14 Appareil automatique dosage soupes |
| 3 Chariot distribution pommes de terre avec identif. électr. | 8 Chariot de distribution de la viande avec identif. électr. | 15 Distributeur couvercles |
| 4 Tableau lumineux pour desserts et salades | 9 Tableau lumineux pour régimes spéciaux | 16 Fermeture automatique couvercles bols soupe |
| 5 Chariot mécanique pour desserts | 10 Tapis supplémentaire pour régimes spéciaux | 17 Point de contrôle pour diététicienne |
| | 11 Appareil automatique dosage sauces | 18 Empileur automatique de plateaux |
| | 12 Distributeur couvercles | 19 Chariot pour plateaux |

3 Chaîne de confection des plats



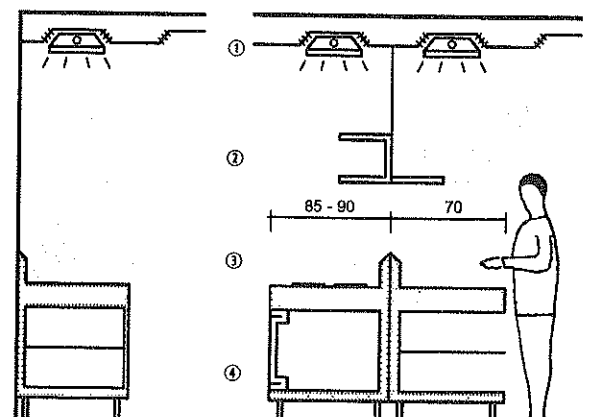
6 Distribution de plats en cafétéria



4 Chaîne de cuisson automatique en continu

5 Chaîne de rôtisserie automatique en continu

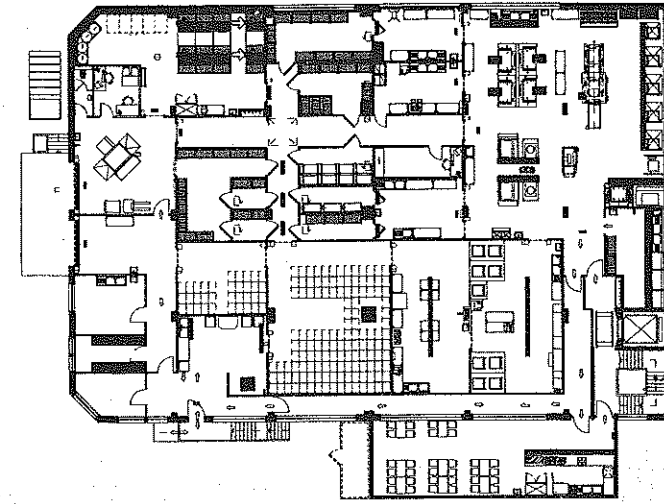
- 1 Plafond avec extraction
- 2 Rangement des casseroles et Salamandre
- 3 Plan de travail / plaque chauffante
- 4 Meuble avec armoire de réfrigération/congélation, four ou rangement



7 Coupe sur plan de travail

Hébergement

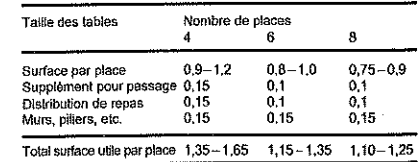
EXEMPLES DE CUISINES CENTRALES



② Grande cuisine Cook & Chill à Lisbonne (1 100 m²) pour env. 30 000 repas
Étude : FDS Consulting H. Uetze

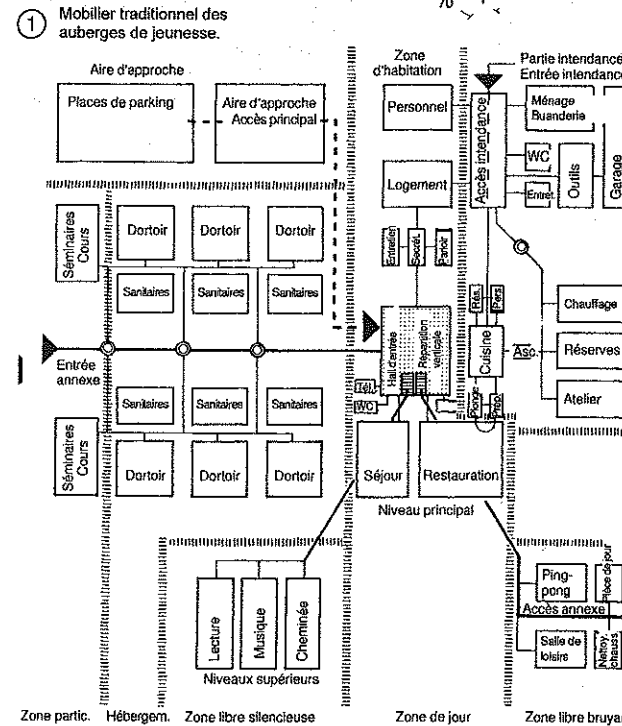


Étude : FDS Consulting H. Uelze

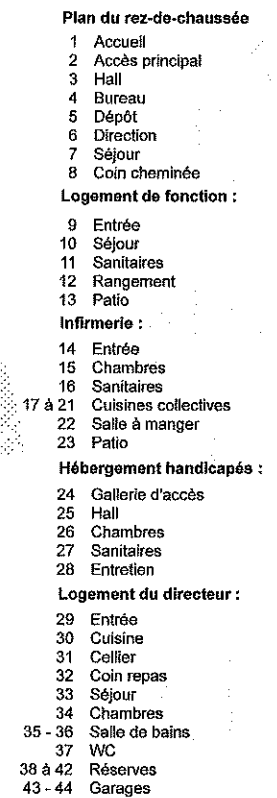


Étude : FDS Consulting H. Uelze

AUBERGES DE JEUNESSE



② Schéma fonctionnel



Logement avec appartement pour le « père » de l'auberge, chambres avec coin séjour pour le personnel 12 à 15 m².

HABITATS DE LOISIRS

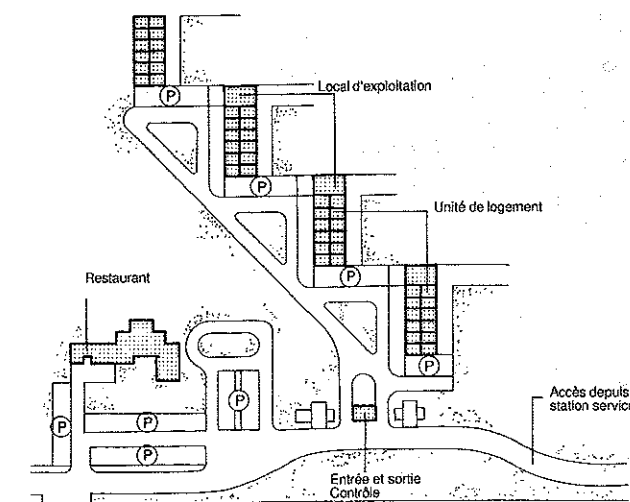
MOTELS

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.

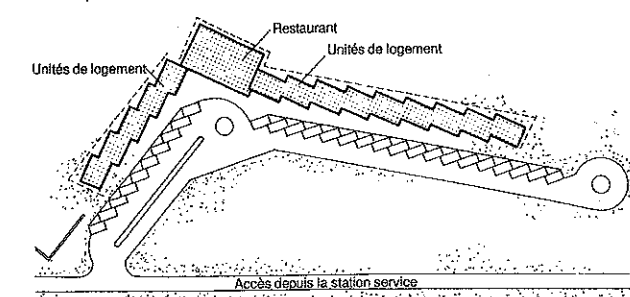
Accès : Pour l'inscription (court temps de parage), puis place de parking, garage ouvert ou fermé aussi près que possible de la chambre. Sortie en repassant par la réception (contrôle et restitution des clés).

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.

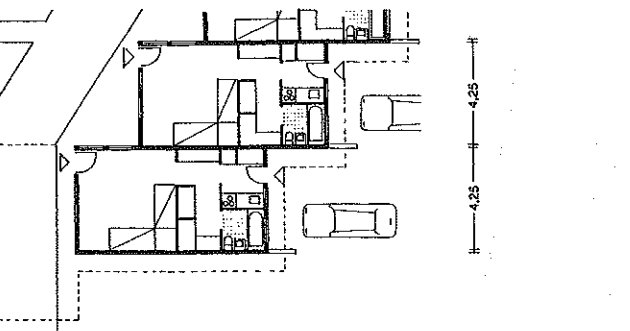
Prévoir salle commune pour les clients avec tables pour écrire et lire, radio, télévision, tables de jeux, souvenirs, revues, etc. Terrains de jeux à l'écart pour ne pas déranger les clients qui dorment. 1 pièce centrale pour le linge, 1 débarras pour outils de jardin, meubles de jardin, échelle, etc.



9 Motel avec parking commun pour chaque bâtiment et restaurant exploité séparément. Arch. : Fried



10 Plan de masse (fig. 6) avec restaurant. Arch. : Hornbostel

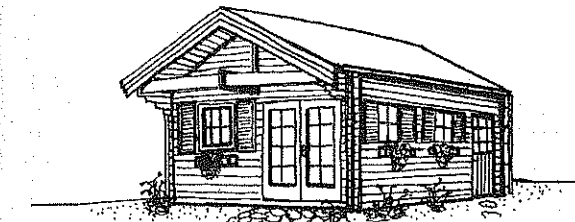


Arch. : Williams

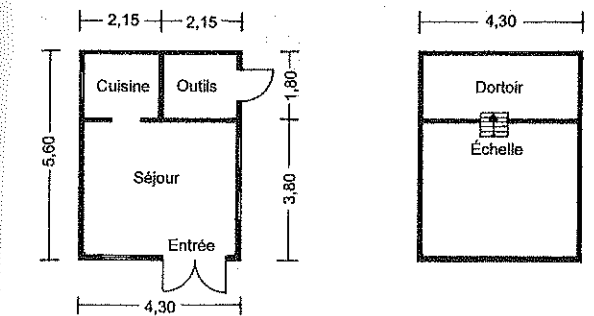
HABITATS DE LOISIRS

CHALET

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.

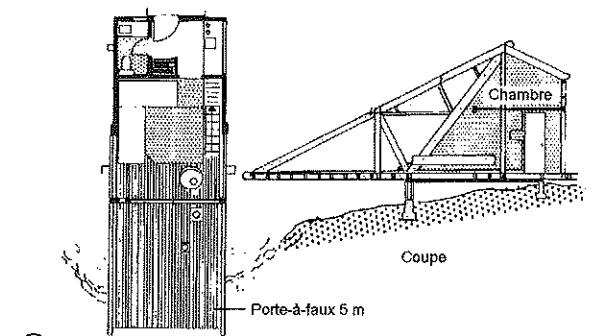


1 Chalet en rondins équipé pour dormir



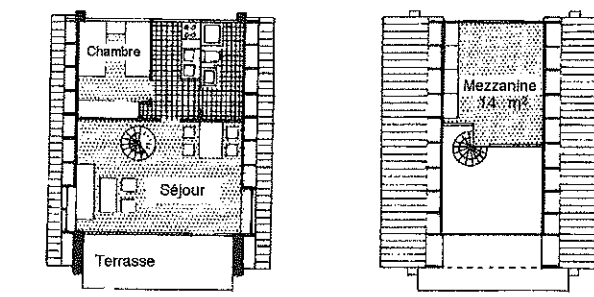
2 Rez-de-chaussée (voir fig. 1)

3 Étage (voir fig. 1)



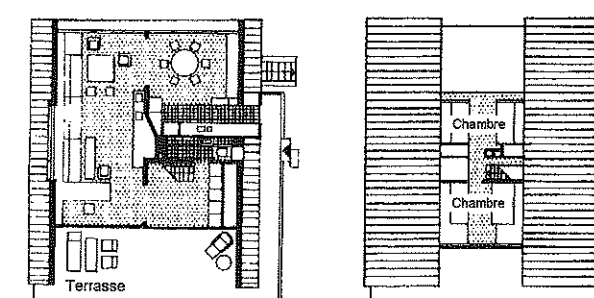
6 Maison de week-end en bois pour 4 personnes. Surface 25 m²

Arch. H. Lowett



9 Rez-de-chaussée (voir fig. 10)

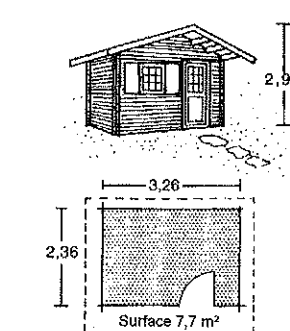
10 Comble (voir fig. 11 et 12)



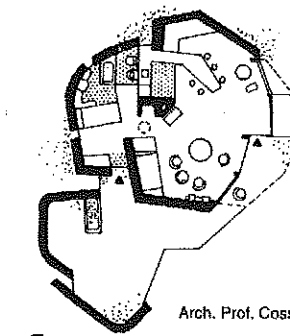
13 Rez-de-chaussée d'une maison de vacances près de la mer du Nord

14 Étage (voir fig. 13)

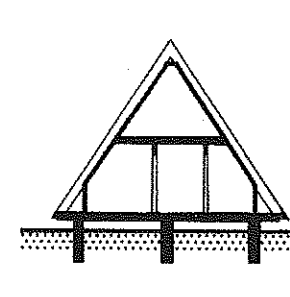
Arch. Hagen



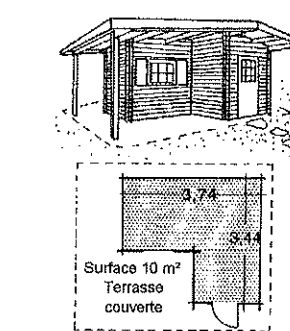
4 Chalet avec avant-toit



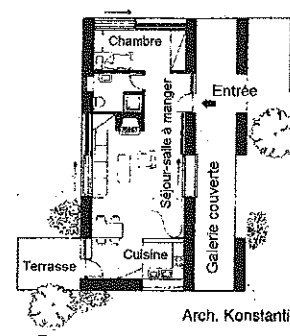
7 Maison de vacances en Belgique



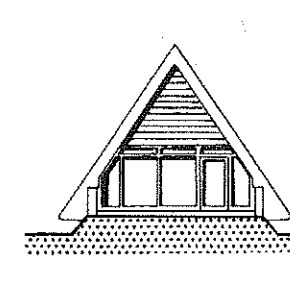
11 Coupe (voir fig. 9)



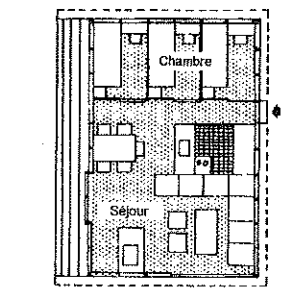
5 Chalet en rondins avec terrasse couverte



8 Maison de vacances en Grèce

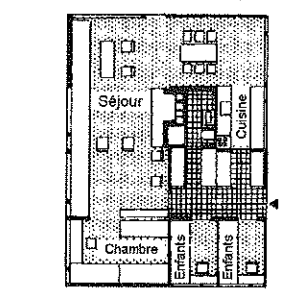


12 Façade (voir fig. 9)



15 Maison de week-end

Arch. Solvsten

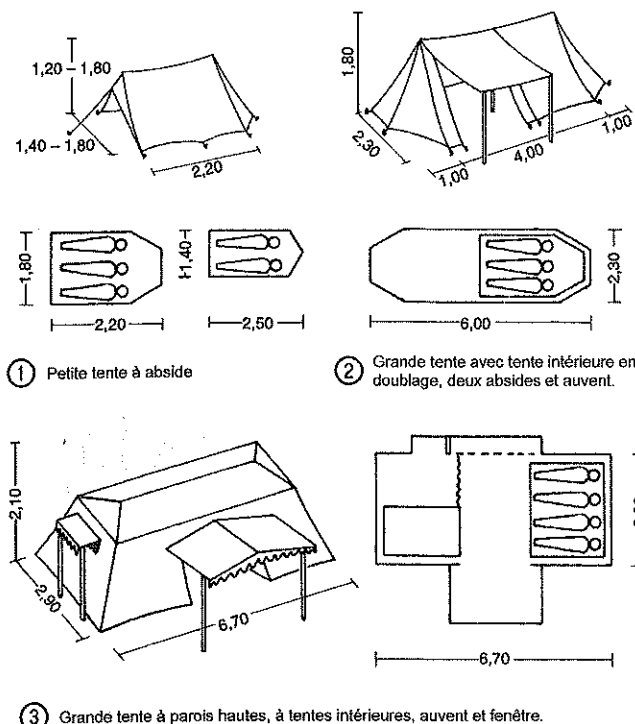


16 Maison de vacances sur l'île de Bornholm

Arch. Jensen

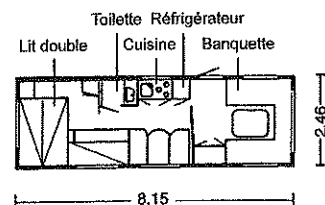
Hébergement

Hébergement

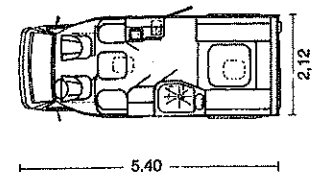


③ Grande tente à parois hautes, à tentes intérieures, auvent et fenêtre.

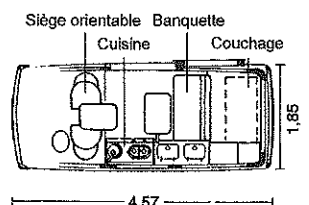
④ Remorque-caravane avec coin-cuisine, coin-repas et repos, réserve-bagages.



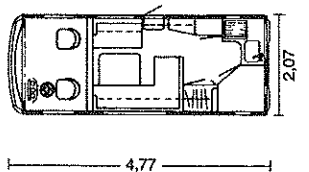
⑥ Grande caravane avec possibilité de couchage pour 8 à 9 personnes.



⑧ Camping-car, aménagement selon modèle Tischer XL 65.



⑦ Camping-car, aménagement selon modèle Westfalia Joker 1 / Club-Joker 1

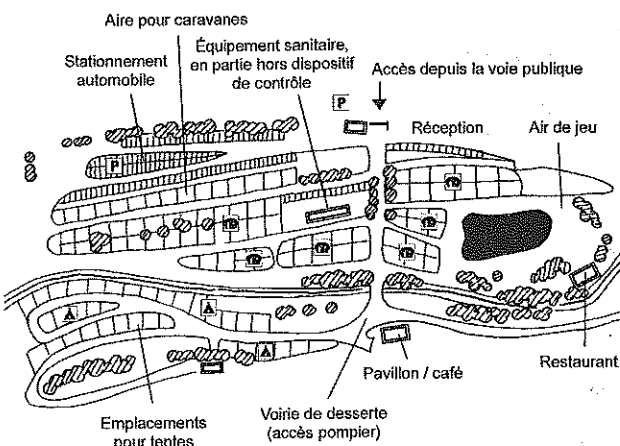


⑨ Camping-car, aménagement selon modèle Lyding ROG 2.

HABITATS DE LOISIRS

CAMPING

Les terrains de camping assurent un hébergement économique et légal à l'aide de tentes (fig. 1 à 3) ou de caravanes (fig. 4), de caravanes en remorques repliées (fig. 5), ou de camping-cars (fig. 7 à 9). Il en existe différents types depuis les terrains de camping nature, dans des régions vacancières et souvent dans des sites paysagers attractifs (par exemple à la mer) jusqu'aux aires de stationnement de caravanes et de camping-cars, comme une alternative économique aux hôtels et motels à des emplacements bien desservis en périphérie de ville. (principalement pour camping-cars.) L'établissement des terrains de camping répondent à des cahiers des charges stricts. En général, ils nécessitent une voie d'accès depuis le domaine public de circulation avec un dispositif de contrôle de l'accès (barrière), un accueil, un bureau de gestion de l'installation, une aire de garage pour des véhicules en attente, des places de stationnement pour visiteurs ainsi qu'une voirie interne de desserte (praticable par les services d'incendie, avec des voies de 3,50 m de largeur minimale. Les emplacements pour les tentes sont séparés de ceux destinés aux caravanes. Pour chaque caravane ou camping-car il faut prévoir une parcelle individuelle. La grandeur d'une parcelle est de 75 m² au moins (65 m² lorsque les véhicules automobiles sont stationnés à part). Les parcelles sont séparées par des allées coupe-feu (de 5 m de large) délimitant des lots de 20 places. Il peut être envisagé l'aménagement, en complément, de bandes de protection incendie, en limite des terrains voisins.



⑩ Exemple d'un terrain de camping avec des emplacements pour tentes et emplacements réservés aux caravanes.

Équipements collectifs

Les terrains de camping disposent des équipements collectifs suivants :

- fontaine d'eau potable (une fontaine pour vingt emplacements, avec raccordement au réseau d'eau public) ;
- branchement électrique (emplacements pour camping-cars et grands mobil-homes, dans l'idéal avec raccordement individuel d'eau potable, d'eaux usées et électricité) ;
- un réseau d'eau pour la lutte contre l'incendie et des extincteurs (un extincteur pour 40 emplacements) ;
- installations sanitaires (à titre indicatif, pour cent emplacements : toilettes avec 4 WC/2 urinoirs/1 lavabo (hommes), 6 WC/1 lavabo (femmes), 1 WC handicapés ;
- installations de douches (à titre indicatif, pour cent emplacements : 3 douches, 5 lavabos pour hommes et femmes, 1 douche et lavabo pour handicapés ;
- éviers et bacs de lavage, système d'évacuations d'eaux usées et d'eaux vannes, des poubelles en nombre suffisant avec une bonne répartition, un téléphone public avec les numéros de secours affichés, un kiosque, une supérette, un snack ou un restaurant, des propositions et des équipements pour les loisirs (aires de jeux, champs de jeu, emplacement pour barbecue, une salle pour des activités libres ou pour des réunions.

ACCUEIL DE JOUR POUR ENFANTS

ACCESSIBILITÉ ET MORPHOLOGIE DES BÂTIMENTS

Dans le projet d'installations pour enfants il importe de tenir compte des besoins des enfants ainsi que des considérations dimensionnelles s'y rapportant. Il n'existe pas de prescriptions et de normes réglant la construction d'installations de ce type.

Lieu d'accueil de jour pour enfants

La notion englobe les formes d'encadrement telles que crèche, jardin d'enfants, accueil-étude etc. L'organisation du lieu d'accueil prévoit dans des groupes d'encadrement un mélange d'enfants journaliers présents en temps complet et d'enfants journaliers présents en temps partiel.

Crèche

Installation pour l'encadrement d'enfants en bas âge depuis les nourrissons jusqu'à l'âge de 3 ans. En général la dimension d'un groupe est d'une dizaine d'enfants.

Jardin d'enfants

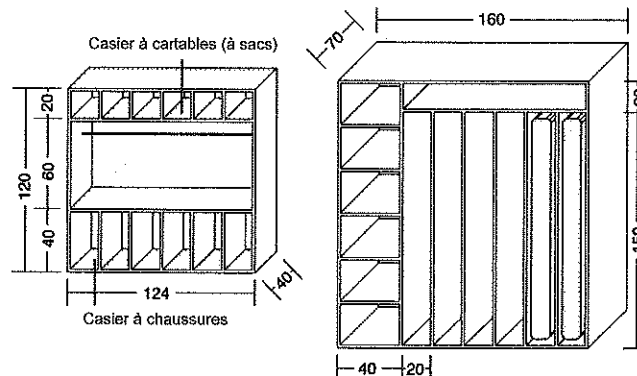
Installation pour l'encadrement d'enfants de l'âge de 3 ans minimum jusqu'au début de la scolarité. Des possibilités de prendre des repas de midi et de sieste sont éventuellement données. La dimension d'un groupe est en général d'environ 20 enfants.

Garderie

Installation pour l'encadrement d'enfants scolarisés jusqu'à 11 ans. Des possibilités de repas de midi après l'école et d'encadrement de travail scolaire sont données. Installation d'accueil souvent associée à un jardin d'enfants. La dimension d'un groupe est d'environ 20 enfants.

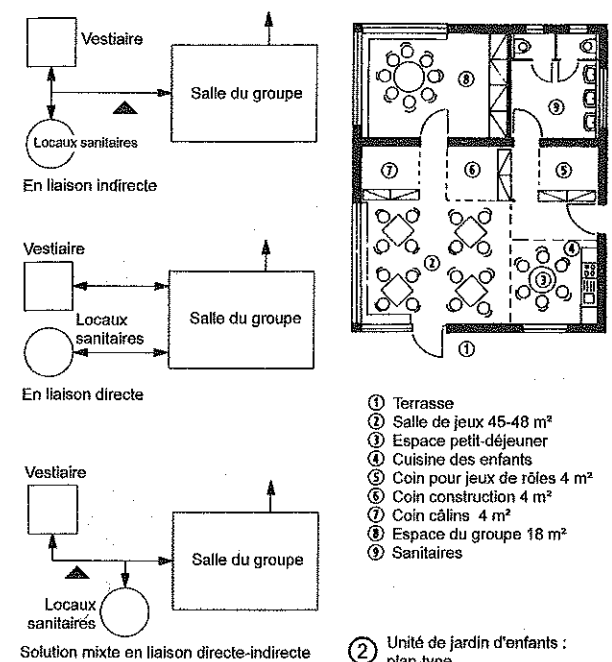
Âge de l'enfant	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Taille de l'enfant	75	85	94	101	108,5	115	121,5	127	131,5	137	143	148
Hauteur des yeux	64	74	83	91	96	103	108	113	117	122	127	131
La portée du bras	30	36	42	48	52	57	61	64	66	69	72	75

⑤ Ergonomie indicative pour enfants.

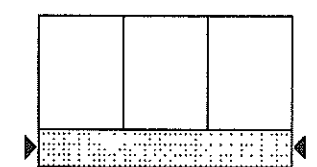


⑧ Armoire-vestiaire pour 6 enfants.

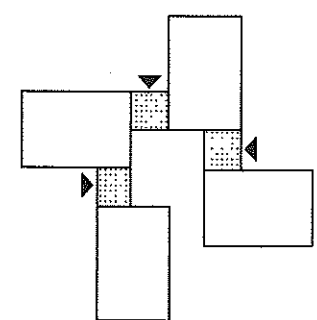
⑨ Armoire de rangement des matelas d'enfants (dim. : 140/70 et 120/60).



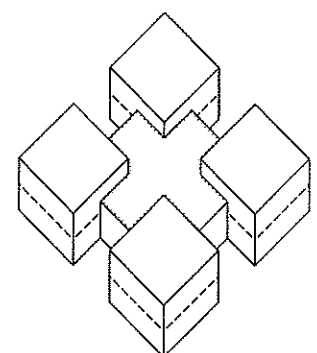
① Schéma fonctionnel reliant la salle du groupe au vestiaire et aux locaux sanitaires.



③ Distribution unilatérale des salles de groupes d'accueil.

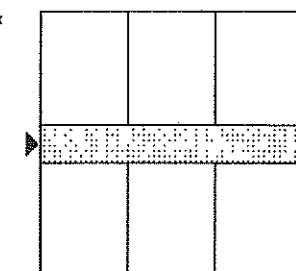


⑥ Accès modulaire.

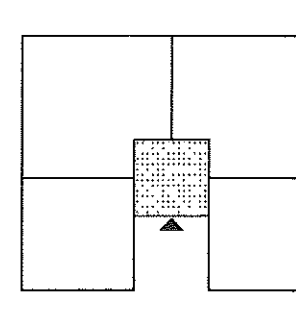


⑩ Typologie en pavillons groupés.

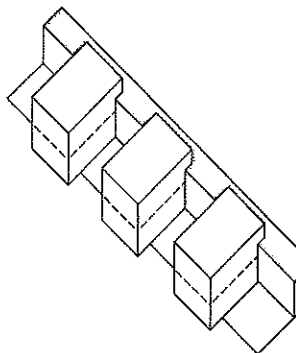
② Unité de jardin d'enfants : plan-type. Arch. : Franken / Krefl



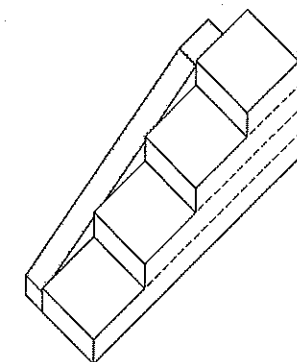
④ Distribution bilatérale des salles de groupes d'accueil.



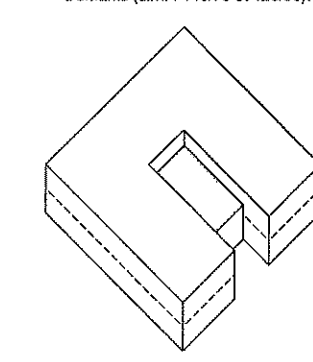
⑦ À parvis d'accès commun.



⑪ Typologie en pavillons alignés.



⑫ Morphologie en ensemble étagé.



⑬ Morphologie en ensemble compact.

ACCUEIL DE JOUR POUR ENFANTS ESPACES INTÉRIEURS ET AMÉNAGEMENTS EXTÉRIEURS

Espace du groupe

C'est l'espace de séjour principal du lieu d'accueil pour enfants. Dimensions : environ 2,5 m² par enfant. Si possible créer des zones différenciées (voir p. 233, figure 2) et prévoir deux niveaux ou podiums (estrade pour le jeu, semi-ouverte ; estrade-repos, fermée). Les plateaux de jeux jusqu'à 1,5 m de hauteur seront équipés de garde-corps d'au moins 70 cm de haut, les plateaux de jeux de plus de 1,5 m de hauteur auront des garde-corps d'au moins 1,00 m. L'espace du groupe devrait être à proximité immédiate de la zone des sanitaires-toilettes. Si possible prévoir une communication avec l'extérieur et orienter la salle vers le sud. Les **espaces de repos ou de sommeil** ne sont pas toujours considérés comme essentiels. Pour la sieste les matelas peuvent être étendus dans la salle de groupe. Armoires pour le stockage des matelas (voir p. 233, figure 9).

Cuisine

Selon le concept pédagogique, la cuisine peut avoir une importance relative dans les lieux d'accueil journaliers pour enfants. Par exemple une cuisine centrale pour enfants accessible par tous les groupes, ou en coin cuisine dans une espace de groupe. L'introduction de différences de niveaux dans les planchers est recommandée lorsque adultes et enfants cuisinent en commun.

Espace repas

Le plus souvent l'espace du groupe sert de coin repas. Le prolongement d'un couloir ou une entrée peuvent être adaptés en espace de communication et de repas.

Escaliers

Les hauteurs de marches d'escaliers dans des installations pour enfants ne devraient pas dépasser 16 cm, l'embranchement (le giron) devrait se situer entre 30 et 32 cm.

Espaces libres

Le projet d'aménagement d'espaces libres pour l'accueil d'enfants, en l'occurrence, extérieurs, devra être aussi diversifié que possible.

Paysages vallonnés

Création de terrains en relief par remblais et déblais. Les terrassements bruts peuvent être réalisés à l'aide d'engins, les finitions pouvant être manuelles. Les monticules peuvent être plantés selon différentes hauteurs, de buissons à végétation basse, de haies, de fleurs, de luzerne.

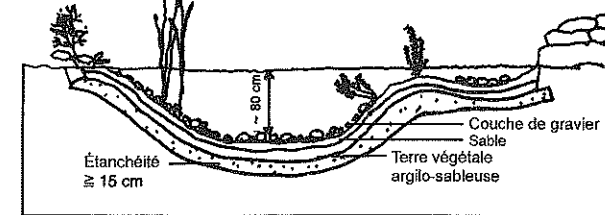
Arbres

Arbre d'escalade, pourvoyeur d'ombre, fournisseur de fruits, objet d'enseignement.

En outre peuvent être aménagés des jardins utilitaires (potagers), des jardins d'herbes (et de plantes médicinales), des bacs à sable, des abris pour oiseaux, des claies de soutènement, des prés.

Le compost

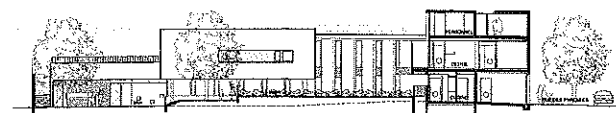
En présence d'un jardin biologique, une aire de compost est prévue. Emplacement mi-ombragé pour déchets organiques émanant du jardin d'enfants.



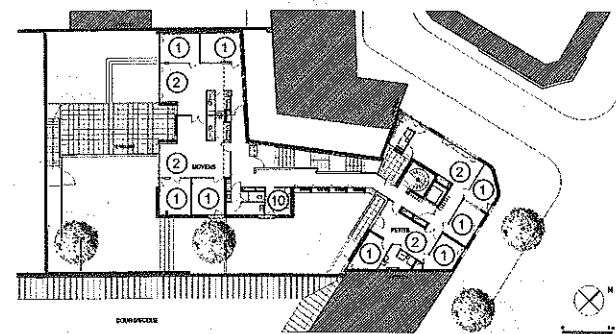
6 Marre avec étanchéité en argile pour aménagement extérieur d'un jardin d'enfant.

Une mare

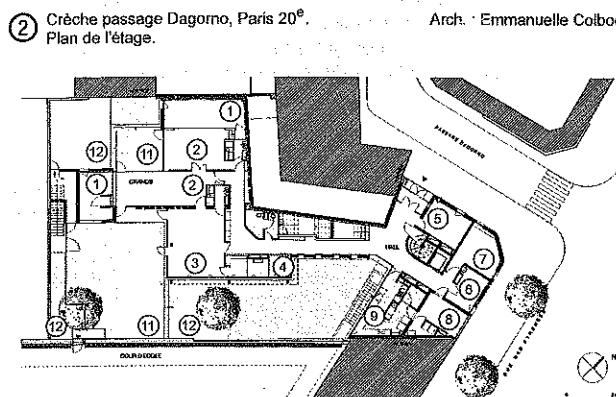
Elle devrait avoir au minimum une surface d'eau de 6 m² et une profondeur de 80 cm, afin d'éviter la raréfaction de l'oxygène dans l'eau. Pour des raisons de sécurité il doit y avoir un filet à grosses mailles, tendu au-dessus de la surface de l'eau, ou encore, l'installation d'éléments en maillage de fer à béton posés à 10 cm en dessous de la surface de l'eau.



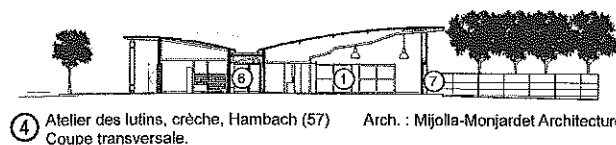
1 Crèche passage Dagorno, Paris 20^e. Coupe longitudinale. Arch. : Emmanuelle Colboc.



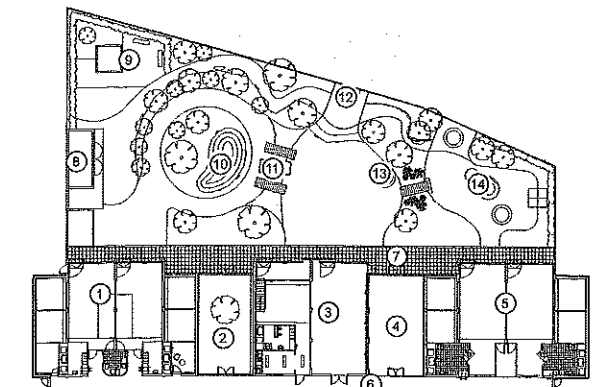
2 Crèche passage Dagorno, Paris 20^e. Plan de l'étage. Arch. : Emmanuelle Colboc.



3 Crèche passage Dagorno, Paris 20^e. Plan du rez-de-chaussée. Arch. : Emmanuelle Colboc.



4 Atelier des lutins, crèche, Hambach (57). Coupe transversale. Arch. : Mijolla-Monjardet Architecture.



5 Atelier des lutins, crèche, Hambach (57). Plan du jardin. Arch. : Mijolla-Monjardet Architecture.

ACCUEIL DE JOUR POUR ENFANTS INSTALLATIONS DE JEUX, TERRAINS DE JEUX

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 :

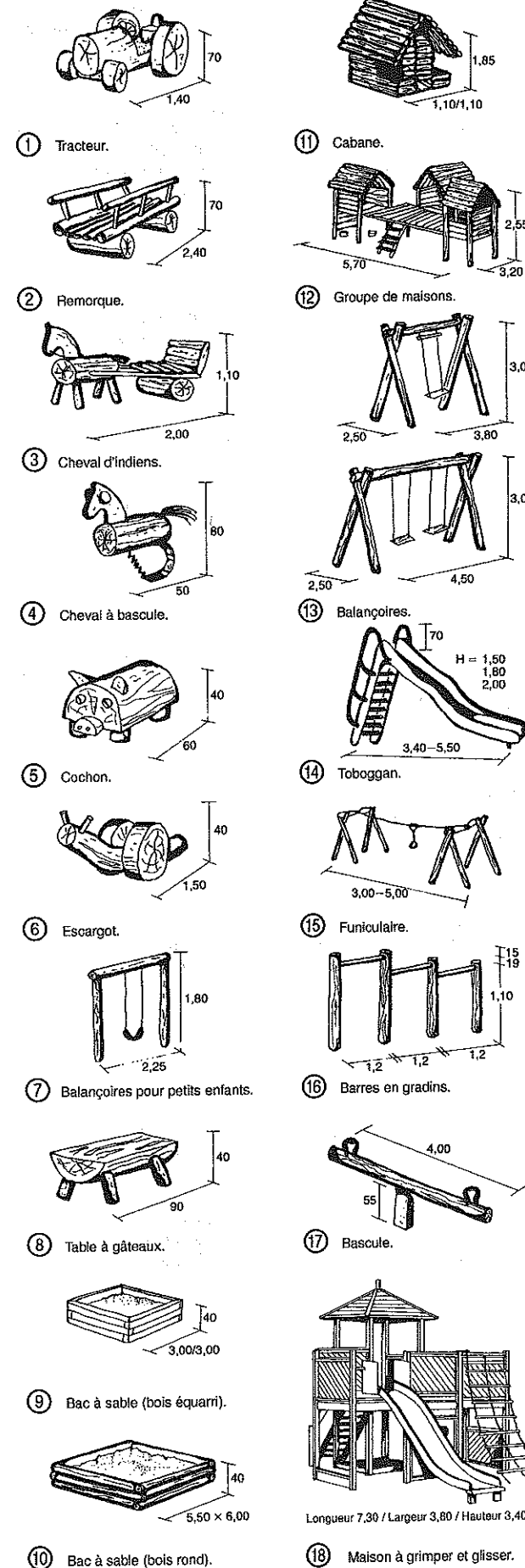
Sûres du point de vue circulation, pas de gêne due aux troubles de voisinage, suffisamment ensoleillées, pas de haut niveau de nappe phréatique.

À 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 m ² /H	Taille en m ²	Distance de la maison en m	en min
0-6	0,6	95-190	110-230	2
6-12	0,5	750-2 400	350-450	5
12-18	0,9	3 400-6 250	700-1 000	15
> 18	1,5	plus de 1 500	jusqu'à 1 000	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.

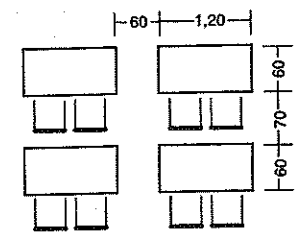
Il existe des obligations d'aménagement pour les immeubles dans certaines conditions. Selon les normes, 5 m² de surface de jeu par unité d'habitation, taille minimale d'un terrain de jeux, 40 m². Les surfaces de jeu libres situées face à des rues, parkings, voies de chemin de fer, rigoles d'eau profondes, ravins et autres sources de danger, doivent comporter des barrières d'au moins 1 mètre de hauteur (buissons épais, grillages et similaire).



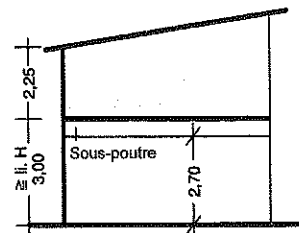
- Légende :
- 1 Maison octogonale ouverte
 - 2 Château de Lilliput
 - 3 Coqs-basculés
 - 4 Jeux aquatiques
 - 5 Supports à bicyclettes
 - 6 Tables de ping-pong
 - 7 Banc avec pergola
 - 8 Cheminement trampolinique
 - 9 Château-fort avec éléments en mouvement
 - 10 Ile de Robinson
 - 11 Sources d'eau
 - 12 Tournequet
 - 13 Surface bitumée
 - 14 Amphithéâtre



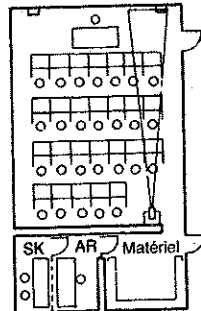
19 Terrain de jeux « chemin de Karnack ».



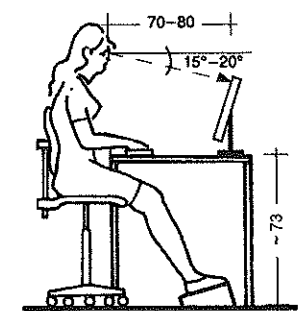
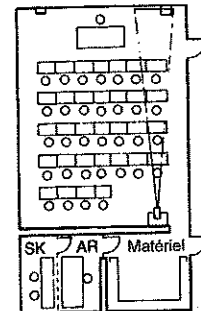
① Cotes minimales pour une disposition normale des tables de travail



② Hauteurs des salles de cours

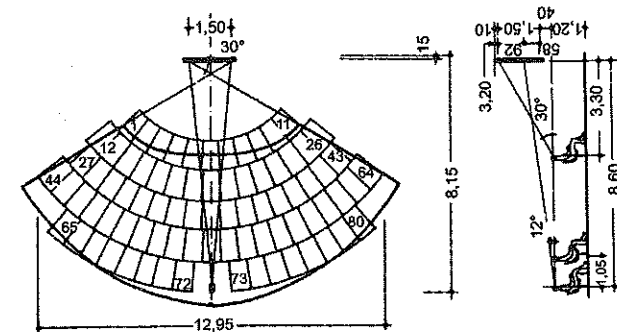


③ Laboratoire HSA (écoute, expression vocale, enregistrement)

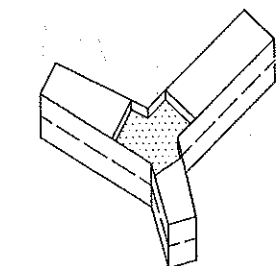


⑤ Laboratoire de langues
Laboratoire HS (écoute et expression vocale)

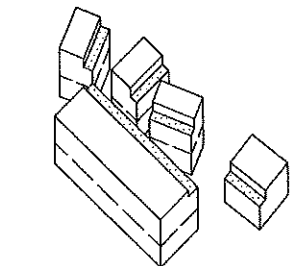
⑥ Poste de travail à écran



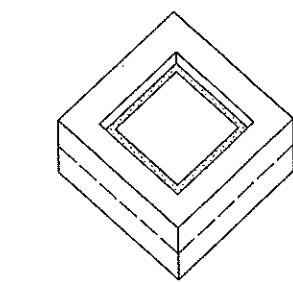
⑦ Disposition des places pour 80 élèves d'âge ≥ 10 ans : en cas de projection de film, de diapositives ou de rétroprojection



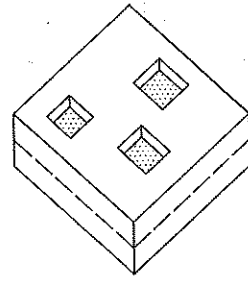
⑧ Bâtiment groupé avec desserte centrale



⑨ Bâtiment en volumes groupés



⑩ Bâtiment sous forme de volume compact avec desserte par cour centrale



⑪ Bâtiment sous forme de volume compact avec puits de lumière

ÉTABLISSEMENTS SCOLAIRES

ESPACES SPÉCIFIQUES PAR MATIÈRE

Contexte d'élaboration du projet

En France, la construction, l'équipement et l'entretien des établissements primaires et secondaires relèvent des communes pour les écoles, des départements pour les collèges et des régions pour les lycées. Le ministère de l'Éducation nationale a diffusé des recommandations précisant les spécifications techniques à prendre en compte pour la construction des écoles mais la responsabilité de leur programmation et de leur construction relève directement de la collectivité territoriale qui en a la charge.

Domaine de l'enseignement général

Les établissements comportent des classes, des salles de cours, des laboratoires de langues, du matériel pédagogique et de cartographie et d'autres annexes. Les matières d'enseignement général sont : les langues, les mathématiques, les sciences de la vie et de la terre, les sciences sociales et politiques ainsi que les matières optionnelles obligatoires et les cours de perfectionnement.

Espaces pour groupes de travail

Ils doivent être conçus, tant dans les écoles primaires que dans les écoles spécialisées de manière à être accessibles depuis deux salles de classe.

Nombre de niveaux

Il ne doit pas dépasser 3 à 4 niveaux. Les écoles pour handicapés physiques et mentaux sont conçues sur 1 ou 2 niveaux au plus.

Dimensionnement des espaces

Le nombre maximal d'élèves par classe est de l'ordre de 30. Il convient de baser le dimensionnement des salles de classe, normalement, sur l'utilisation de tables de travail à deux places (fig. 1). Pour un éclairage unilatéral par baies, la profondeur maximale de l'espace est de 7,20 m. Si possible, prévoir un éclairage bilatéral pour des dispositions libres ou orientées du mobilier. La distance entre le tableau mural et la place de l'élève en fond de salle de classe ne devrait pas dépasser 9,00 m (fig. 4).

Valeurs indicatives : surface : 1,80 à 2,00 m² par élève ; volume d'air : 5,00 à 6,00 m³ par élève ; la hauteur sous plafond des salles de cours (au moins 3,00 m) ne doit être réduite ponctuellement de plus de 0,30 m en raison de dispositions constructives (détails) (fig. 2).

Laboratoire de langues (fig. 3 à 5)

Il se situe à l'intérieur de la zone réservée à l'enseignement général ou à proximité du CDI.

Valeurs indicatives : de 20 à 30 places par établissement.

Dimensionnement : pour laboratoire d'écoute et d'expression orale et d'enregistrement, prévoir globalement 80 m², une cabine de laboratoire : environ 1 x 2,00 m, nombre de places par laboratoire : 24 à 30 places, c'est-à-dire de 40 à 60 m² y compris les annexes.

Laboratoire d'écoute, d'expression et d'enregistrement (fig. 3) : 23 places d'étude en cabine, environ 65 m² (2,8 m² par place) y compris annexes, soit 95 m².

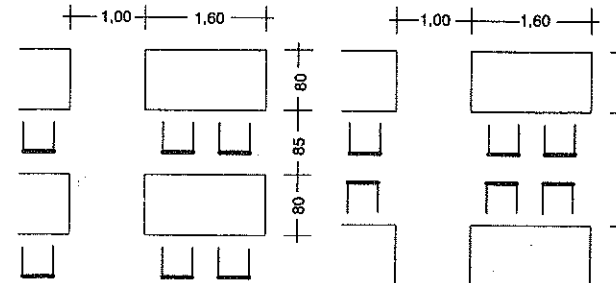
SK = cabine d'expression orale ou cabine de l'orateur.

AR = espace d'enregistrement (fig. 3).

Laboratoire d'écoute et d'expression orale (fig. 5) : 33 places d'étude sur pupitres, environ 65 m² (2,0 m² par place) soit 95 m² avec annexes : studio, espace d'enregistrement, archives. En zone interne du bâtiment avec lumière artificielle et VMC.

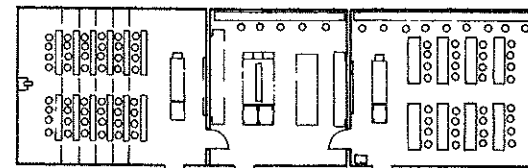
Salle informatique

L'aménagement des postes de travail informatiques doit suivre les directives propres aux postes de travail équipés d'écrans. Pour cela le bord supérieur de l'écran devrait se situer en dessous de la hauteur des yeux, de sorte que la tête soit inclinée de 15 à 20°.



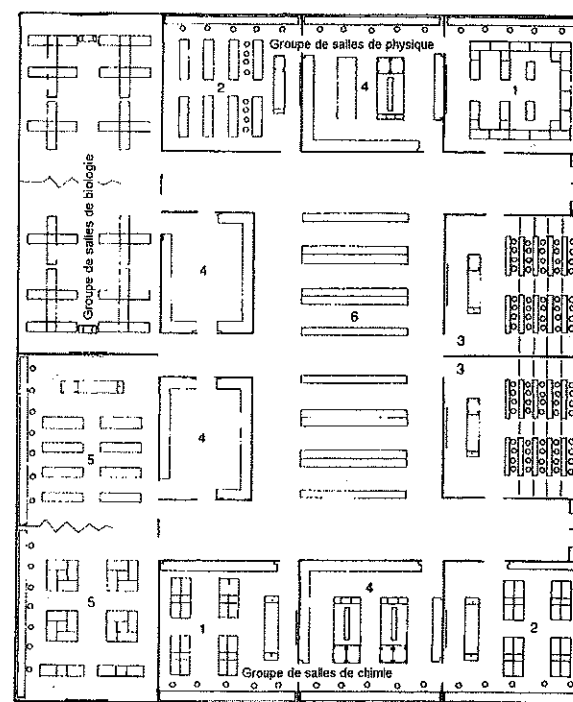
① Espace mini. pour agencement des tables en rang dans salle de cours

② Espace mini. pour agencement des tables dos à dos dans salle de cours



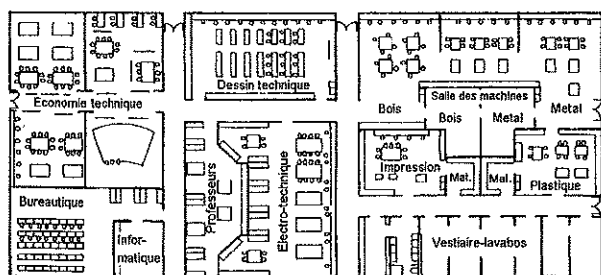
Salle de cours env. 48 places, env. 80 m²

③ Locaux pour l'enseignement des sciences naturelles.



1) Salle de T.P. 2) Salle de cours / T.P. 3) Salle de cours 4) Préparation et collection 5) Salle de T.P. alternative 6) Collection

④ Domaine sciences naturelles env. 400 places env. 1400 m².



⑤ Domaines technico-économique, bureautique, dessin technique, travaux manuels en tout env. 350 places, env. 1600 m².

ÉTABLISSEMENTS SCOLAIRES

ESPACES SPÉCIFIQUES PAR MATIÈRE

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 m² par place,
- salle pour exposés et démonstrations : 4,50 m² (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 m²,
- une salle pour les exposés et les démonstrations de 60 m², 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 m².

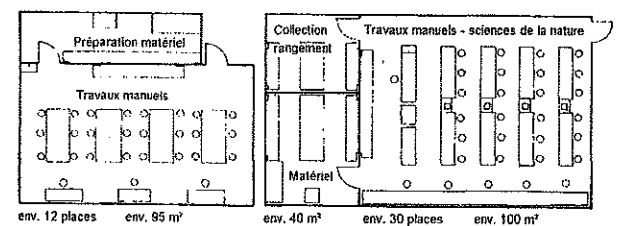
Des salles de préparation, de rangement du matériel sont également à prévoir. Leur dimension est au total de 30 à 40 m², voire de 70 m², selon l'importance de l'établissement scolaire et les domaines spécifiques d'enseignement dispensé. Les salles centrales peuvent être éclairées à la lumière artificielle.

Laboratoire de photographie

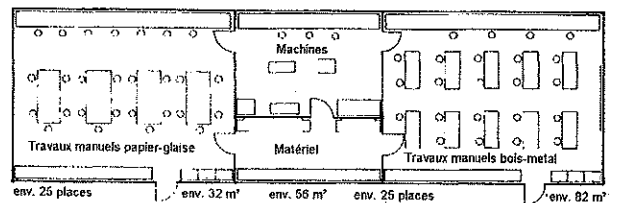
Des salles de travaux photographiques peuvent être rattachées aux salles de sciences de la vie et de la terre.

Plusieurs types de salle sont possibles :

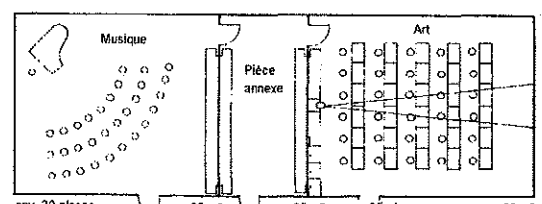
- studio photo : avant-pièce du laboratoire photo pour les prises de vues et les cours ; laboratoire photo comprenant une chambre noire avec une partie pour le tirage et une partie pour le développement des films (prévoir une table d'agrandissement pour 2 à 3 élèves, combinée avec des places de travail ayant un bac d'eau), une pièce ou une alcôve pour charger les appareils.



⑥ Domaines technique, économie, musique et art (fig. 4 à 6).

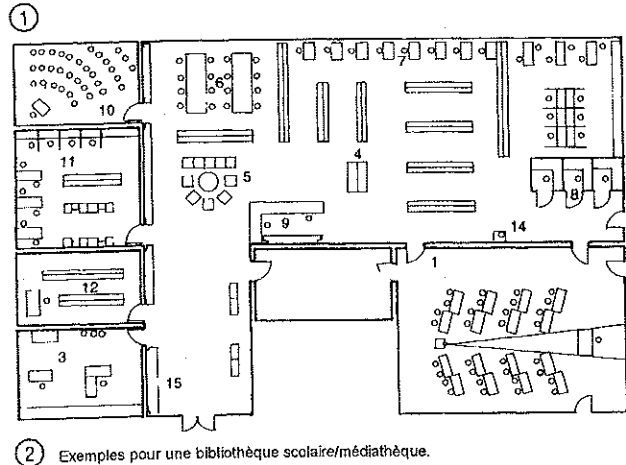


⑦ Domaine technique.



⑧ Musique et art.

ESPACES D'INFORMATION ET DE RENCONTRE



② Exemples pour une bibliothèque scolaire/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).

- globalement, pour la bibliothèque et médiathèque : de 0,35 à 0,55 m² par élève.

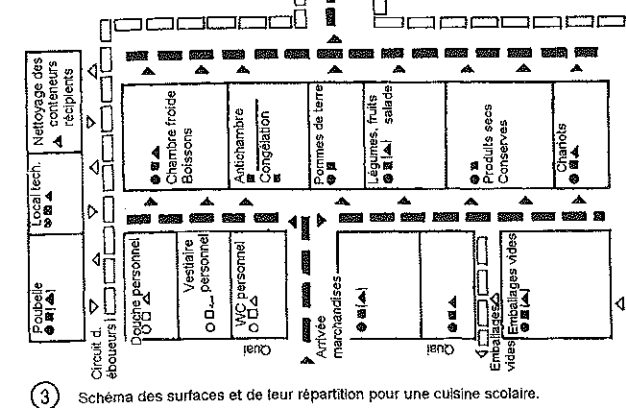
- environ 5 m² par place de travail, en incluant également une surface pour le catalogue général, soit de 20 à 40 m².

- environnement 10 à 20 m² 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 m² d'étagère libre, y compris les surfaces d'accès,

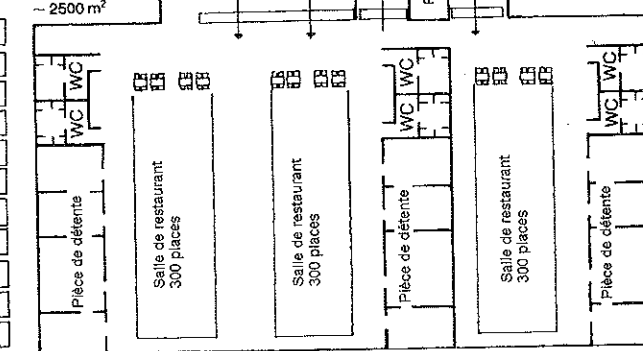
- places de lecture et catalogues : pour 1 000 volumes de littérature et d'ouvrages secondaires, compter 20 à 40 m² de zone de travail ; pour 1 000 volumes d'ouvrages de référence, compter environ 25 m² pour 5 % d'élèves et de professeurs, avec au moins 30 places de travail de 2 m² chacune, soit 60 m² ; salle de travail de groupe pour 8 à 10 personnes, environ 20 m².

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 tables 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.

- pour la distribution : de 40 à 60 m² ; la salle de restaurant dépend du nombre d'élèves et du nombre de services : de 1,20 à 1,40 m² par place ; séparer les grandes surfaces en volumes différenciés ; enfin, prévoir 1 lavabo à l'entrée pour environ 40 places.



③ Schéma des surfaces et de leur répartition pour une cuisine scolaire



④ Distribution des repas, de la vaisselle et salles de restaurant

AIRES DE RECRÉATION ET DE CIRCULATION

Les cheminements d'accès horizontaux et verticaux sont des voies de secours. La largeur de passage des circulations et issues de secours est au minimum de 1,40 m pour un minimum d'occupation de 150 personnes. Toutefois, prévoir une largeur de couloir de 2,00 m dans les zones d'enseignement. Les escaliers dans les zones d'enseignement ont 1,40 m de large, les circulations de secours par ailleurs seront calculées en multiple d'une unité de passage = 0,60 m (voir p. 570). Le principe d'une distance maximale à parcourir pour rejoindre les issues de secours est appliqué et sa longueur dépend de la situation en étage ou en rez-de-chaussée, du nombre d'issues de secours accessibles depuis un point donné, de la configuration des lieux et de la nature des escaliers (protégé ou non). La mesure en ligne droite depuis l'issue de secours vers la cage d'escalier et l'emplacement de travail le plus éloigné ne doit pas dépasser 30 m.

La capacité des escaliers dépend du nombre d'usagers et de l'occupation moyenne. sa largeur minimale ainsi que celles des dégagements se calculent en nombre d'unités de passage en fonction de l'effectif à évacuer et du nombre de dégagements (voir p. 574).

Elles peuvent s'ouvrir vers l'intérieur (fig. 1) et vers l'extérieur. Les portes s'ouvrant sur l'extérieur ne doivent pas constituer un danger pour les élèves et ne doivent pas empiéter de plus de 0,20 m sur une circulation de secours (fig. 2). Les portes des salles de plus de 40 élèves ou des salles à risque d'incendie (salle de chimie.) doivent s'ouvrir dans le sens de l'évacuation.

La hauteur des marches est de comprise entre 13 cm et 17 cm. La hauteur et la largeur des marches sont liées par la relation $0,60 \text{ m} < 2H + G < 0,64 \text{ m}$ (fig. 3 et 4) Les rampes ont une pente inférieure ou égale à 5 %.

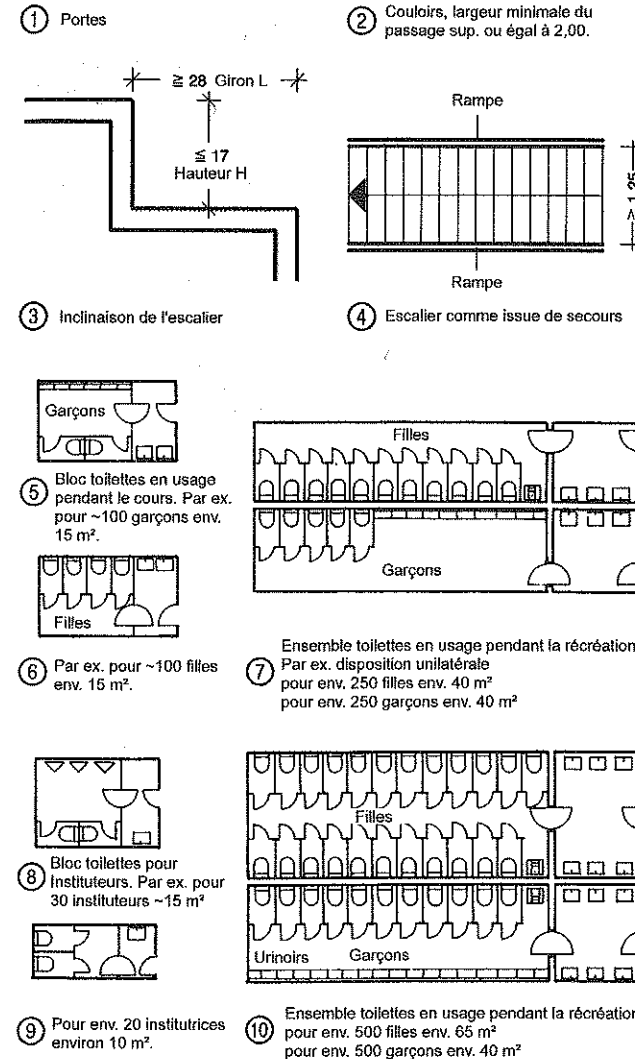
Les vestiaires sont à prévoir en dehors des salles de classe.

La superficie des aires de récréation est 200 m² pour une classe, 100 m² par classe en plus. Des espaces polyvalents et de restauration sont aussi utilisés en aires de récréation.

Des jonctions couvertes entre bâtiments et halls de sport, peuvent être aussi aménagés en préaux de récréation ou en surfaces de sport.

Dans chaque école, on doit avoir la possibilité d'aménager un espace à usage collectif pour des représentations et pour des fêtes. Ceci peut être obtenu par le regroupement temporaire de plusieurs salles ou circulations.

Détermination du nombre de cuvettes, urinoirs et lavabos en fonction du nombre total d'élèves, séparés par sexes conformément aux recommandations des constructions scolaires (fig. 11).
Prévoir des accès séparés pour garçons et filles (fig. 5 à 10).



⑪ Valeurs indicatives pour la détermination du nombre des installations sanitaires.

Nombre d'usagers	WC	Urinoir
40 garçons	1	2
20 filles	1	–
15 instituteurs	1	1
10 institutrices	1	–

⑪ Valeurs indicatives pour la détermination du nombre des installations sanitaires.

Type	Conception	Séparation filles / garçons	Situation	Usage	Divers
Toilettes attenantes aux salles de classe	Toilette avec Sas	Non	À proximité d'une salle de classe	Pendant l'heure de cours	Évent. pour cours préparatoire ou maternelle, 2 WC et Sas
Toilettes en usage pendant le cours	Bloc toilettes	Oui	Accessible depuis le couloir ou le hall	Plusieurs classes pendant l'heure de cours	Depuis chaque classe sans WC, un WC de classe devrait être accessible à moins de 40 m de distance respectivement un escalier
Toilettes en usage pendant la récréation	Bloc toilettes	Oui	Accessible depuis la cour de récréation ou depuis le hall	Pour des classes pendant la récréation	Toilette de plain-pied et non à l'intérieur du bâtiment, accessible depuis les aires de récréation
Toilettes des enseignants	Bloc toilettes	Séparation Femmes / Hommes	Attribué aux enseignants ou à l'administration	Pendant la récréation	Éventuellement en communication avec le vestiaire des enseignants

⑫ Toilettes

ÉTABLISSEMENTS SCOLAIRES DISPOSITION DES SALLES DE CLASSE

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.

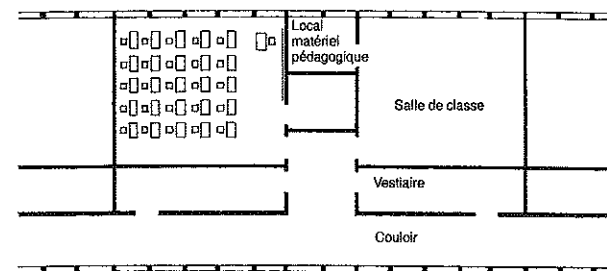
Devant : Tableau mural coulissant verticalement et à panneaux latéraux pliables, surface de projection, branchement à proximité du tableau. Possibilité d'accrocher des cartes murales, d'occulter les fenêtres.

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.

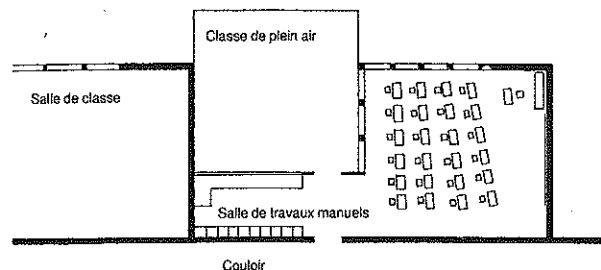
Sas et hall d'entrée, liaisons horizontales ou verticales (couloirs, escaliers, rampes), éventuellement hall de récréation (préau) (0,50 m²/élève).

Zone polyvalente pour fêtes, jeux, expositions.

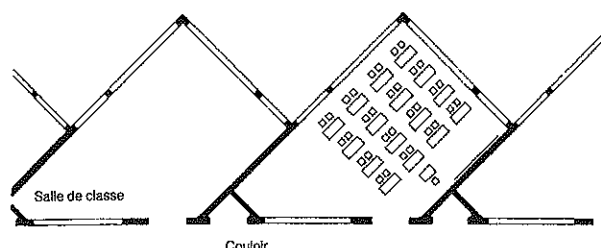
Local matériel pédagogique 12 à 15 m² sont suffisants. Situation centrale, des salles réservées aux professeurs ou aux salles polyvalentes.



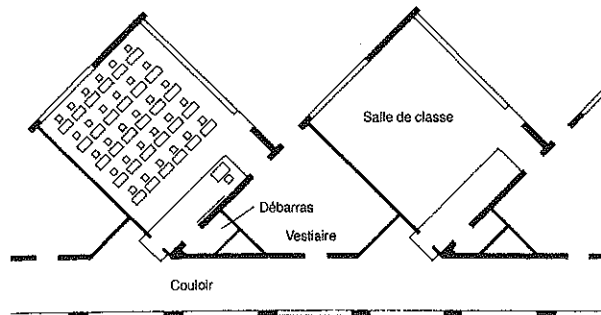
① Salle de classe éclairée et ventilée des deux côtés par vestiaire et couloir. Extension couloir devant deux classes, local matériel pédagogique.
Arch. : Yorke, Rosenberg, Mardall.



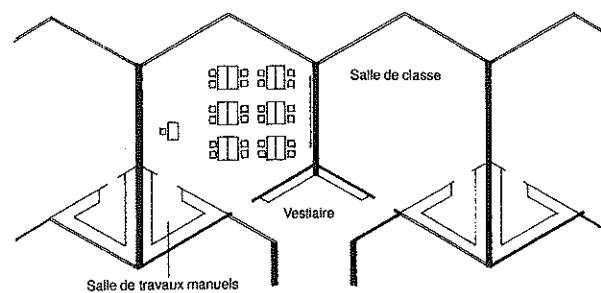
② Regroupement d'une classe, d'une classe de plein air et d'une salle de travaux manuels, proposition type.
Arch. : Neutra



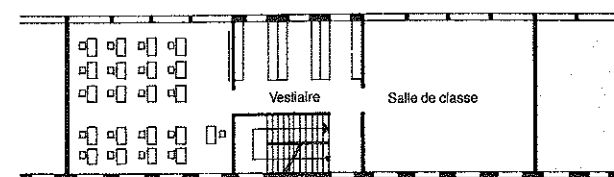
③ Plan avec classes en dents de scie. Risque de perturbation mutuelle.
Arch. : Carbonara



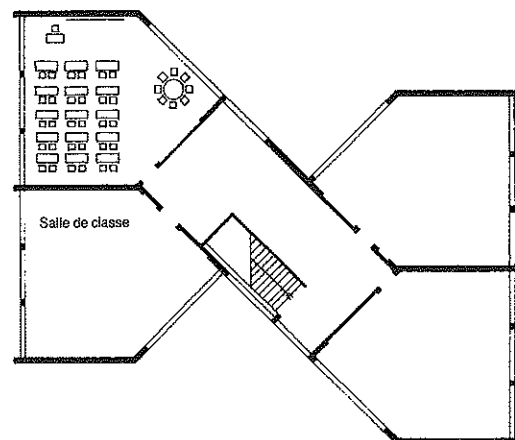
④ Salle de classe avec éclairage supplémentaire par fenêtre haute sur le mur arrière, sans vue mutuelle. Élargissement du couloir devant chaque classe avec vestiaire et débarras.
Arch. : Carbonara



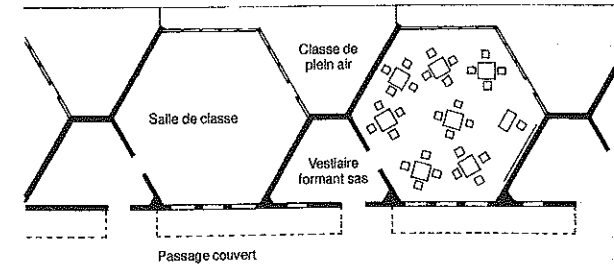
⑤ Classes hexagonales avec salles de travaux manuels triangulaires et fermées.
Arch. : Brechtbülén



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 ORGANISATION PAR TYPE D'ÉTABLISSEMENT

ÉCOLES PRIMAIRES ET COLLÈGES

10 à 15 salles de classe
3 salles de cours
chacune 65 à 70 m²
chacune 45 m²

Sciences naturelles

1 à 2 salles de travaux pratiques
1 à 2 laboratoires de préparation (y compris les locaux de rangement et de matériel)
1 pièce pour les travaux photos et le travail en groupe
chacune 70 à 75 m²
chacun 40 m²
20 à 25 m²

Enseignement ménager

1 cuisine
1 salle de cours et restauration
1 local servant de réserve ou/et pour le matériel et les appareils ménagers
1 vestiaire avec lavabos
70 à 75 m²
30 à 40 m²
30 à 40 m²
15 à 20 m²

Travaux manuels

1 salle pour les activités techniques
1 salle pour les activités artistiques
1 pièce pour le matériel
1 vestiaire avec lavabos
le tout 180 m²

Autres salles

1 salle de travail
2 à 3 locaux de matériel pédagogique
1 salle pour la bibliothèque scolaire avec des magazines pour jeunes
1 pièce pour les réunions enseignants/élèves
1 salle polyvalente (pour la moitié des élèves au maximum)
70 à 75 m²
chacun 10 à 15 m²
60 à 65 m²
15 à 20 m²
1 m² par élève

Administration

1 salle faisant fonction à la fois de salle de travail et de documentation pour les professeurs
1 bureau pour le directeur
1 bureau pour le secrétariat
1 infirmerie
1 loge pour le gardien
80 à 85 m²
20 à 25 m²
15 à 20 m²
20 à 25 m²
20 à 25 m²

Sport

1 salle de sport pour 10 à 15 classes par activité
1 terrain de sport selon besoins
15 x 27 m

LYCÉES D'ENSEIGNEMENT GÉNÉRAL ET TECHNIQUE

Des salles de classe ayant chacune 40 m²

Physique, chimie et biologie

1 salle de travaux pratiques de physique
1 salle de travaux pratiques de chimie
1 salle de travaux pratiques de biologie
1 salle de préparation pour physique et chimie, faisant aussi fonction de pièce de rangement et de pièce pour le matériel
1 salle de préparation pour la biologie
1 à 2 salles pour travail en groupe en biologie
1 salle pour travaux photos
70 à 75 m²
70 à 75 m²
70 à 75 m²
30 à 35 m²
30 à 35 m²
30 à 35 m²
20 à 25 m²

Enseignement ménager

1 cuisine
1 salle de cours et restauration
1 local servant de réserves et/ou pour le matériel et les appareils ménagers
1 vestiaire avec lavabos
70 à 75 m²
30 à 40 m²
30 à 40 m²
15 à 20 m²

Activités artistiques

1 salle de dessin
1 à 2 salles de travail pour des activités techniques
1 ou 2 salles pour le matériel
1 vestiaire avec lavabos
1 salle de musique
1 salle annexe (instruments, notes, pupitres)
le tout occupant de 180 à 220 m²
65 à 70 m²
15 à 20 m²

Laboratoire de langues

1 pièce pour l'installation d'enseignement de langue
1 salle d'équipement et matériel
3 salles pour matériel pédagogique
80 à 85 m²
10 à 15 m²
chacune 10 à 15 m²

Autres salles

1 salle de documentation pour les élèves (CDI)
1 salle de réunion pour les enseignants et les élèves
1 salle polyvalente (pour la moitié des élèves au maximum)
60 à 65 m² à 70 à 75 m²
15 à 20 m²
1 m² par élève

Administration

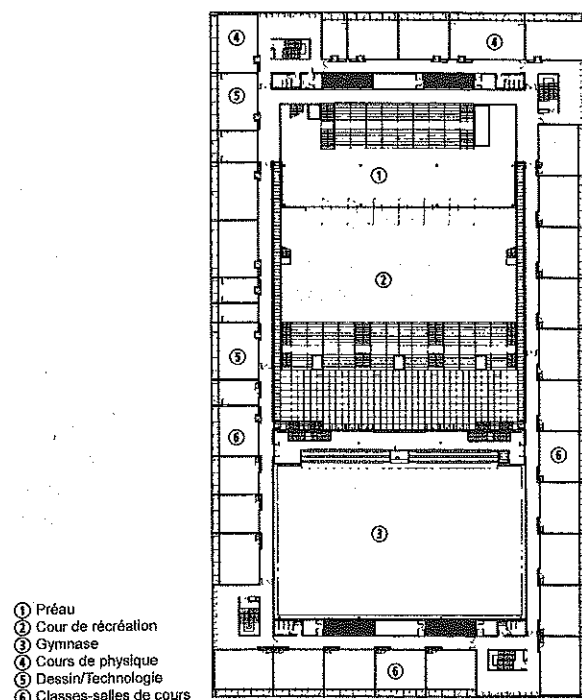
1 salle faisant fonction à la fois de salle de travail et de documentation pour les professeurs
1 salle des professeurs
1 bureau pour le directeur
1 bureau pour le directeur-adjoint
1 bureau pour le secrétariat
1 infirmerie
1 loge pour le gardien
100 à 105 m²
80 à 85 m²
20 à 25 m²
20 à 25 m²
15 à 20 m²
20 à 25 m²
20 à 25 m²

Sport

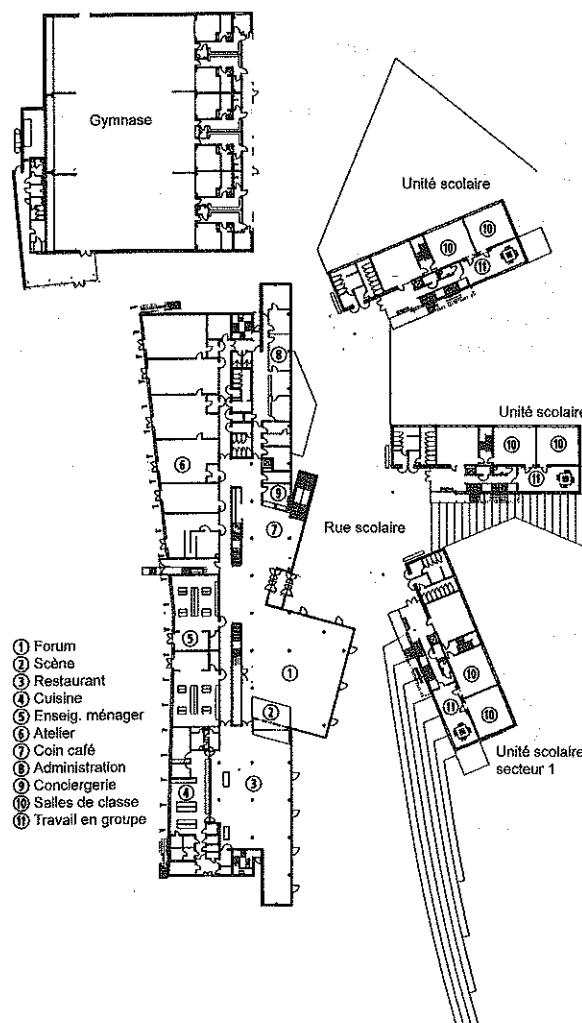
1 salle de sport pour 10 à 15 classes par activité
1 terrain de sport selon besoins
15 x 27 m

Enseignement
Recherche

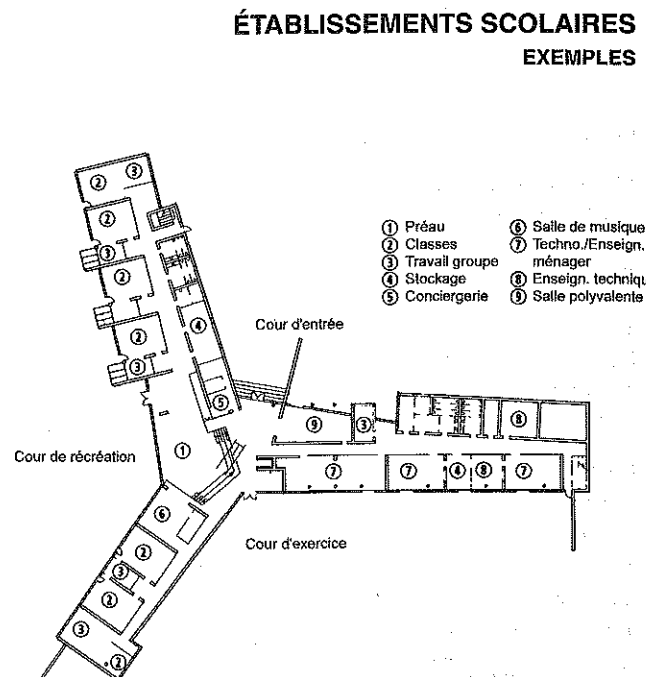
Enseignement
Recherche



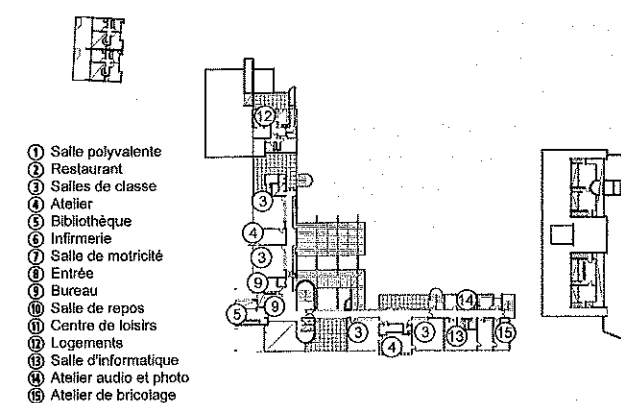
1 Lycée Markt Indersdorf - étage.
Arch. : Alimann Sattler Wagner Architectes.



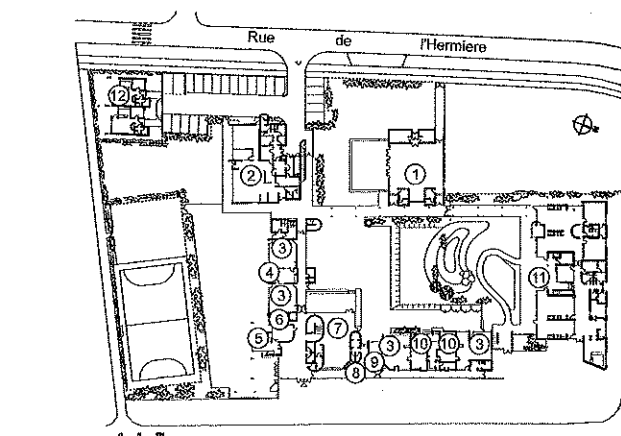
2 École Montessori, Aschen. Enseignement secondaire. Rez-de-chaussée.
Arch. : Prof. Ernst Kasper, Prof. Klaus Klever.



3 École avec cour de soutien individuel, Alzenau. Enseignement primaire et secondaire. Rez-de-chaussée.
Arch. : (se) Arch. Stefanie Eberding et Stephan Eberding.



4 Groupe scolaire, Serris (77). Étage.



5 Groupe scolaire, Serris (77). Rez-de-chaussée.
Arch. : François R. Leclercq - Véronique Leplat.

ÉTABLISSEMENTS SCOLAIRES EXEMPLES

ÉTABLISSEMENTS D'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR AMPHITHÉÂTRES

Aménagements centraux

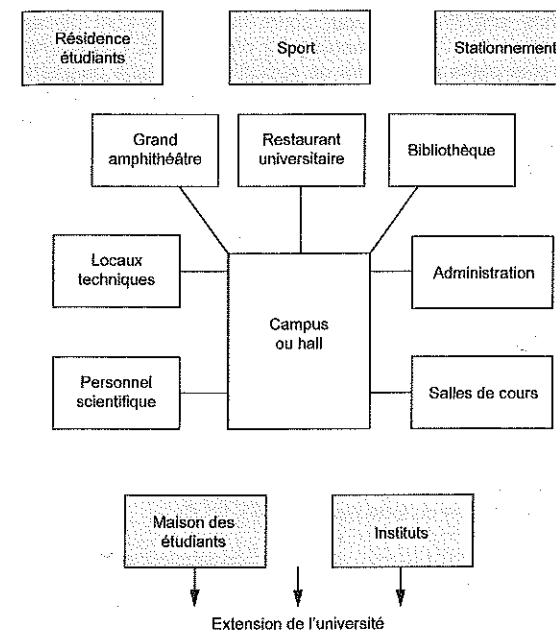
- Grand amphithéâtre, salle des fêtes, administration, maison de l'étudiant ; bibliothèques, restaurants universitaires, installations sportives, résidences universitaires, parkings.
- Installations techniques et distribution centrale : chaufferie, distribution technique.

Aménagements de base (fig. 1) pour toutes les disciplines

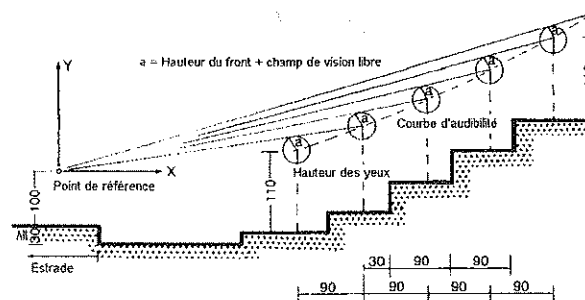
- Amphithéâtres pour les cours théoriques magistraux et les cours spécifiques, salles de séminaires et de travaux pratiques, salles informatiques.
- Bibliothèques spécialisées, locaux de service du personnel scientifique, salles de conférences et d'exams.

Besoins en espace spécifique pour chaque discipline

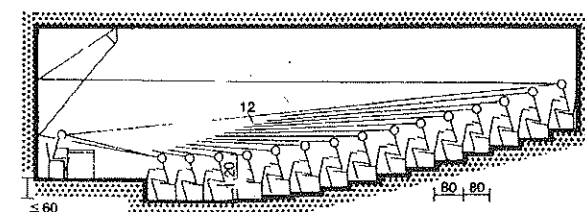
- Sciences humaines : pas d'exigences particulières.
- Disciplines artistiques (architecture, arts plastiques, musique...) : salles de dessin, ateliers, salles de répétition et salles de rangement du matériel.
- Disciplines techniques et scientifiques (ingénierie, physique, construction de machines, 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.



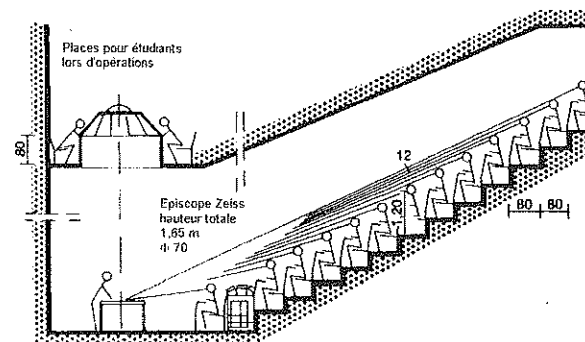
1 Schéma d'un campus universitaire



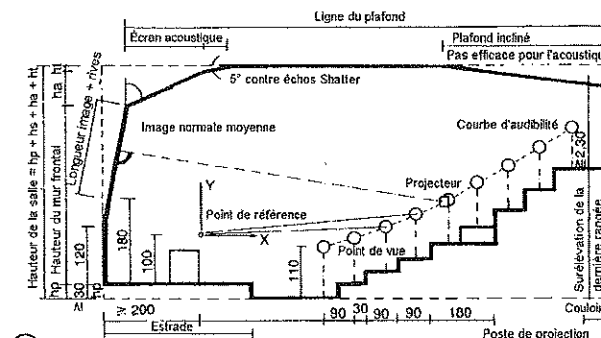
2 Définition graphique de la courbe d'audibilité



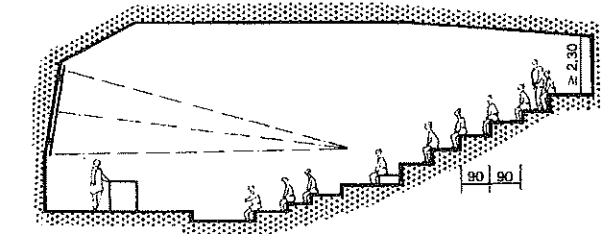
4 Forme normale d'amphithéâtre



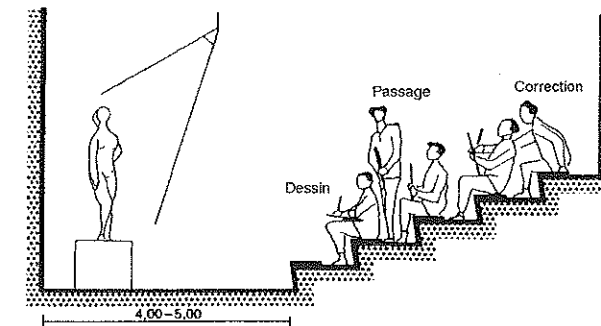
6 Amphithéâtre pour démonstration sur tables (Cliniques chirurgicales)



3 Coupe longitudinale sur un amphithéâtre



5 Amphithéâtre plus fortement pentu



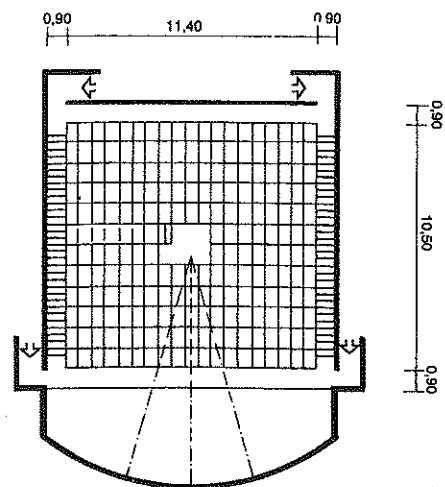
7 Gradins dans salle de nu académique, par étudiant 0,65 m² de place assise

ÉTABLISSEMENTS D'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR AMPHITHÉÂTRES

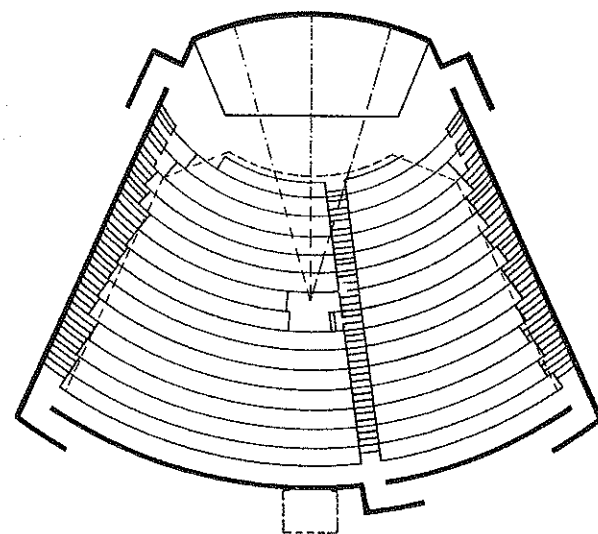
Les grands amphithéâtres pour cours magistraux sont placés de préférence dans les bâtiments pour conférences. Les amphithéâtres plus petits pour cours de spécialisation, dans des bâtiments pour instituts et séminaires. Accès à l'amphithéâtre séparé du secteur de recherche, par le plus court chemin, si 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). 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.

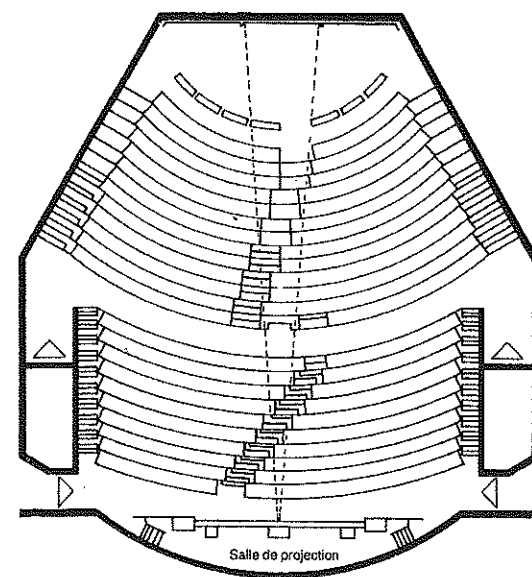
- Amphithéâtres de sciences humaines avec inscriptions au tableau et projection, avec sièges en pente (p. 243, fig. 4).
- Amphithéâtres de sciences naturelles, avec tables d'expérience, avec sièges en forte pente (p. 243, fig. 5).
- Amphithéâtres médicaux avec démonstrations « théâtre anatomique » avec sièges en forte pente (p. 243, fig. 6).



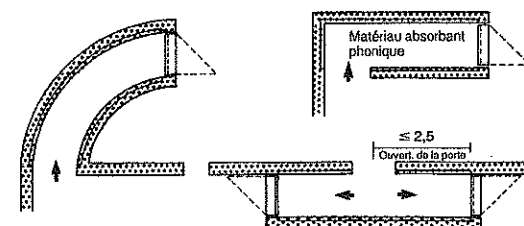
① Amphithéâtre rectangulaire de 200 places



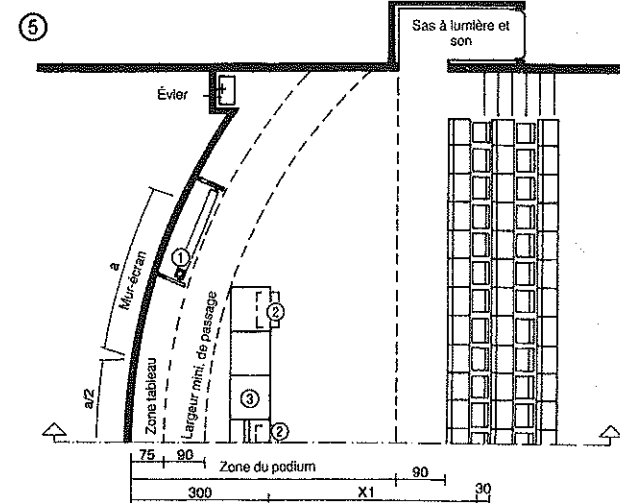
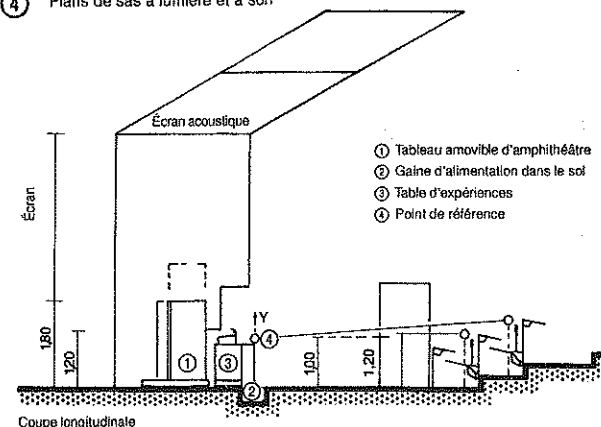
② Amphithéâtre trapézoïdal de 400 places



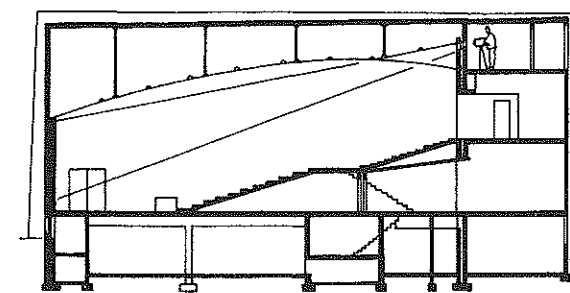
③ Amphithéâtre de 800 places



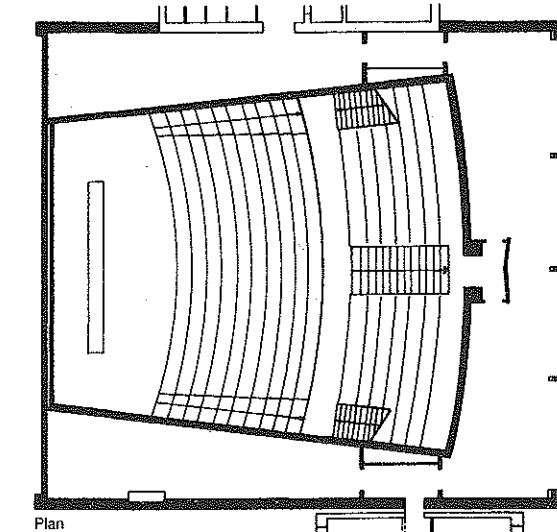
④ Plans de sas à lumière et à son



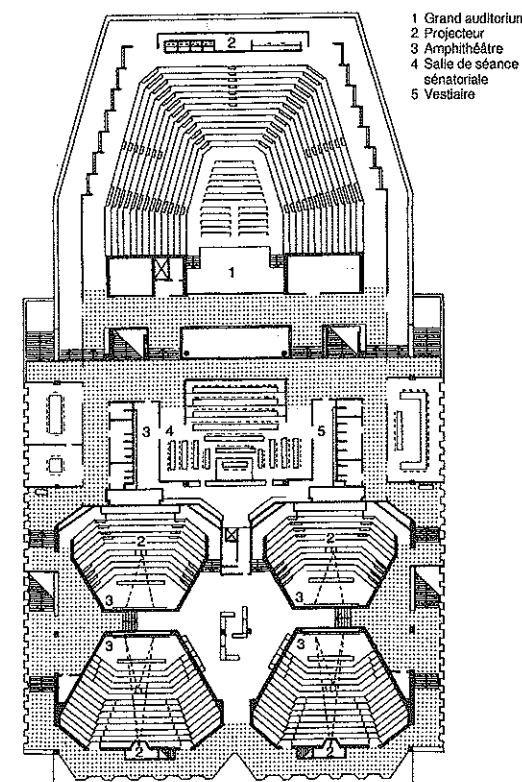
⑤ Plan de la zone du podium



① Coupe de la figure 2.

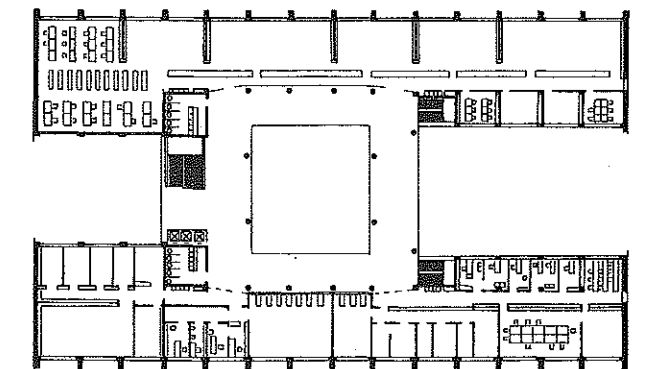


② Amphithéâtre de physique avec cloison double pour éviter les ponts phoniques et les vibrations. École supérieure de Darmstadt.

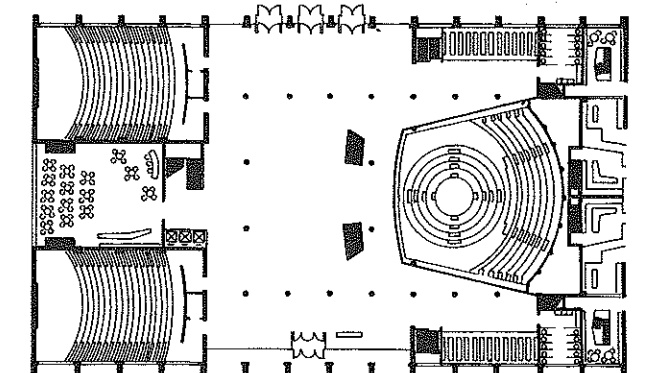


③ Auditorium de l'école technique de Delft.

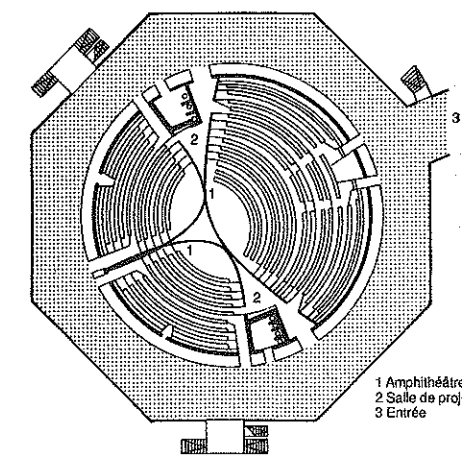
ÉTABLISSEMENTS D'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR AMPHITHÉÂTRES



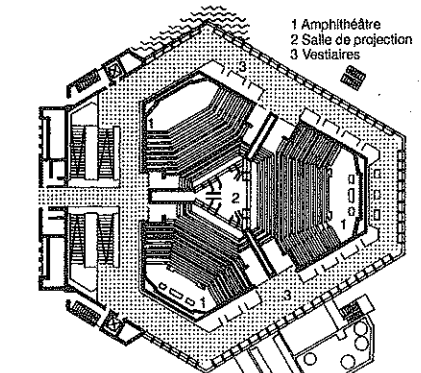
④ Étage normal (fig. 5).



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



⑥ Bâtiment de faculté à Düsseldorf. Arch. : Pfau

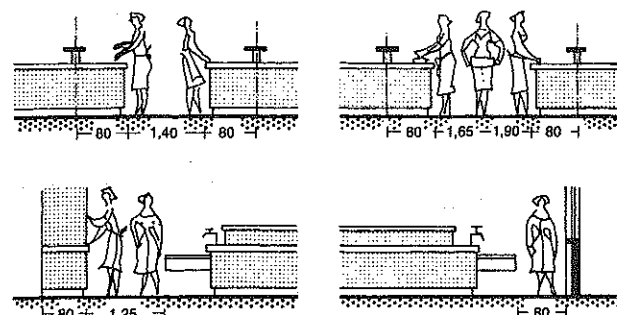


⑦ Amphithéâtre de l'école technique supérieure Honggerberg à Zurich. Arch. : Steiner + Gehry

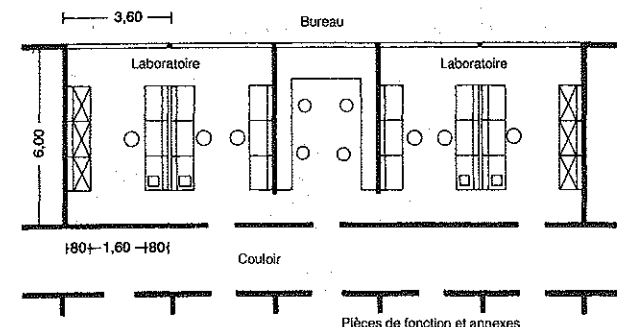
Enseignement
Recherche

Enseignement
Recherche

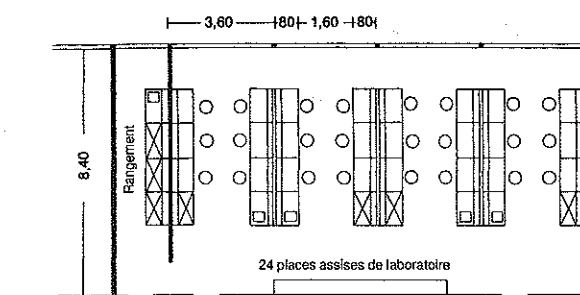
ÉTABLISSEMENTS D'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR LABORATOIRES



① Largeurs minimales de passage entre 2 postes de travail.

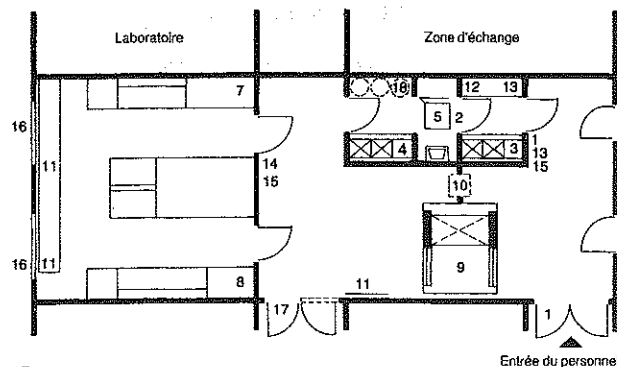


② Laboratoire de recherche.



③ Laboratoire d'enseignement et de travaux pratiques.

- Laboratoire à niveau 3 de sécurité**
- 1 Panneau d'avertissement
 - 2 Sas à 2 portes à fermeture automatique
 - 3 Vêtements de ville
 - 4 Vêtements de protection
 - 5 Dépression dans le plancher (évent, paillasse de désinfection des pieds) en prévision de l'installation d'un couloir 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)
 - 10 Réchauffeur à plaques (à 7,5 cm du mur)
 - 11 Armoire de commande et de surveillance : distribution électrique, commutateur principal d'arrêt d'urgence, tableau témoin
 - 12 Indicateur de pression différentielle lisible de l'intérieur et de l'extérieur, avec alarme 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**
- 1 Triple sas. Portes à fermeture automatique
 - 2 Triple sas. Portes à fermeture automatique
 - 3 Douche pour personnel (réamenable à partir de L9) rassemblement des eaux usées, désinfection
 - 4 Plan de travail fermé, étanche au gaz, aménagé et évacuation d'air individuelles. Filtres HépA supplémentaires
 - 5 Sas-autoclave, portes mutuellement verrouillables, désinfection de l'eau de condensation
 - 6 Sas étanche
 - 7 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).

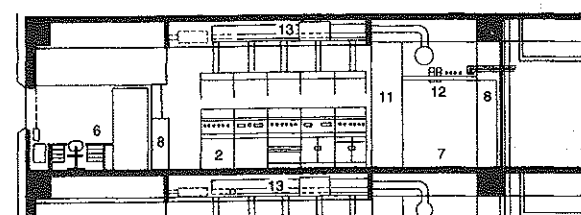
Les laboratoires en rapport avec la recherche, souvent dans des locaux plus petits avec un aménagement spécial et des pièces de fonction supplémentaires, comme les salles de pesage et de mesures, salles de centrifugeurs et autoclaves, laves, pièces climatisées et chambres froides à température constante, 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. 249, fig. 7) pour les travaux dégageant une grande quantité de gaz ou de fumée. Autoclaves souvent dans pièces à part (pièces pantes).

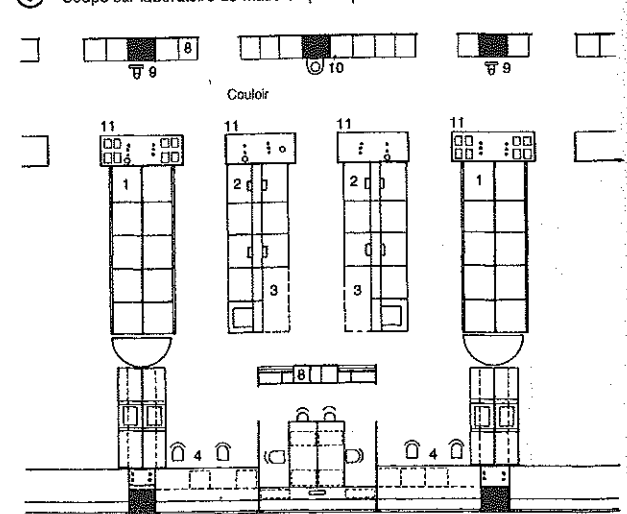
Les laboratoires de physique ont surtout des tables de labo à roulettes et une installation électrique différenciée en caniveaux électriques muraux ou suspendus au plafond, avec faible renouvellement de l'air (p. 249).

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 microélectronique 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).



⑤ Coupe sur laboratoire de matières plastiques.



⑥ Plan.

ÉTABLISSEMENTS D'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR LABORATOIRES

Laboratoires de froid pour travaux dans des conditions climatiques extrêmes.

Laboratoires photos et chambres noires.

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. 248, 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. Gains 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 gains. Refroidissement et humidification selon besoins.

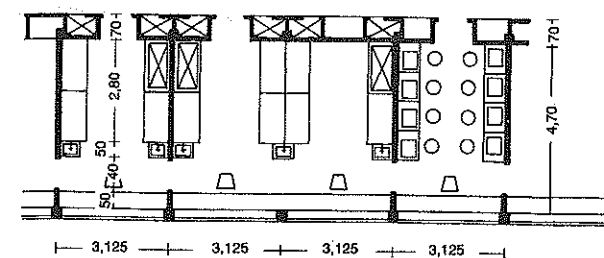
Les installations de ventilation nécessitent plus d'espace que toutes autres installations. Tous les laboratoires dans lesquels s'effectuent des manipulations chimiques doivent être ventilés mécaniquement. Renouvellement d'air par heure :

- labos de chimie 8 fois
- labos de biologie 4 fois
- labos de physique 3-4 fois (dans la zone à ventiler).

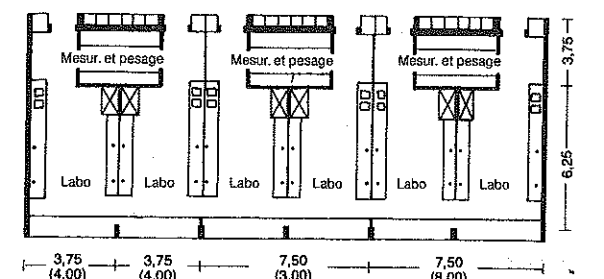
Installation électrique :

Un transformateur particulier est nécessaire dans le bâtiment en cas de grandes charges de connexion ou de courants électriques spéciaux.

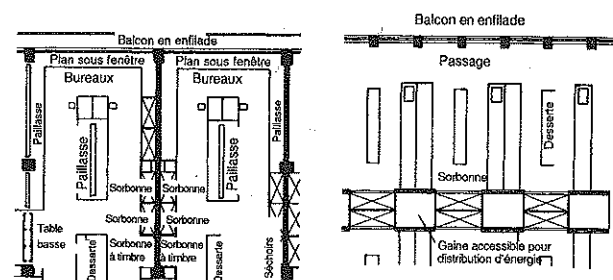
Les centrales électriques doivent être entourées de matières ininflammables et ne doivent pas être traversées par des lignes indpendantes.



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.

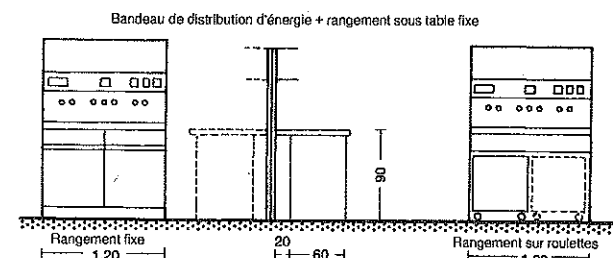


② Laboratoires standard avec locaux de mesurage et pesage intercalés. Clinique universitaire de Francfort/Main. Arch. : Schlempp + Schwethelm

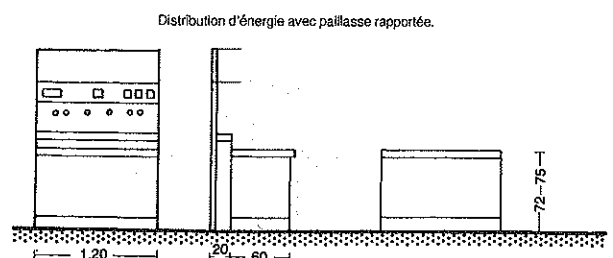


③ Installation de laboratoire dans le labo. central de rech. scient. (Fabrique de peintures Bayer AG).

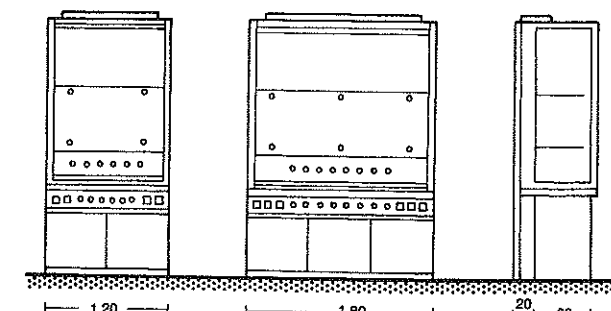
④ Disposition de gains accessibles (BASF).



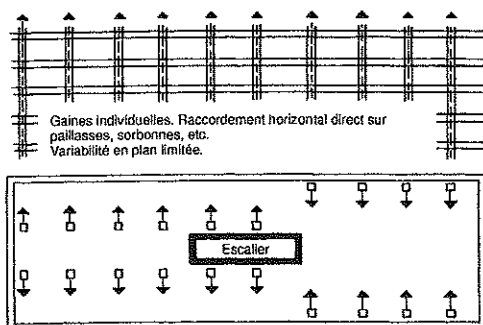
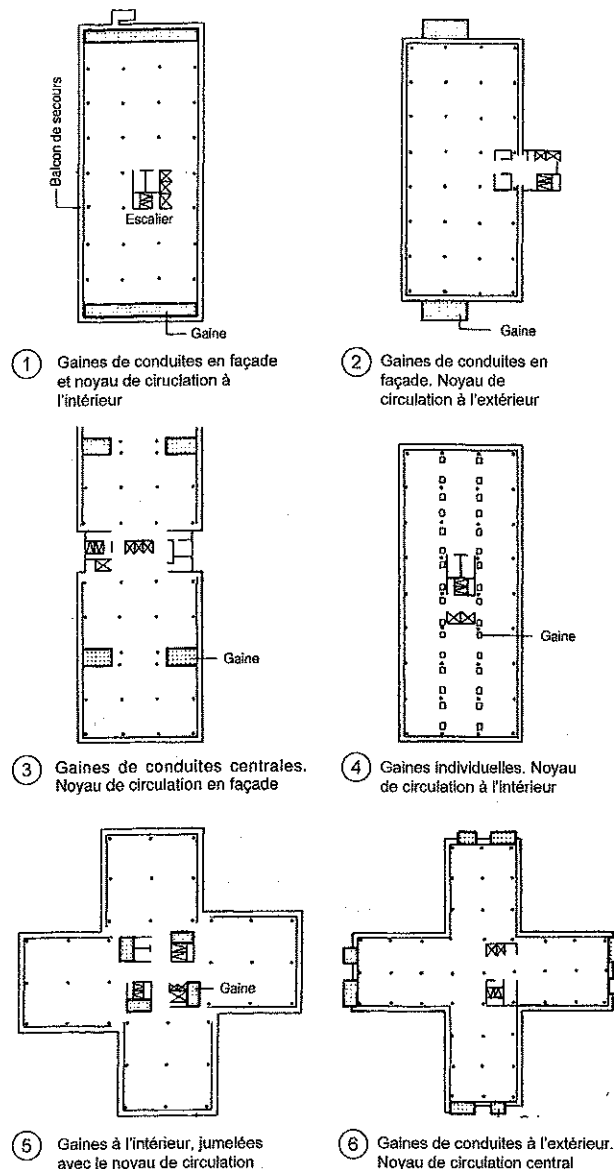
⑤ Paillasse de labo de chimie.



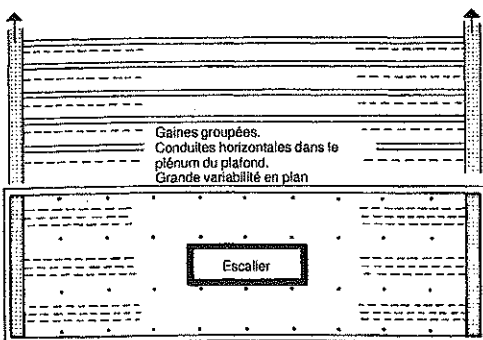
⑥ Table de laboratoire de physique.



⑦ Sorbonne (hottes d'aspiration fermées).



7 Système de distribution verticale



8 Système de distribution horizontale

ÉTABLISSEMENTS D'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR LABORATOIRES

Répartition des gains de conduite, supports et éléments verticaux de circulation

Gains collectrices en façade, noyau de circulation intérieur (fig. 1). Gains collectrices extérieures, noyau de circulation extérieur (fig. 2).

Gains collectrices centrales, noyau de circulation comme élément de tête (fig. 3).

Installation de gains individuelles, noyau de circulation intérieur (fig. 4).

Forme de croix : gains 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 gains individuelles se dirigent directement vers les laboratoires. Arrivée et sortie d'air amenées de façon décentralisées vers les sorbonnes, ventilateurs individuels sur le toit.

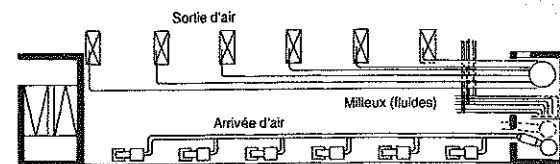
Avantages : Distribution individuelle maximale. Raccords horizontaux à la pailasse courts.

Inconvénients : Variabilité limitée en plan, besoin de surface plus grand au niveau pratique et technique (fig. 7).

Système de distribution horizontale

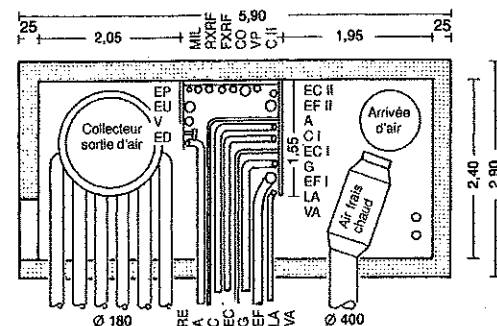
Regroupement de tous les milieux (fluides) dans les gains collectrices verticales et, de là, répartition horizontale dans les niveaux d'utilisation avec raccordement haut ou bas à la pailasse.

Avantages : Moindre besoin de surface et de conduites pour les gains, 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 gains 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).

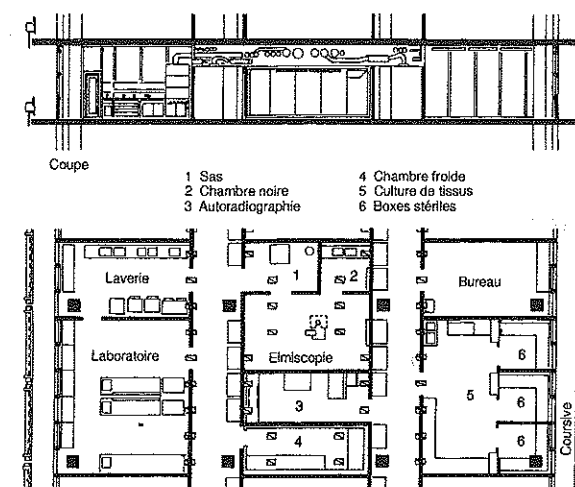


9 Conduites horizontales en plafond du laboratoire. Plan

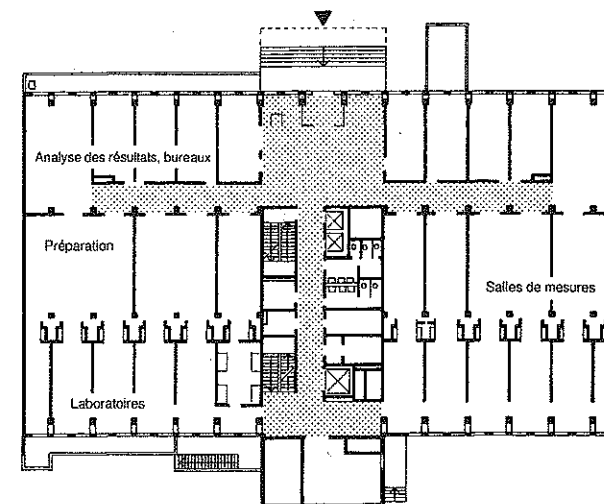
EF	Eau froide	VP	Vapeur	V	Vidage
EC	Eau chaude	CO	Condensat	RE	Réserve
C	Circulation	A	Air	LA	Eau du laboratoire
ED	Eau distillée	G	Gaz	VA	Ventilation annexe
FXRF	Flux de réfrigérant	MIL	Milieu particulier	EU	Eaux usées sanitaires
RXRF	Reflex de réfrigérant			EP	Canalisation eaux de pluie
I	1er niveau de pression				
II	2e niveau de pression				



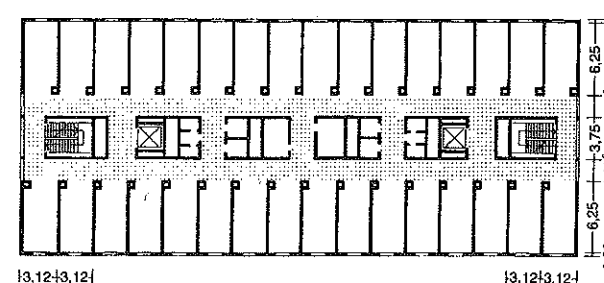
10 Gaine collectrice. Plan



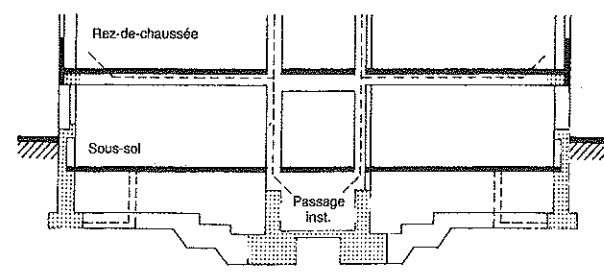
1 Plan partiel du centre de recherche contre le cancer, Heidelberg. Arch.: Helne, Wischer & Partner



2 Laboratoire de physique analytique (BASF Ludwigshafen).



3 Plan type de laboratoire polyvalent transformable. Arch.: W. Haake



4 Coupe transversale sur laboratoire avec passage central rationnellement situé.

ÉTABLISSEMENTS D'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR LABORATOIRES

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).

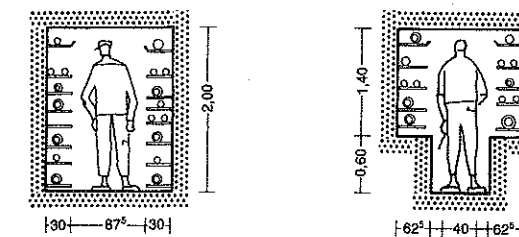
Grandes trames permettant d'obtenir des volumes sans poteaux : 7,20 x 7,20 m, 7,20 x 8,40 m, 8,40 x 8,40 m. Hauteur normale d'étage 4 m, hauteur libre ≥ 3,0 m.

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.

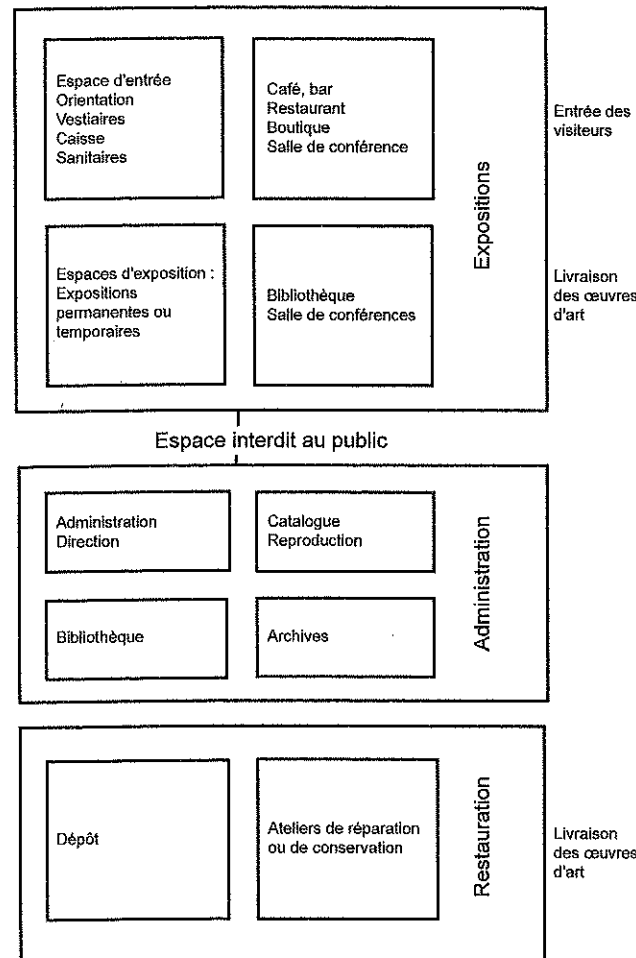
Les laboratoires d'isotopes ont des plafonds et des revêtements muraux lisses et non poreux. Angles arrondis, blindages en plomb ou béton, contrôle des eaux usées, cellules de douche entre laboratoire et sortie. Conteneurs en béton pour réception des restes actifs et des déchets, coffres en béton avec 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.

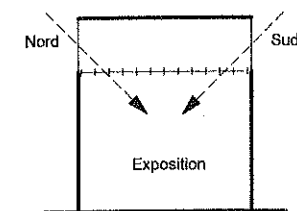


5 Galerie principale de canalisations (accessible), coupe différente selon nombre de canalisations.

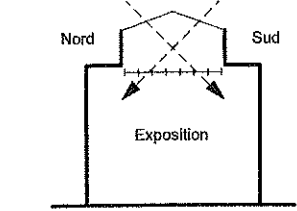
Espace public, contrôlé



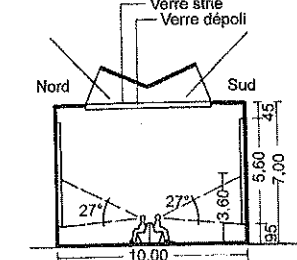
1 Schéma fonctionnel



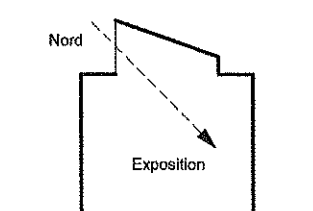
2 Éclairage indirect, filtré ou par faux plafond vitré



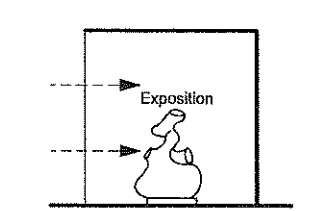
3 Éclairage par une lumière zénithale au nord



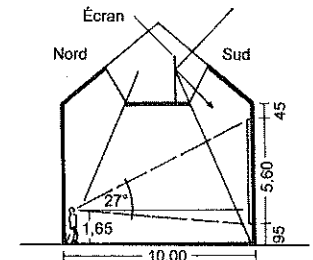
4 Éclairage indirect, filtré ou par faux plafond vitré



5 Éclairage latéral par le nord



6 Salle d'exposition bien éclairée d'après les expériences faites à Boston



7 Salle à l'éclairage uniforme avec lumière du jour selon S. Hurst Seager

MUSÉES ORGANISATION

Un musée est une collection publique de pièces témoignant de l'évolution de la culture humaine. Il rassemble, documente, préserve, recherche, interprète et communique sur celle-ci en l'exposant.

On distingue les collections suivantes selon la provenance et le type de pièces exposées.

Musée d'art : collection de pièces dans le domaine des arts plastiques (y compris l'artisanat d'art et les arts graphiques).

Musée d'histoire culturelle : collection d'objets, d'armes, de vêtements, de documents écrits, etc. qui rendent compte de l'évolution culturelle d'une aire géographiquement définie (musée des traditions populaires, musée en plein air, musée de culture populaire).

Musée ethnographique : pièces du patrimoine culturel des peuples traditionnels et des cultures premières.

Musée des sciences : collections comprenant du matériel pédagogique et d'observation dans les domaines des sciences naturelles et des techniques.

Éclairage

La lumière du jour directe ne doit jamais frapper les pièces de musée, qui pourraient ainsi être endommagées. C'est pourquoi les salles d'exposition doivent être équipées de systèmes d'éclairage flexibles : absence de luminaires encastrés, de luminaires fixes muraux ou en plafond.

Directives pour les puissances d'éclairage :

Pièces d'exposition très sensibles 50-80 lux
Pièces d'exposition sensibles 100-150 lux
Pièces d'exposition peu sensibles 150-300 lux
Il convient de ne pas émettre un rayonnement ultraviolet de plus de 25 W/m².

Chaque salle d'exposition doit pouvoir être mise totalement dans l'obscurité. Dans les pièces recevant du public mais non prévues pour des expositions, comme les espaces d'accueil, les cafétérias, la bibliothèque, une forte proportion de lumière du jour est vivement souhaitée.

Les calculs d'éclairage des musées sont très théoriques, la qualité de la lumière est déterminante. Dans ce sens, les essais américains se révèlent les plus instructifs (fig. 6).

Climat intérieur dans les locaux de stockage et les salles d'exposition

Il est recommandé d'atteindre dans les locaux de stockage et les salles d'exposition une température comprise entre 15 et 18 °C en hiver et entre 20 et 22 °C en été. Il convient en outre de ne pas dépasser des pointes de température de 26 °C en été et de 13 °C en hiver. Les locaux destinés au stockage ne doivent donc pas être par exemple prévus dans des combles non isolés.

Étant donné que la reproduction d'insectes destructeurs est fortement limitée en dessous de 15 °C, une température comprise entre 12 et 13 °C est considérée comme optimale, surtout pour les collections d'histoire naturelle et d'ethnographie.

Chimiquement plutôt instables, les films et le matériel photographique doivent de préférence être entreposés au frais et au sec à une température inférieure à 16 °C (optimum autour de 5 °C).

L'humidité relative des espaces de stockage et d'exposition est liée aux matériaux exposés ou entreposés : un taux compris entre 55 et 60 % est idéal pour le bois, entre 50 et 55 % pour la toile et entre 45 et 50 % pour le papier. Une humidité de l'air maximale de 40 % doit être respectée pour les métaux. Il est particulièrement important d'éviter les variations rapides de températures : l'écart d'humidité relative ne doit pas dépasser 2,5 % en une heure et 5 % en une journée. Les variations saisonnières ne doivent pas être supérieures à 5 % en été et inférieures à 5 % en hiver. La fluctuation de la fréquentation des musées entraîne une modification permanente des conditions climatiques intérieures.

MUSÉES SALLES D'EXPOSITION

La cohérence entre la collection et la façon dont les salles d'exposition communiquent entre elles (concept d'exposition) est déterminante pour la disposition des salles.

On distingue d'une manière générale les types suivants (fig. 1 à 6) :

Plan ouvert (fig. 1)

Espaces d'exposition vastes, autonomes sur le plan visuel, circulation libre, locaux annexes au sous-sol.

Salle principale et espaces annexes (core and satellites) (fig. 2)

Salle principale servant d'orientation dans le musée ou dans l'exposition en règle générale, locaux annexes pour les expositions autonomes (thèmes/collections).

Parcours linéaire (fig. 3)

Séquences spatiales linéaires, parcours défini, orientation claire, entrée et sortie séparées.

Labyrinthe (fig. 4)

Circulation libre, le parcours et la direction sont variables, l'entrée et la sortie peuvent être séparées.

Parcours complexe (fig. 5)

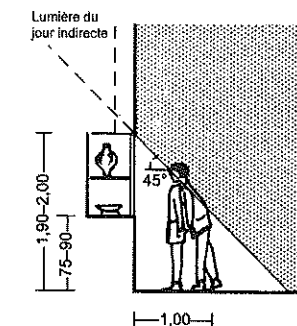
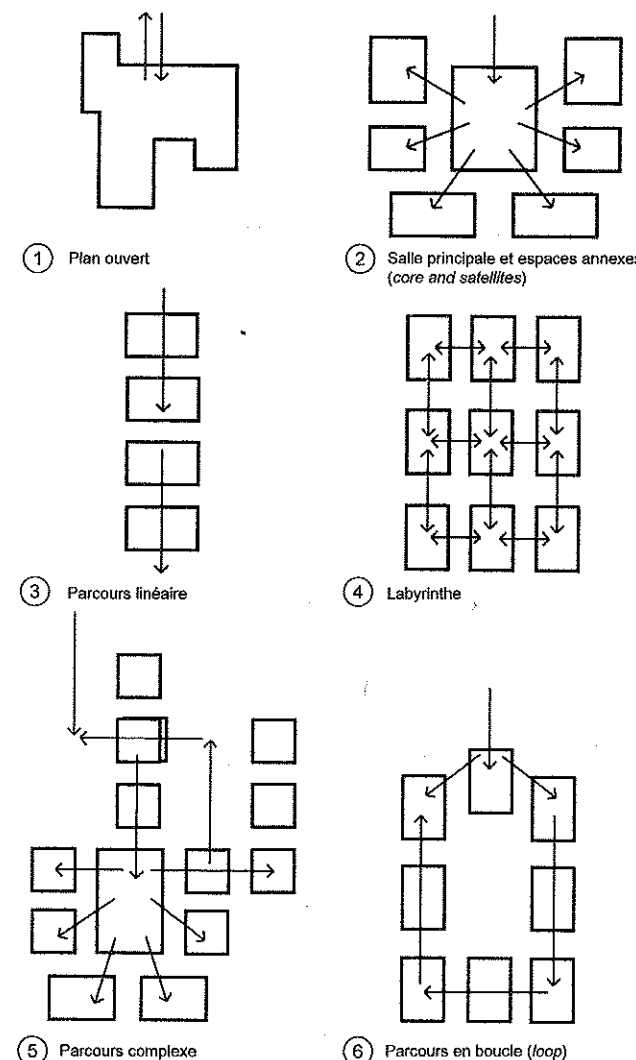
Groupes spatiaux combinés avec les caractéristiques typiques de 1 à 4, organisation complexe de la collection et du concept d'exposition.

Parcours en boucle (loop) (fig. 6)

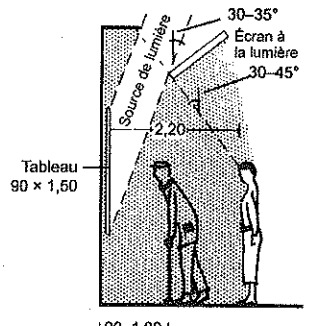
Semblable au parcours linéaire (fig. 3), le parcours en boucle ramène à l'entrée.

Concept d'exposition	Disposition spatiale
Orientation en fonction des salles d'exposition	Plan ouvert (fig. 1)
Orientation systématique	Salle principale et espaces annexes (core and satellites) (fig. 2)
Orientation thématique	Parcours linéaire (fig. 3) Parcours en boucle (loop) (fig. 6)
Orientation complexe	Labyrinthe (fig. 4) Parcours complexe (fig. 5)

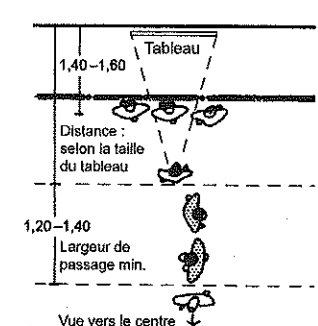
La dimension et la hauteur des salles d'exposition et des locaux de stockage dépendent des dimensions des œuvres et de l'importance de la collection, sachant que la hauteur est en règle générale inférieure à 4 m.



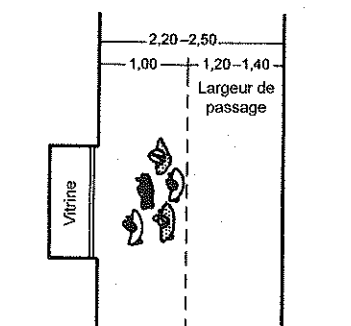
7 Ombre et lumière dans une vitrine



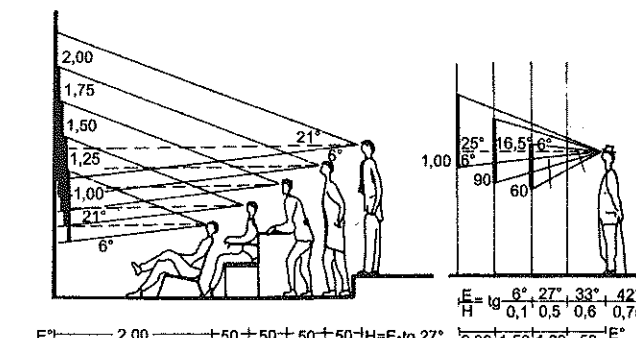
8 Distance par rapport à la lumière



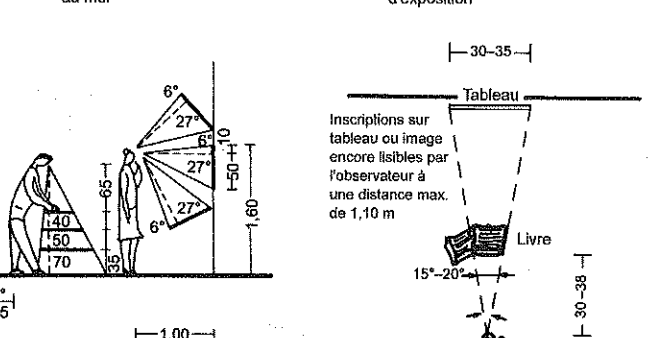
9 Visibilité et circulation pour tableaux au mur



10 Espace devant les vitrines d'exposition



11 Champ de vision - hauteur, dimension et éloignement (E : éloignement ; H : hauteur)



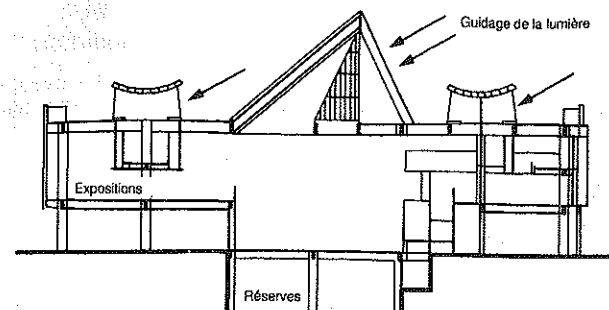
12 Texte encore lisible

MUSÉES

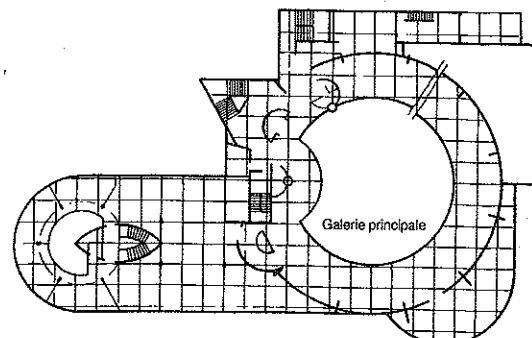
EXEMPLES INTERNATIONAUX

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.

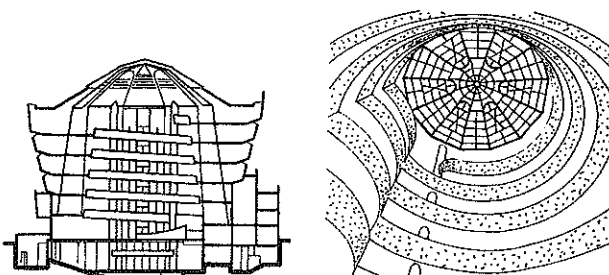
Salles d'expositions : expositions permanentes ou temporaires.
Travail, études : bibliothèques, médiathèques, salles de conférences.
Détente : zones de repos, café, restaurant.
Réserves, conservation, dépôts, atelier, organisation, administration.



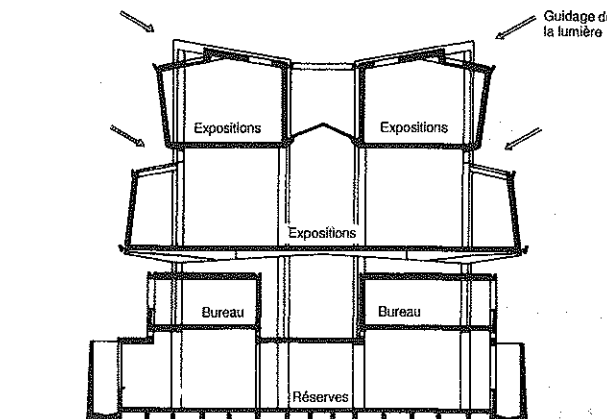
① Coupe du Musée National d'Art Occidental, Tokyo. Arch. : Le Corbusier



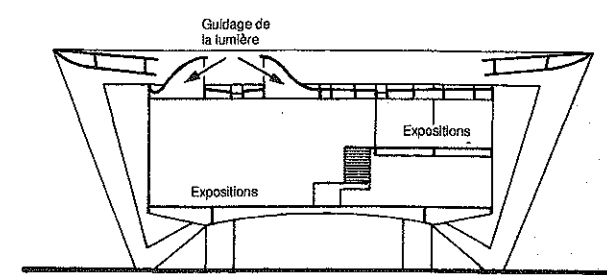
② Plan du Musée Guggenheim, New York. Arch. : Frank Lloyd Wright



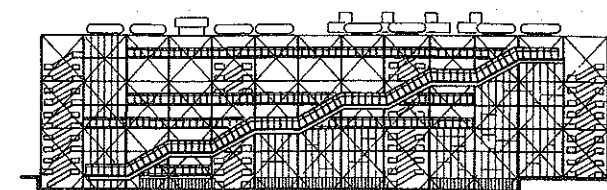
③ Musée Guggenheim, coupe. ④ Musée Guggenheim, volume intérieur.



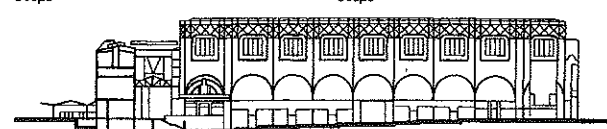
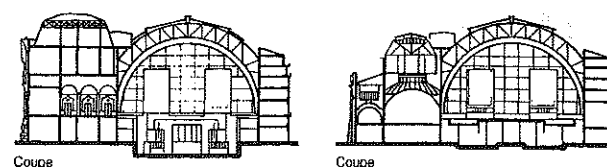
⑦ Coupe et guidage de la lumière, Museo Civico, Turin. Arch. : Bassi et Boschetti



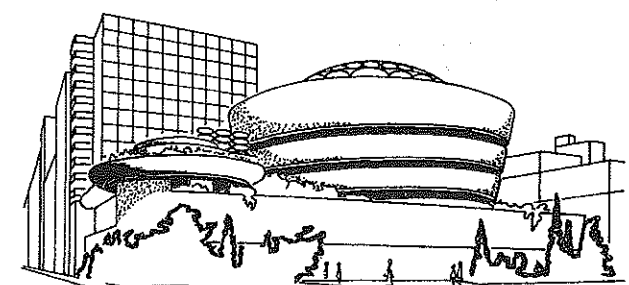
⑧ Musée d'Art Moderne, Rio de Janeiro. Coupe et guidage de la lumière. Arch. : Reidy



⑨ Façade du Centre Pompidou, Paris. Arch. : R. Rogers, R. Piano



⑩ Musée de la gare d'Orsay, Paris. Arch. : Aulenti Rota

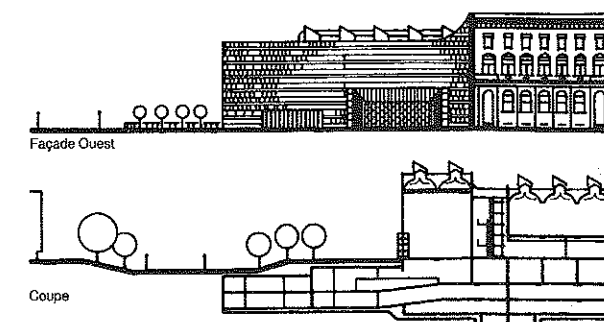


⑤ Musée Guggenheim, aspect extérieur.

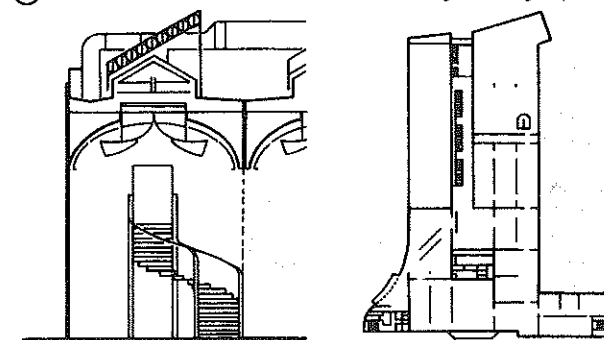


⑥ Grand Louvre, Paris. Pyramide de verre. Arch. : Pei / Partner

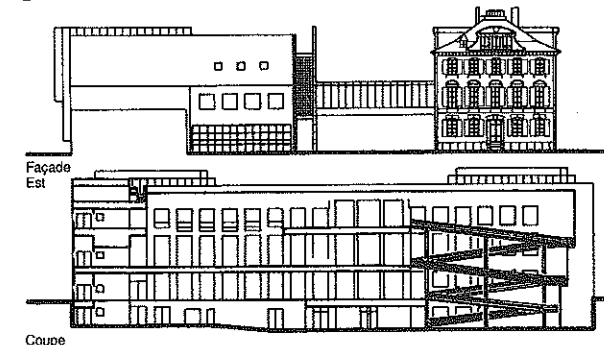
MUSÉES EXEMPLES INTERNATIONAUX



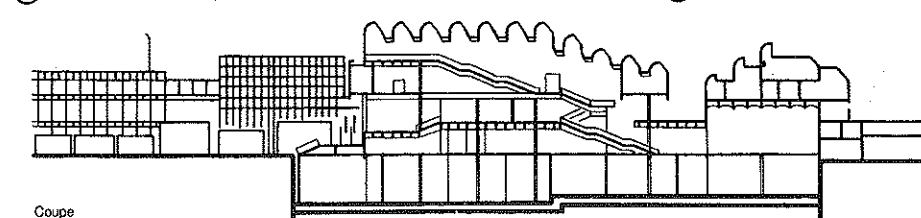
① Galerie d'art NRW Düsseldorf. Arch. : Dissing et Wertling, Copenhague



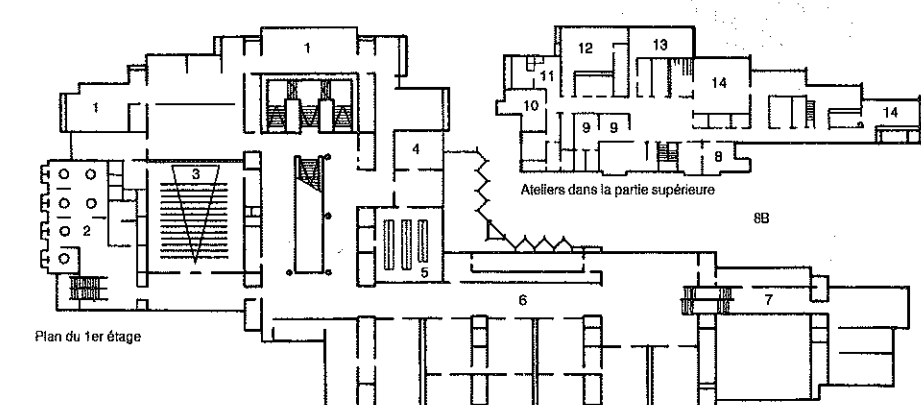
④ Musée d'art moderne, Mönchengladbach. Arch. : H. Hollein, Schmitt



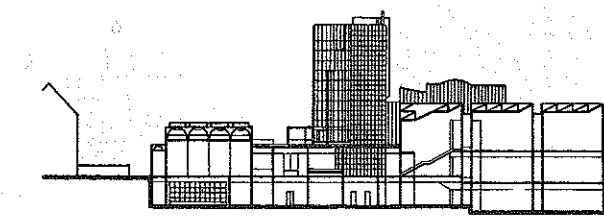
⑥ Musée d'Art Artisanal, Francfort. Arch. : Richard Meier



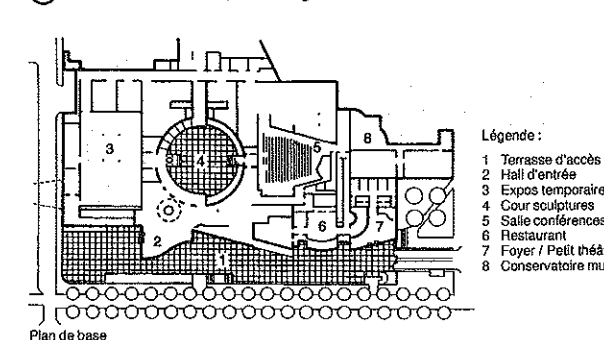
⑦ Musée d'Art Artisanal, plan de base.



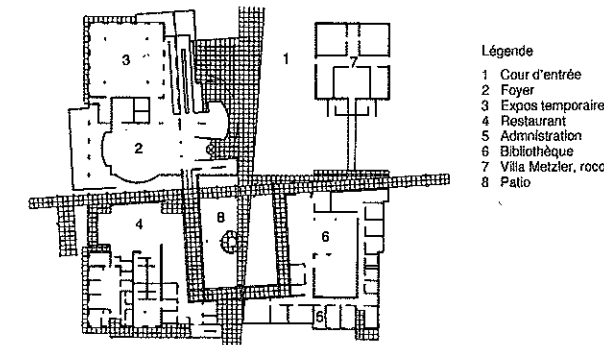
⑧ Musée Wallraf-Richards, Musée Ludwig, Cologne. Arch. : Busmann, Haberer



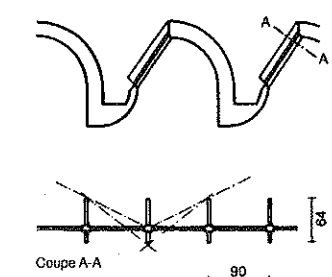
④ Musée d'art moderne, Mönchengladbach. Arch. : H. Hollein, Schmitt



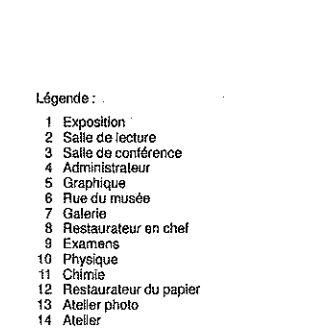
⑤ Agrandissement de la Galerie Nationale à Stuttgart. Arch. : Stirling et Wilford



⑦ Musée d'Art Artisanal, plan de base.

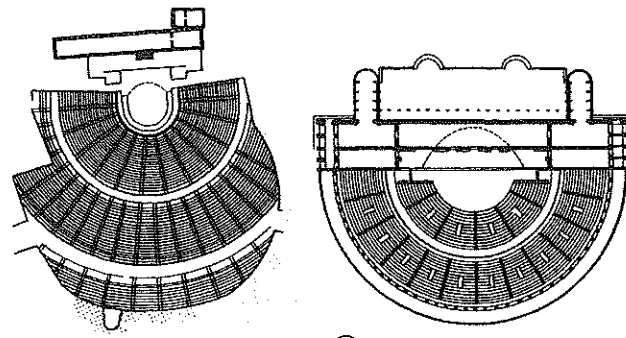


⑨ Coupe transversale sur un shed avec vitrage à 53°.

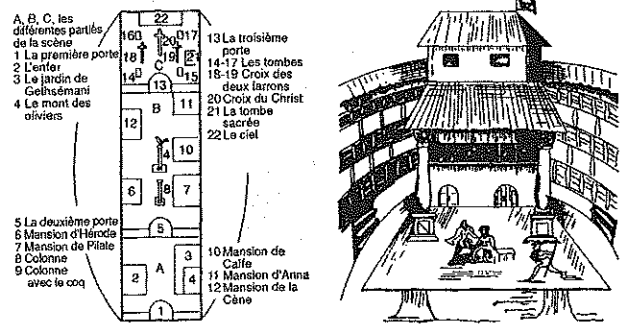


⑧ Musée Wallraf-Richards, Musée Ludwig, Cologne. Arch. : Busmann, Haberer

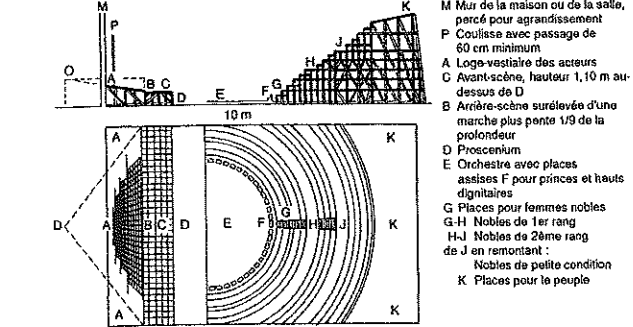
THÉÂTRES APERÇU HISTORIQUE



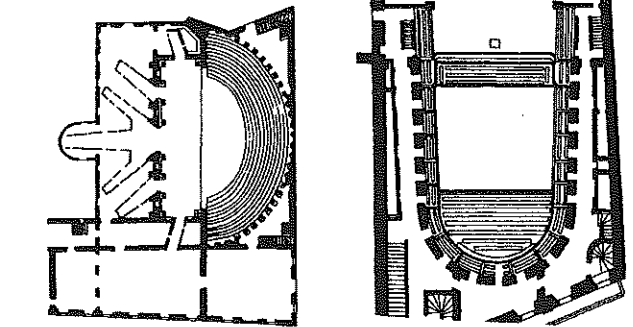
① Théâtre Dionysos Athènes, 452-330 av. J.C. Plan d'ensemble
② Théâtre Marcellus Rome, 11 av. J.C. 11 500 places. Plan d'ensemble



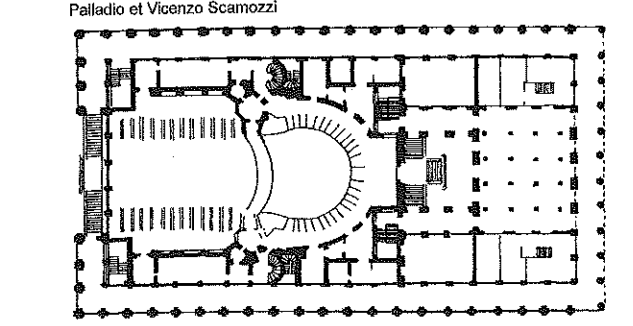
③ Plan d'ensemble d'une installation scénique médiévale
④ Le théâtre Swan à Londres



⑤ Installation théâtrale de Sebastiano Serlio, 1545



⑥ Théâtre olympique à Vicence, 1585 Plan d'ensemble Arch. Andrea Palladio et Vincenzo Scamozzi
⑦ Le vieux théâtre de la Comédie Française à Paris, 1687-1689



⑧ Grand Opéra de Bordeaux, 1778 Arch. : Victor Louis

Construire un théâtre est une mission que les différentes sociétés se sont continuellement attribuées depuis plus de 2 500 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 10 et p. 257, fig. 1 à 6).

Antiquité

Théâtre de Dionysos, début de la construction européenne de théâtres (fig. 1). *Théâtre Marcellus* : premier théâtre construit entièrement en pierres à Rome (fig. 2).

Moyen Âge

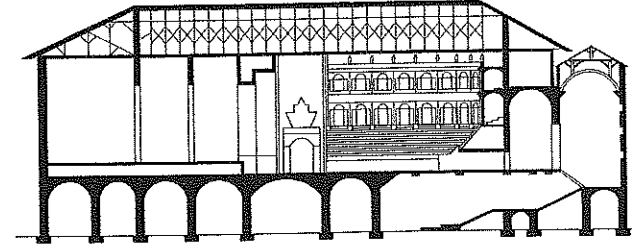
Théâtre médiéval : estrades et constructions temporaires (fig. 3). Intérieur du *théâtre Swan* d'après un dessin de Van de Witt, 1596. Seul un rideau séparait l'avant-scène de la scène, l'arrière-scène surélevée servant de balcon ou de scène de stockage (fig. 4).

Renaissance

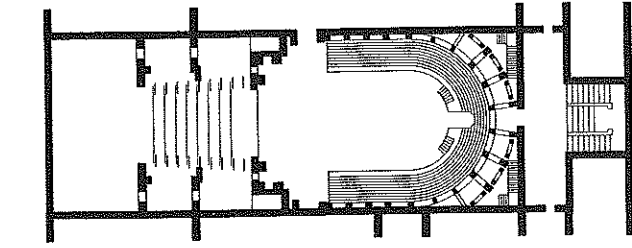
Les théâtres du début de la Renaissance étaient des incorporations temporaires en bois dans des salles préexistantes (fig. 5). Vasari, par exemple, développa un système en bois réutilisable pour l'incorporation d'un théâtre dans les *Salone dei Cinquecento Palazzo Vecchio*, à Florence. *Teatro Olimpico*, 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 17^e siècle. *Teatro Farnese*, Parme (fig. 9 et 10) (première construction avec système amovible de coulisses).

Baroque

Teatro San Carlo, Naples. *Teatro alla Scala*, Milan (voir p. 257, fig. 1) fut un modèle pour la construction des opéras aux 18^e et 19^e siècles, mais aussi le nouveau « *Met* » à New York en 1966. *Grand Opéra* de Bordeaux (fig. 8). Le grand foyer servit de modèle pour l'*Opéra Garnier* de Paris en 1875.

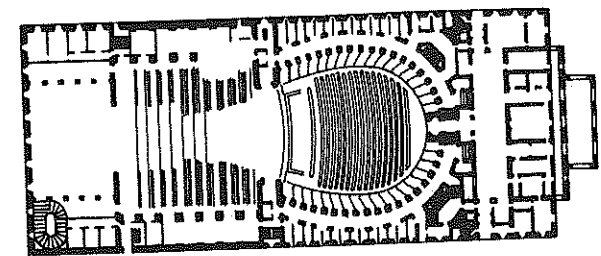


⑨ Coupe, Théâtre Farnese à Parme, 1618-1628 Arch. : Giovanni Battista Aleotti

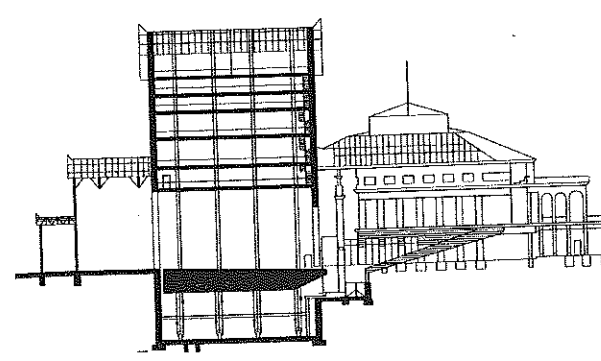


⑩ Théâtre Farnese à Parme, 1618-1628 Arch. : Giovanni Battista Aleotti

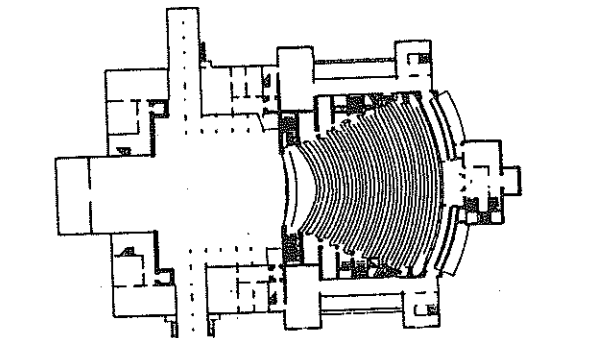
THÉÂTRES APERÇU HISTORIQUE



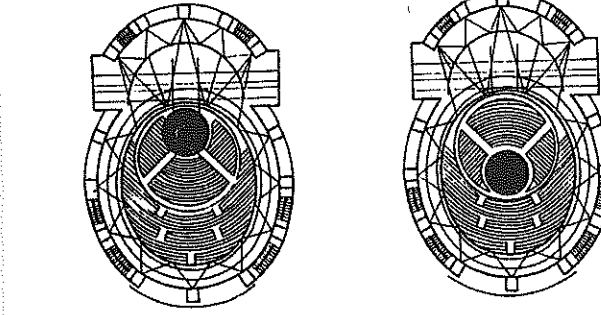
① Théâtre de la Scala à Milan 1778 Arch. : Piermarini



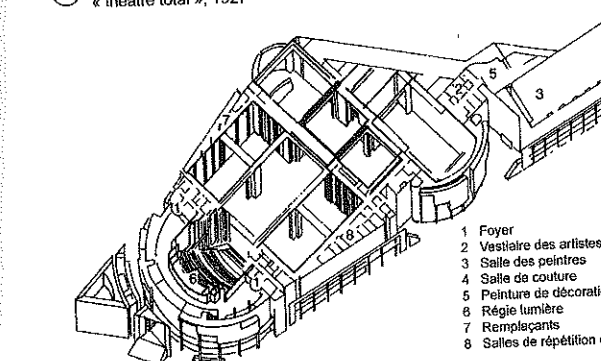
② Coupe sur le théâtre du festival de Bayreuth, 1876 R. Wagner et Arch. O. Bruckwald



③ Théâtre du festival de Bayreuth en 1876 R. Wagner et Arch. O. Bruckwald



④ Walter Gropius : plan pour le « théâtre total », 1927



⑤ Opéra Bastille, Paris 1989 Arch. : C. Ott

19^e et 20^e siècles

Théâtre du festival de Bayreuth (fig. 2 et 3). R. Wagner mit avec la forme de son théâtre un contrepoint à l'Opéra de Paris. Projet de théâtre total de W. Gropius (fig. 4 et 5). 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. Exemple précoce d'une scène moderne avec suffisamment de scènes annexes. Schaubühne, Am Lehniner Platz, Berlin (voir p. 260, fig. 8 et 9). Première grande construction moderne d'une salle de théâtre flexible (modification de la construction de Mendelsohn « *Universum* » 1928). *Opéra Bastille*, Paris (fig. 6), 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 19^e à la moitié du 20^e siècle.
2. Constructions nouvelles avec un volume à caractère ouvert « expérimental », par exemple la Schaubühne, à Berlin. 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 des 18^e et 19^e siècles (voir p. 256, fig. 9 et 10 et p. 257 fig. 1). 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 Metropolitan 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 : le 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 (fig. 2 et 3).

2. La salle de spectacle

Sa construction est dans la tradition des théâtres de Réforme allemands du 19^e 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 (voir p. 256, 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 1970. Exemple Théâtre Concordia de Brême (transformation d'un ancien cinéma). Les possibilités de variations de l'espace sont illustrées par l'exemple de la Schaubühne, Am Lehniner Platz, à Berlin (voir p. 260).

3. Opéra, théâtre et ballet

Particularité de l'espace germanophone (mélange de l'opéra, du théâtre et du ballet). L'espace est marqué par les exigences dominantes de l'opéra. Une bonne liaison avec les locaux annexes correspondants (magasin, stockage des coulisses, ateliers) doit faciliter les fréquents changements de décoration scénique. Exemple : théâtre municipal de Heilbronn, Biste et Gerling 1982 (voir p. 264, fig. 4).

4. Théâtre musical

Ce n'est pas un type de bâtiment au sens strict, mais un bâtiment de théâtre conçu, en règle générale, pour un exploitant privé et prévu pour un genre musical particulier. L'adaptation du bâtiment au concept musical constitue un réel défi pour le concepteur qui doit tenir compte de l'utilisation ultérieure de l'établissement pour d'autres productions.

Culture
Lieux de
spectacles

THÉÂTRES 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 $\approx 0,5 \text{ m}^2$ / spectateur pour les spectateurs assis. Ce chiffre résulte de :

1. Largeur du siège multipliée par distance entre les rangées

Adjonction $\approx 0,5 \times \approx 0,9$ $\approx 0,45 \text{ m}^2$ par place
Soit au total $\approx 0,05$ par place
 $\approx 0,50 \text{ m}^2$ (fig. 1)

2. Longueur des rangées de sièges par allée de 10 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, issues de secours 1,2 m de large pour 200 personnes (fig. 3 et 4).

Le volume de la salle résulte de la base des exigences acoustiques (résonance) comme suit : spectacle de 4 à 5 m^3 par spectateur ; opéra de 6 à 8 m^3 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.

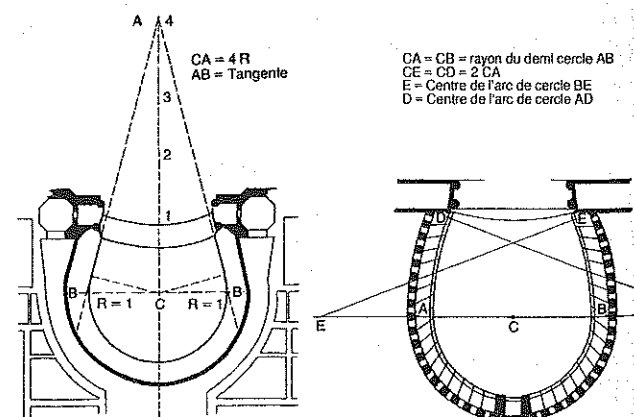
Proportion d'une salle de spectacle classique

Opéra, théâtre à trois sections et 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 :

— salle de spectacle : 24 m (distance maximale pour reconnaître les mimiques ou expressions du visage),

— opéra : 32 m (les grands mouvements sont 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 18^e et 19^e siècles 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 RANGÉES DE SIÈGES

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 mathématique 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 réciproque (sentiment de sécurité) (fig. 4).

Coupe d'ensemble sur la salle de spectacle

Il faut d'abord déterminer la hauteur du cadre de scène. Dans le théâtre avec parterre, le rapport devrait être le suivant :

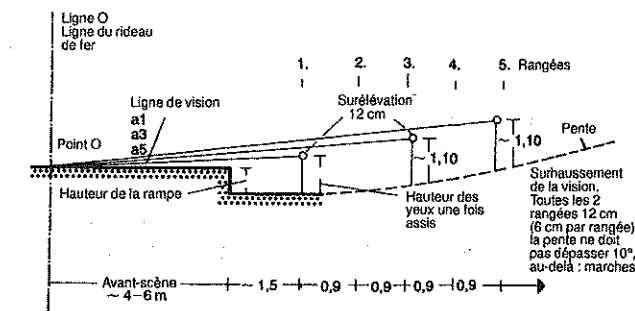
$$\frac{\text{Hauteur du cadre de scène}}{\text{Largeur du cadre de scène}} = \frac{1}{1,6}$$

C'est là que se situe la section d'or, le champ de perception physiologique (fig. 5). Après la hauteur du cadre de scène, 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 acoustiques. 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 cadre de scène.

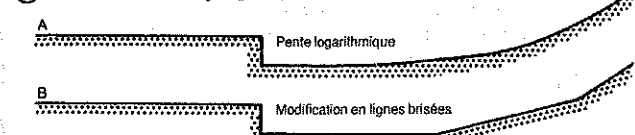
Proportions d'un espace expérimental (voir p. 260)

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 :

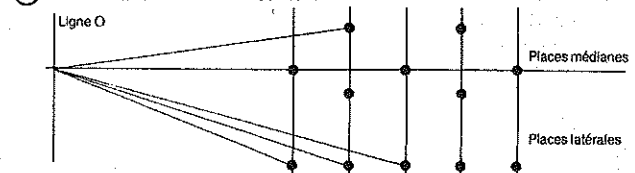
- des estrades de scènes mobiles et tribunes de spectateurs mobiles sur un sol fixe ;
 - un sol mobile constitué d'estrades pouvant s'élever. Cette solution est plus coûteuse en moyens techniques et financiers que la solution A et c'est pourquoi elle est utilisée dans les grandes salles pour au moins 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.
199 places $\times 0,5 \text{ m}^2 = 100 \text{ m}^2$ (2/3) + 30 m^2 (1/3) surface de scène = 130 m^2
Pour une utilisation variée, on dispose d'une proportion spatiale de 1 : 1,6.



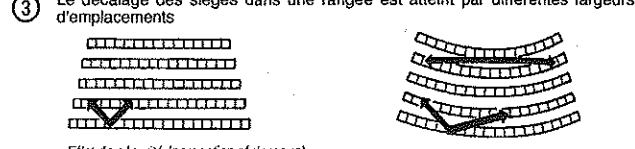
1 Surélévation des sièges (pente)



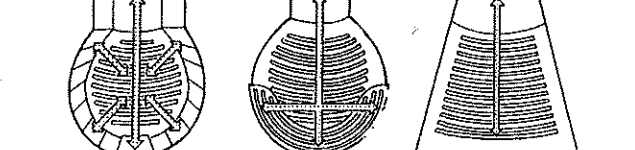
2 Courbe ascendante et sa modification



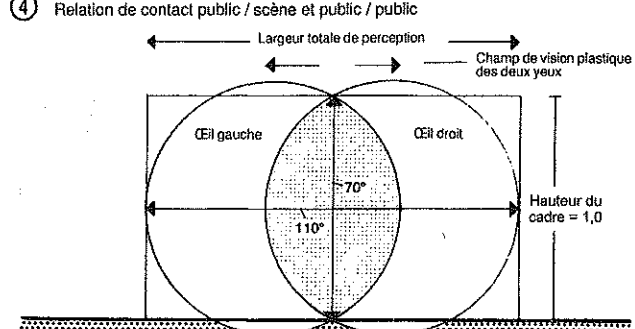
3 Le décalage des sièges dans une rangée est atteint par différentes largeurs d'emplacements



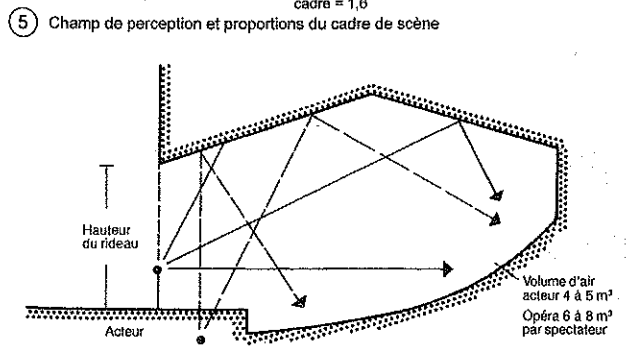
4 Relation de contact public / scène et public / public



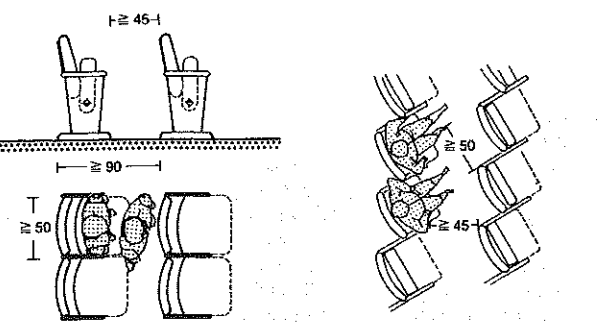
5 Champ de perception et proportions du cadre de scène



6 Forme du plafond et réflexion du son

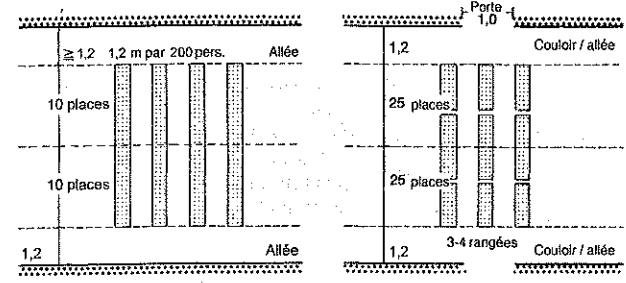


7 Théâtre avec balcon et vue sur la scène



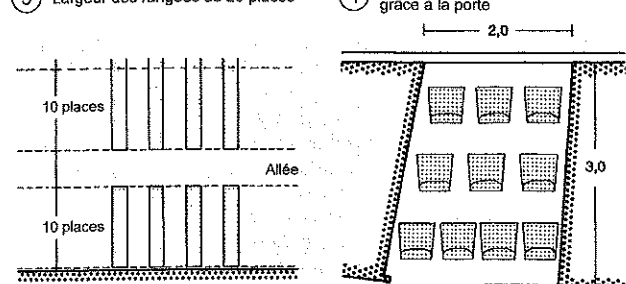
1 Toutes les places, sauf celles des loges, doivent avoir des sièges inamovibles automatiquement rabattables avec les mesures ci-dessus.

2 Sièges en biais, rabattables, permettant une liberté de mouvement des coudes



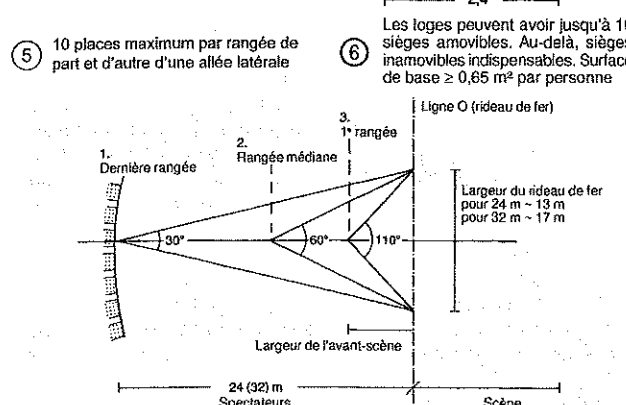
3 Largeur des rangées de 20 places

4 Largeur des rangées de 25 places grâce à la porte

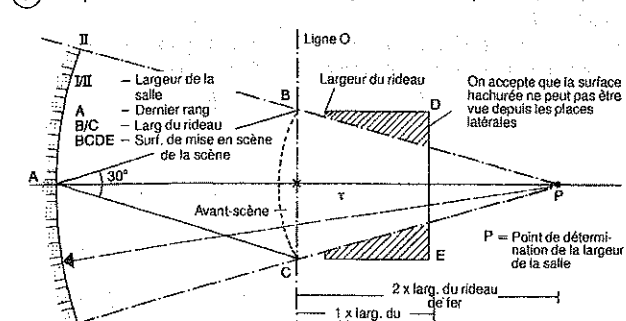


5 10 places maximum par rangée de part et d'autre d'une allée latérale

6 Les loges peuvent avoir jusqu'à 10 sièges amovibles. Au-delà, sièges inamovibles indispensables. Surface de base $\geq 0,65 \text{ m}^2$ par personne

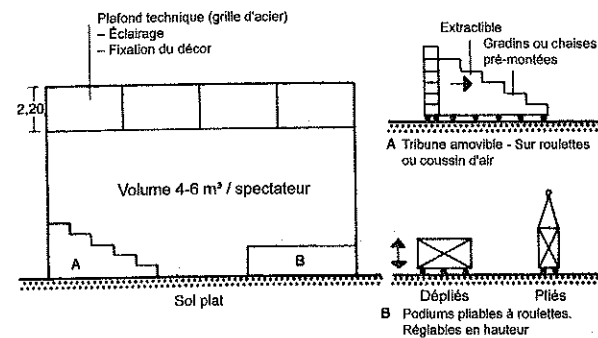


7 Proportions de la salle traditionnelle de spectacle. Vue en plan

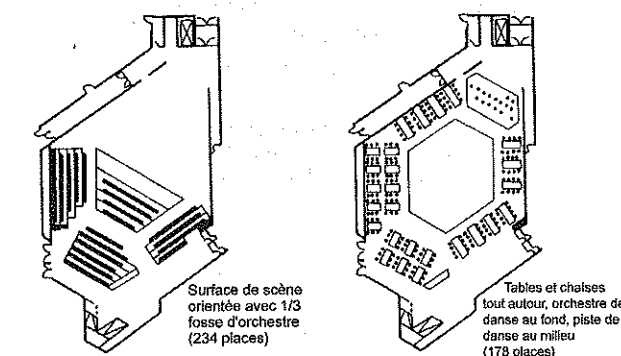


8 Largeur de la salle de spectacle

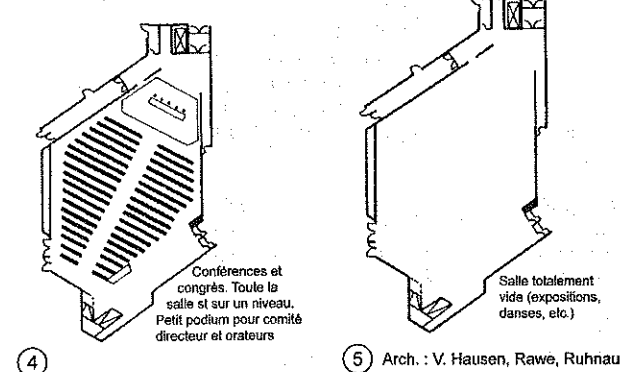
THÉÂTRES SCÈNES



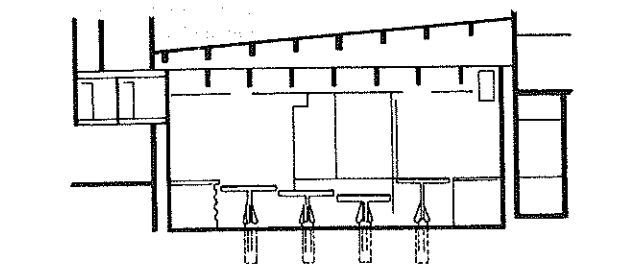
① Espace expérimental



② Variantes spatiales du théâtre municipal de Münster (fig. 3, 4 et 5)

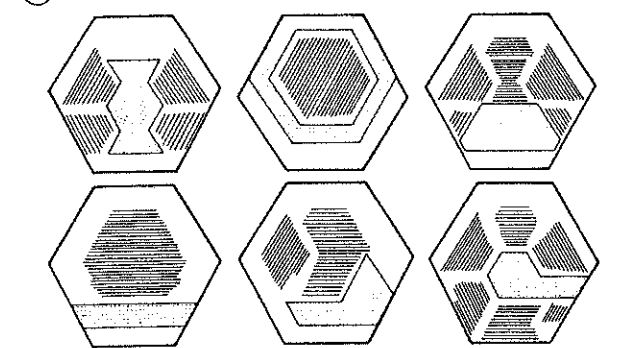


⑤ Arch. : V. Hausen, Rawe, Ruhnau



⑥ Théâtre d'Ulm coupe longitudinale sur l'estrade

Arch. : Fr. Schäfer



⑦ Estrade de Ulm. 6 variantes de répartition des surfaces d'évolution

Grande scène

Sont considérées comme de grandes scènes celles dont la surface à l'arrière du rideau de scène dépasse 200 m² avec un gril technique de 2,5 m de haut au-dessus de l'ouverture de la scène ou du dessous de scène. La principale exigence est la séparation coupe-feu entre la cage de scène et la salle. Un rideau métallique doit pour cela servir de protection entre les deux espaces en cas d'incendie.

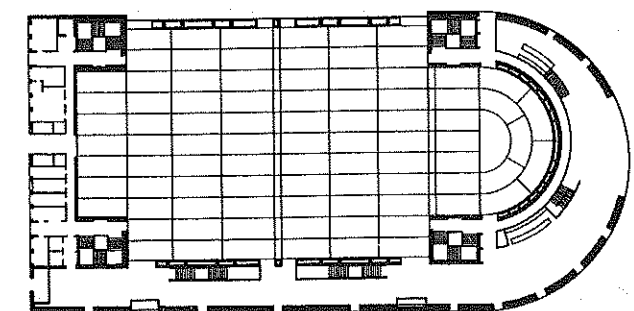
Surface scénique

Les surfaces scéniques se distinguent selon qu'elles dépassent ou non 200 m² et qu'elles disposent de dispositifs de sprinklage. La particularité de la surface scénique réside dans les prescriptions qui s'appliquent aux rideaux et aux décorations. Elles visent essentiellement le fonctionnement et non la conception de la surface scénique.

Les espaces destinés aux formes de théâtre expérimental peuvent de diverses façons abolir la séparation scène/spectateurs : aménagement du sol varié (sol réglable en hauteur ou podiums) et libre répartition du public et des espaces scéniques. Exemple de la Schaubühne Lehniner Platz à Berlin (fig. 8 et 9).

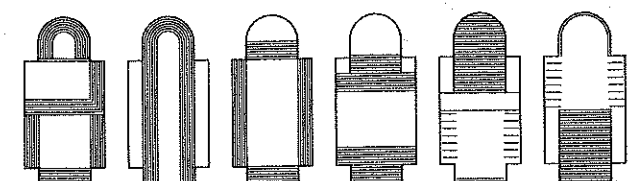
Coupe sur l'espace d'un théâtre à volume unique

Il est possible de remplacer le gril technique dans le cas d'espaces simples (fig. 1) par de simples palans à bras (barre tirée du plafond à l'aide d'un treuil à main). Les théâtres importants comprennent souvent une salle plus petite et modulable destinée au théâtre expérimental. Exemples : Podium Ulm, architectes Schäfer, environ 150 à 200 places, 1969 (fig. 6 et 7) ; Kleines Haus Münster, architecte v. Hansen, Rane, Ruhnau, 1971, 180 à 380 places, possibilité de surélévation de la zone centrale du sol à l'aide de podiums (fig. 2 à 5).



⑧ Schaubühne, Am Lehniner Platz, Berlin, 1982

Arch. : J. Sawade



⑨ Schaubühne, 6 variantes des dispositifs scéniques

THÉÂTRES SCÈNES

Scènes avec coulisses

Le système de scène classique du 18^e et du 19^e 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).

Scène avec coulisses, scène intégrale

Afin de pouvoir rapidement changer les décors scéniques complexes sur le plan formel, les scènes ont été complétées par des scènes latérales et des dessous-de-scène de dimensions semblables. Les décors en entier peuvent ainsi facilement être mis à disposition au cours de la représentation au moyen de chariots, de plateformes élévatrices ou pivotantes (fig. 2).

Les choix techniques doivent être arrêtés dès la conception : décider par exemple si une plaque pivotante sur un chariot est suffisante, ou bien s'il convient de prévoir une plaque pivotante avec différents éléments élévateurs, voire une scène pivotante à deux niveaux.

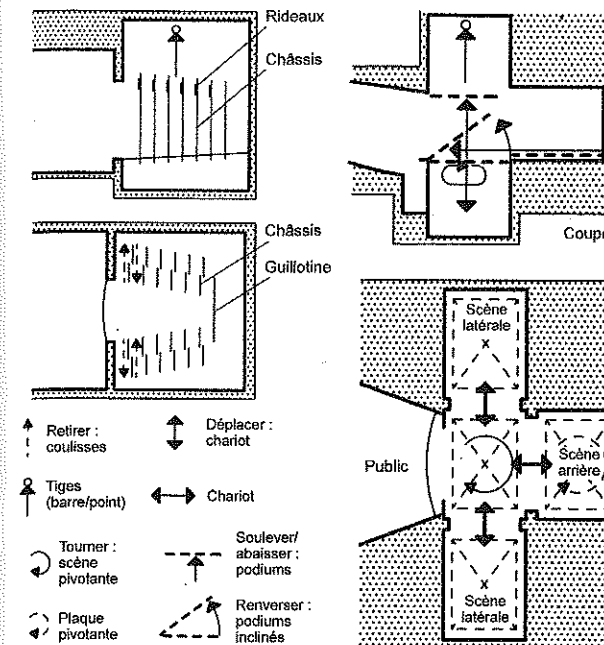
Proportions de la scène

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.

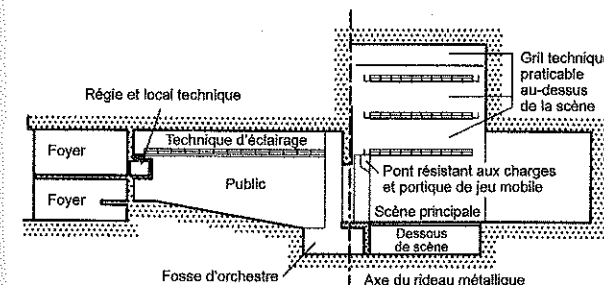
Coupe sur la cage de scène

La dimension d'une cage de scène est liée au nombre de panneaux de décor prêts à être déplacés ensuite sur scène, rapidement, par élévation ou déplacement. On a en règle générale besoin d'au moins une coulisse latérale et d'une coulisse arrière. La hauteur de la cage de scène est liée au rideau métallique qui doit en 30 secondes, en cas d'incendie, séparer la scène et la salle en deux compartiments distincts. Celui-ci assure une séparation nette car il se situe dans le prolongement de parois résistantes à l'incendie (F 90) et car aucune conduite ou construction scénique ne doit se trouver à proximité du rideau métallique.

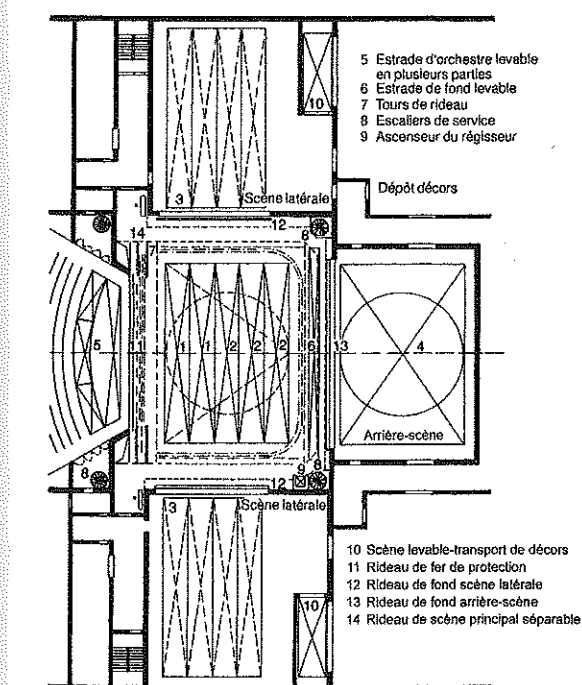


① Théâtre à coulisses
Changements de scènes par déplacement de panneaux peints

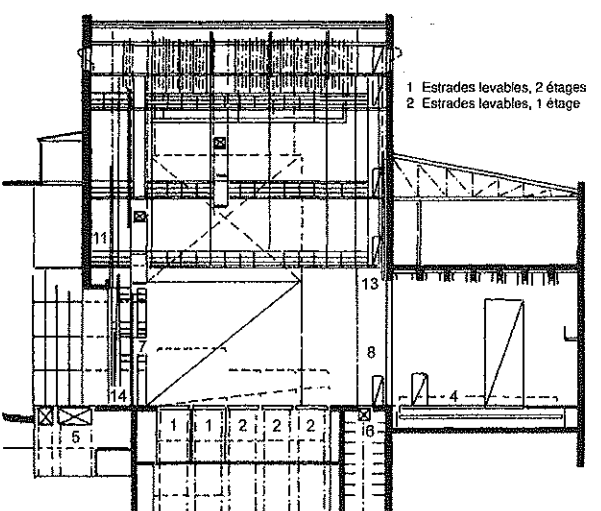
② Scène avec coulisses ou boîtes optiques. Les grandes scènes latérales ou arrière permettent de changer rapidement les décors de scène.



③ Coupe type sur un théâtre



④ Plan type Opéra



⑤ Coupe type Opéra

THÉÂTRES

ATELIERS ET LOCAUX DU PERSONNEL

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 théâtres à trois sections et les opéras s'ajoutent la salle de répétitions de l'orchestre (fig. 2), 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 continu.

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

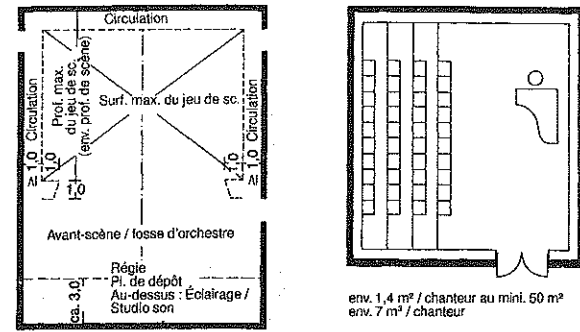
1. Les opéras italiens classiques ne possédaient que des escaliers et des accès étroits. Il n'y avait pas de véritable foyer. Les salles de spectacles spacieuses de l'Opéra Garnier sont d'autant plus impressionnantes. L'incendie en 1881 du théâtre de Vienne eut pour conséquence une transformation profonde. 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.

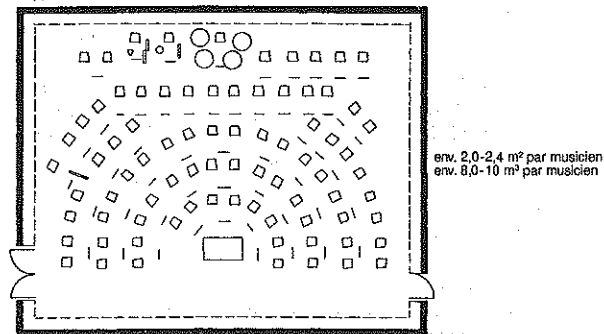
Vestiaires (4 m pour 100 visiteurs)

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.

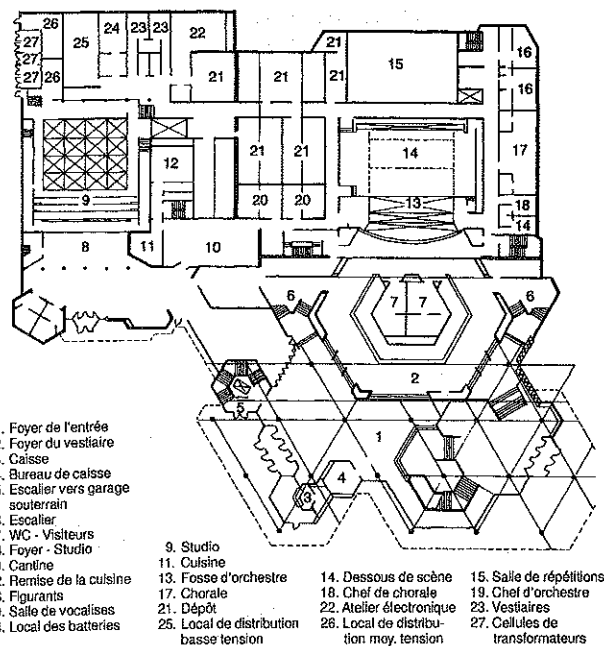
Accès extérieurs et issues de secours dépendent des données locales (voir p. 270, fig. 4 et 5).



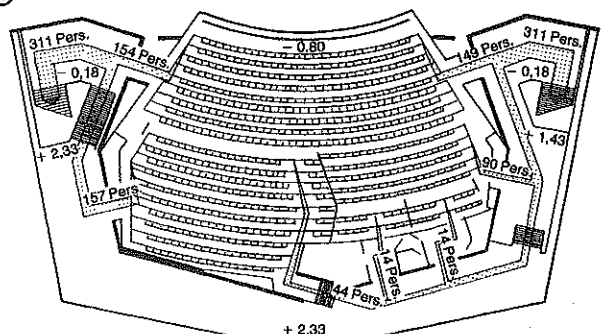
1 Grande scène de répétition/plan type. 2 Salle de répétition de la chorale/plan type. 3 Salle de répétition de l'orchestre/plan type.



4 Salle de répétition de l'orchestre/plan type.



5 Plan d'évacuation. Théâtre Municipal de Trèves (626 pl.).



6 Plan d'évacuation. Théâtre Municipal de Lünen (765 pl.).

THÉÂTRES

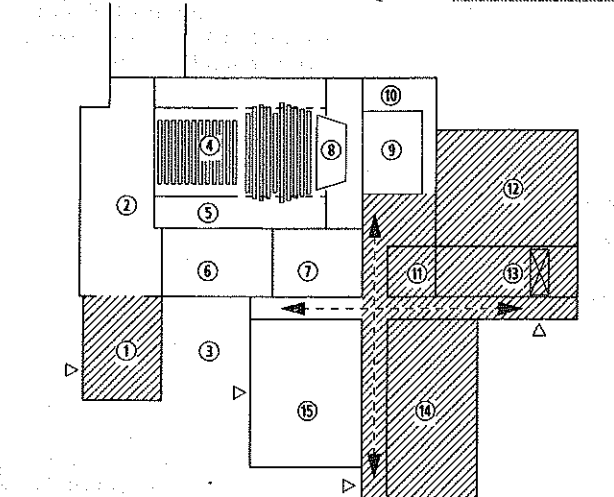
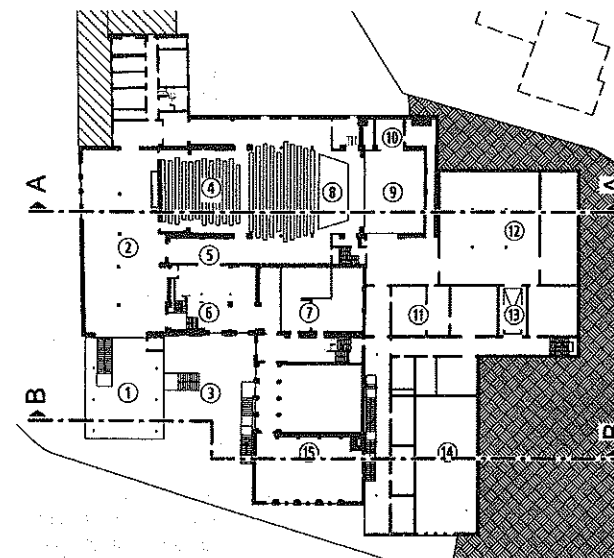
MODERNISATION ET EXTENSION

Scènes nationales de Saxe, Radebeul

Avant son réaménagement, la maison mère d'un célèbre théâtre itinérant qui couvre tout le spectre d'un théâtre complet (musique, danse, théâtre) consistait en un assemblage d'extensions multiples et d'annexes de la salle d'une ancienne auberge. Les problèmes fonctionnels et organisationnels résultants devaient être résolus tout en améliorant l'apparence extérieure.

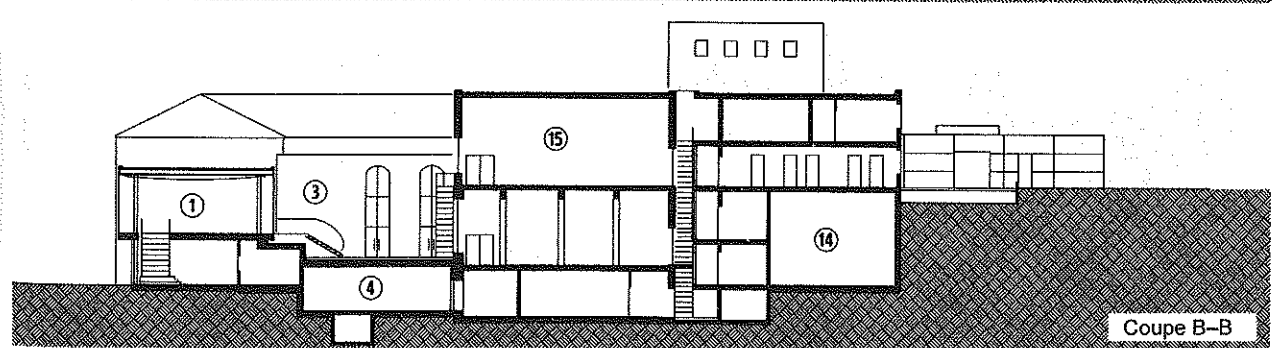
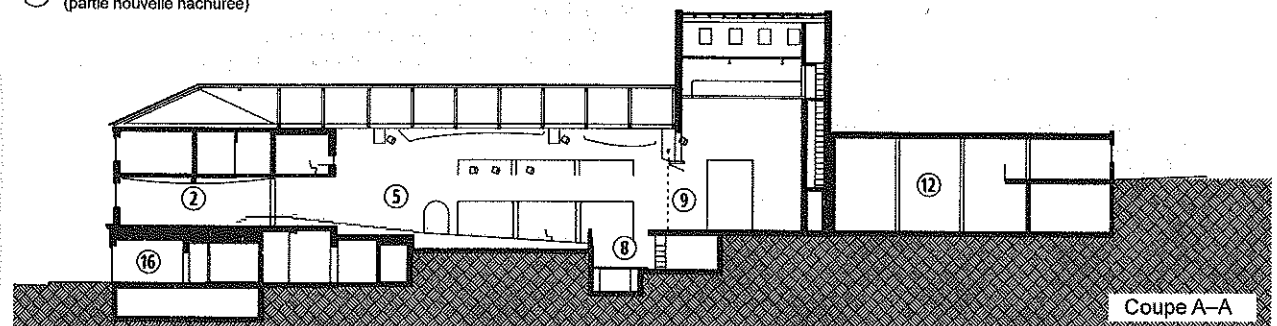
L'accès des spectateurs a été élargi grâce à un nouvel espace à double niveau en acier et en verre dans lequel ont pu être regroupés les vestiaires, un foyer et une cafétéria.

Les limites du terrain et la situation topographique empêchaient certes dans un premier temps l'extension sur un des côtés des locaux de stockage et des coulisses, mais une liaison fonctionnelle avec les ateliers, les salles de répétitions et les accessoires a été assurée autant que possible. Les autres mesures concernaient l'amélioration de la protection contre le feu et la sécurité au travail. Quant à la technique de scène, l'existant a été rénové moyennant quelques ajouts minimes. Des solutions techniques complexes comme les tribunes mobiles ou pivotantes n'ont pas été retenues afin que les pièces montées sur place puissent également être jouées sur de simples scènes lors de tournées de la troupe. Les extensions du bâtiment existant restent visibles même après le réaménagement.



1 Scènes nationales de Saxe, Radebeul (partie nouvelle hachurée)

- 1 Nouveau foyer
- 2 Foyer principal
- 3 Cour du théâtre
- 4 Vestiaires, sanitaires
- 5 Salle
- 6 Restauration
- 7 Loges
- 8 Fosse d'orchestre
- 9 Scène
- 10 Scène latérale
- 11 Masques de scène
- 12 Local des décors
- 13 Stockage
- 14 Loges, répétitions pour l'orchestre
- 15 Petite salle de répétitions, salle de ballet
- 16 Restaurant extérieur

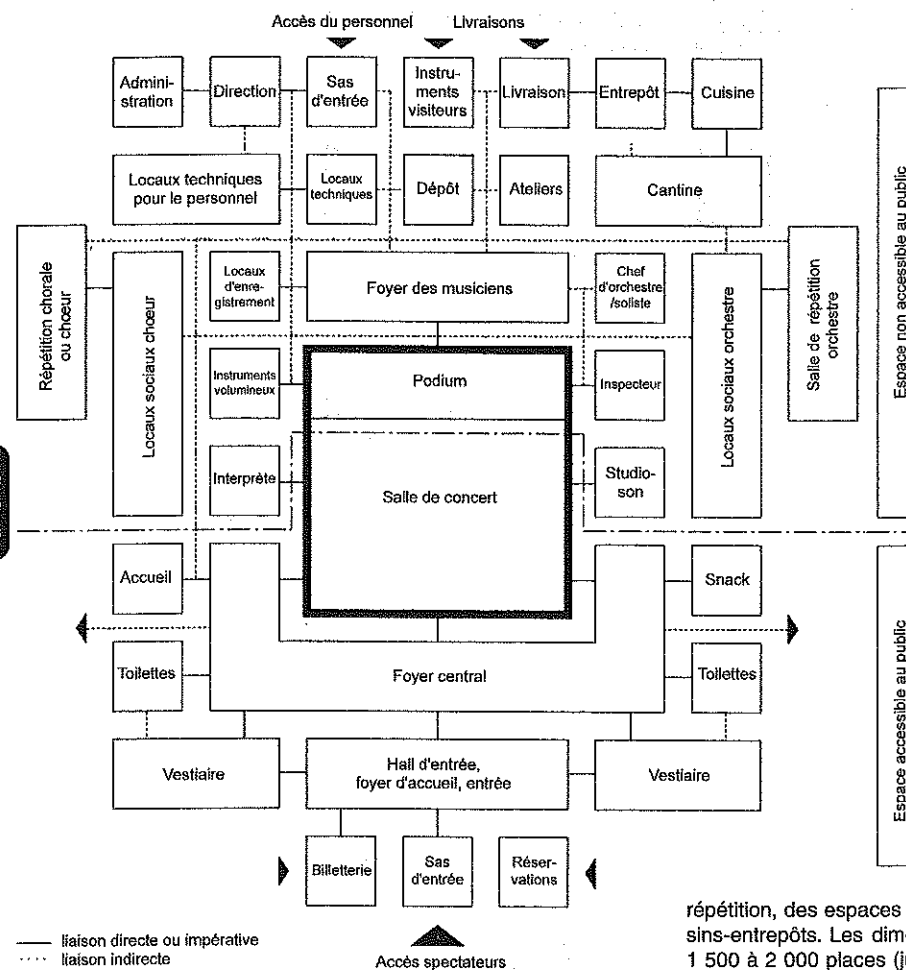


2 Scènes nationales de Saxe, Radebeul - Coupes

Arch. : Meyer-Bassin et ass., Dresde

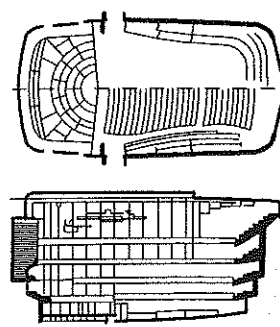
Espaces polyvalents et acoustiques

À l'origine, des églises avec une forte réverbération. L'écho relève la sacralité du lieu ; du fait de leur résonance, les coupes et les voûtes génèrent des problèmes à l'occasion de prêches et pour la musique d'orchestre.



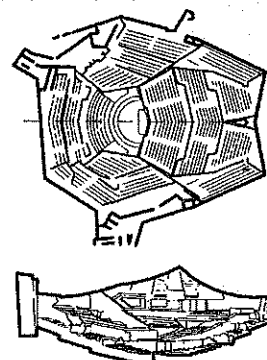
1 Schéma fonctionnel d'un bâtiment pour la musique à salle unique.

À forme parallélogrammique
Sur un plan rectangulaire.
Modèle : Salle de bal, salles des fêtes ou de danse.
Conditions de visibilité peu optimale en cas de plancher plat. Usage multifonctions avec sièges de même niveau.
Mise en proportions de base, par ex. au nombre d'or, permet une très bonne sonorité d'ensemble.



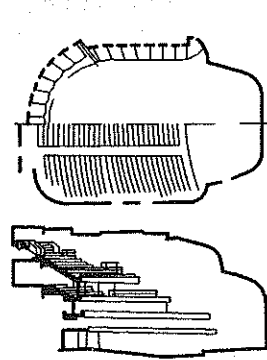
2 À forme parallélogrammique : Konzertsaal Luzern 1995-98 Arch. : Jean Nouvel

En forme d'arène
Sur un plan polygonal.
Modèle : amphithéâtre.
La scène d'orchestre est complètement entourée de spectateurs.
Visibilité optimale.
Effet de communicabilité.
Bonne diffusion directe du son.
Conditions d'audition optimales.
Réalisation toutefois plus coûteuse (car plus complexe).



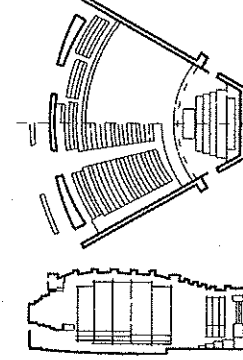
3 En forme d'arène : Philharmonie de Berlin 1980-83 Arch. : Hans Scharoun

En forme de fer à cheval
Plan en forme de fer à cheval.
Modèle : théâtre à l'italienne.
Bonne relation visuelle, bonne diffusion directe du son.



4 En forme de fer à cheval : Carnegie Hall, New York 1888-91 Arch. : W.B. Tuthill

De forme circulaire ou en secteur circulaire
Plan en forme d'éventail.
Bonne relation visuelle, bonne diffusion directe du son.
Inconvénients acoustiques du fait de l'élargissement en éventail de la salle.
Bonne conditions d'audition.
Réalisation toutefois plus coûteuse.



5 De forme circulaire : Brucknerhaus Linz 1969-73 Arch. : Heikki Siren

SALLES DE CONCERT

ORIGINES ET VARIANTES

Les premiers théâtres et salles d'opéra furent aménagés dans des salles existantes avec une scène et un auditorium. Il y régnait une bonne compréhension vocale en raison d'une vue dégagée et de la proximité de la scène, mais aussi une résonance insuffisante du fait de la décoration en matériaux absorbant et du manque de surfaces pour la réverbération du son. Dans le théâtre à l'italienne, les rangs cernent la scène sur trois côtés : une forme idéale pour garantir une courte distance tant optique qu'acoustique. En général, les temps de réverbération sont courts du fait de la construction de loges et de galeries en avant du mur et du fait de la présence des nombreux spectateurs qui y prennent place. Cette disposition avantageuse pour la clarté de l'expression orale rend par contre une sonorité assurée et affaiblie pour la musique.

Salles de concert

De nos jours quatre modèles de salles (qui peuvent être adaptés) sont en usage : la boîte, l'arène, la forme en éventail et la forme en fer à cheval. (fig. 2 à 5) ; le choix du modèle dépend de la situation urbaine, du programme spatial souhaité et de l'exigence acoustique.

Bâtiment dédié à la musique

Destiné en priorité à des représentations musicales, il peut accueillir d'autres usages (congrès, conférences, etc.). Selon besoin, il peut être complété par une salle pour la musique de chambre, une salle de répétition, des espaces pour accorder, pour répéter et des magasins-entrepôts. Les dimensions de ces salles sont prévues pour 1 500 à 2 000 places (jusqu'à 2 800 places dans quelques rares cas). Pour la musique de chambre, la jauge est de 400 à 700 places.

SALLES DE CONCERT

CRITÈRES TECHNIQUES, ORGUES, ORCHESTRES

Équipement technique de scène réduit : éléments de structuration du sol dans la partie d'installation de l'orchestre, éléments acoustiques réglables pour murs et plafonds, dispositifs d'aide au transport, équipements de sonorisation et d'éclairage.

Plate-forme élévatrice pour agrandissement ou réduction de la scène

Dans les grandes salles de concert, la zone d'emprise de l'orchestre correspond à un principe de fractionnement, diverses variantes de formation d'orchestre sont possibles, avec agrandissement de la surface de scène ou encore par optimisation de la surface réservée au public par déplacement des sièges sur chariots ou plateformes à vérins. Les plateformes élévatoires servent aussi au transport de matériel entre le sous-sol et la scène. Le mécanisme de relèvement par entraînement électrique à vis ou à crémaillère pour des hauteurs et des vitesses de levage réduites.

Chariots de transport de sièges

La modularité de la scène permet en cas de surface de scène réduite d'augmenter le nombre de places du public par la mise en place de sièges montés sur chariots.

Estrades d'orchestre

Système modulable ; pour groupes de musiciens, flexibilité dans les options de scène ; transport et entrepôt effectué à l'aide de chariots de rangement dans des locaux de stockage. Revêtement de sol correspondant à celui de la plate-forme de concert.

Chariot de chœur

En supplément aux sièges du chœur fixes, si un espace pour très grands chœurs est exigé, des plates-formes de sièges sont roulées sur scène et montées devant les sièges fixes du chœur ; les deux types de sièges de chœur sont identiques. Accès réalisé par démontage de parties de balustrade dans la zone des sièges du chœur, ou encore montage d'escaliers temporaires sur chariots du chœur.

Pupitre de sonorisation mobile

Au fond de la salle, en parterre, un espace constitué par trois rangs peut être modifié rapidement pour des raisons de mise en scène ou de conférences.

Usage d'une plate-forme mobile à commande motorisée placée sous le parterre ; elle peut être utilisée de façon variable : stockage de chariots de sièges, chariot à pupitre de sonorisation ou vide (en cas d'utilisation d'un pupitre de sonorisation propre par des musiciens invités).

Échafaudage pour cyclorama

Échafaudage tubulaire à déplacement motorisé pour la pose dans le fond de la scène de rideaux et bannières, d'éclairage portable et d'autres éléments de production ; selon les besoins, peut être démonté partiellement ou entièrement.

L'orgue en tant qu'élément fixe de la salle de concert

Pour son dessin, il n'y a pas de règle arrêtée, l'orgue est conçu individuellement tant pour la musicalité qu'architecturalement pour l'espace considéré ; il demeure un point d'intérêt optique important. L'implantation de l'orgue est à prévoir à proximité immédiate du podium, l'emplacement optimum étant sur le mur du fond, dégagé, non encastré.

La grandeur dépendant du volume spatial, de l'acoustique, de l'emplacement dans l'espace, du nombre de places assises, des spécifications musicales (instrument soliste ou d'accompagnement). L'orgue peut être petit en cas de bonne acoustique et d'heureuse implantation de l'instrument (fig. 1 à 3).

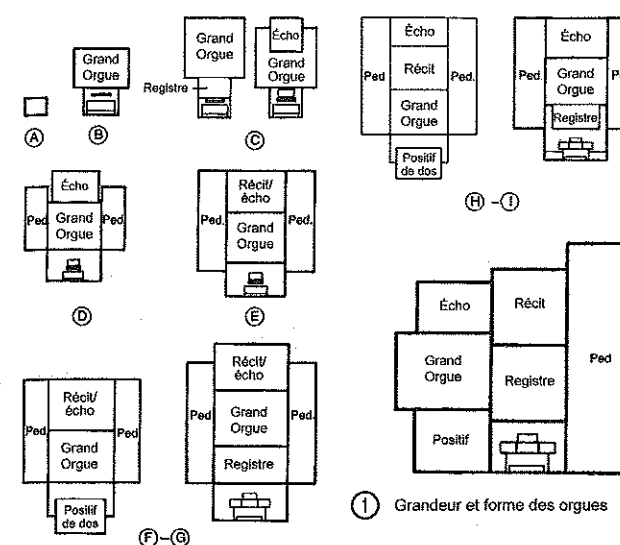
À la profondeur d'encombrement de l'instrument il convient de rajouter de 1 à 2 m pour les places des organistes et au moins 0,5 m de passage d'accès à l'arrière pour accorder l'instrument et, au moins 1,5 m au-dessus de l'orgue (fig. 3 et 4).

Nécessité d'une seconde console (électrique et mobile) dans les salles de concert. Cette console sera placée près de l'orchestre, l'organiste faisant ainsi partie de l'orchestre. Tenir compte des nécessaires liaisons câblées en fonction de la dimension de l'orgue (fig. 4 et 5).

Dimensions et dispositions des orchestres

Différentes dispositions de l'orchestre sont d'importance pour la qualité du son dans l'espace, ainsi des dispositions allemandes, américaines et d'autres, américaines, très en usage de nos jours (fig. 6 et 7).

De nos jours, les grandeurs d'orchestre usuelles en Europe et en Amérique du Nord sont les suivantes : grand orchestre symphonique avec 60 à 150 musiciens et orchestre de chambre avec 25 à 40 musiciens ; ceci permettant de dimensionner la surface utile pour le podium d'orchestre (environ 180 m² au Gewandhaus de Leipzig).

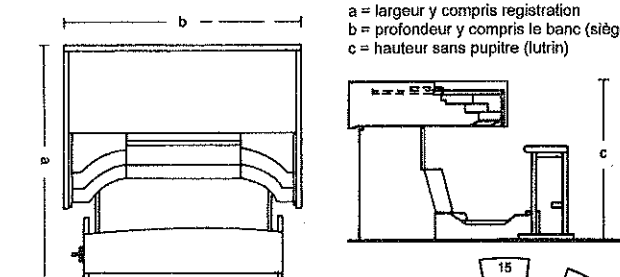


Type	Taille	Registre	Hauteur (m)	Largeur (m)	Profondeur (m)
A	Console	3-7	0,6-0,8	1,0-1,2	0,7-1,2
B	Positif	8-12	2,5-3	1,6-2,5	0,8-1,6
C	Petit orgue	12-20	4-6	3-3,5	1,2-1,8
D	II claviers	20-30	6-7	5,5-6,5	1,2-2
E	II claviers	25-35	6,5-9	4,5-7	1,5-2,5
F-G	III claviers	30-60	7,5-10	7-9	2-3
H-I	IV-V claviers	60-100	9-13	8-12	2-4

2 Types d'orgues et grandeurs du buffet.

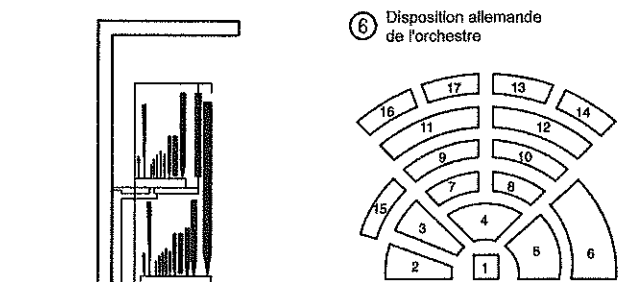
Nombre de jeux ou registres = volume spatial en m³/300 + nombre de places assises/50

3 Formule pour la détermination du nombre de registres (d'après Walcker)



	2 claviers	3 claviers	4 claviers
a	180	200	220
b	150	160	170
c	110	120	130

4 Console libre et son dimensionnement

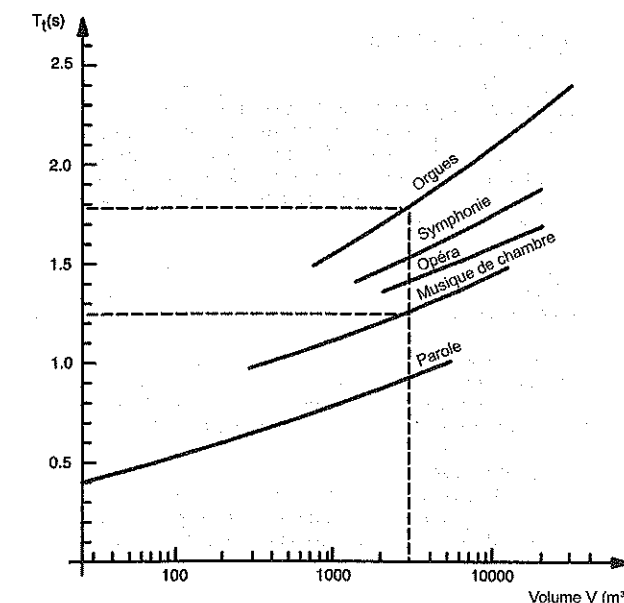
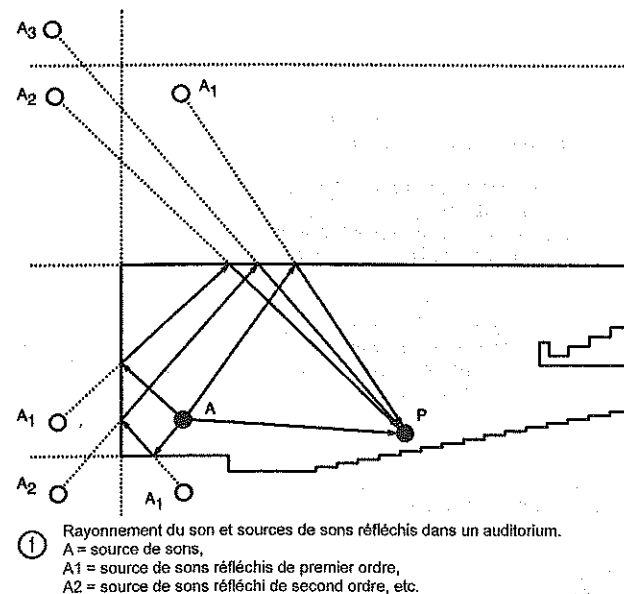


7 Disposition américaine de l'orchestre

1. Chef d'orchestre
2. Premier violon
3. Deuxième violon
4. Alto
5. Violoncelles
6. Contrebasse
7. Flûtes
8. Hautbois
9. Clarinettes
10. Bassons
11. Trompettes
12. Cors
13. Trombones
14. Tubas
15. Harpe
16. Percussions
17. Cymbales

5 Orgue à quatre claviers (en coupe)

SALLES DE CONCERT ACOUSTIQUE



② Corrélation entre résonance, dimensionnement de l'espace (volume spatial) et genre de musique.

La qualité de réflexion acoustique (propriétés réfléchissantes) des différents matériaux sont d'une importance essentielle pour l'étude acoustique d'un projet. Pour l'obtention d'une résonance longue, il convient de favoriser le traitement des surfaces en matériaux durs. De même les sièges sont à concevoir en matériaux durs sur leur face extérieure, la surface d'assise étant capitonnée pour garantir une régularité de la résonance même en cas d'une faible occupation de la salle.

Fréquence (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
Panneau acoustique rigide	0,2	0,4	0,7	0,8	0,6	0,4
Panneau acous. monté sur cadre (réglable)	0,5	0,7	0,6	0,7	0,7	0,5
Enduit acoustique rugueux	0,1	0,2	0,5	0,6	0,7	0,7
Enduit normal sur lattes	0,2	0,15	0,1	0,05	0,04	0,05
Placoplâtre 16 mm sur tasseaux	0,3	0,1	0,05	0,04	0,07	0,1
Contre-plaqué 8 mm sur tasseaux	0,6	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1
Parpaing sans traitement de surface	0,4	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3
Béton peint	0,1	0,05	0,06	0,07	0,1	0,1
Béton net de décoffrage	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03
Terre cuite (tuile)	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05	0,07
Tapis lourd sur béton	0,02	0,06	0,15	0,4	0,6	0,6
Tapis lourd sur feutrine	0,1	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
Revêtement du podium, bois	0,4	0,3	0,2	0,2	0,15	0,1
Vitrage	0,3	0,2	0,2	0,1	0,07	0,04
Tenture murale, velours moyen	0,07	0,3	0,5	0,7	0,7	0,6
Sièges capitonnés, occupés	0,4	0,6	0,8	0,9	0,9	0,9
Sièges capitonnés, libres	0,2	0,4	0,6	0,7	0,6	0,6
Sièges en bois ou métal, libres	0,02	0,03	0,03	0,06	0,06	0,05

③ Coefficient d'absorption du son (alpha) pour différents états de surface.

La priorité dans le projet d'une salle de concert est donnée à la prééminence du son. L'acoustique en tant que symbiose de différents éléments : grandeur de l'espace – volume et proportions, nombre et disposition des sièges, matériaux mis en œuvre, état des surfaces et traitements.

Tenir compte des caractéristiques des sons des différents instruments ainsi que de la voix humaine dans le chant, en solo et en chœur. Différences dans le volume des sons, dans le caractère du son (niveau sonore, synthèse des fréquences et structure temporelle d'un son). Différentes dispositions orchestrales sont d'importance pour le son dans l'espace : mise en place de regroupements instrumentaux (tout particulièrement d'instruments à cordes).

Pour un bon effet des instruments dans l'espace, la part de sons en direction du public, en direct, par des réflexions latérales sur l'avant et par des réflexions diffuses et différées à l'arrière, joue un rôle déterminant (fig. 1).

Une résonance optimale est d'importance pour la qualité de l'écoute : une résonance trop longue réduit la netteté (distinction), trop peu de résonance fait apparaître une musique trop sourde. Prendre en compte le volume d'aération par personne (pour d'anciennes salles, il est de 4 à 5 m³ par place, pour des salles récentes de 6 à 15 m³ par place). Une acoustique marquée (déterminée) par la dimension de l'espace, par la forme et par les matériaux utilisés en revêtements, peut être corrigée par la mise en place de différentes mesures, en fonction de divers critères acoustiques.

Pour cela les variantes décrites ci-dessous sont possibles et d'usage fréquent :

Réflecteur acoustique

Installé au-dessus de la scène ; réglable ; largeur, poids, état de surface réfléchissant le son ; composé de deux ou de trois parties distantes l'une de l'autre ; chaque partie doit être réglable dans l'intervalle de deux ou trois mètres au-dessus de la scène jusqu'à deux mètres sous le plafond de la salle. La hauteur et la position des réflecteurs seront déterminés par le type de concert :

De petits concerts, de la musique de chambre et des concerts principalement avec des instruments à cordes privilégieront des réflecteurs de faible hauteur.

Rideaux et bannières absorbantes de sons
Influence sur la durée et l'intensité de la résonance (diminution par étalement des tentures).

En cas de non utilisation, les tentures sont dissimulées dans des niches à rideaux (elles doivent alors être inefficaces).

Espaces de régulation acoustique (promenoirs)

Des espaces et volumes supplémentaires pour des œuvres à longue résonance (œuvres pour orgues, grands orchestres, grands chœurs, ainsi que celles renforcées par une sonorisation) doivent être possible par extension de l'espace du public. Des circulations et des surfaces de foyer peuvent être utilisées à cet usage. Les espaces sont décloisonnés par rapport à la salle par mouvement de panneaux avec commande centralisée.

CINÉMAS SALLES DE PROJECTION

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 défecteur (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 4 000 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 (Cinemascope) 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 Cinemascope ne doit pas dépasser 38°, distance de la dernière rangée/écran = 3 : 2 (fig. 2 et 3).

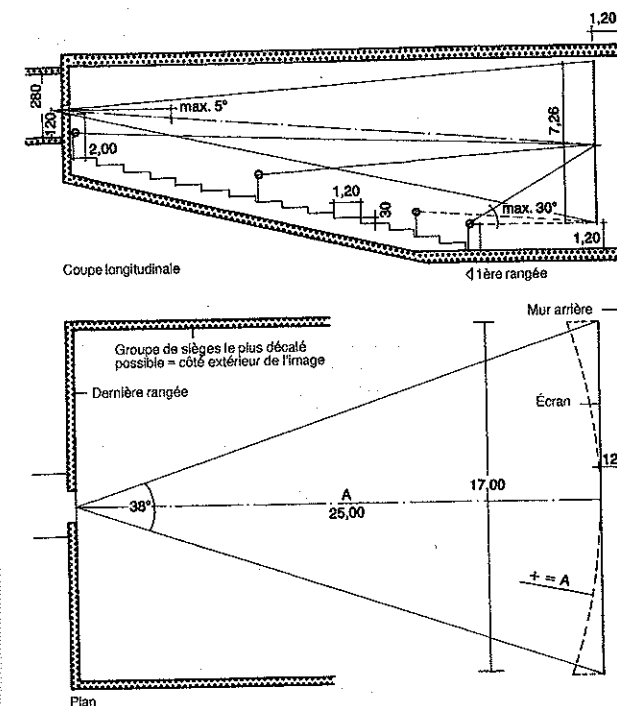
Écran

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.

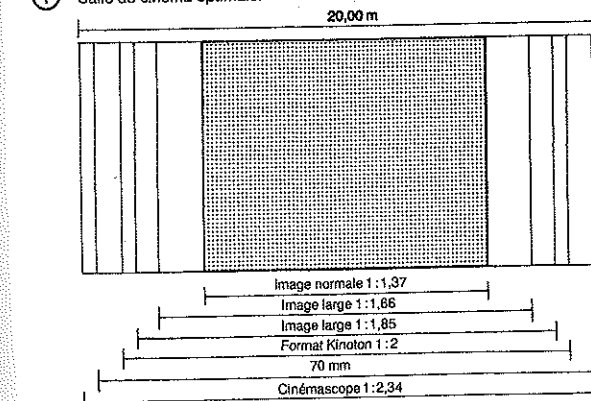
L'écran est perforé (perméabilité au son). Recouvrement réglable de la pellicule ou rideaux limitant latéralement les écrans pour une même hauteur. Les grands écrans sont courbés avec rayon vers la dernière rangée. Le rebord du bas de l'écran doit être situé à 1,20 m min. au-dessus du sol (fig. 1).

La salle

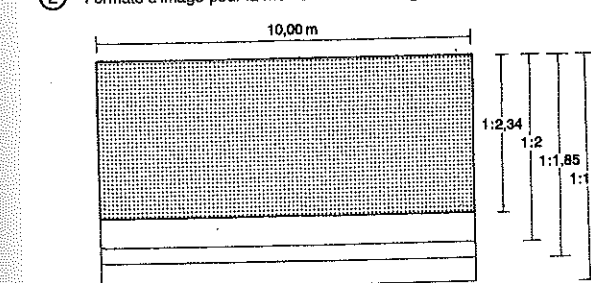
Elle ne doit recevoir pendant les projections aucune autre lumière que celle des éclairages de secours. Construire les murs et plafonds en matériaux non réfléchissants et dans des couleurs pas trop claires. Les visiteurs doivent être assis à l'intérieur du bord extérieur de l'image. L'angle de vision vers le milieu de l'image ne doit pas dépasser 30° depuis le premier rang.



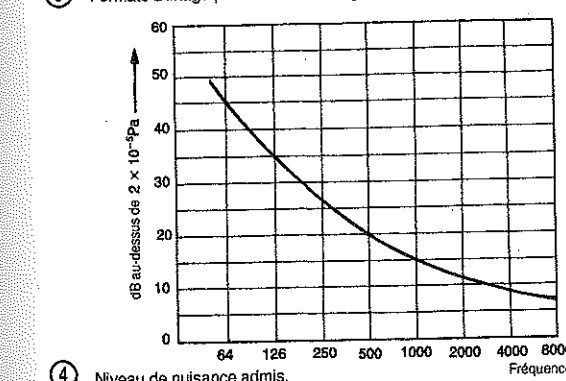
① Salle de cinéma optimale.



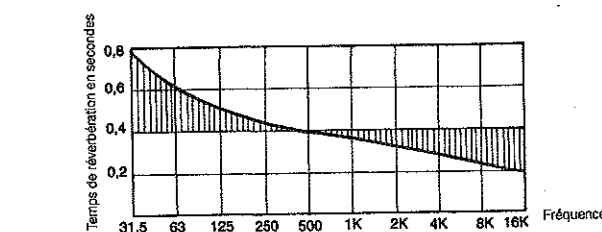
② Formats d'image pour la même hauteur d'image.



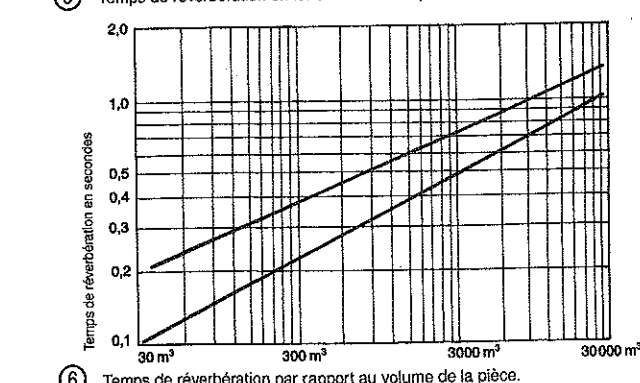
③ Formats d'image pour la même largeur d'image.



④ Niveau de nuisance admis.

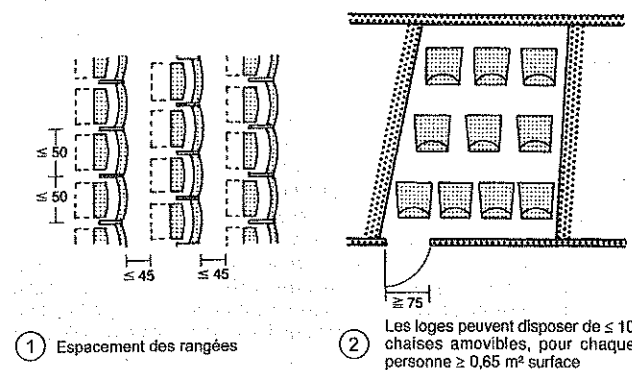


⑤ Temps de réverbération en fonction de la fréquence.



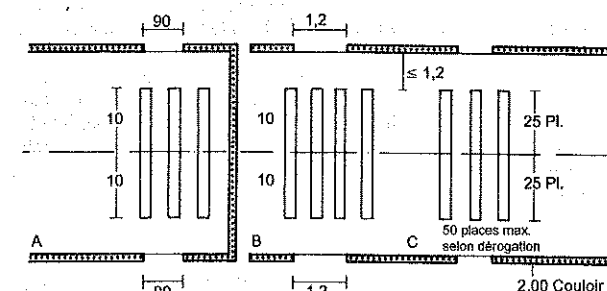
⑥ Temps de réverbération par rapport au volume de la pièce.

CINÉMAS SALLES DE PROJECTION

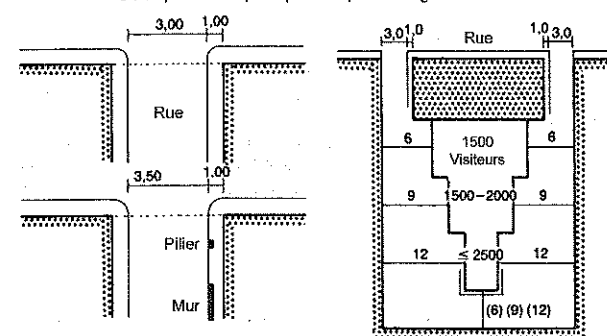


1 Espacement des rangées

Les loges peuvent disposer de ≤ 10 chaises amovibles, pour chaque personne $\geq 0,65$ m² surface

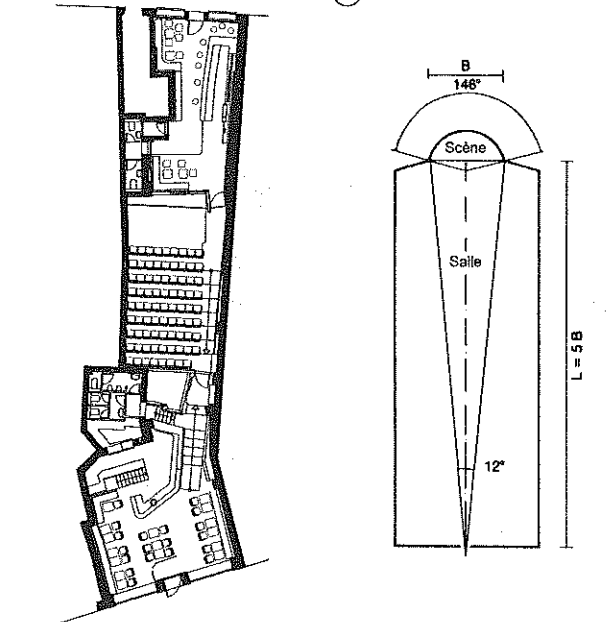


2 Dispositions schématiques possibles de salles de cinéma sur un seul niveau



3 Sièges

Surface de la cour, 2500 visiteurs
1 m²/4 pers. Au-dessus 3 pers./m²



4 Accès et traversées

Distances aux limites du terrain

Arch. : Compilizen.com

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'environ 85 dB 18 à 20 000 Hz. 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 seconde (voir p. 269, 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 6 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.

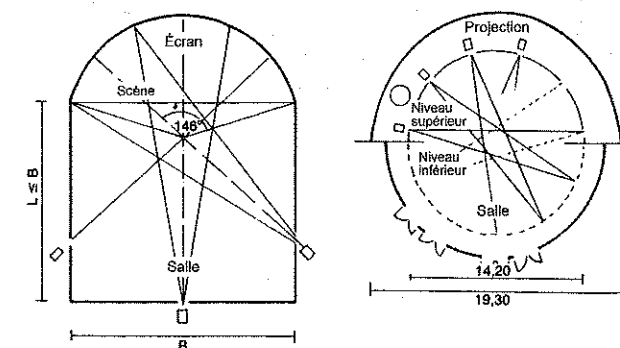
Caisses

Elles sont relayées par des systèmes de comptabilité et réservations fonctionnant électroniquement.

Types de cinémas

En réaction aux multiplexes (voir p. 271) sont apparues des salles de cinéma en centre-ville qui présentent souvent des cycles thématiques (Art et Essai). Comprenant généralement entre 50 et 200 places, elles sont complétées par des espaces de restauration (fig. 6).

Les formes d'écrans circulaires ou sphériques renforcent l'immersion dans l'image présentée. Étant donné que les techniques de prise de vue nécessaires sont spéciales (plusieurs caméras doivent filmer simultanément la même scène), ce type de film est assez rare. De tels cinémas se retrouvent pour cette raison plutôt dans les parcs de loisirs et les planétariums (fig. 8 et 9).



5 Proportions de la salle

Circarama. Écran rond (360°) sur lequel 11 projecteurs synchronisés passent une image cohérente. Ex. : Expo de Bruxelles

CINÉMAS CINÉMAS MULTIPLEX

Regroupement combiné de plusieurs salles de cinéma de différentes grandeurs en un même bâtiment. Les cinémas multiplex sont souvent associés à des centres commerciaux et des parkings ; grand nombre de places de stationnement disponibles. Accès aux salles par l'intermédiaire d'une entrée commune ; salles en partie superposées. Du fait d'un grand nombre de visiteurs, il convient de veiller à un repérage facile et à une clarté dans le tracé des cheminements d'accès aux différentes salles. La situation des différentes salles par rapport à l'entrée et au foyer devrait se faire en fonction de la grandeur des salles (les grandes salles proches du foyer), en l'occurrence la plus grande des salles en position centrale/accessible en liaison directe depuis le foyer. Les différentes grandeurs des salles dépendent des directives de l'exploitant, de même pour le dimensionnement interstitiel entre les rangées de sièges et pour l'aménagement du foyer, et des concepts concrets d'aménagement des exploitants.

Emplacement des caisses dans la zone des entrées. Le nombre de caisses dépend du nombre de places : prévoir environ 5 m² de surface au sol pour une caisse, pour 2 500 places de cinéma prévoir 6 à 8 caisses.

Foyer généreux, bonne supervision et emplacement bien en vue dans le bâtiment, comportant accès principal, bar avec restauration et accès aux salles. En avant des accès aux salles sur différents niveaux prévoir des foyers supplémentaires en combinaison avec le bar, les toilettes etc. Le foyer principal doit être bien dimensionné afin d'accueillir des activités telles que « Premières », présentations de films etc.

Comme la restauration est en règle générale une composante essentielle du concept des cinémas, choisir un emplacement central pour le bar et prévoir des surfaces suffisantes pour les annexes.

Salle de cinéma

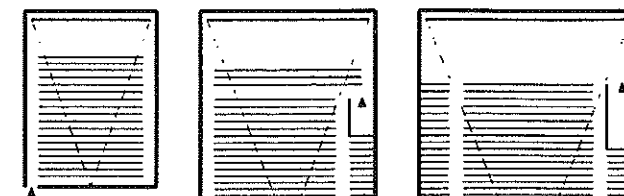
L'écran devrait couvrir un mur entier. Pas de sorties ni sur ce mur ni de côté ou immédiatement en avant de ce mur. Des passages transversaux devraient être conçus afin de relier les sorties, notamment en cas d'entrée unique pour une salle, le passage transversal permet l'accès à des escaliers latéraux.

Cabine de projection

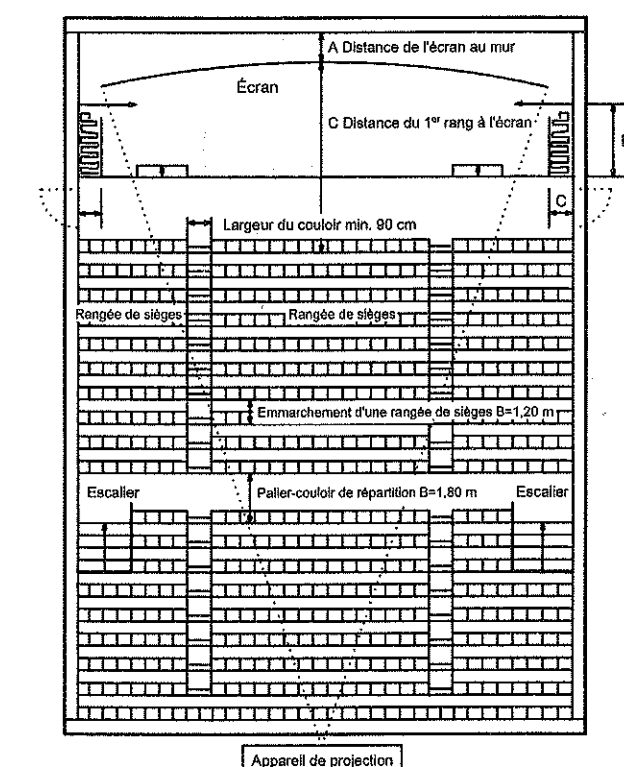
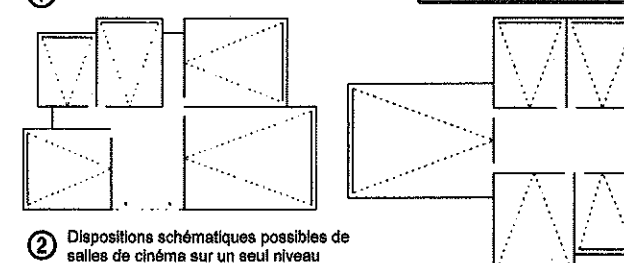
Dimension minimale de cet espace : 6,50 x 2,80 x 2,80 m (largeur, profondeur, hauteur), fenêtre de projection environ 150/250 x 50 cm (pour 1 ou 2 appareils de projection), le projecteur de film peut être complété par un projecteur vidéo, en outre prévoir de la place pour une installation de projection à bobine horizontale et pupitre de commande. La réalisation des piétements des projecteurs n'autorisera aucune vibration. Le niveau sonore de 75 dB doit être atténué par une fenêtre de projection (insonorisée) et ramené à 30 dB. La température du lieu de travail ne devrait pas excéder 22 °C afin de protéger les copies de films et les installations.

Locaux annexes

Sont à prévoir selon les besoins : bureau du directeur, secrétariat et collaborateurs, archives, local informatique, locaux sociaux (vestiaires, toilettes dames et hommes, local de détente du personnel). Pour le foyer et l'activité de restauration, prévoir : réserve d'alimentation, réserve du bar, chambre froide, locaux pour bouteilles et contenants vides, poubelles et déchets, produits de nettoyage, dépôt pour la société de nettoyage ainsi que dépôt pour la décoration.

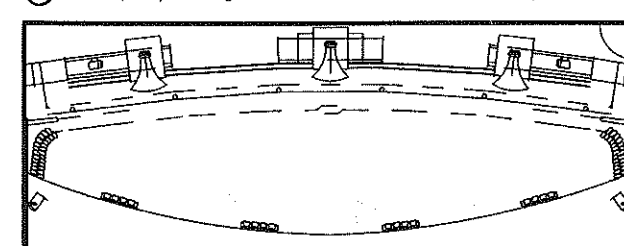


6 Plan de principe d'une grande salle avec dimensionnement technique

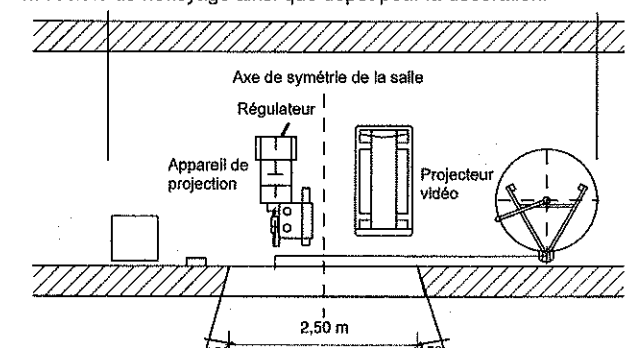


Proportions de la salle : 1,13 - 1,40,5 (largeur/profondeur/hauteur)
A Distance de l'écran par rapport au mur : 1,20 - 1,50 m
B Volume de stockage du rideau : de chaque côté prévoir 10 % de la largeur de l'écran
C Distance du 1^{er} rang à l'écran : environ 75 % de la hauteur sous plafond
Épaisseur de la poche d'écran : environ 40 cm
Cambrure de l'écran : arc de cercle centré sur le projecteur, à partir de 500 places environ.
Bord supérieur de l'écran à 0,30 m sous plafond, bord inférieur de l'écran à environ 0,80 m du sol fini.
Hauteur de l'écran résulte des données ci-dessus.
Largeur de l'écran : Hauteur d'écran x 2,35 (le plus grand des formats de film : Cinémascope)
Hauteur sous plafond au-dessus du dernier rang : minimum 2,30 m

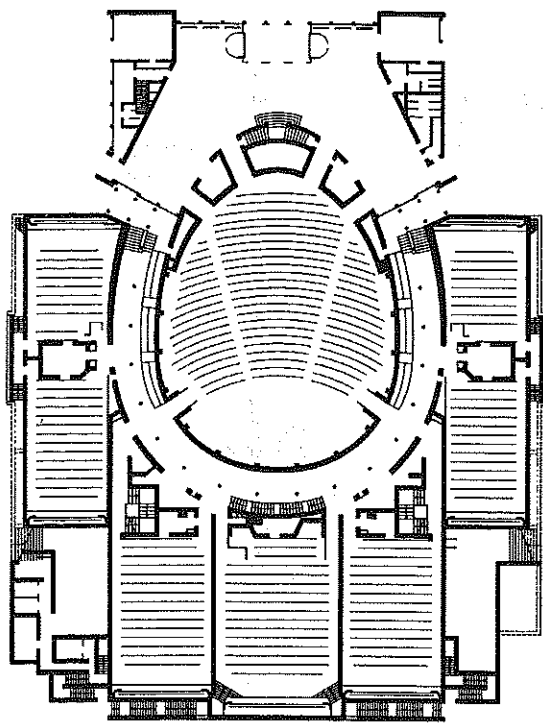
7 Système de projection à écran large



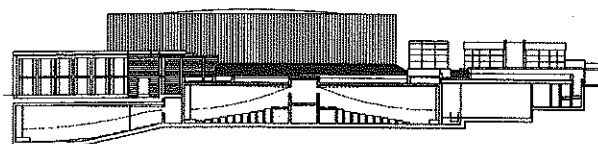
9 Cabine de projection



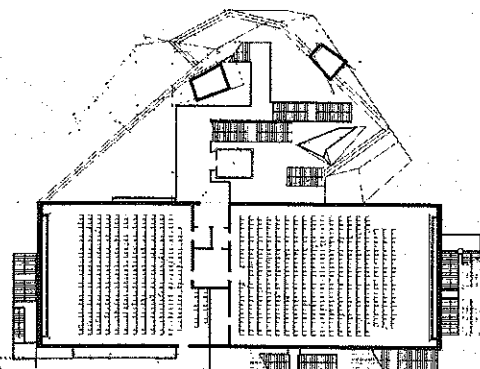
10 Système de projection à écran large



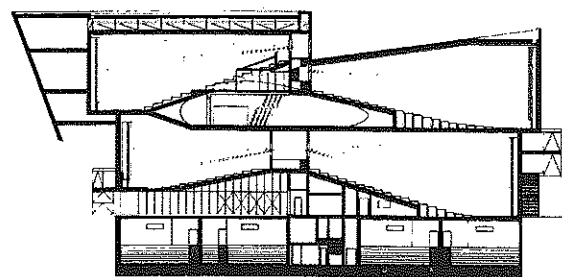
① Cinéma Kosmos à Berlin. Vue en plan. Arch. : Rhode Kellermann Wawrowsky



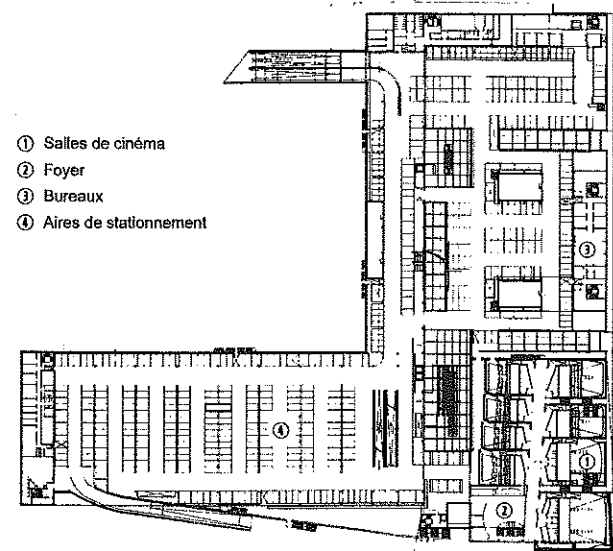
② Cinéma Kosmos à Berlin. Façade/Coupe Arch. : Rhode Kellermann Wawrowsky



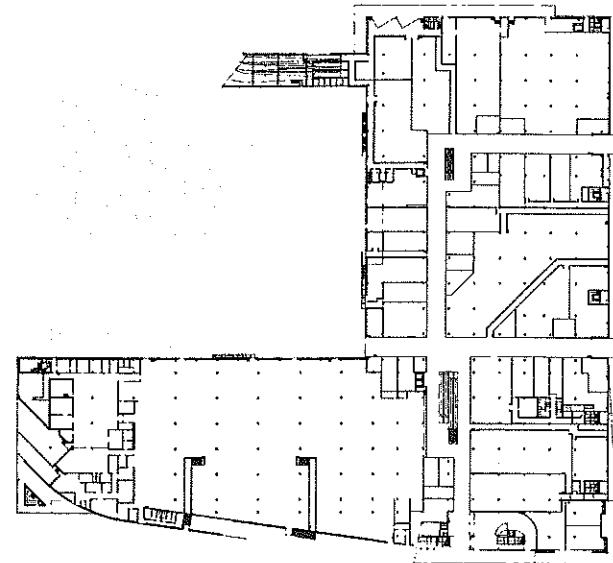
③ Palais du cinéma de Dresde. Vue en plan. Arch. : Coop Himmelb(l)au



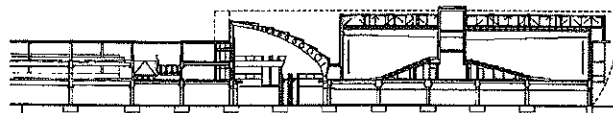
④ Palais du cinéma de Dresde. Façade/Coupe. Arch. : Coop Himmelb(l)au



⑤ Centre Ville-Nouvelle de Halle. Vue en plan étage (Cinéma niveau 1) Arch. : Hermann et Valentiny avec Noack et associés.



⑥ Centre Ville-Nouvelle de Halle. Vue en plan RDC (Niveau commercial) Arch. : Hermann et Valentiny avec Noack et associés.



⑦ Centre Ville-Nouvelle de Halle. Coupe. Arch. : Hermann et Valentiny avec Noack et associés.

CINÉMAS CINÉMAS MULTIPLEX, EXEMPLES

La situation urbanistique joue un rôle déterminant dans la configuration d'une entité de salles de cinémas. Les superpositions de salles sont possibles (juxtaposition de salles en forme de cube, accessibilité et fonctions servant accolées latéralement en formes libres) (fig. 1 et 2).

Ou juxtaposition de salles dans le plan horizontal (une grande salle de cinéma des années soixante a reçu plusieurs salles en complément, qui ont été enfouies sous terre pour des raisons de site historique) (fig. 3 et 4).

Ou encore combinaison des deux solutions précédentes.

Une disposition fréquente est l'association d'autres fonctions comme un centre commercial et un parking : l'espace commercial en rez-de-chaussée, les salles de cinéma et l'aire de stationnement à l'étage ; forme urbaine marquée avec regroupement de deux bâtiments (fig. 5 à 7).

- ① Salles de cinéma
- ② Foyer
- ③ Bureaux
- ④ Aires de stationnement

CINÉMAS DRIVE-IN

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.

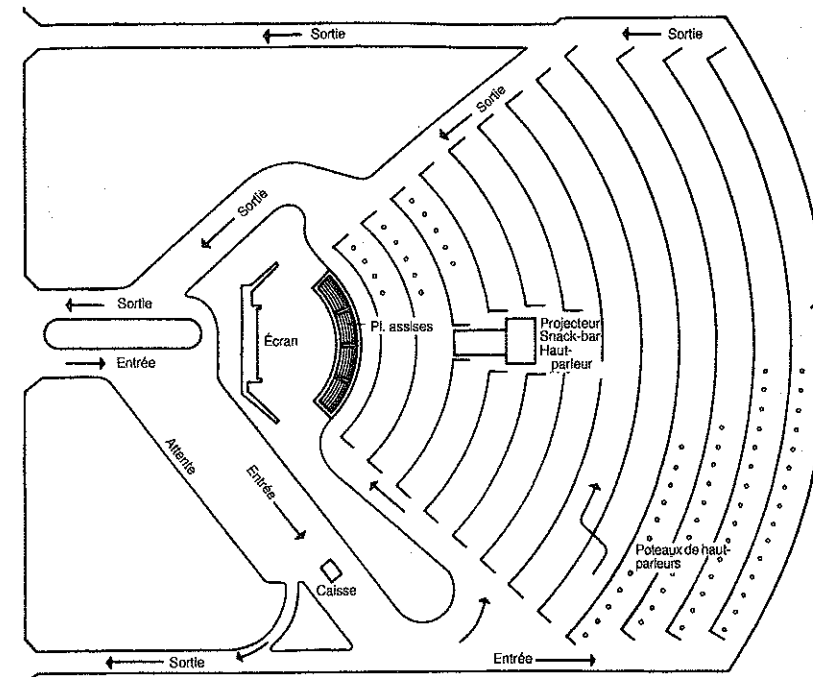
Des rangs assis, et des aires de jeu pour les enfants sont souhaitables.

Bâtiment de projection, en général central, à 100 m de distance de l'écran.

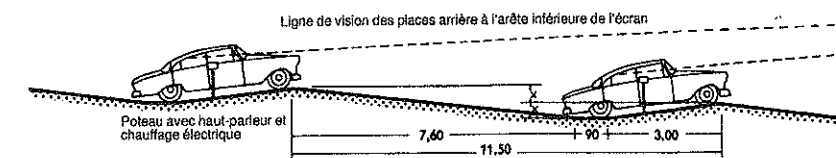
La **cabine de projection** contient les projecteurs, le groupe générateur et le système d'amplification du son.

Reproduction sonore de préférence par haut-parleurs utilisés à l'intérieur des véhicules, 2 haut-parleurs par poteau (poteaux distants de 5 m).

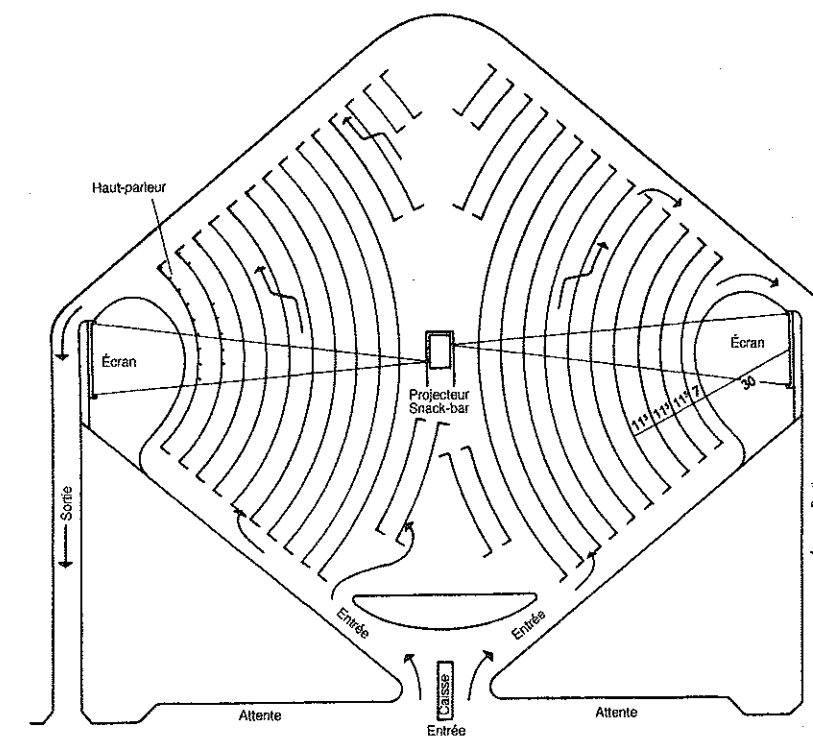
Chauffage sur les poteaux des haut-parleurs, raccordement éventuel pour le chauffage intérieur du véhicule.



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.



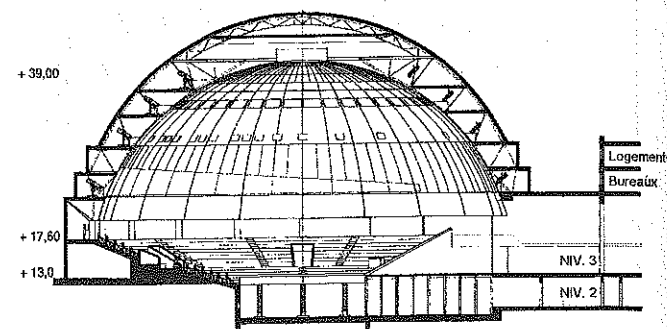
③ Ciné double. Une cabine de projection pour deux écrans. Ceci permet de décaler les heures de début de séance de la moitié de la durée du programme. Tous les autres locaux, caisse, bar, toilettes, etc., sont communs.

CIRQUE

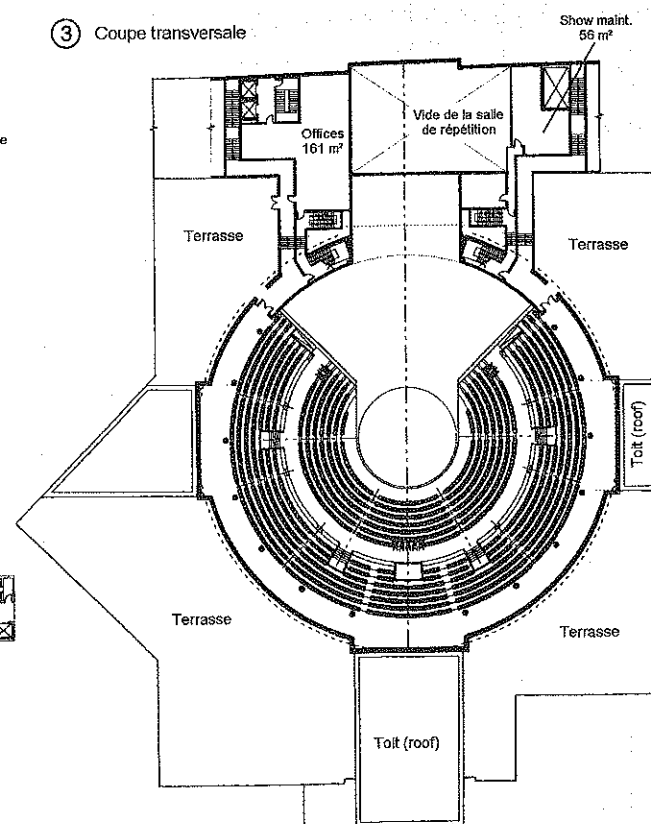
Lieu pour représentations, spectacles importants

La salle, de la dimension d'un amphithéâtre, disposée en trois quarts de cercle, peut accueillir 1 600 spectateurs. Le dernier quart est réservé à la scène composée de cinq scènes mobiles superposées. Les décors peuvent ainsi être changés rapidement (fig. 3). L'accès à la salle niveau 3, à 13 m au-dessus du niveau de la rue. Une coupole (de 27 m de hauteur) en béton armé recouvre l'arène du cirque.

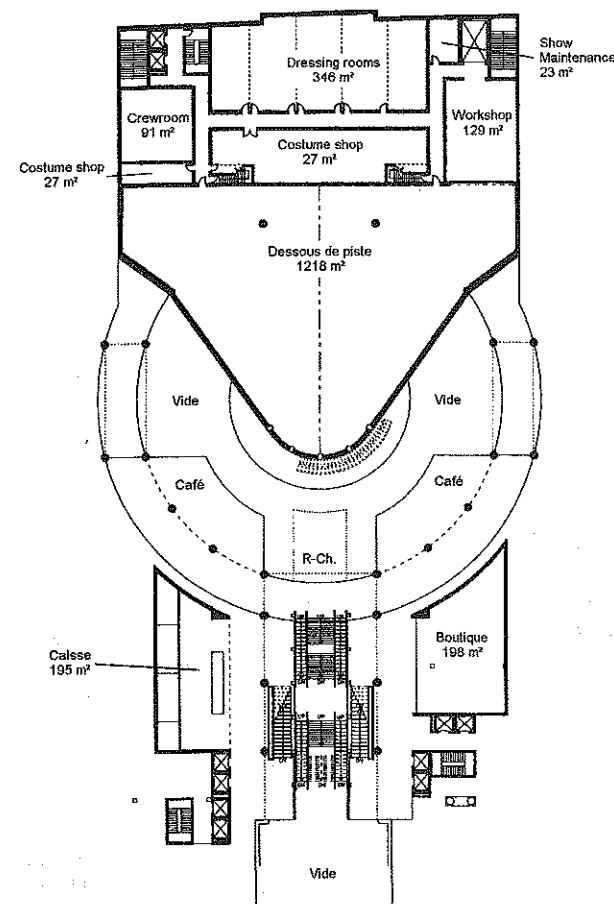
Projet : Leipziger Platz à Berlin.
Arch. : Aldo Rossi Milan.
Préparation des plans AG Neufert/Mittmann/Graf, Berlin.
Sceno-Plus, Experts-consult, Montréal.



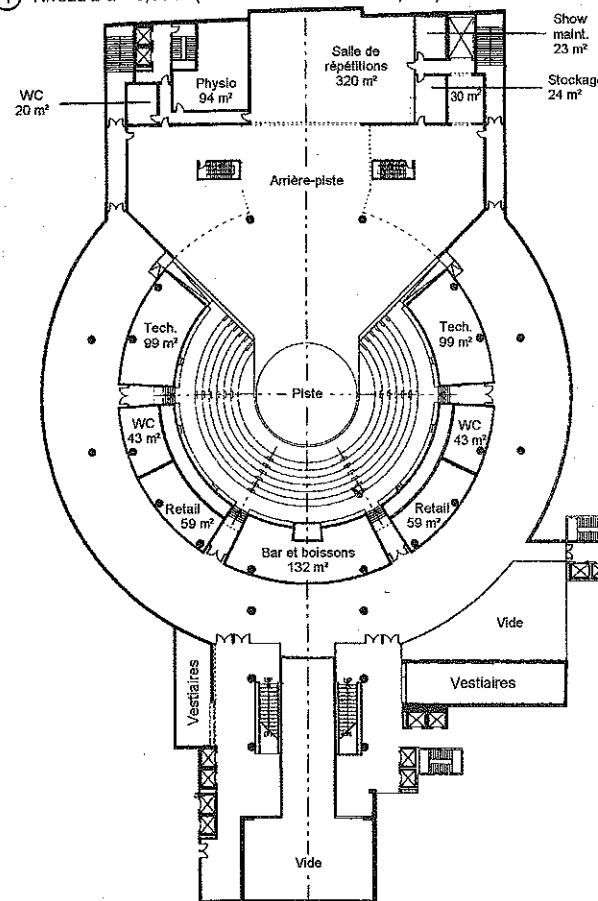
③ Coupe transversale



④ Niveau 4 à + 16,50 m (sièges spectateurs)



① Niveau 2 à + 9,00 m (soubassement du niveau piste)

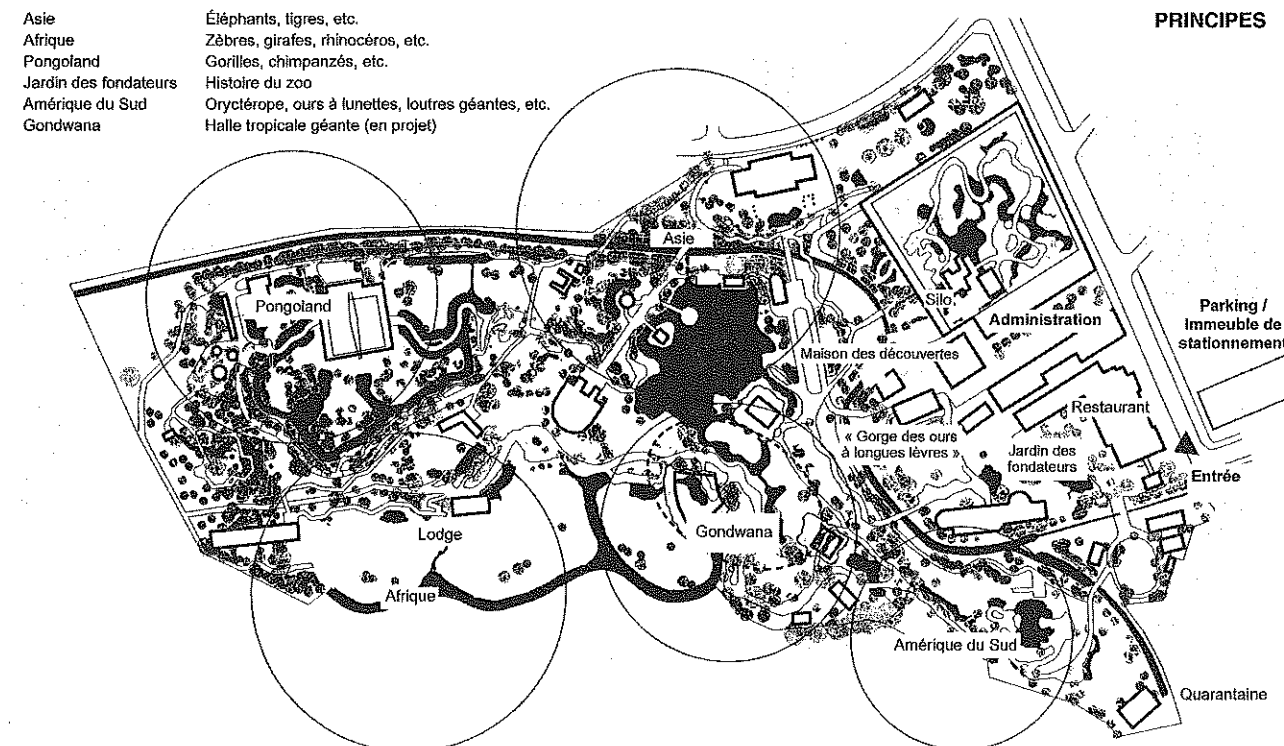


② Niveau 3 à + 13,00 m (zone de la piste)

Culture
Lieux de
spectacles

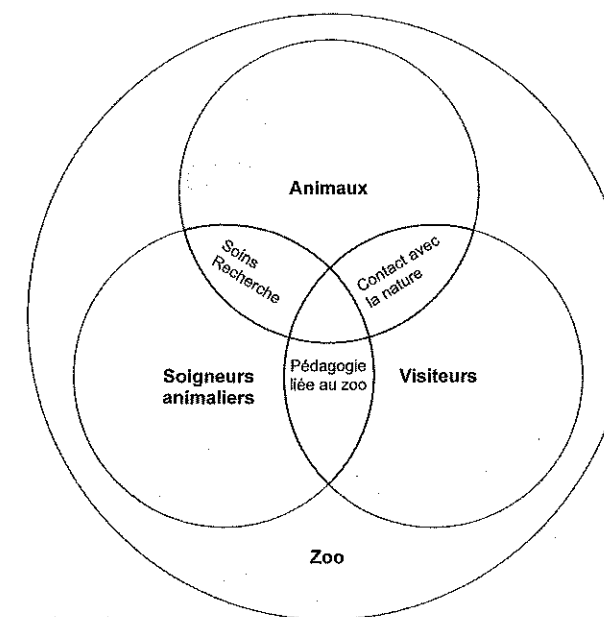
JARDINS ZOOLOGIQUES

PRINCIPES



① Plan directeur d'un jardin zoologique moderne avec des mondes animaux (géographies animales), exemple du zoo de Leipzig

Arch. : Rasbach® Arch.



Le zoo moderne se situe à l'intersection des trois champs : recherche, protection des animaux et contact avec la nature. Il existe d'une part des exigences relatives au traitement respectueux des animaux, à la nourriture, à l'aménagement du parc et aux soins vétérinaires, aux activités de recherche en vue de préserver la diversité des espèces, à la participation à des programmes internationaux d'élevage, ainsi qu'à une mission de sensibilisation pédagogique du public. D'autre part, le zoo est une entreprise dont la réussite dépend fortement de la fréquentation du public et qui se trouve en concurrence avec d'autres équipements de plein air. C'est pourquoi le principe de toute conception d'un zoo doit non seulement tenir compte des dernières évolutions en matière de traitement respectueux des animaux mais aussi des attentes du public potentiel. La mise en scène de mondes animaux exotiques dans la nature et les spectaculaires installations recevant le public doivent donc être considérées sous cet angle.

② Missions d'un zoo moderne dans les domaines de la recherche, de la protection des animaux et de la vie au contact de la nature

Missions d'un jardin zoologique

Selon la directive européenne 1999/22, les jardins zoologiques doivent répondre aux exigences suivantes (fig. 2) :

1. participation à des activités de recherche sur la préservation des espèces ;
2. mission de sensibilisation pédagogique dans le domaine de la zoologie ;
3. gestion et nourriture respectueuses des animaux ;
4. protection contre la fuite des animaux et contre l'intrusion de parasites et de vermine ;
5. tenue d'un registre du parc animalier.

Infrastructure d'une installation zoologique moderne (fig. 1) :

Accès : bonne accessibilité, signalétique claire, capacité de stationnement suffisante, arrêts prévus pour les transports en commun.

Entrée principale : espace d'accueil, caisses, kiosques, administration, circulations soignées, sièges confortables.

Autres infrastructures : locaux destinés à des manifestations et à des conférences, restaurant de classe supérieure avec vue sur les installations du zoo et accès séparé depuis l'extérieur (pour le fonctionnement de nuit) et, selon la taille, d'autres restaurants, des cafétérias en self-service, des sanitaires, des aires de pique-nique, des boutiques sur le thème du zoo, des salles pédagogiques du zoo.

Bâtiments pour les locaux annexes et le personnel : accès séparé (non visible par le public) avec des surfaces extérieures suffisantes pour le stockage de la nourriture et des produits d'épandage, des matériaux de construction, etc., locaux du personnel avec douches et vestiaires, cafétéria, salles de cours et de détente (gardes de nuit), élevage d'animaux, préparation de la nourriture centralisée et décentralisée, préparation de l'eau, locaux réfrigérés et de stockage, stockage des déchets, halles d'entrepôt et d'entretien des machines de nettoyage, véhicules de transport et cages, ateliers, jardinerie, chauffage, climatisation, ventilation.

Traitement médical des animaux : clinique vétérinaire, station de quarantaine, laboratoires, locaux pour la recherche, locaux d'acclimatation et d'élevage, local de dépôt des cadavres.

Circulations : voies principales accessibles aux personnes handicapées (5-6 m de large) avec protection contre les intempéries, sous forme d'allées courbes, allées secondaires (3-4 m de large) menant aux différents groupes d'animaux, voies techniques indépendantes et carrossables (3-4 m de large) pour l'approvisionnement et l'enlèvement, les transports d'animaux et les voies de secours (pompiers, ambulances).

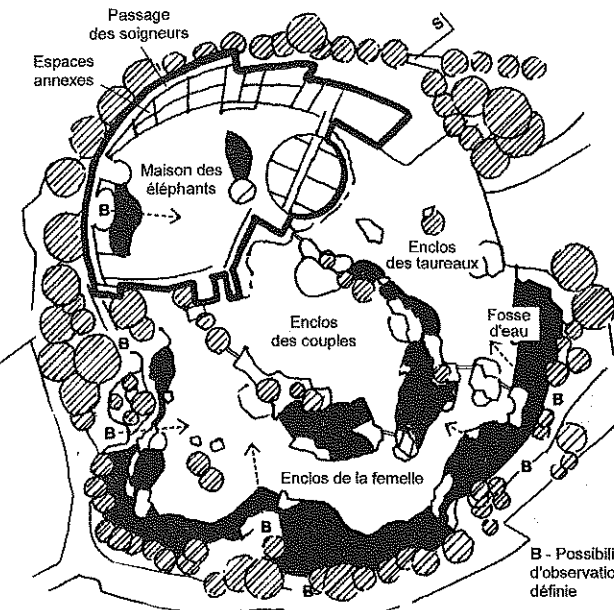
Culture
Lieux de
spectacles

JARDINS ZOOLOGIQUES ENTRETIEN DES ANIMAUX

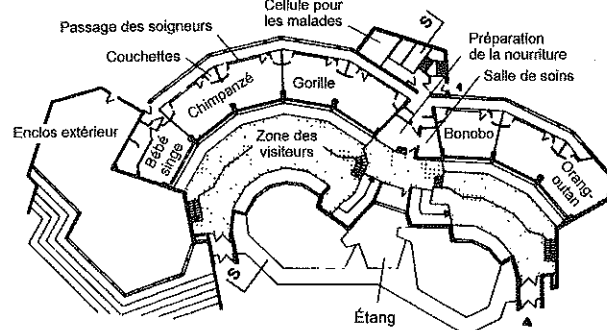
« **Hands-on** », principe traditionnel de traitement des animaux de zoo ; il repose sur un contact direct entre l'animal (apprivoisé), le soigneur (alimentation, soins) et éventuellement le visiteur du zoo (petit zoo) (fig. 2).

Les aspects fonctionnels (séparations en secteurs public/non public ou visible/non visible, passages pour les soigneurs et locaux annexes), les aspects hygiéniques et la présentation des animaux sont au centre des préoccupations.

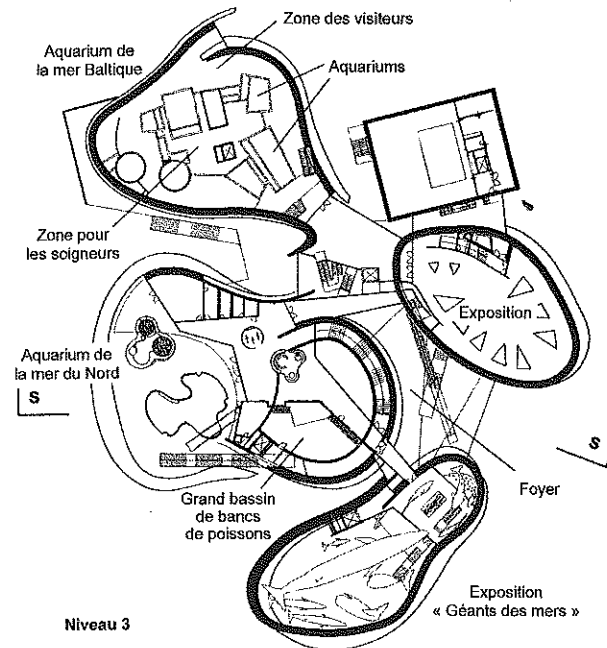
« **Hands-off** » (contact protégé), développé à l'origine comme méthode d'entretien plus sûre des animaux dangereux (contact indirect ou avec un soutien technique, entre l'animal et l'animalier), correspond aujourd'hui plus aux attentes des visiteurs de zoo et à un élevage respectueux des animaux (fig. 1) : la reproduction à grande échelle (et proche de l'état naturel) de l'espace vital d'origine avec les points d'appui correspondants (abreuvoirs, rochers d'escalade) et les possibilités d'observation dans des positions définies et protégées ou cachées est également considérée comme adéquate si l'on souhaite ne pas gêner les animaux et favoriser leur reproduction en captivité. En outre, les zoos « **hands-off** » disposent d'un fort potentiel en matière de recherche et d'élevage.



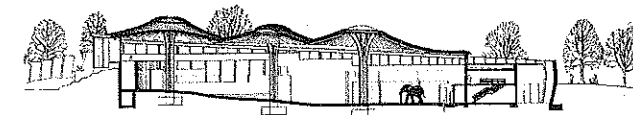
① Plan du parc à éléphants du zoo de Cologne
Arch. : Oxen et Römer
Aménagements extérieurs : Fenner, Steinhauser, Weisser



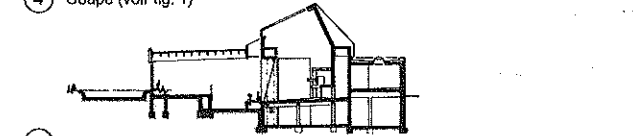
② Espace des grands singes du zoo de Wuppertal
Bureau de la construction de Wuppertal



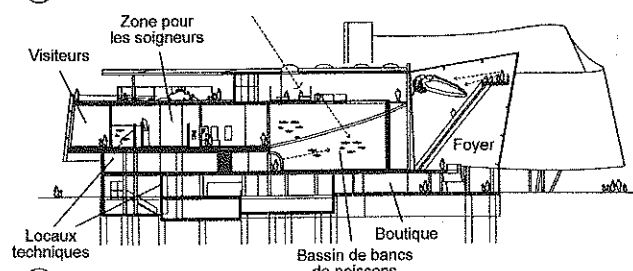
③ Océanum de Stralsund
Arch. : Behnisch, Behnisch et ass.



④ Coupe (voir fig. 1)



⑤ Coupe (voir fig. 2)



⑥ Coupe (voir fig. 3)

Exemples

On distingue les abris d'animaux et les enclos en plein air. Des combinaisons avec ou sans plan d'eau sont possibles :

– le parc à éléphants du zoo de Cologne (fig. 1), exemple d'installation « **hands-off** » intégrée (abris d'animaux et enclos en plein air). En partie couverte, l'aire peut être divisée en plusieurs zones à l'aide d'une centrale de commande et de portes mécaniques. Les points d'observation des visiteurs sont séparés du niveau de l'enclos par des fosses remplies d'eau ou par des différences de hauteur ;

– l'installation des grands singes du zoo de Wuppertal (fig. 2), en tant qu'abri (avec des enclos extérieurs rapportés ultérieurement), comprend des enclos intérieurs éclairés en partie zénithale avec des couchettes protégées, une séparation par rapport aux niveaux des visiteurs, un passage arrière pour les animaliers, une cuisine pour la préparation de la nourriture et des cages d'enfermement (cellule pour les malades, bébés singes) ;

– l'Océanum de Stralsund (fig. 3), exemple d'abri/aquarium multifonctionnel avec un large parcours circulaire pour les visiteurs, structuré en aquariums thématiques (mer Baltique, mer du Nord) et une zone centrale pour les soigneurs. Destiné à l'exposition et à la recherche, l'équipement a bénéficié d'une mise en scène très étudiée avec des vues spectaculaires sur les bassins (bassins de bancs de poissons avec une paroi vitrée de 15 x 5 m, aquarium avec tunnel, aquarium surélevé vu de dessous, bassin tactile, bassins de simulation).

JARDINS ZOOLOGIQUES ENCLOS

Aspects liés à la conception

Proximité avec la nature : l'enclos doit correspondre aux attentes du visiteur, à savoir un espace vital conçu pour répondre aux besoins des animaux, satisfaisant sur le plan esthétique et manifestant de la générosité.

Proximité mentale : plus on peut observer de près un animal, plus on y trouve de l'intérêt et plus on y restera longtemps.

Proximité émotionnelle : les limites de l'enclos ne doivent être quasiment pas perçues.

Visibilité : les enclos d'animaux doivent donner une impression de mystère et inviter à la découverte (vues dans l'enclos par exemple à travers une grotte ou une cascade). Les parcours doivent inciter à la flânerie, non pour longer un enclos mais pour s'en approcher. Il faut assurer une observation agréable et une posture confortable, éviter la vision en contre-jour ou à travers une vitre réfléchissante pour que le visiteur puisse observer des enclos clairs et éclairés et se tenir lui-même dans l'ombre (ce qui présente en outre l'avantage que les animaux ne percevront pas d'emblée la présence humaine). Les zones dans lesquelles les animaux séjournent volontiers et sont actifs doivent aussi bénéficier d'une bonne visibilité.

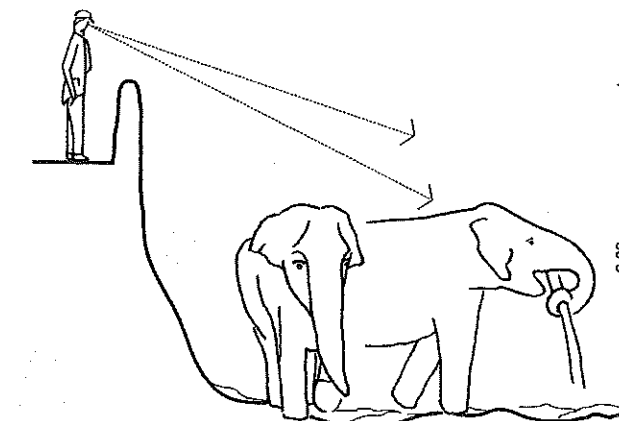
Possibilité de retrait : il est important que les animaux disposent d'endroits où ils peuvent se retirer à l'abri de la vue.

Information : signalisation, informations en quantité suffisante.

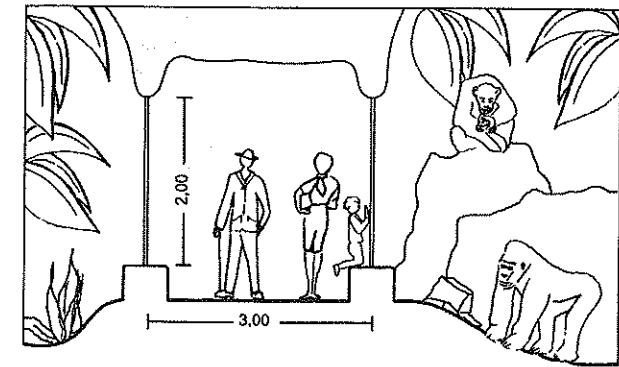
Accessibilité : l'accès des soigneurs aux enclos ne doit s'effectuer que par des passages et des zones conçus à cet effet ; il faut prévoir des dispositifs de capture et de transport adéquats.

Séparations : les fosses, à l'origine conçues comme des « fosses à sec », sont désormais remplies d'eau en règle générale (fig. 3). L'avantage est qu'elles présentent un aspect naturel, mais l'eau se salit vite et les animaux pourraient quitter leur enclos en cas de formation de glace. Le niveau de l'eau doit par conséquent être abaissé en hiver. Une protection est souvent ajoutée (clôtures, murs).

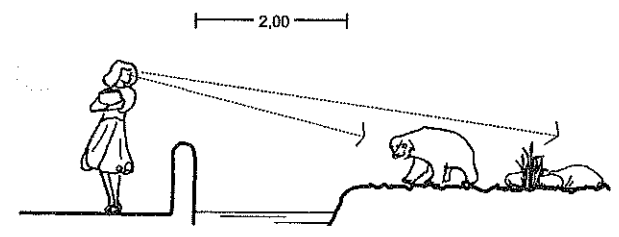
Le verre se retrouve dans la majorité des équipements (fig. 2 et 4) car il favorise le contact direct avec l'animal. La transmission de maladies (de l'homme à l'animal) est ainsi empêchée. Les grilles gênent aussi bien les visiteurs que les animaux. Les cages classiques sont par conséquent souvent évitées dans les zoos modernes.



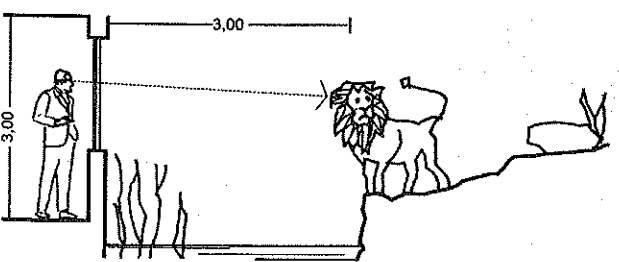
① Visiteur non visible



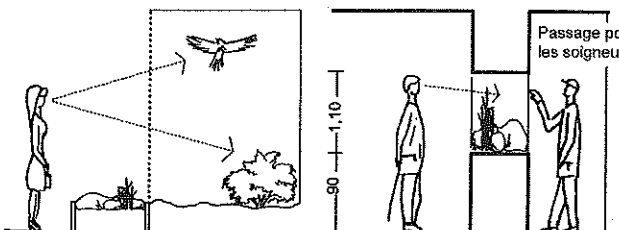
② Enclos intérieur avec passage vitré : vue depuis l'obscurité vers la lumière



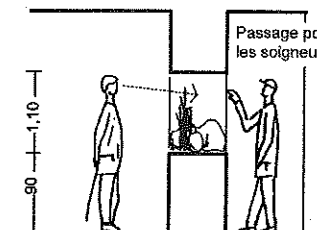
③ Installation avec fosse d'eau : visiteurs et animaux à l'extérieur



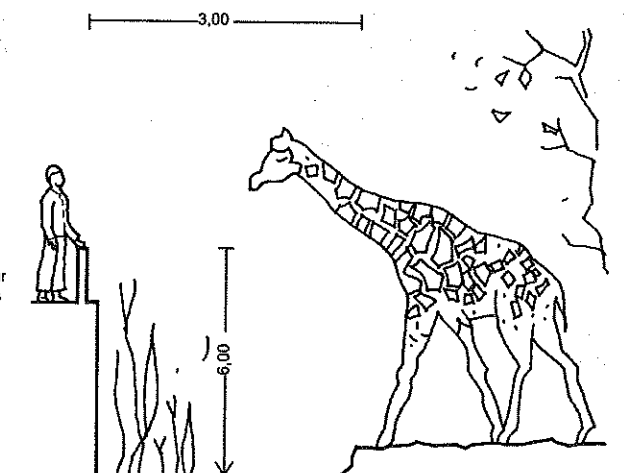
④ Installation avec fosse d'eau : visiteurs derrière une vitre de protection, animal à l'extérieur



⑤ Volière



⑥ Terrarium

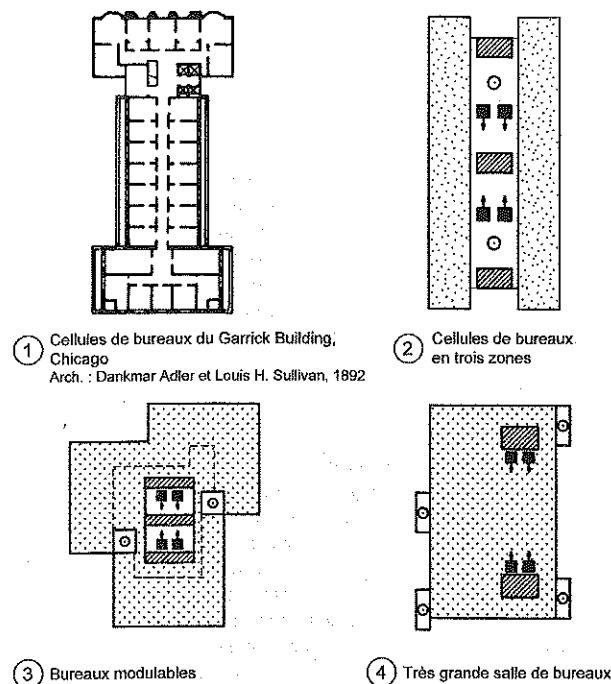


⑦ Installation avec fosse d'eau : pour les grands animaux, la fosse doit être suffisamment large

IMMEUBLES DE BUREAUX TYPOLOGIE JUSQU'EN 1980

Formes d'organisation des bureaux

Les **grands bureaux paysagers** (Mies van der Rohe : « ... ouverts à la vue, sans séparations, seulement divisés... ») conviennent aux équipes comptant de nombreux collaborateurs soumis à une forte division du travail, occupés à des tâches répétitives et avec un seuil de concentration peu élevé. Cette organisation constitue de nos jours plus une exception que la règle. La conception est née dans les années 1960 pour créer des surfaces multifonctionnelles rationnelles, avec comme arguments : la transparence et la lisibilité des processus de travail mais aussi un sentiment de communauté. Les équipements informatiques étaient regroupés dans des salles spéciales, inaccessibles depuis chaque poste de travail. Les importantes profondeurs de surfaces (20 à 30 m) nécessitaient de lourds équipements techniques qui ne servaient que faiblement en cas de réaménagement des surfaces ; la flexibilité potentielle présente des limites pour les exigences actuelles (fenêtres ouvrantes, distribution électrique, éclairage, climatisation partitionnables). Ces très grands bureaux présentent un caractère contraignant (contrôle social, dépendance vis-à-vis des installations techniques, gênes visuelles et acoustiques), d'où une attitude de retrait de la part des employés.

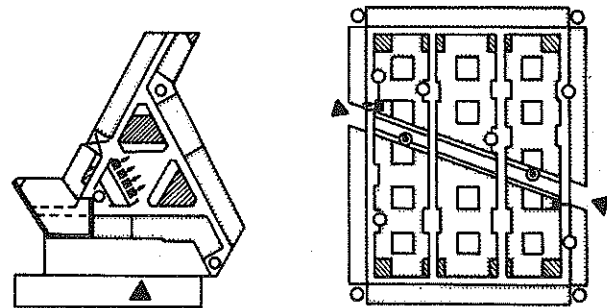


1 Cellules de bureaux du Garrick Building, Chicago
Arch. : Dankmar Adler et Louis H. Sullivan, 1892

2 Cellules de bureaux en trois zones

3 Bureaux modulaires

4 Très grande salle de bureaux



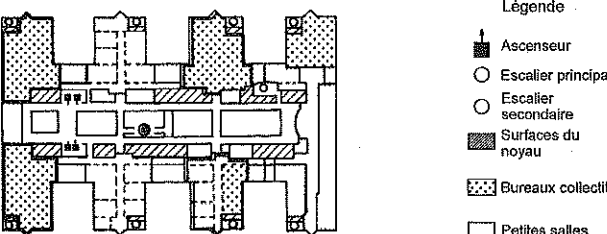
7 a) BFG Francfort
Arch. : Nowotny-Mähner, HPP, Speer et ass.

8 b) Bâtiment cantonal, Bern
Arch. : Matti, Bürgi, Ragaz, Liebefeld et ass.

Les **cellules de bureaux** se prêtent mieux à un travail autonome et concentré, pour des bureaux individuels ou des petits groupes ayant besoin d'un échange d'informations fréquent. Très répandu, le choix de ce type de bureau se justifie encore lorsqu'il correspond aux exigences liées au poste de travail ou bien pour les tours de bureaux, lorsque la structure du bâtiment est déterminante avec des conditions de travail fortement normalisées.

Le **bureau modulaire** correspond à une tentative d'améliorer les conditions de travail des très grands bureaux (climatisation non différenciée, faible lumière du jour, gênes optiques et acoustiques). La possibilité de diviser le bureau en cellules plus adaptées pour se concentrer a permis de renforcer les prestations techniques en vue de la flexibilité recherchée. Outre l'insatisfaction des usagers, le rapide renchérissement de l'énergie a contribué à remettre en question les très grands bureaux. La structure de travail évoluant grâce aux nouvelles technologies a permis une organisation en petits groupes. Le bâtiment des compagnies d'assurances publiques OVA de Mannheim a été le premier exemple de ce type.

Les **bureaux collectifs** (grands bureaux à échelle réduite) conviennent à des groupes de personnes qui communiquent en permanence. En jouant sur la dimension de l'environnement de travail (distance maximale à la fenêtre : 7,5 m), ces espaces visent à établir des relations spatiales favorisant une plus grande liberté de décision individuelle (voir p. 279, Changements sur le poste de travail) et donc une amélioration de l'environnement de travail insatisfaisant (lumière, air, intimité). Il est ainsi possible de remplacer la climatisation intégrale par une installation d'appoint en complément du système de ventilation en façade et des surfaces chauffantes (voir Techniques constructives).

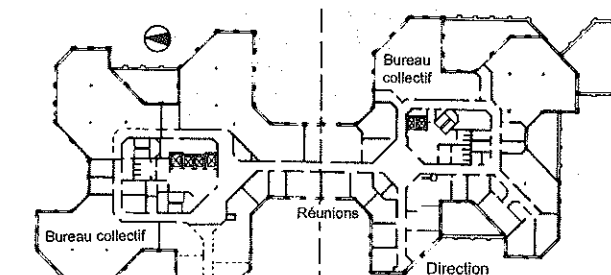


9 Landeszentralbank Hessen à Francfort-sur-le-Main, 1988
Arch. : Jourdan, Müller, etc.

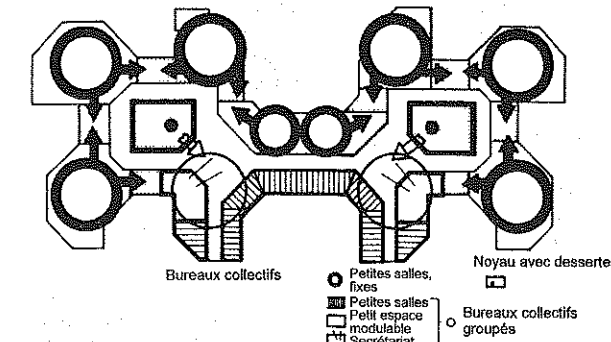
Légende

- Ascenseur
- Escalier principal
- Escalier secondaire
- Surfaces du noyau
- Bureaux collectifs
- Petites salles

5 Bureaux collectifs des compagnies d'assurances publiques OVA, Mannheim
Arch. : Striffler



Première tranche Immeuble de bureaux à Brême, 1987
Arch. : Kohlbecker



6 Organisation en bureaux collectifs reliés entre eux avec zonage partiel ; ces bureaux collectifs sont reliés entre eux par des zones de petits espaces modulables et, selon les besoins, divisés pour créer des surfaces en commun.

IMMEUBLES DE BUREAUX TYPOLOGIE DEPUIS 1980

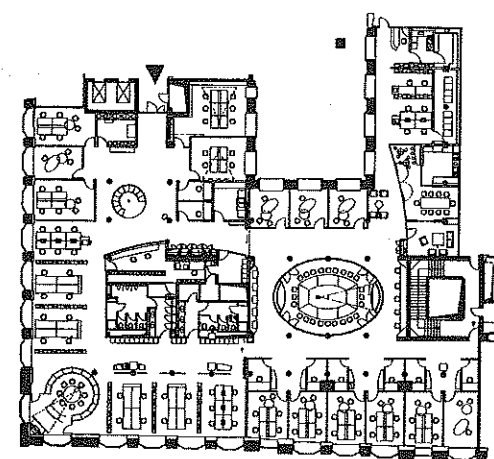
L'évolution des technologies de l'information fait apparaître de nouveaux profils professionnels. Les exigences appliquées aux bureaux évoluent et entraînent la rénovation des bâtiments de bureaux existants. La reconfiguration des bureaux paysagers souvent peu appréciés est un impératif de même importance (voir p. 279, Changements sur le poste de travail).

Les moyens de réorganisation sont nombreux : réaménagement des bâtiments, lumière du jour apportée par les cours intérieures, distribution en plan lisible, création de postes de travail de qualité homogène du point de vue de la lumière, de l'air et de la protection acoustique, ou mise en œuvre de systèmes d'aménagement de bureau propres à assurer aussi de façon renforcée des exigences techniques comme le passage des câbles, les liaisons, etc., ainsi que les fonctions de séparation spatiale.

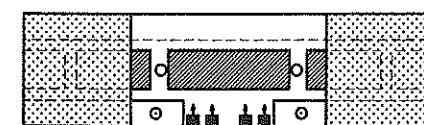
Le principe de bureau mixte répond aux exigences spécifiques d'une organisation de bureau par un concept spatial approprié. Cette offre spatiale flexible permet le travail en groupe, prévoit des espaces individuels pour les tâches de concentration, comporte des équipements temporaires utilisables de façon collective, et convient à un travail autonome très qualifié, sachant que le poste de travail peut changer en cours de journée.

L'hotelling-office, qui établit le partage d'un même poste de travail entre plusieurs employés en fonction de leur présence dans l'entreprise, mais aussi les business-clubs ne correspondent pas à des schémas spatiaux mais sont des organisations du travail particulièrement flexibles sans poste de travail fixe ou individuel. La réflexion porte en priorité sur les variations possibles d'utilisation de l'espace et sur la différenciation des qualités spatiales. Dans le cas des bureaux combinés, collectifs et des très grandes salles de bureaux, la performance ne repose pas sur des aménagements de l'espace mais sur l'organisation de l'entreprise et sur la création d'une atmosphère « club » vivante qui apporte un bien-être.

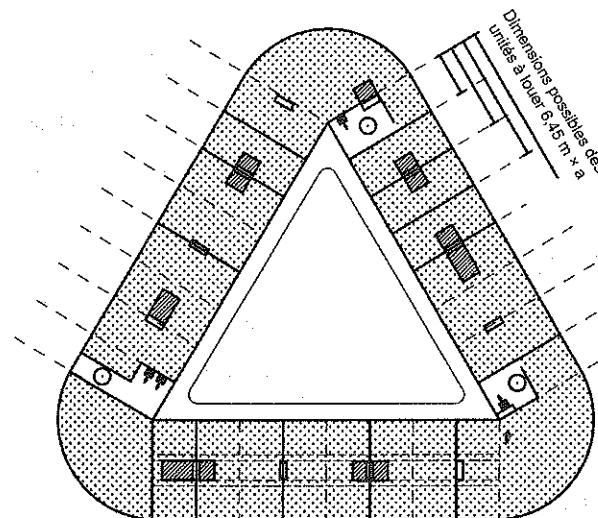
Ces expériences ont conduit à privilégier la réversibilité dans les nouveaux bâtiments pour augmenter la réactivité face aux cycles d'innovations techniques toujours plus courts dans le domaine des bureaux. Cela permet d'obtenir des bâtiments faciles à diviser en unités de surfaces distinctes (bureaux en location) (fig. 3 et 4), voire d'assurer une mixité production/administration (sièges centraux) (fig. 3). L'évolution des postes de travail et les coûts énergétiques expliquent la mise au point de nouvelles formes de bâtiments jouant un rôle dans la régulation thermique et la ventilation naturelle (jardins d'hiver, atriums, façades épaisses).



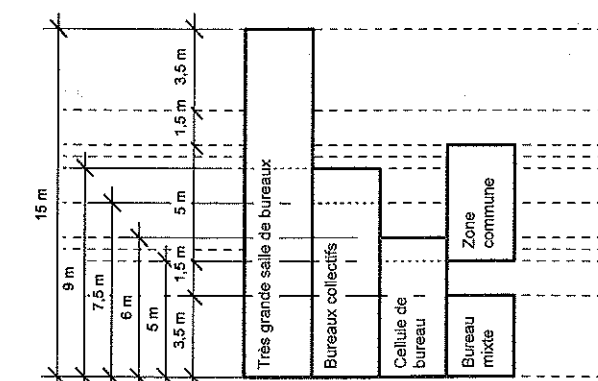
1 Bureaux dans un bâtiment existant avec des postes de travail définis par les besoins et occupés par plusieurs employés suivant leurs activités. Cette forme d'organisation constituée de postes de travail non localisés s'appelle aussi *hotelling-office*.
Arch. : Schnell et ass., Munich



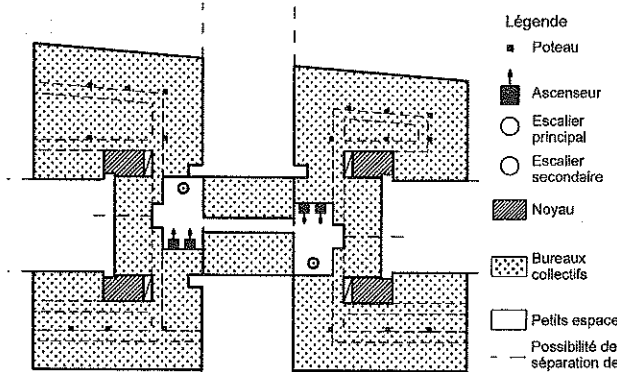
2 Schéma d'un bâtiment tripartite (plan d'une tour) avec des zones utiles flexibles aux extrémités et des zones de cellules de bureaux au centre



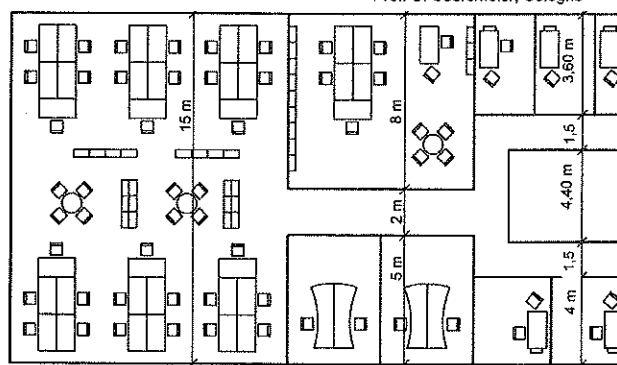
3 Schéma d'un bâtiment avec des surfaces à louer variables. La desserte de ces surfaces par le couloir permet à l'utilisateur de décider de la forme de la desserte interne. La plus petite unité mise en location correspond à la moitié de la distance séparant deux noyaux de distribution. Profondeur du bâtiment : env. 15 m. Distance entre les noyaux de distribution : 12,90 m. Plus petite unité locative : env. 90 m².
UFO, Francfort-sur-le-Main
Arch. : Dietz Joppien Arch. AG



5 Profondeur des espaces des différents types de bureaux



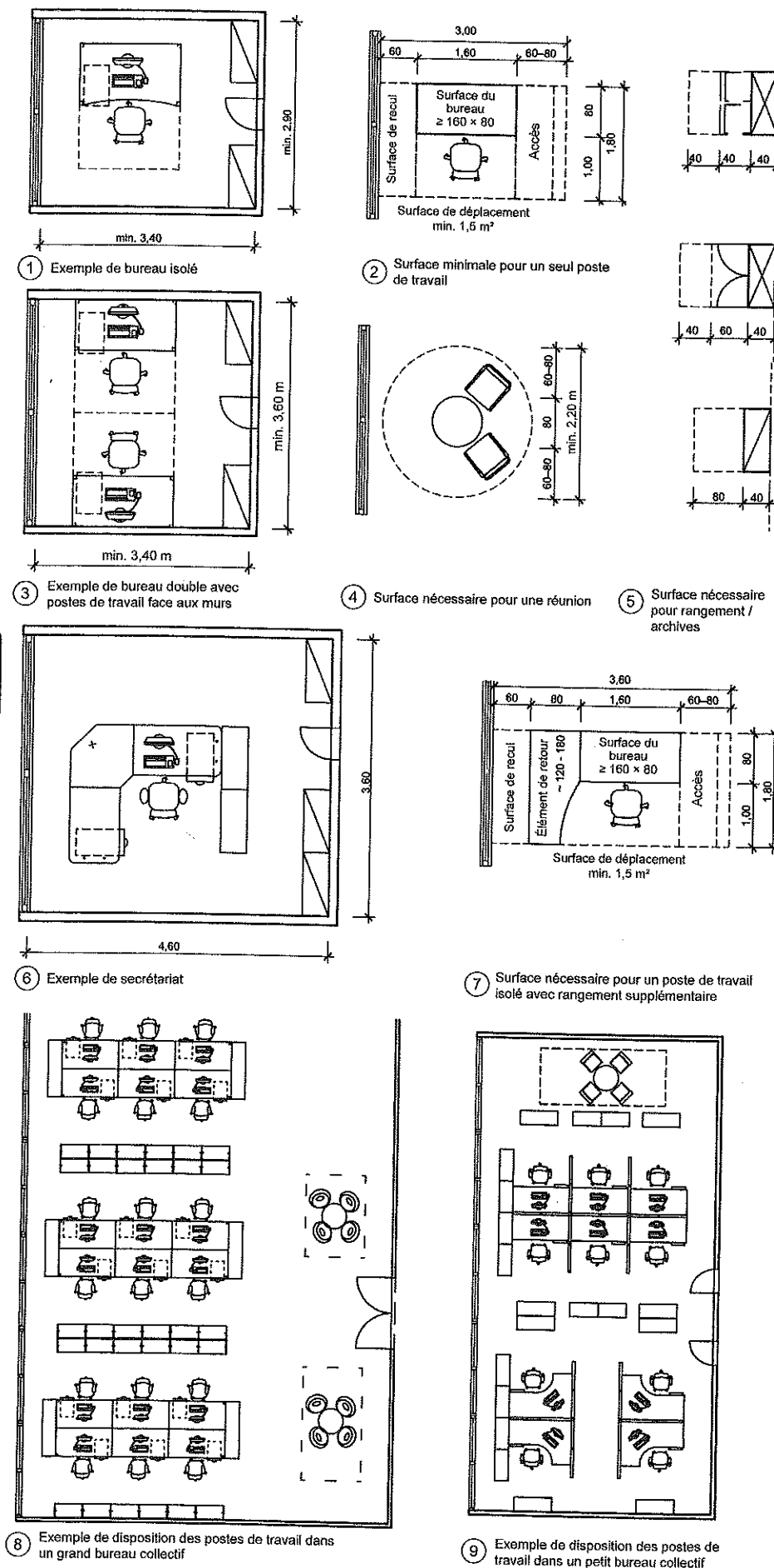
4 Schéma d'un bâtiment avec des surfaces variables à louer. Si nécessaire, la zone centrale du bâtiment peut servir d'extension aux différentes unités à louer.
Kennedyhaus, Düsseldorf
Arch. : Kister Scheithauer Gross Prof. U. Coersmeier, Cologne



6 Dispositions possibles de différentes profondeurs de bureaux dans une bande de 15 m de large

Légende

- Poteau
- Ascenseur
- Escalier principal
- Escalier secondaire
- Noyau
- Bureaux collectifs
- Petits espaces
- Possibilité de séparation des unités de location



IMMEUBLES DE BUREAUX SURFACE NÉCESSAIRE

Poste de travail

Les dernières directives relatives aux lieux de travail n'indiquent plus de dimensions minimales pour les postes de travail. Néanmoins, les exigences des organisations professionnelles et le fait que tous les postes de travail sont de nos jours pourvus d'écrans d'ordinateur font qu'il existe des dimensions à respecter.

Surfaces pour le mobilier

On ne définit plus de surfaces fixes mais des surfaces de travail et de déplacement suffisantes pour permettre le changement de position de travail et laisser à chacun le choix de l'emplacement des instruments de travail.

On distingue plusieurs types de surfaces, qui doivent toutefois pouvoir se superposer si l'usage le permet :

- surface de travail : le bureau,
- surface de desserte : surface brute des meubles,
- surface fonctionnelle : surface nécessaire pour les portes et les issues,
- surface de déplacement autour du poste de travail,
- couloirs de dégagement et de passage.

Formes de bureaux ou de travail

Les formes de bureaux, et donc le découpage spatial, sont liées à l'activité, à l'organisation des processus, aux techniques de communication et à la culture d'entreprise. Grâce à la structure du bâtiment et à l'aménagement spatial, il est possible d'influer fortement sur l'utilisation. Une plus grande efficacité peut être obtenue notamment par une réduction de la surface par poste de travail, l'accompagnement spatial des processus et le renforcement de la motivation. Pour cette dernière, ce sont surtout les qualités d'ambiances qui importent : le choix des matériaux et des couleurs, mais aussi la présence d'espaces de retrait et de communication pour des rencontres formelles ou informelles. L'analyse des besoins peut fournir des indications précieuses pour la forme à donner aux bureaux.

IMMEUBLES DE BUREAUX POSTE DE TRAVAIL SUR ÉCRAN

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 %.

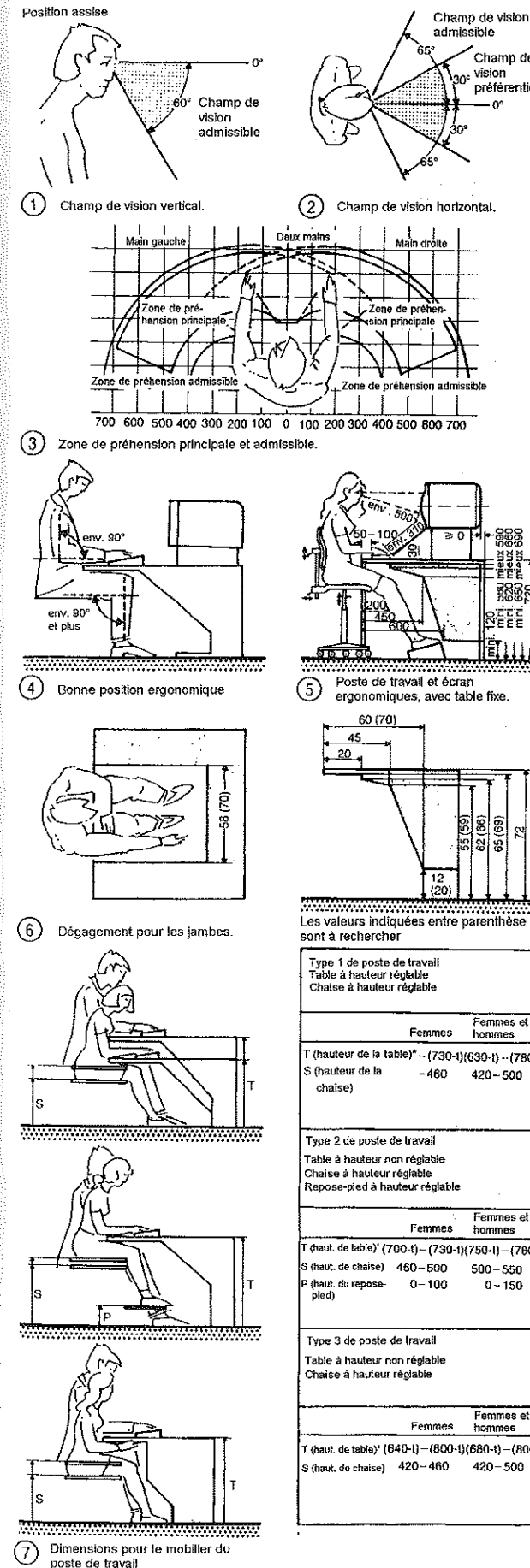
Intensité de l'éclairage entre 300 et 500 lux, limitation de l'éblouissement des lampes p. ex. moyennant l'utilisation de paralumes et appareils à basse luminance, pour les postes de travail avec écran, dans le plafond, ou éclairage 2-K (p. 553 à 562). Disposer les bandes lumineuses parallèlement aux 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 (voir Techniques constructives).

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 :

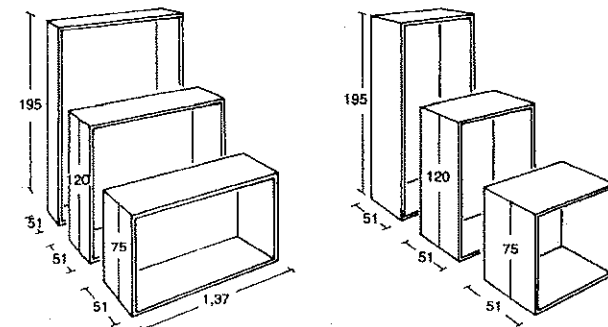
- vaste champ d'action et de décision,
- emploi du temps correspondant,
- possibilités pour l'individu de concevoir et maîtriser les exigences (structurer le travail),
- tâches sans entraves,
- activité physique suffisante,
- par celle-ci, stimulation de nombreuses qualités de perception,
- contact concret 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).



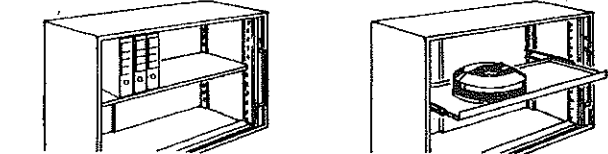
Type 1 de poste de travail Table à hauteur réglable Chaise à hauteur réglable		
	Femmes	Femmes et hommes
T (hauteur de la table)*	(730-1)-(630-1) - (780-1)	
S (hauteur de la chaise)	460	420-500
Type 2 de poste de travail Table à hauteur non réglable Chaise à hauteur réglable Repose-pied à hauteur réglable		
	Femmes	Femmes et hommes
T (haut. de table)*	(700-1)-(730-1) (750-1) - (780-1)	
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		
	Femmes	Femmes et hommes
T (haut. de table)*	(640-1)-(800-1) (680-1) - (800-1)	
S (haut. de chaise)	420-460	420-500

IMMEUBLES DE BUREAUX ARCHIVAGE

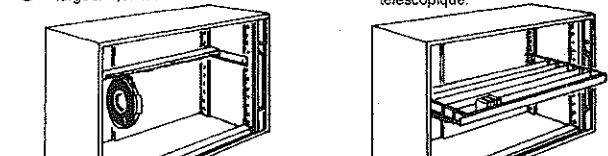
IMMEUBLES DE BUREAUX LOCAUX ANNEXES



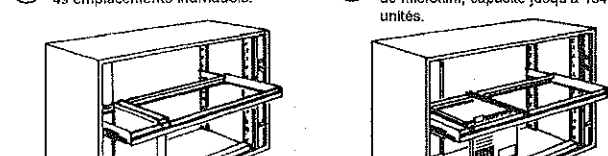
1 Système d'armoires-classeurs, série A. 2 Série B (fig. 3 à 10)



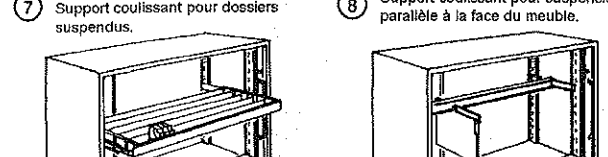
3 Etagère. Profondeur utile 42 cm, largeur 1,37 m. 4 Etagère coulissante sur support télescopique.



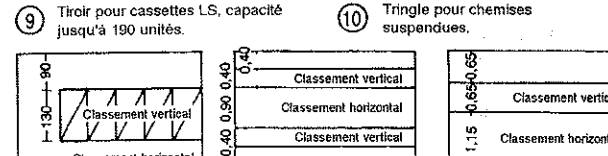
5 Support pour bandes magnétiques, 49 emplacements individuels. 6 Etagère coulissante pour cassettes de microfilm, capacité jusqu'à 164 unités.



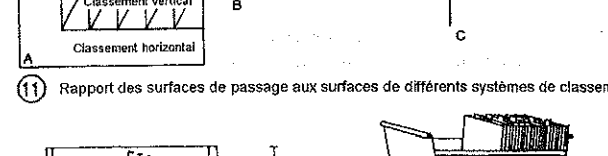
7 Support coulissant pour dossiers suspendus. 8 Support coulissant pour suspension parallèle à la face du meuble.



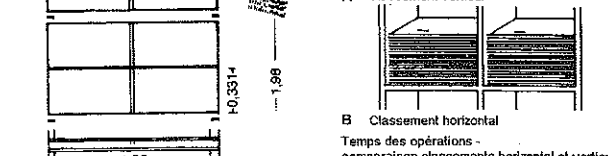
9 Tirailleur pour cassettes LS, capacité jusqu'à 190 unités. 10 Tringle pour chemises suspendues.



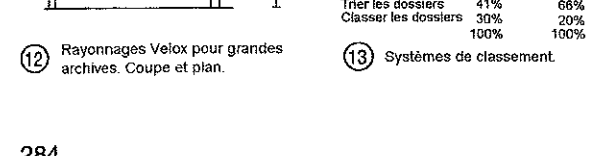
11 Rapport des surfaces de passage aux surfaces de différents systèmes de classement.



12 Rayonnages Velox pour grandes archives. Coupe et plan. 13 Systèmes de classement.



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.



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.

$$L \times P \text{ (classeurs)} = \text{surface de classement}$$

$$+ 1/2 L \times P \times 0,5 = \text{surface de passage}$$

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 m², surface de passage de 4,6 m² (100 : 90). Dans le classement horizontal, surface de classement de 3,2 m², surface de passage de 3,6 m² (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.

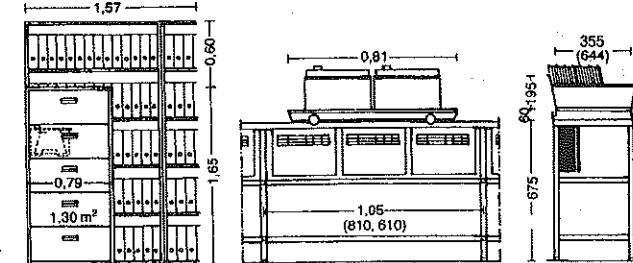
L'emplacement de la salle de classement doit être central. Les axes de fenêtres de 2,25-2,50 conviennent.

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.

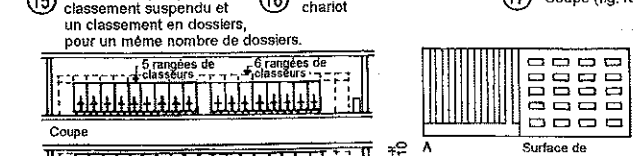
Ces installations ne sont pas normalisées mais peuvent être adaptées à tous les besoins possibles tels que : classement, archives, bibliothèque, magasin. Il y a lieu de respecter la surcharge maximale du sol par mètre carré. Les déplacements s'effectuent à la main ou mécaniquement. L'ensemble des archives, 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. 2) Surface occupée en m ² , compris passages travail (non latéraux).	7,25 m 5,92 m ²	11,00 m 8,25 m ²	2,4 m 3,6 m ²

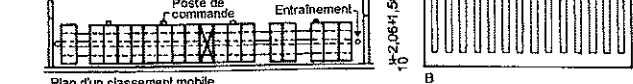
14 Comparaison des surfaces occupées par différents systèmes de classement.



15 Comparaison de la surface de mur occupée par un classement suspendu et un classement en dossiers, pour un même nombre de dossiers.

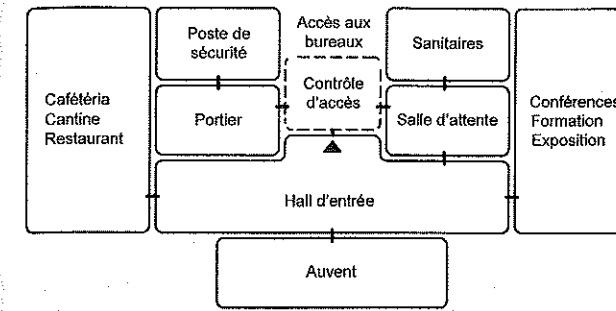


16 Rangées de tables avec chariot

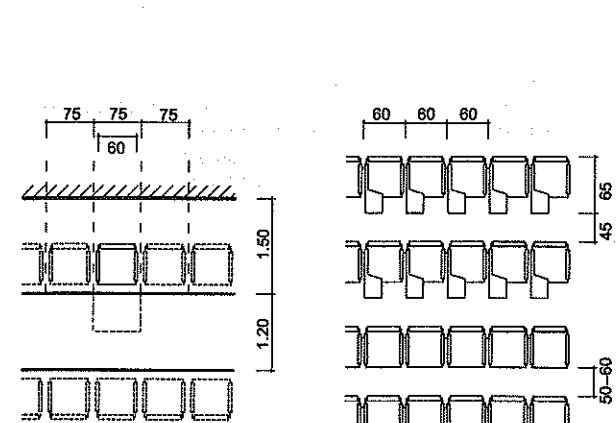


17 Coupe (fig. 16)

18 A = Archivage mobile. B = Comparaison de l'encombrement avec un archivage normal.



1 Disposition spatiale de l'entrée et du contrôle d'accès aux espaces communs



2 Surface nécessaire dans les salles de conférences et de formation

Surface (en m ²)	Largeur bande	Valeur moyenne	Total
Poste de travail	Poste de travail étroit	11-15	13
	Surfaces supplémentaires Consultation Classement	1,5-4,2	2,5
	Sanitaires	0,6-0,8	0,7
	Conférences/formation	0,3-1,0	0,6
	Surface d'archives	0,4-1,0	0,6
	Stockage	0,4-1,5	0,6
	Restaurant d'entreprise Cafétéria Tisanerie	0,6-1,6	1,1
	Hall d'entrée	0,2-0,7	0,4
	Approvisionnement et évacuation	0,5-1,5	1,0
	Traitement du courrier	0,3-0,5	0,4
	Salle de calculs	0,5-1,5	1,0
	Stationnement	0-13	2,6
Surfaces annexes			9,0
Bâtiment	Surface bâtie	1,9-3,8	3,0
	Locaux techniques	2,4-4,6	3,0
	Surfaces de circulation	2,2-6,0	4,5

3 Surface brute moyenne nécessaire par poste de travail

Locaux annexes et supplémentaires

Selon la forme d'organisation et les besoins de représentation, la demande en surface par poste de travail varie entre 23 et 45 m². Les 2,6 m² de surface de stationnement en sous-sol non comptabilisés dans la surface brute sont ici pris en compte (O. Gottschalk, 1994). Cette tendance est à la hausse depuis les années 1970.

Hall d'entrée

Liaison entre la zone publique et les postes de travail. Les fonctions essentielles sont la protection contre le vent, le contrôle d'accès, l'information, l'enregistrement des visiteurs et l'espace d'attente. Espace essentiel pour l'image de l'entreprise (corporate identity). La première impression est déterminante.

Conférences, formation

Les zones de conférences devraient être en contact direct avec l'espace d'entrée. Des locaux de stockage sont prévus pour entreposer les cloisons amovibles servant à diviser les grandes salles, les tables, les sièges et l'équipement audiovisuel, mais aussi un office pour des réceptions (ces espaces annexes occupent environ un tiers de la surface des salles de conférences). L'isolation acoustique devra être assurée. On compte de l'ordre de 2,5 m² par place dans l'espace de conférences (hors espaces annexes). Surface nécessaire = 0,3-1,0 m² par poste de travail.

Espace courrier

Assure la distribution de la totalité des réceptions et envois de courrier et de marchandises. Les surfaces de travail (emballage et tri) doivent être dimensionnées pour que la distribution puisse s'effectuer rapidement aux heures de pointe. Surface nécessaire = 0,3-0,5 m² par poste de travail.

Archives

Les dossiers et documents rarement utilisés mais qui doivent être conservés suivant les délais de conservation réglementaires seront entreposés dans un espace le plus compact possible (un archivage pur de papier occupe facilement 10 à 20 m linéaires par poste de travail). Il convient donc d'envisager dès le début un microfilmage et un éventuel archivage électronique partiel. Prévoir pour les archives une surcharge d'exploitation élevée (entre 7,5 et 12,5 kN/m² pour des rayonnages roulants) (voir p. 294).

Traitement numérique des données

Il importe que la conception des réseaux soit effectuée en amont. Cela permet de définir si les salles informatiques nécessitent ou non des postes de travail permanents, et si elles doivent être centralisées ou décentralisées dans le bâtiment. En raison de leur degré technique très élevé, ces salles doivent disposer d'un plancher technique de 70 cm et être climatisées. Les accès doivent être particulièrement contrôlés. Les systèmes de sauvegarde (backup) seront si possible installés dans des zones protégées contre le feu et séparées de la salle de calcul.

Espaces de détente

Le restaurant d'entreprise ou la cafétéria (voir Cafés et restaurants, p. 219 et suiv.) fonctionnent souvent comme des unités indépendantes. Leur proximité avec l'accueil, en amont du contrôle des visiteurs, permet à ces derniers de les utiliser.

Les tisaneries devraient se situer à proximité directe des postes de travail, en liaison avec les zones de communication. On compte une grande kitchenette d'environ 10 m² pour 50 à 100 personnes.

Sanitaires

Les sanitaires doivent être dimensionnés d'après les directives appliquées aux lieux de travail (voir p. 317) ; une séparation spatiale doit notamment être prévue entre la zone des lavabos et les sanitaires eux-mêmes. Un groupe de sanitaires pour environ 50 à 80 personnes s'avère toujours satisfaisant. Surface nécessaire = 0,6-0,8 m² par poste de travail.

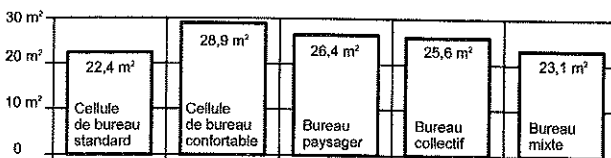
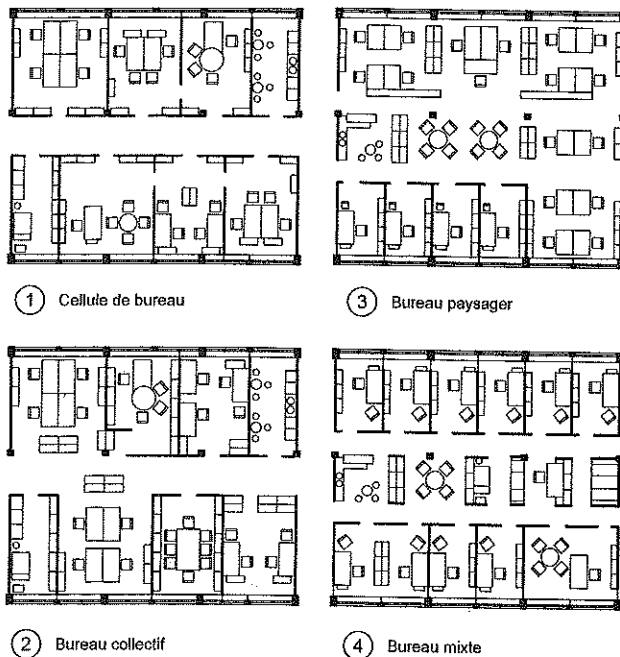
Maintenance

Des locaux doivent être prévus à chaque étage pour l'entretien du bâtiment, ainsi qu'un local pour les produits d'entretien avec, si possible, un point d'eau et un évier de vidange. Local à ordures central, éventuellement un local de collecte d'ordures par étage avec conteneur de collecte des ordures et destructeur de documents séparés. Prévoir aussi au centre, pour le gardien, un local de détente, un lieu de stockage et un atelier.

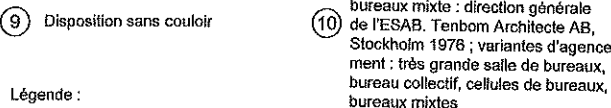
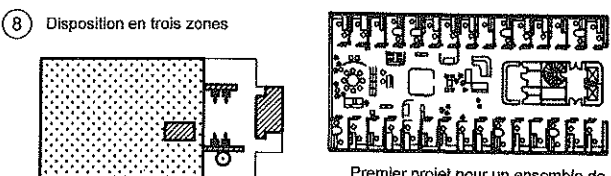
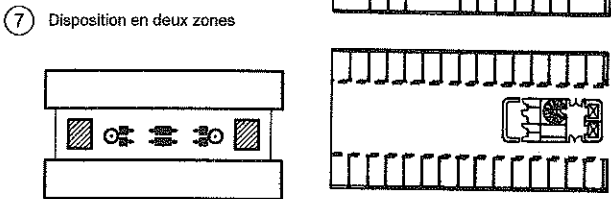
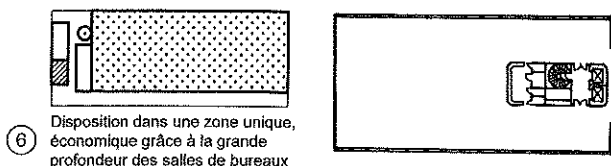
Autres surfaces annexes

Prévoir si nécessaire des surfaces de stationnement avec possibilités d'entretien, ainsi que des locaux pour les véhicules de service, des salles de sport en entreprise, une piscine, un sauna et un jardin d'enfants.

IMMEUBLES DE BUREAUX TYPOLOGIE



5 Une étude de rentabilité du prof. H. Sommer a défini un programme spatial à 5 alternatives pour obtenir des données quantifiées relatives à la surface nécessaire.



Légende :
 Ascenseur
 Escalier principal
 Escalier secondaire
 Surfaces du noyau
 Bureaux collectifs
 Petits espaces

Types de bureaux

On distingue deux types de bureaux en fonction de leurs dimensions et de leur aménagement : cellules de bureaux et bureaux paysagers. Tous les autres types sont des variations et présentent une organisation différente par rapport à ceux-ci.

Types d'espaces

Cellules de bureaux : les bureaux simples et doubles se répartissent de part et d'autre d'un couloir bénéficiant souvent d'un éclairage artificiel. L'équipement utilisé en commun occupe dans les salles mêmes une place précieuse devant les fenêtres car les voies de dégagement n'autorisent pas de mobilier. Une occupation économique à 2 personnes, ou davantage, nuit à la concentration. L'occupation par une seule personne limite la communication interne (fig. 1).

Bureau paysagers : forme de bureau développée dans les années 1960 et 1970. L'éclairage artificiel et les installations de climatisation ont permis d'obtenir de très grandes salles de bureaux, symboles de communication et d'ouverture, regroupant une centaine de personnes, voire davantage. La volumétrie économique du bâtiment suppose par contre d'importants équipements techniques de distribution. Forme de bureau peu appréciée des utilisateurs (fig. 3).

Bureaux collectifs : l'expérience tirée des très grandes salles de bureaux a conduit à la conception de bureaux collectifs de 4 à 15 postes de travail environ, toujours utilisés par les mêmes employés ou les mêmes services. Forme de bureau préférée, surtout pour les activités de création, de mise en forme, ou encore de coordination et de développement (fig. 2).

Systèmes spatiaux

Bureaux mixtes : de très petites pièces ne sont séparées que par une cloison vitrée de la profonde zone de liaison qui regroupe les équipements utilisés en commun. Il s'agit d'une tentative des années 1980 de cumuler les avantages des cellules de bureaux et ceux des bureaux paysagers. Chaque collaborateur dispose de son propre poste de travail pour le travail concentré ; un grand espace central commun et des cloisons séparatives vitrées qui favorisent la communication (fig. 10).

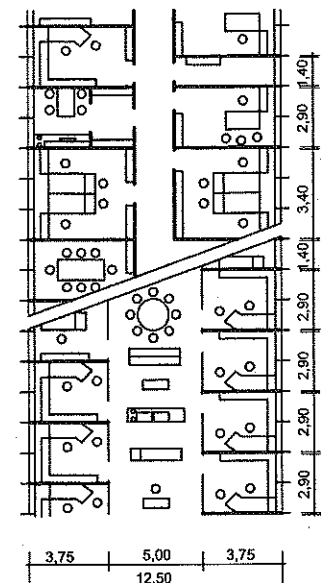
Hotelling-office, business-club : les postes de travail sont attribués pour des fonctions spécifiques. Les utilisateurs choisissent le lieu de travail adapté à l'activité du moment (bureau non localisé). L'espace personnel du collaborateur se limite à un meuble de desserte mobile. Cette forme de bureau n'est possible que pour de nouvelles formes d'organisation interne à l'entreprise avec des équipements techniques comme téléphones et ordinateurs portables. Combiné au télétravail ou avec une forte proportion de collaborateurs extérieurs, les économies peuvent aller de 20 à 50 % par rapport à des bureaux individuels (voir p. 281, fig. 1).

Bureaux satellites : les bureaux sont décentralisés, par exemple dans des zones d'habitation à proximité des employés. Ils proposent, sous forme de bureaux à louer, des centres de services, non seulement comme antennes des grandes entreprises, mais aussi pour les petites entreprises et les travailleurs indépendants, pour lesquels ils disposent de surfaces et d'infrastructures de bureaux de dimensions variables.

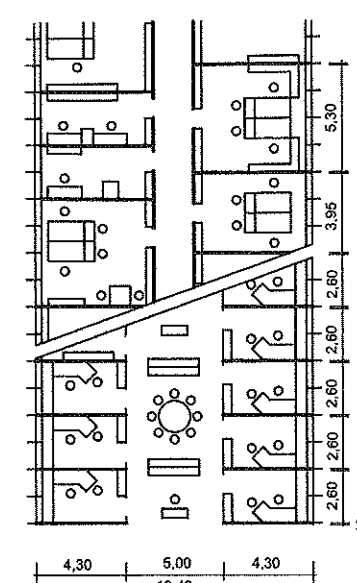
Bureaux modulaires : il ne s'agit pas au sens propre d'une forme de bureau mais d'une forme de bâtiment qui permet, à un coût plus ou moins élevé, de mettre en place différentes organisations de travail. L'accroissement de la flexibilité entraînant une augmentation des équipements techniques qu'il convient de prévoir, des compromis doivent être trouvés entre les dimensions des bureaux et l'organisation. Type de bâtiment retenu surtout pour les bureaux à louer dont le futur utilisateur est inconnu (voir p. 281, 282).

IMMEUBLES DE BUREAUX DIMENSIONNEMENT

Les entraxes déterminent différentes surfaces en jouant sur l'écartement entre les points d'appui et sur la trame de façade. Les trames d'aménagement intérieur et de façade doivent coïncider afin de permettre une bonne liaison entre les cloisons séparatives et la façade. La trame constructive peut certes être décalée par rapport à la trame d'aménagement intérieur pour éviter les problèmes de jonction entre cloisons et poteaux, mais cela s'accompagne toutefois d'une perte d'espace dans les pièces recevant ces poteaux. La variété des cycles de vie des éléments du bâtiment devrait favoriser une trame facilitant les évolutions. Récemment, les trames de 1,50 m pour les cellules de bureaux et de 1,35 m pour les types de bureaux fonctionnant sur le principe du bureau mixte (voir p. 281) ont fait leurs preuves.



1 Trame d'aménagement intérieur 1,50 m, profondeur de bâtiment 12,50 m ; forme économique pour des cellules de bureaux, pour des bureaux mixtes : bande commune étroite et diminution de 10 % de places de travail en façade par rapport à la figure 2



2 Trame d'aménagement intérieur 1,35 m, profondeur de bâtiment 13,40 m ; forme économique pour des bureaux mixtes ; profondeur des pièces inadaptée pour des cellules de bureaux

Entraxe 1,50 m

Entraxe économique pour les cellules de bureau comprenant plutôt des doubles postes de travail. Profondeur du poste de travail : 2,20 m (bureau : 80 cm, surface de déplacement : 40 cm, classement à l'arrière : 40 cm). Dimension intérieure : 4,40 m avec une cloison de 10 cm d'épaisseur. Profondeur courante de bâtiment pour deux rangées de bureaux : 12-13 m. Ces dimensions ne conviennent pas spécialement aux bureaux mixtes.

Entraxe 1,35 m

Les largeurs de 3,80 m (surface utile $\approx 18 \text{ m}^2$) permettent de recevoir : un meuble d'archivage supplémentaire, 2 postes de travail informatique (profondeur recommandée par les organisations professionnelles : 0,90 m), une table ou une table à dessin industriel et un bureau, un bureau et une table de réunions pour 4 personnes. Possibilité d'accueillir tous les postes de travail courants, importante flexibilité d'utilisation sans déplacement des cloisons.

Cloisons séparatives

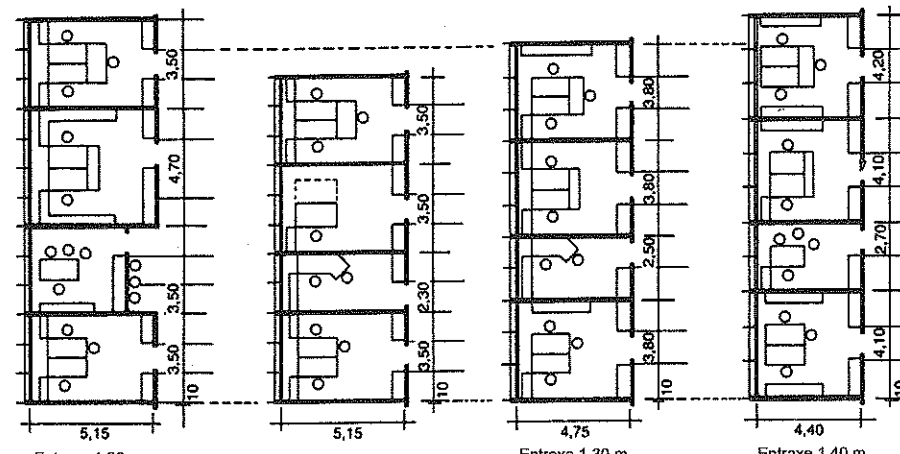
La liaison avec les cloisons légères doit être conçue en tenant particulièrement compte de l'isolation phonique. Déterminer avec l'utilisateur le niveau d'isolation phonique suffisant en cas de cloisons vitrées !

Façade

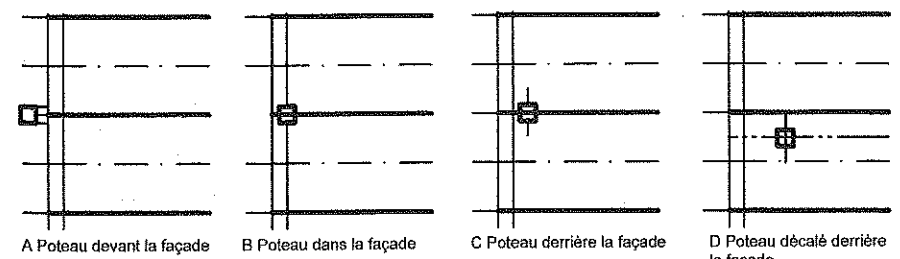
Les montants verticaux de façade situés sur la trame doivent être suffisamment larges pour faciliter la liaison avec les cloisons séparatives. L'idéal consiste à prévoir des profilés à isolation phonique dans le sens longitudinal de la façade. Veiller à permettre l'ouverture des battants.

Plafond et plancher

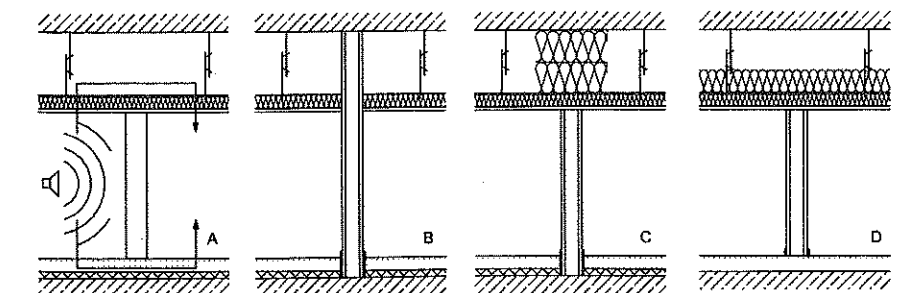
Du point de vue phonique, les chapes collaborantes, comprenant des chemins de câbles intégrés, constituent une excellente solution (fig. 5 D) car elles permettent de minimiser la transmission des bruits aériens. Dans le cas des planchers techniques et des plafonds suspendus, il convient soit de prolonger verticalement dans tous les axes d'éventuelles cloisons séparatives, soit d'assurer la propre isolation phonique de ces dernières (fig. 5 B et C).



Entraxe 1,20 m
3 Possibilités d'utilisation des différents entraxes de fenêtres



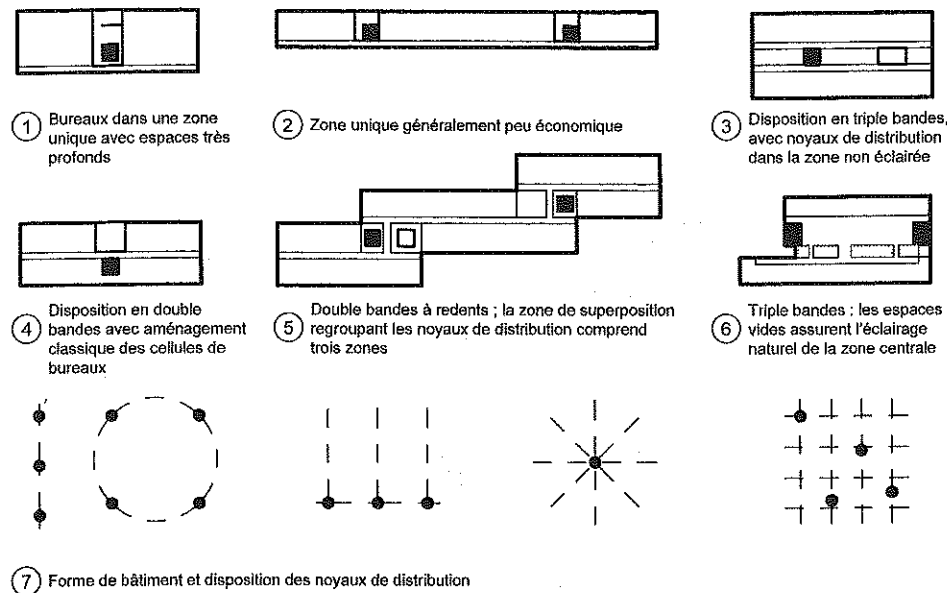
4 Différentes possibilités de position des poteaux par rapport à la trame d'aménagement intérieur. Dans les cas A et D, les liaisons cloison/façade sont toujours identiques. Dans les cas B et C, les liaisons poteau/façade varient.



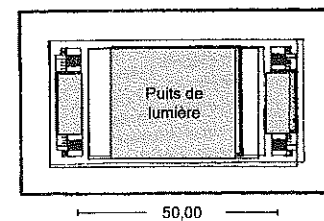
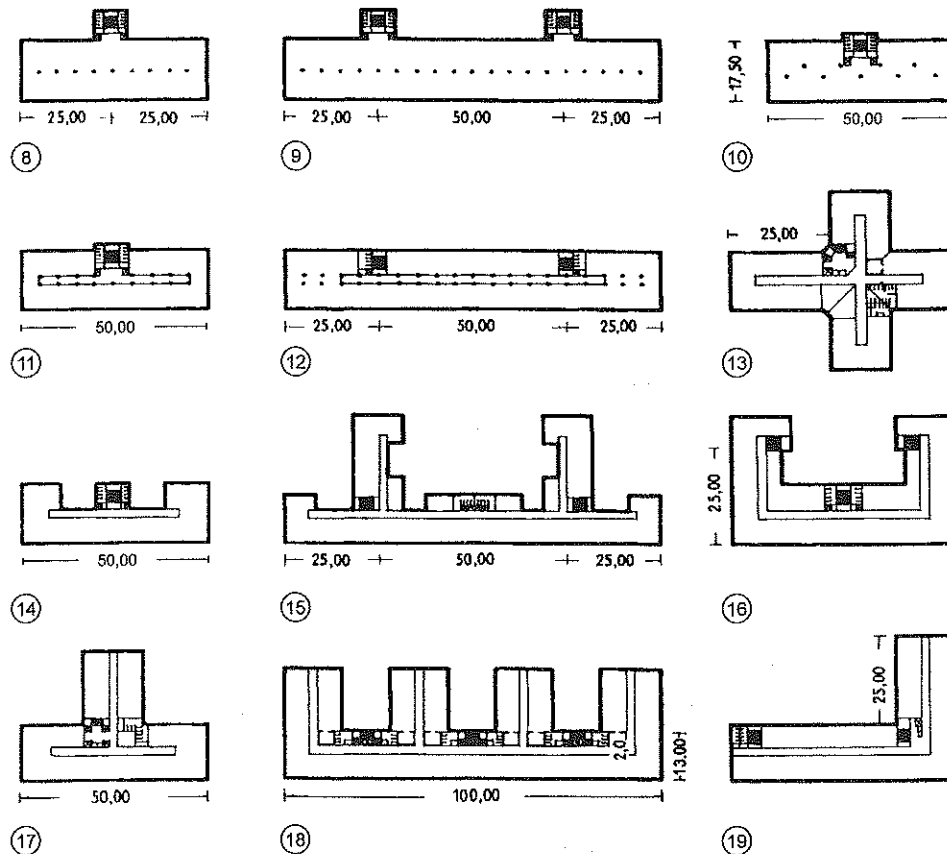
5 Suppression des transmissions phoniques à travers les éléments de jonction dans le cas de cloisons légères

IMMEUBLES DE BUREAUX

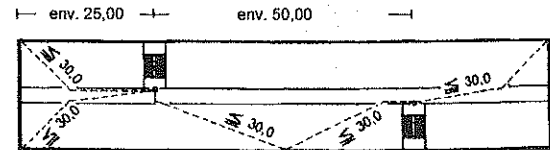
DESSERTE



Echelle 1 : 2 000



20 Bâtiment avec atrium



21 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. 8 à 21)

Concepts de bâtiments
Disposition des bureaux dans une zone unique peu économique, à l'exception des bureaux profonds (lumière du jour à vérifier) (fig. 1 et 2).
Disposition en double bandes, jusqu'ici majoritaire dans les bâtiments administratifs, possibilité de pièces isolées et de petits bureaux avec lumière du jour (fig. 4). Les noyaux de distribution se situent dans des zones bien éclairées (fig. 5).
Disposition en triple bandes, type de la tour de bureaux (fig. 3 et 6). Vaste zone de distribution au centre du bâtiment, en règle générale seulement adaptée aux tours (forte proportion de surface de distribution verticale). La lumière du jour peut encore servir à l'éclairage jusqu'à une profondeur approximative de 7 m. Grâce à de nouveaux développements des systèmes d'éclairage naturel et de transport de la lumière (prismes, réflecteurs, voir p. 551), l'exploitation de la lumière du jour peut être optimisée. Les espaces vides peuvent servir à éclairer de façon naturelle l'espace central d'un bâtiment de trois bandes (fig. 6).

Orientation des bâtiments
 L'orientation par rapport au soleil peut être mise à profit de plusieurs façons. Selon Rosenauer, l'axe principal est orienté est/ouest dans 90 % des bâtiments de bureaux aux États-Unis pour éviter la gêne occasionnée par les rayons bas en matinée et en soirée. Le soleil du sud est plus facile à masquer à l'aide de brise-soleil. À l'inverse, l'orientation selon l'axe nord/sud permet d'assurer un ensoleillement en profondeur dans tous les locaux. L'exposition au nord n'est envisageable que pour des plateaux libres, sans couloirs.

Systèmes de desserte
 La disposition des noyaux comprenant sanitaires, cages d'escalier, ascenseurs détermine la forme urbaine du bâtiment (fig. 7 à 19). La distance séparant les cages d'escalier et d'ascenseurs doit être compatible avec une évacuation rapide des locaux en cas de sinistre.

IMMEUBLES DE BUREAUX

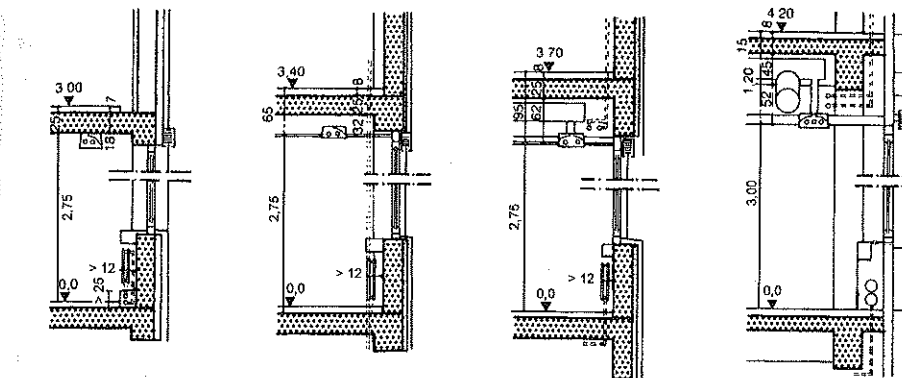
INSTALLATIONS TECHNIQUES

Climatisation
 Les dépenses énergétiques représentent les deux tiers des dépenses de fonctionnement d'un bâtiment administratif. Les besoins en énergie pour le rafraîchissement en été sont nettement supérieurs à ceux du chauffage en hiver. Certaines recommandations en vigueur préconisent que la température ambiante, pour une activité sédentaire, soit comprise entre 19 et 26 °C. La construction et l'orientation du bâtiment déterminent fortement les besoins en énergie de rafraîchissement et en lumière. Les éléments de construction utilisés pour leur inertie, les façades doubles et les dispositifs d'orientation de la lumière permettent de réduire ces besoins.

Pièces entièrement climatisées
 Le volume brut intérieur et les coûts généraux de construction des bâtiments climatisés sont supérieurs de 30 à 50 % par rapport à ceux qui ne le sont pas (fig. 1).
Rafraîchissement doux (fig. 2 et 3)
 Afin de limiter les écarts de consommation d'énergie, de grandes surfaces d'éléments de construction massifs servant de volant thermique doivent être en contact direct avec les locaux. Les planchers remplissent particulièrement bien ce rôle car les cloisons séparatives doivent en règle générale pouvoir être facilement déplaçables. Les éléments de construction participent au rafraîchissement des locaux en étant, par exemple, parcourus par un fluide frigorigène pour refroidir la masse du bâtiment. Les plafonds rayonnants agissent de même en évitant l'effet tampon des éléments de construction lourds. En exploitant la température stable du sous-sol, les échangeurs thermiques permettent de réaliser le préchauffage ou le prérafraîchissement de l'air neuf introduit dans les installations de ventilation ou dans les salles chauffées sur un mode passif. Les systèmes qui tempèrent l'air neuf au moyen de convecteurs facilitent la régulation individuelle.

La puissance de chauffage par rayonnement d'un élément de construction peut s'avérer suffisante pour assurer la mise à température de l'air neuf. Les coûts d'installation ne sont pas supérieurs à une installation de climatisation classique. Propriétés : absence de courants d'air et d'odeurs, coûts réduits (débit volumique de l'eau 1 000 fois inférieur à celui de l'air à puissance égale, circuit fermé, récupération de la chaleur), réduction des sections d'alimentation (eau à la place de l'air) et dimensions des centrales d'énergie.

Élément de construction	Durée de vie
Structure	50 ans
Enveloppe	20 ans
Installations techniques	7-15 ans
Aménagement intérieur	5-7 ans



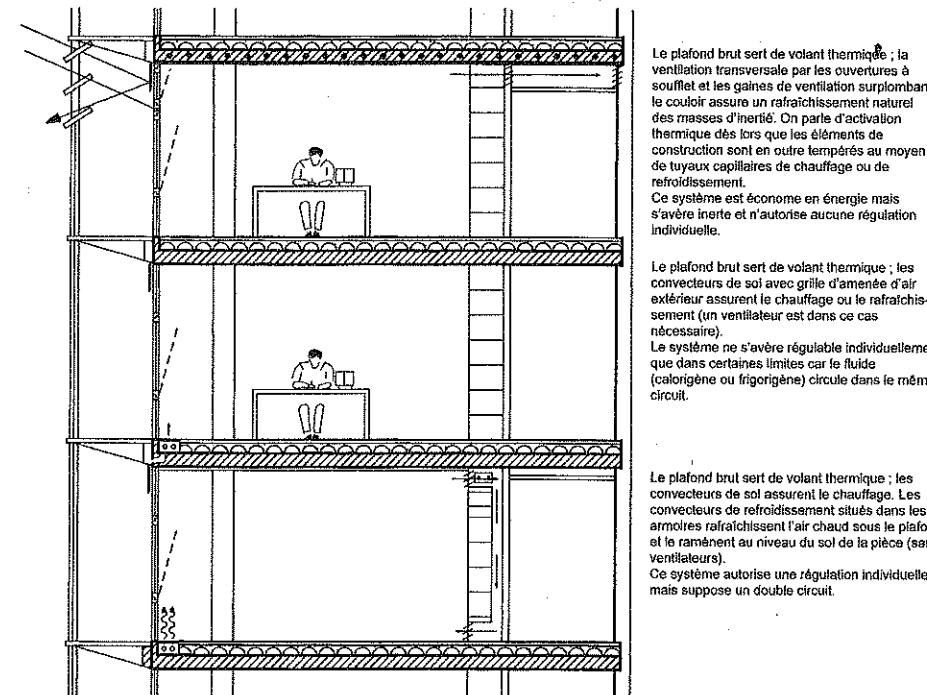
Hauteur d'étage 3,00-3,10 m
 Bâtiment à faible équipement technique. Pas de plafonds suspendus. Conduites de chauffage contre la paroi extérieure. Alimentation électrique dans gaine de tablette de fenêtre ou gaine de sol. Alimentation des plafonniers par fourreaux ou par les montants des cloisons séparatives. Passage des réseaux techniques dans les couloirs.

Hauteur d'étage 3,40 m
 Bâtiment avec des exigences en matière d'installations techniques, sans ventilation mécanique. Conduites d'eau, d'électricité et de chauffage en plafond (h = 32 cm). Passage des réseaux techniques dans les couloirs.

Hauteur d'étage 3,70 m
 Bâtiment avec des bureaux bénéficiant d'une installation de traitement de l'air. Prévoir un plenum de 50 cm minimum pour les bureaux climatisés. Passage longitudinal des réseaux techniques dans les couloirs.

Hauteur d'étage 4,20 m
 Bureau paysager, hauteur sous plafond 3,00 m. Hauteur d'étage d'environ 4,20 m si croisement des gaines de ventilation. Tous les éléments du bâtiment qui influent sur la hauteur déterminent les coûts du bâtiment rapportés à la surface de bureau utile.

1 Hauteurs d'étage en fonction des installations techniques (zone technique possible soit sous le plafond, soit au-dessus du niveau fini de plancher)



2 Alternatives à la climatisation des espaces de bureaux: réduction de la hauteur d'étage par diminution des sections d'alimentation (eau à la place de l'air)

Composition du plancher	Hauteur de plancher au-dessus du niveau brut (mm)	Forme de la gaine
Chape collaborante	30	Gaine ouverte avec répartition au niveau du sol
	55	Gaine recouverte par chape avec répartition au niveau du sol
	70	Gaine ouverte avec répartition dans le sol
	70	Gaine recouverte par chape avec répartition dans le sol
	70	Plancher technique avec répartition dans le sol
	70-1 000	Faux plancher avec répartition dans le sol

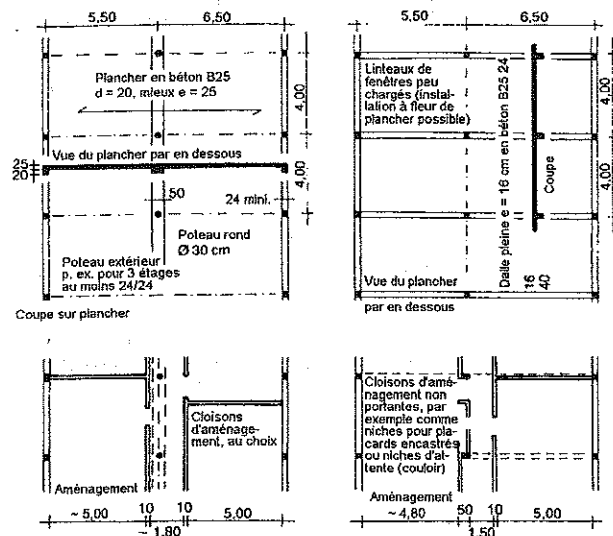
Air neuf en m³/h/pers.	Selon la réglementation VDI (Association des ingénieurs allemands)	Selon la réglementation américaine ASRE
10	Non-fumeur pour un chauffage de l'air avec une température extérieure < 0 °C	
10-27		
20-30	Non-fumeur	Espace de bureaux
28-34		
30-40	Fumeur	
34-51		
51-68		Fumeur Bureau du directeur

3 Installations techniques dans le sol en fonction de la composition des planchers

4 Besoins de ventilation pour les bureaux

5 Durée de vie des éléments de construction d'un bâtiment

IMMEUBLES DE BUREAUX CONSTRUCTION



1 Système statique : Deux travées asymétriques

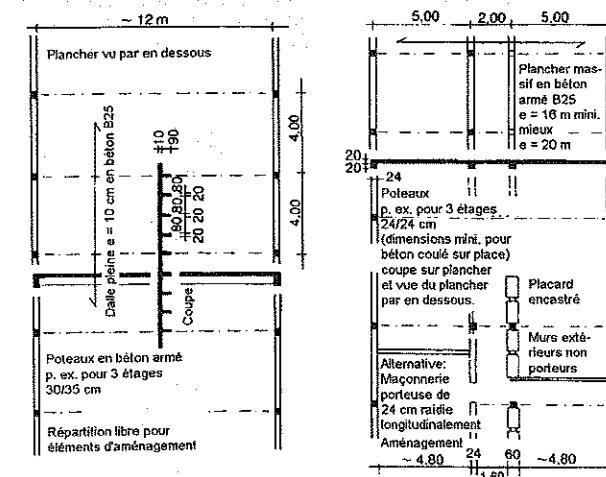
Plancher tendu dans le sens transversal. Retombées de poutres dans le sens longitudinal. Retombée de poutre et poteaux centraux à l'intérieur du couloir, séparés de la cloison du couloir.

- 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 poteaux 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.
- Épaisseur du plancher au moins 20 cm (protection contre bruits solides) 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 porteur 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.

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/m² usuels, un supplément de 2 kN/m² 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 où 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.

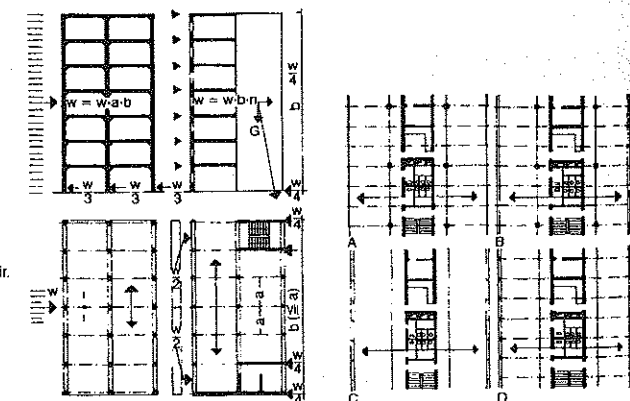
Critères : un coût presque identique, le poids plus élevé a une influence sur le coût des fouilles et des fondations ; l'avantage d'un plancher plus épais réside dans sa plus grande rigidité, pour des sollicitations diverses (évidements, réservations, charges concentrées, portées différentes, différentes 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) : Avantagées 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 4). Le plan de la façade peut se situer derrière, entre ou devant 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 (voir p. 287, fig. 4) 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 poutres 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. 5 à 7). 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 $2 \times 12,5$ 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/dm³).



5 Raidissement par des cadres qui transmettent les sollicitations par le vent aux fondations

6 Raidissement par murs de contreventement

7 4 possibilités de répartition de la charge des planchers sur les poteaux et les nœuds dans les installations sur trois rangées

IMMEUBLES DE GRANDE HAUTEUR (IGH) PRINCIPES

Définition d'un immeuble de grande hauteur (IGH)

Les immeubles de grande hauteur sont des bâtiments dont les pièces sont occupées en permanence et dont le plancher du dernier niveau se situe, sur l'une des faces du bâtiment, à plus de 28 m au-dessus du niveau du sol.

Typologie

D'une manière générale, on distingue deux types d'IGH :

1. Le **bloc** élevé en hauteur pour des raisons économiques, dont la forme découle de la structure urbaine et des règlements d'urbanisme. Majoritairement dans les villes à forte densité comme New York (fig. 4).
2. L'immeuble en hauteur, comme la **tour** solitaire qui, outre la densification, joue un rôle symbolique et de signal pour le maître d'ouvrage et la ville (fig. 5).

Utilisation

En tant que symboles de l'extrême densité urbaine, les tours peuvent aussi être considérées comme des villes dans la ville. Leur utilisation est par conséquent multiple : aux étages inférieurs des équipements publics (plaza, hall), aux étages supérieurs des bureaux, hôtels et logements.

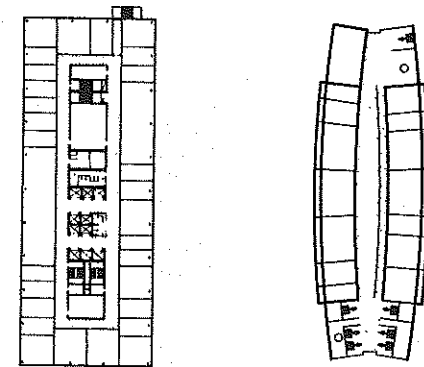
Étant donné qu'en Europe les tours sont surtout construites dans un souci de représentation, les bâtiments administratifs des sièges sociaux, comprenant des activités annexes comme un hôtel, occupent la première place. En Allemagne, les directives concernant les établissements d'enseignement, de soin et ceux recevant des personnes âgées excluent l'usage des tours.

Situation

En Europe, la construction de tours est essentiellement soumise à des directives politiques. Leur effet sur l'environnement urbain, le choix de leur emplacement et de leur aspect relève d'une décision prise au niveau municipal. L'insertion d'une tour dans le tissu urbain fait face à une multitude d'exigences urbaines. La conservation du tissu viaire, l'extension des surfaces publiques de circulation, la liaison aux transports en commun, la circulation des zones piétonnes, les besoins en lumière du jour des bâtiments environnants et la modification du microclimat urbain doivent être pris en compte.

Autorisation

Outre les habituelles administrations, l'autorisation accordée à la construction de tours fait intervenir, en fonction de leur situation et de leur localisation, d'autres autorités spécialisées ; elles doivent par exemple effectuer des vérifications en matière de sécurité aérienne et obtenir les autorisations correspondantes ainsi que des administrations chargées des télécommunications, etc.

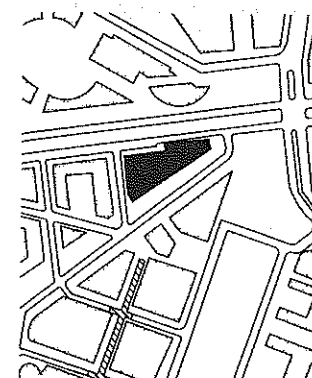


1 Surfaces de circulation et espaces annexes intérieurs avec uniquement éclairage artificiel et ventilation mécanique

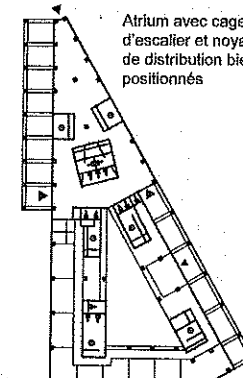
Arch. : Rosskotten

2 Plan avec deux zones, distribution par la façade extérieure

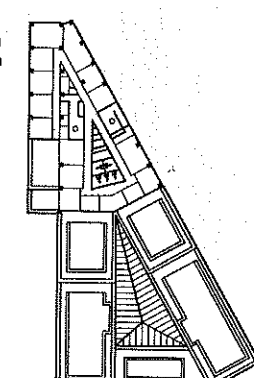
3 Plan circulaire avec noyau de contreventement, cage d'escalier de secours dans la couronne extérieure



Plan de masse



Niveau de l'entrée



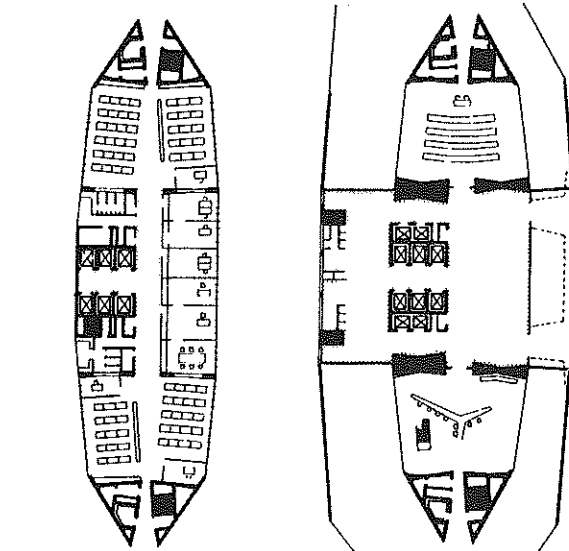
Niveaux supérieurs

4 Tour dont la forme est donnée par le plan parcellaire Immeuble Daimler Chrysler, Berlin

Arch. : Kollhoff

Légende

- Surfaces du noyau
- Surfaces de circulation, atrium
- Ascenseur
- Escalier principal
- Escalier secondaire



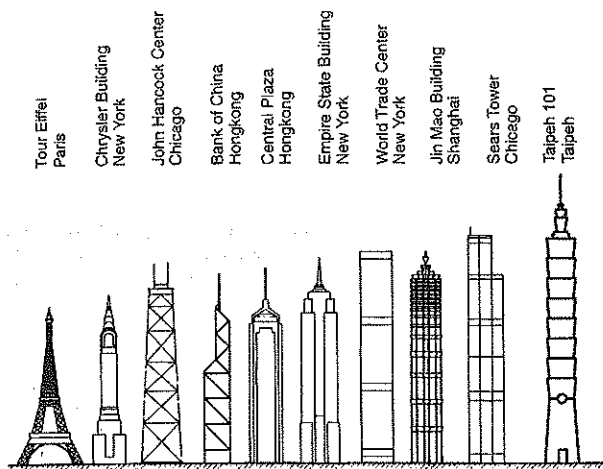
Niveau courant

Niveau d'entrée

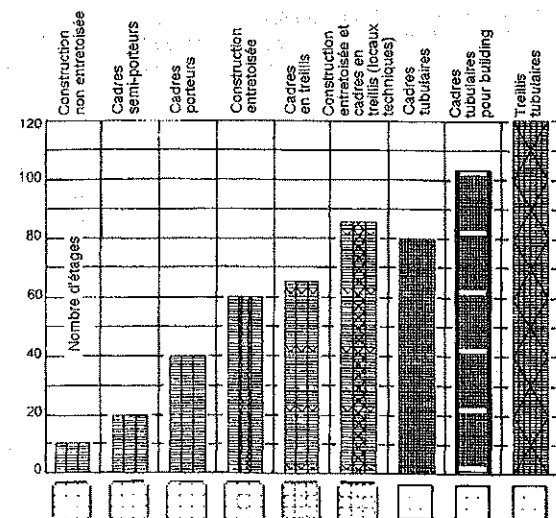
Coupe transversale

5 Tour dont la structure porteuse est constituée de planchers précontraints dont la portée est ≤ 24 m pour 0,75 m d'épaisseur

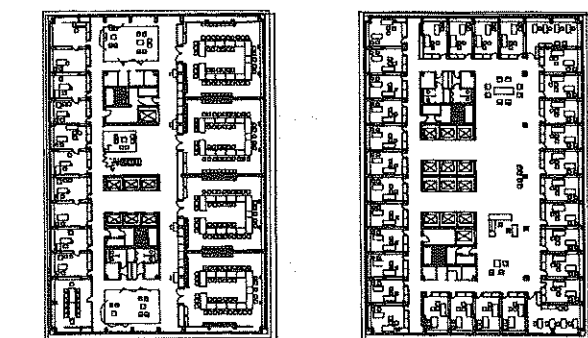
Arch. : Ponti-Nervi



1 Les plus hauts édifices du monde

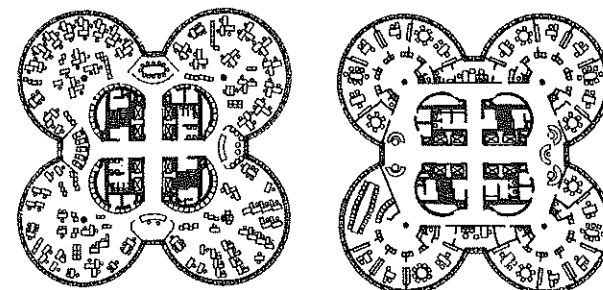


2 Secteur de rentabilité des systèmes de construction



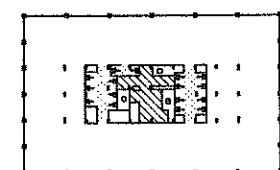
3 Chambre des députés, Bonn 1969
Étages 2 à 17, bureaux des députés

4 Étages 19 à 28, salles de session
Arch. : E. Eiermann & BBD

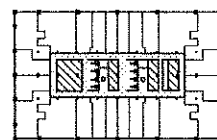


5 Direction de BMW, Munich 1972
Étage courant utilisé comme grande
salle de bureaux Arch. : Karl Schwanzer

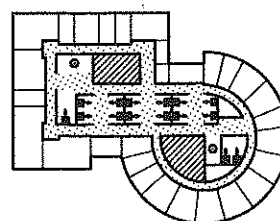
6 Plan, utilisation en bureaux
individuels



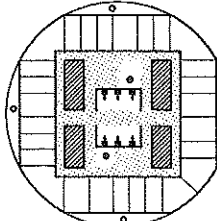
7 John Hancock Center, Chicago
Étages 13 à 41 de bureaux avec
plateau libre



8 John Hancock Center, Chicago
Étages 46 à 93 de logements
Arch. : Skidmore, Owings & Merrill



9 Forme de base additive



10 Forme de base compacte

IMMEUBLES DE GRANDE HAUTEUR (IGH) CONSTRUCTION

Structure standard : structure porteuse en acier ou en béton armé. Portées liées au matériau et au type de construction. Dalle en béton armé 2,5-5,5 m. Dalle nervurée 5,0-7,5 m, 12,5 m maxi entre porteurs principaux. Portées de 25 m entre poteaux dans le cas de béton précontraint pour une hauteur de plancher de 0,75 m seulement (p. 291, fig. 5). Devant des poteaux en retrait, paroi extérieure sous forme de façade suspendue (veiller à la protection incendie). Très souvent recours à des constructions mixtes : ossature métallique avec planchers en béton. Dans les régions sismiques, prévoir des constructions spécifiques évitant l'oscillation du bâtiment (voir p. 92).

Technique de la construction des gratte-ciel

Ce sont les systèmes de construction et les dessertes verticales qui sont déterminants pour la conception des gratte-ciel. Plus la construction est haute, plus le coût du mètre carré 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).

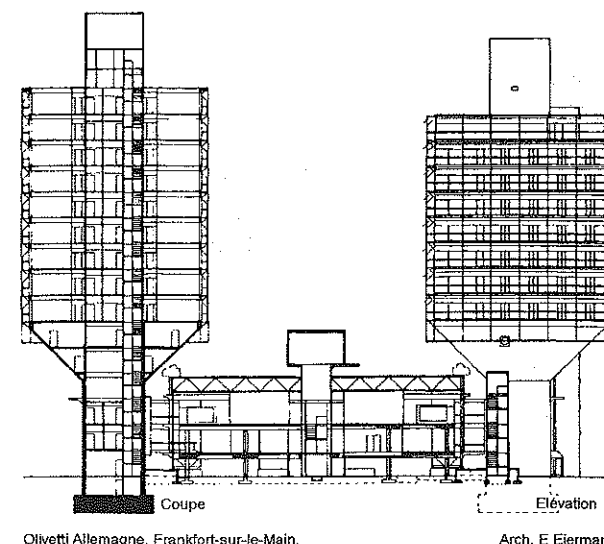
Ce sont les forces horizontales (vent), et non la charge verticale, qui sont décisives pour le dimensionnement de très grandes hauteurs d'immeuble. La déformation horizontale représente 90 % du déplacement de l'ossature (*shear sway*), contre 10 % par inclinaison de la construction entière proprement 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. 2).

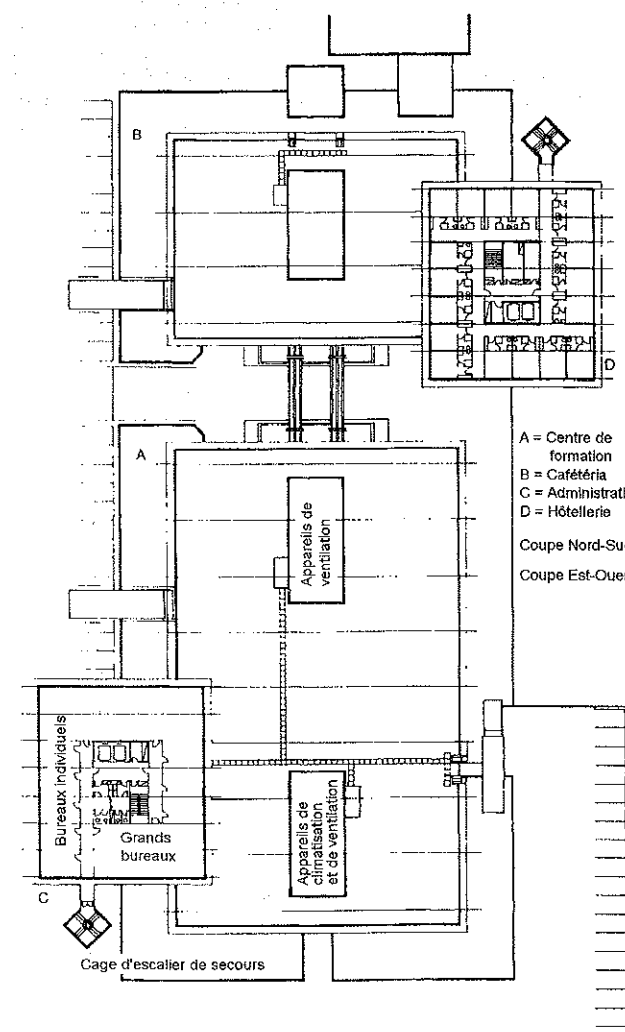
Exemple de solution économique de la construction (fig. 2), le John Hancock Center, Chicago 1965 de Skidmore, Owings & Merrill. La structure visible de la construction comme concept de réalisation. Principe de tubes, ainsi réduction considérable de la consommation d'acier. Rentabilité moyennant un regroupement 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 émetteurs de télévision (fig. 7 et 8).



Olivetti Allemagne, Frankfurt-sur-le-Main.

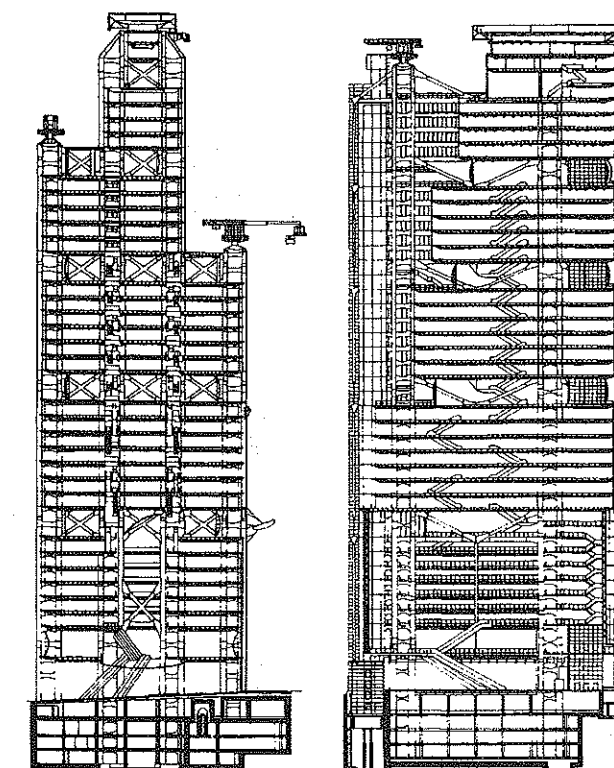
Arch. E Eiermann

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).



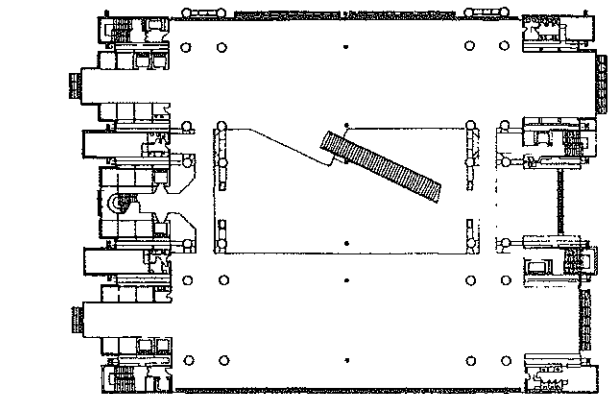
2 Etage courant des tours.
Les surfaces de bureau sont conçues aussi bien pour des bureaux individuels que pour une organisation du type grande salle de bureaux (fig. 1).

IMMEUBLES DE BUREAUX EXEMPLES

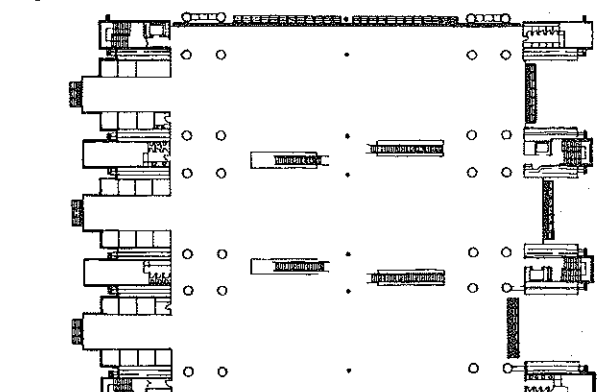


3 Par le plan de la poutre en treillis inférieure, la lumière du jour est dirigée à l'aide de réflecteurs vers l'intérieur du hall de l'atrium (fig. 4 à 6).

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

BIBLIOTHÈQUES PRINCIPES DE BASE

Types de bibliothèques

Bibliothèques publiques (BP) (voir p. 297) : large choix de littérature et d'autres supports médiatiques, si possible en grande partie en libre accès, ouvrages couvrant les besoins de toutes les couches de la population et de tous les âges, mélange parfois dans les grandes villes des fonctions de bibliothèque scientifique et publique.

Bibliothèques scientifiques (voir p. 298) : collection, mise en accès et offre d'ouvrages dans certains domaines spécialisés pour l'enseignement et la recherche, accès souvent public et sans restriction.

Bibliothèque nationale (voir p. 299) : elle abrite l'ensemble des imprimés depuis le début de l'édition (exemplaires de dépôt légal) ; accès public.

Bibliothèques spéciales : bibliothèques scientifiques avec collection d'ouvrages et de supports médiatiques spécifiques dans des domaines spécialisés, souvent à accès limité.

Services

Toute bibliothèque se compose des services suivants : consultation et lecture, conservation et administration. Les surfaces de ces différents services dépendent du type de bibliothèque.

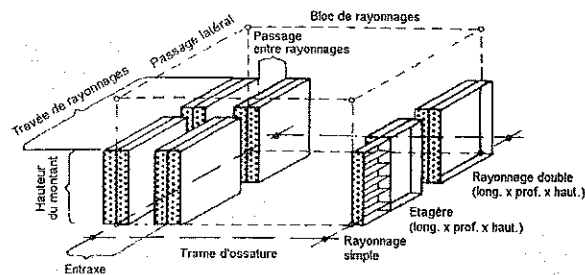
Consultation et lecture : grâce à une orientation bien conçue (signalétique avec indications claires des trajets, postes fonctionnels et rayonnages), la salle de consultation et de lecture, compris postes de travail et de lecture, devrait normalement n'occuper que quelques niveaux ; éviter alors les demi-niveaux. Desserte si possible par escalier. Des ascenseurs doivent desservir tous les niveaux de lecture et de consultation (transport des livres, absence d'obstacles).

Surcharges d'exploitation dans ces services $\geq 5,0$ kN/m². Circulations > 1,20 m de large, distance entre rayonnages (tous fixes dans la zone ouverte au public) jusqu'à 1,30-1,40 m au maximum. Les salles de consultation et de lecture doivent toujours être équipées de portiques de contrôle munis de systèmes de sécurisation des livres. Si possible, accès unique pour les entrées/sorties. Portique de contrôle placé à proximité du poste d'accueil et d'information.

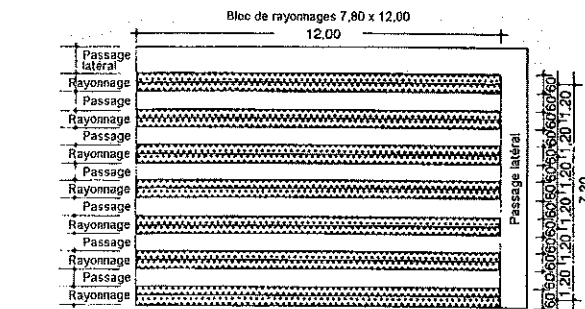
Zone hors périmètre de contrôle : vestiaires, casiers pour portedocuments et vêtements, sanitaires, cafétéria, coin lecture périodiques, salle d'expositions, salles de conférences (éventuellement ouvertes en dehors des horaires d'ouverture), poste d'information (renseignements divers), éventuellement aussi catalogue de fiches et microfiches, postes de consultation du catalogue en ligne, retour des ouvrages, retrait des ouvrages commandés.

Dans le périmètre de contrôle : renseignements concernant la salle de lecture, bibliographies, postes de consultation du catalogue en ligne, prêt/retour uniquement des ouvrages utilisés en salle de lecture, prêt d'ouvrages de la collection de manuels, copieurs (dans des pièces spécifiques), fonds d'ouvrages à consulter en accès libre, places de lecture, éventuellement accès aux magasins ouverts.

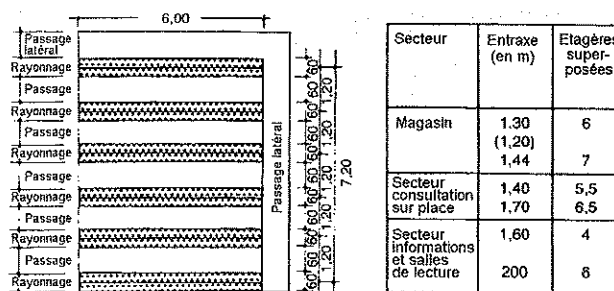
Nombre de places de lecture dans les bibliothèques universitaires en fonction du nombre d'étudiants ou de la répartition des différents groupes de disciplines. Places de travail prévues pour les personnes handicapées (personnes en fauteuil roulant, à déficience visuelle) et pour des tâches spécifiques (visionnage de microfilms et lecteurs numériseurs, ordinateurs, terminaux, CD-Rom et digital ; respecter les consignes concernant les postes de travail informatique p. 283 !) ainsi que les postes de travail individuels (cabines de travail, carrels, salles de travail individuel). Places de lecture bénéficiant si possible de la lumière du jour. Surface de 2,5 m² par place de lecture/travail et ≥ 4 m² par poste individuel informatique ou de travail. Largeur circulation $\geq 1,20$ m, distance entre rayonnages (toujours fixes dans la zone ouverte au public) jusqu'à 1,30-1,40 m au maximum.



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



3 Surfaces pour rayonnages en secteur de consultation sur place, bloc de rayonnages de 7,80 x 6,00

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/m²

	Trame d'ossature							
	3,60	4,20	4,80	5,40	6,00	6,60	7,20	8,40
Secteurs magasin (M)								
Secteurs magasin à consultation sur place (M)	1,05	1,05	1,08	1,10	1,10	1,10	1,10	1,05
Secteurs de consultation sur place (F)								
	1,20	1,20	1,20	1,10	1,20	1,20	1,20	1,20
	1,44	1,44	1,37	1,35	1,33	1,32	1,31	1,40
	1,68	1,68	1,60	1,54	1,50	1,47	1,44	1,53
	1,92	1,92	1,80	1,71	1,65	1,60	1,53	1,68
Secteurs de salles de lecture (L)								
	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10
	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40
Postes de travail (225)	3,60	4,20	4,80	5,40	6,00	6,60	7,20	8,40
Postes de travail de groupe								

5 Utilisation des trames d'ossature usuelles pour les fonctions essentielles dans une bibliothèque

BIBLIOTHÈQUES PRINCIPES DE BASE

Éclairage de la salle de consultation : env. 250-300 lux en règle générale, 500 lux pour les postes de lecture/travail, catalogues sur fiches, renseignements, prêt.

Climat intérieur de la salle de consultation : 20 ± 2 °C, $\approx 50 \pm 5$ % humidité relative, renouvellement de l'air (flux d'air neuf) 20 m³/h. pers. ; ces valeurs peuvent, pour une certaine durée, ne pas être atteintes ou dépassées en fonction des conditions météorologiques. Éviter le rayonnement solaire direct, les rayonnements ultraviolets et thermiques endommagent le papier et les couvertures. Limiter, si possible, le recours aux installations de climatisation en raison notamment de leur forte consommation d'énergie et des coûts de fonctionnement élevés qu'elles entraînent. Recourir à la ventilation transversale par les fenêtres en cas de bâtiment à faible profondeur.

Sécurité dans la salle de consultation : **sécurité au feu** assurée si l'on respecte les prescriptions du droit de la construction et les directives liées au projet. **Sécurité anti-effraction** assurée par des détecteurs de mouvement ou des vitrages anti-bris. **Protection contre le vol** à l'aide de sécurisation des ouvrages ; **sécurisation** maximale grâce à des portes d'évacuation non surveillées asservies à un système de déverrouillage automatique à commande électronique et relié à une alarme. La sécurisation mécanique des **portes d'évacuation** à l'aide de signaux acoustiques et/ou optiques s'avère moins efficace.

Prévoir les **magasins** de préférence au niveau inférieur en raison des importantes surcharges d'exploitation et de conditions climatiques intérieures plus stables. Le principe de « tour des livres » est peu satisfaisant à cause des contraintes liées au transport, au climat intérieur et au personnel, mais aussi à cause d'une flexibilité limitée par les faibles surfaces au sol. Privilégier si possible les vastes plateaux d'un seul tenant et sans différences de niveaux. Disposition des rayonnages compacts fixes ou mobiles en fonction de la trame de poteaux. Augmentation jusqu'à ≈ 100 % de la capacité au moyen de rayonnages mobiles. Surcharges d'exploitation de 7,5 kN/m² au minimum pour les rayonnages fixes et de 12,5 kN/m² pour les rayonnages mobiles.

Climat intérieur dans les magasins : 18 ± 2 °C, $\approx 50 \pm 5$ % humidité relative, renouvellement de l'air (flux d'air neuf) 3 m³/h.pers., filtrage nécessaire des produits toxiques (poussières, SO₂, NO_x, etc.) en fonction de la situation du bâtiment. La construction de murs en matériaux présentant de bonnes qualités hygrométriques et thermiques limite le recours à des installations de climatisation. Une légère circulation de l'air empêche la formation de champignons, surtout dans le cas de rayonnages mobiles (côtés ouverts). Les collections et matériaux particuliers (diapositives, films, supports d'enregistrements sonores et de données, plans et documents graphiques) réclament des conditions climatiques intérieures spécifiques.

Surcharges d'exploitation dans les services d'administration et de traitement des livres > 5 kN/m², davantage dans les locaux techniques (ateliers) en fonction de l'équipement en machines – selon études statiques.

Construction : les structures métalliques et en béton armé permettent une flexibilité d'aménagement, trame constructive > 7,20 x 7,20 m, hauteurs sous plafond $\geq 3,00$ m.

Circulations : éviter le croisement et la superposition des circulations empruntées par les utilisateurs, le personnel et les livres.

Transport : transport horizontal des ouvrages dans des chariots (absence de seuils, changements de niveaux par des rampes ≤ 5 % ou par des plates-formes élévatrices) et des tapis roulants, transport vertical à l'aide d'ascenseurs, de tapis roulants (concevoir attentivement les tracés, tronçons ascendants courbes, coûts d'entretien minimes). Installations de transport de récipients (programmables de façon mécanique, combinaison des tronçons horizontaux et de monte-charge), installations de transport de conteneurs automatisés (tracés horizontaux ou verticaux au choix, commande automatisée du parcours, souvent informatisée ; investissements élevés, coûts de fonctionnement parfois considérables).

Besoins en surface pour l'entreposage des ouvrages liés à divers paramètres : organisation spatiale, accessibilité aux usagers, type de rayonnages (fixes ou mobiles), répartition systématique par discipline et disposition correspondante, séparation par format et trame constructive.

Entraxes des rayonnages doubles (en m)	Volumes par mètre d'élévation	Étagères superposées	Volumes par mètre de rayonnage double	Surface nécessaire pour 1000 volumes (m ²)	Volumes par m ²
1,20	30	6	360	3,89	250,6
	30	6,5	390	3,88	271,7
	25	6,5	325	4,43	225,7
	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
	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
	25	6	300	5,19	192,6
1,35	30	6	360	4,50	222,2
	30	6,5	390	4,16	240,9
	25	6,5	325	4,98	200,8
	25	6	300	5,40	185,1
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
	25	6	300	5,82	171,8
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
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	25	6	300	10,22	97,8
	25	5	200	11,25	88,8
	20	6	240	11,68	94,1
	20	5	200	12,80	85,6
2,10	25	6	300	11,92	83,8
	25	5	200	13,12	76,2
	20	6	240	16,40	60,9
	20	4	160		

Source : Schwaigler p. 20

1 Calcul des surfaces

Trame d'ossature	7,20 m x 7,20 m	7,50 m x 7,50 m	7,80 m x 7,80 m	8,40 m x 8,40 m	Secteur	Volumes par étagère
n x entraxes en m	6 x 1,20 5 x 1,44 4 x 1,80	6 x 1,25 5 x 1,50 4 x 1,87	6 x 1,30 5 x 1,56 4 x 1,95	6 x 1,20 5 x 1,44 4 x 1,68	Magasin	25-30
					Consultations sur place	20-25
					Informations et salle de lecture	20

2 Exemples d'entraxes de rayonnages pour des trames d'ossatures usuelles

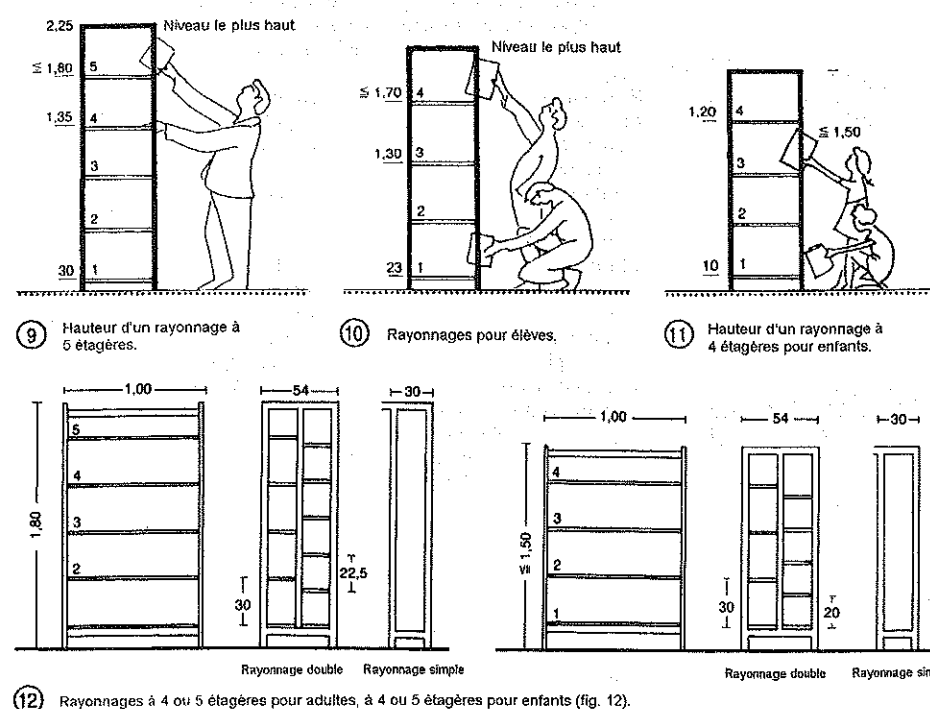
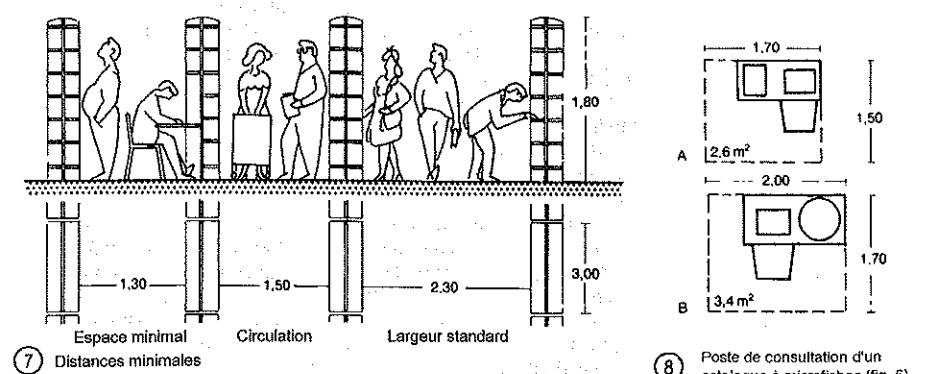
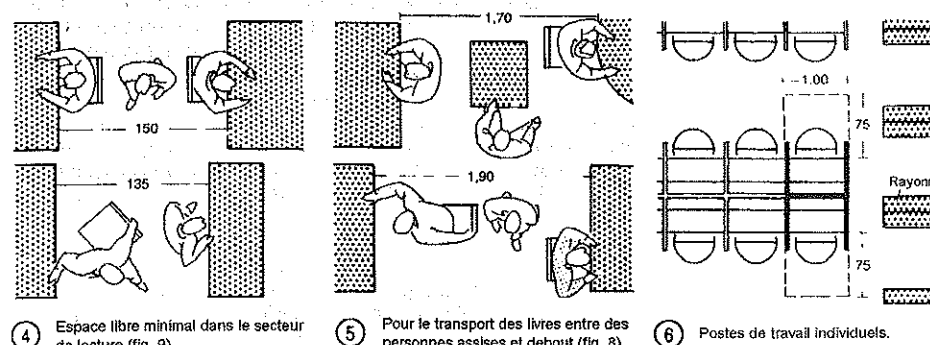
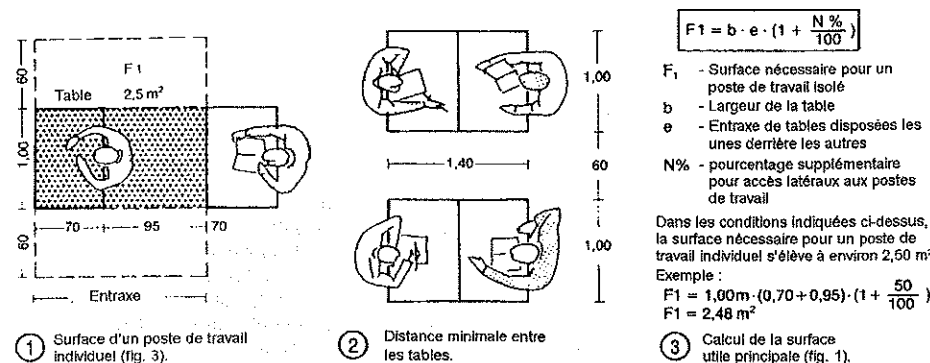
3 Volumes par étagères

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	4,39	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

4 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 max. des livres en cm	25	30	35	25 cm	-65%
				25 à 30 cm	-25%
				30 à 35 cm	-10%
Profondeur moyenne des livres (cm)	18	20	22	on obtient pour les planchers de magasin une charge admissible requise de 7,5 kN/m ²	
Charge par étagère (kN)	0,38	0,51	0,55		

5 Charges admises pour planchers de magasin de 7,5 kN/m²

BIBLIOTHÈQUES
AMEUBLEMENT

Système de mobilier pour les comptoirs de prêt/retour et d'information, acceptant tous types d'appareils (téléphone, poste informatique, terminal, lecteur de microfiches) mais aussi les chemins de câbles correspondants pour les réseaux de télécommunications.

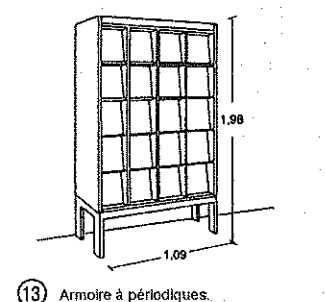
Meubles à tiroirs pour les catalogues de fiches, microfiches, diapositives, films, cassettes audio et vidéo, CD ; armoires à plans pour cartes, plans et documents graphiques.

Systèmes de rayonnages pour livres, revues et périodiques, supports médiatiques ; la plupart du temps, rayonnages doubles (montants en profilés métalliques, plateaux métalliques ou en bois) h = 2,25 m, distance entre montants 1,00 m, profondeur de plateau 25-30 cm avec profondeurs supérieures par ex. pour atlas et reliures de journaux ; plateaux réglables en hauteur au moins tous les 15 mm. Hauteur des rayonnages doubles disposés librement max. 5 fois la profondeur. Capacité des rayonnages liée au nombre de plateaux par étagère : par ratio de calcul, 25-30 plateaux/ml. Distance entre rayonnages dans les magasins > 0,75 m, supérieur dans les espaces accessibles aux utilisateurs.

Rayonnages mobiles (uniquement accessibles dans les magasins fermés) : une disposition judicieuse des poteaux et des groupes de rayonnages peut permettre d'atteindre pratiquement une capacité de stockage de 100 %.

Indispensable : surcharges d'exploitation $\geq 12,5 \text{ kN/m}^2$ (faible surcoût par rapport aux valeurs courantes, soit $7,5 \text{ kN/m}^2$).

Postes de lecture des microfilms : ils serviront également à l'avenir pour le visionnage des supports médiatiques existants sous forme de films (essentiellement des journaux et périodiques). La tendance va cependant dans le sens de la digitalisation, qui assure des possibilités d'utilisation et d'accès bien supérieures.

BIBLIOTHÈQUES
BESOINS EN SURFACES

Comptoir de prêt

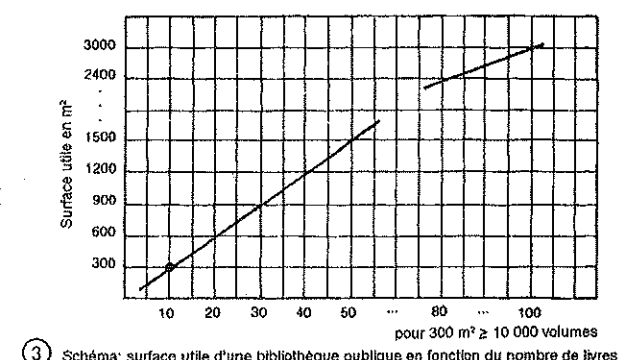
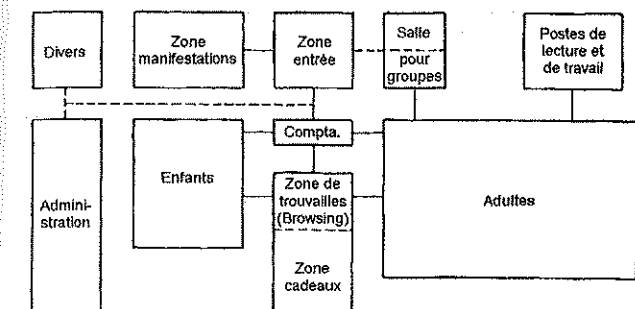
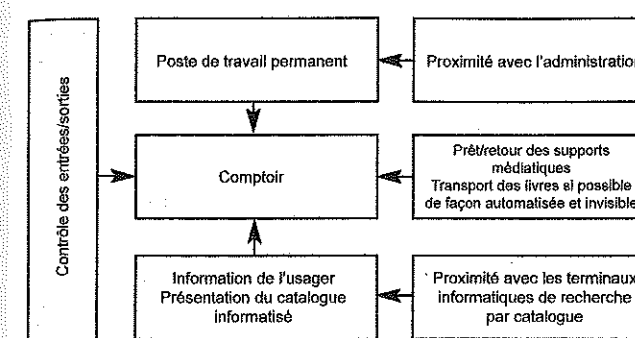
Interface entre les services « en amont » et les services de catalogues accessibles, la salle de lecture avec appareil manuel, le magasin et l'administration. Il regroupe le prêt et le retour, fournit des informations sur la bibliothèque et permet le contrôle des entrées et sorties des usagers de la salle de lecture.

Ces comptoirs doivent donc satisfaire de nombreuses exigences. Les comptoirs mobiles composés d'éléments modulaires conviennent tout à fait aux petites bibliothèques. Pour les plus importantes, surtout celles dont les comptoirs intègrent des systèmes de transport des livres, il est préférable de choisir des systèmes montés sur place. La hauteur des comptoirs dépend des activités principales qu'ils assurent (fig. 4). Hauteur convenable 95-105 cm. Les rehausses de comptoir devront être évitées dans le cas de bibliothèques également fréquentées par les jeunes et les enfants. La surface des comptoirs étant soumise à une forte usure, il est conseillé de sélectionner des matériaux adaptés qui restent esthétiques sur le long terme (bois massif, linoléum et stratifiés colorés, etc.). Prévoir également des connexions téléphoniques et informatiques. Il convient enfin d'assurer un éclairage généreux et de larges vues sur l'extérieur (respecter les exigences de la directive sur les lieux de travail car, en règle générale, les comptoirs comptent un poste de travail permanent).

Bibliothèques publiques (BP)

Elles proposent de la littérature générale et d'autres supports médiatiques en accès libre. Quelques grandes bibliothèques publiques concentrent les collections systématiques et un accès au contenu des supports médiatiques imprimés et autres médias. Les BP n'ont pas de mission de collection scientifique ni d'archivage ; ce sont des bibliothèques en accès libre, en règle générale dépourvues de magasin, ou sinon de taille réduite. Le public se compose d'enfants, de jeunes et d'adultes. Les BP orientent leur offre en fonction de leur fonds et réagissent de façon immédiate aux besoins des utilisateurs. Comme lieu de communication pour la population, elles offrent aussi, outre les traditionnels ouvrages, des zones d'information « browsing », des services de conseil aux citoyens, une cafétéria, des bornes d'écoute de musique, des espaces de détente et de rencontre, mais aussi des lieux de travail individuel ou collectif. Sans oublier parfois une discothèque, une artothèque (prêt d'œuvres d'art) et/ou une bibliothèque ambulante (bibliobus).

Outre les livres, journaux, les fonds (médias) peuvent aussi consister en revues et périodiques, brochures, jeux ou nouveaux médias (CD, DVD, vidéos, jeux sur PC) ; tous peuvent être consultés sur place ou empruntés. La conception de l'aménagement intérieur devrait donner aux usagers l'envie de rester. Séparation en zones avec liaisons fluides, sans séparations strictes, des espaces pour adultes et ceux destinés aux jeunes et enfants comprenant des zones d'activités et de mouvement. Les surfaces nécessaires sont liées à l'importance du fonds (fig. 3). L'objectif est d'obtenir deux unités documentaires par habitant, surface minimale 300 m² pour 10 000 unités documentaires de fonds. Grandes surfaces d'un seul tenant, plus ou moins rectangulaires et permettant une utilisation flexible, répartition plus horizontale que verticale (moins de personnel), possibilités d'extension et zone d'entrée accueillante. Rayonnages dans l'espace adultes avec 5 à 6 tablettes (hauteur de prise max. 1,80 m, voir p. 296 fig. 10), avec 4 tablettes dans l'espace jeunesse (hauteur de prise max. env. 1,20 m, voir p. 296 fig. 11 et 12). Circulations sans issue inférieures à 3 m. Prévoir aussi des niches et des espaces de repos. Transport des livres à l'aide de chariots (L x h x l : 92 x 99 x 50 cm). Monte-charge au niveau de l'accès fournisseur, également un dispositif de transport automatisé des livres dans les grandes bibliothèques. Surcharges d'exploitation dans les BP : 5,0 kN/m², 7,5 kN/m² dans les espaces en libre accès avec rayonnages à forte densité comparables aux magasins, 12,5 ou 15 kN/m² dans les magasins compacts (rayonnages mobiles).



Bureau de poste Entrée des livraisons/rampe	Traitement technique Enregistrement des livraisons Stockage, classement et répartition
Administration Poste de travail sur bureau	Comptabilité
Bibliothécaire Poste de travail sur bureau avec surface de desserte supplémentaire pour supports médiatiques $\leq 2 \text{ m}^2$ Surface pour chariot de livres (50 cm x 100 cm)	Inventaire Catalogage Attribution des cotes Indexation matières Gestion du catalogue
Traitement technique Atelier de reliure $\leq 50 \text{ m}^2$ Atelier de restauration (pour 4 employés) $\leq 200 \text{ m}^2$ Stockage de matériel $\leq 15 \text{ m}^2$	Reliure Étiquetage Restauration
Distribution Local de tri des ouvrages $\leq 14 \text{ m}^2$	Tri Répartition
Magasin/prêt en accès libre	

4 Traitement des livres depuis la livraison jusqu'au prêt

BIBLIOTHÈQUES

BIBLIOTHÈQUES UNIVERSITAIRES

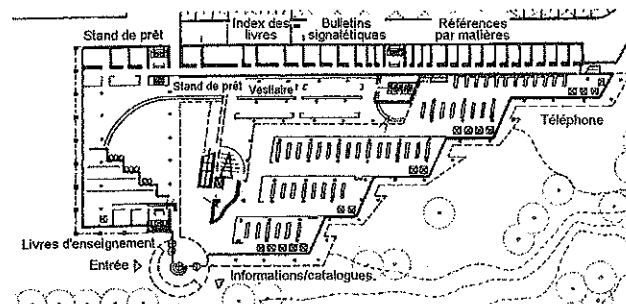
Les bibliothèques ont occupé depuis toujours une position clé dans l'histoire des sciences et dans la vie des universités. Elles ne sont pas seulement des lieux de conservation des livres mais aussi des endroits où l'on travaille avec des livres. Des parties importantes et décisives de la littérature mondiale sont nées dans ces bibliothèques. Leur édification fait partie des tâches essentielles de construction de la société. Des exemples importants au point de vue de l'histoire de l'architecture montrent avec quelle exigence extrême de tels édifices ont pu être élevés. Bibliothèque universitaire de Göttingen (fig. 1 et 2) : stock de livres dans la salle de lecture 200 000 volumes sur 1 526 m², consultation libre 300 000 volumes sur 1 890 m² et revues 8 500 sur 510 m².

Bibliothèque de l'Université Paris 8 (fig. 3)

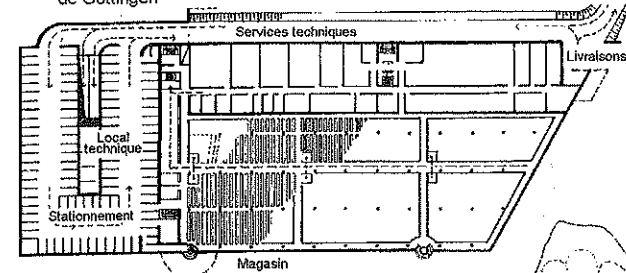
Les collections en libre accès : 170 000 ouvrages répartis dans des espaces thématiques ; les collections des fonds spécialisés et les ouvrages plus anciens : 200 000 volumes sont archivés dans les magasins en accès indirect.

La bibliothèque possède environ 3 000 titres de périodiques, dont 1 000 titres sont directement accessibles dans la salle des périodiques.

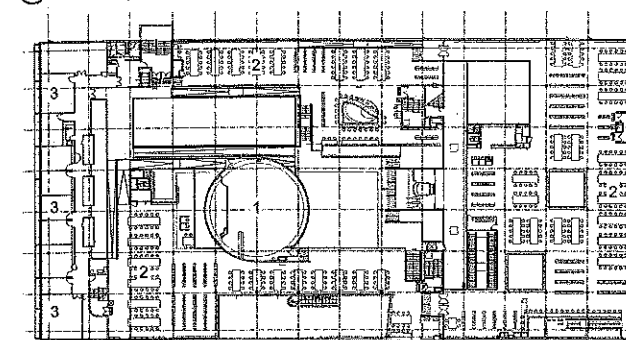
Environ 3 000 documents audiovisuels peuvent être consultés sur place.



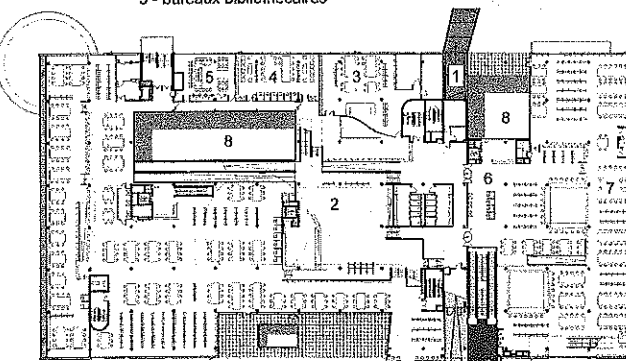
① Partie nord du rez-de-chaussée de la bibliothèque nationale universitaire de Göttingen



② Sous-sol (voir fig. 1) Arch. Prof. Gerber u. Partner



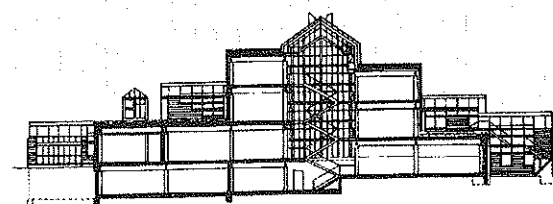
Niveau 2
1 - consultation audiovisuelle
2 - consultation libre accès
3 - bureaux bibliothécaires



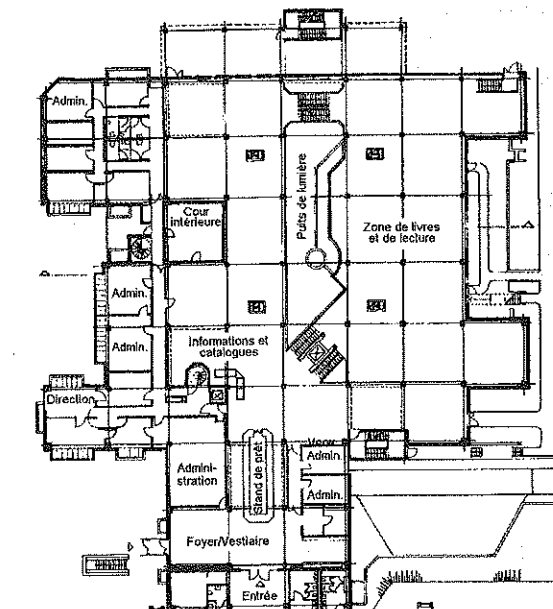
Niveau 1
1 - galerie publique
2 - accueil
3 - catalogues
4 - salle enseignants
5 - salle de réunion
6 - bureau de prêt
7 - consultation libre accès
8 - patio

③ Bibliothèque Paris 8
Doc. : DAF/CAP Archives d'architecture du XX^e siècle

Arch. : Pierre Riboulet



④ Coupe transversale sur la Bibliothèque Nationale de Berlin



⑤ Rez-de-chaussée

Arch. M. Schledhelm

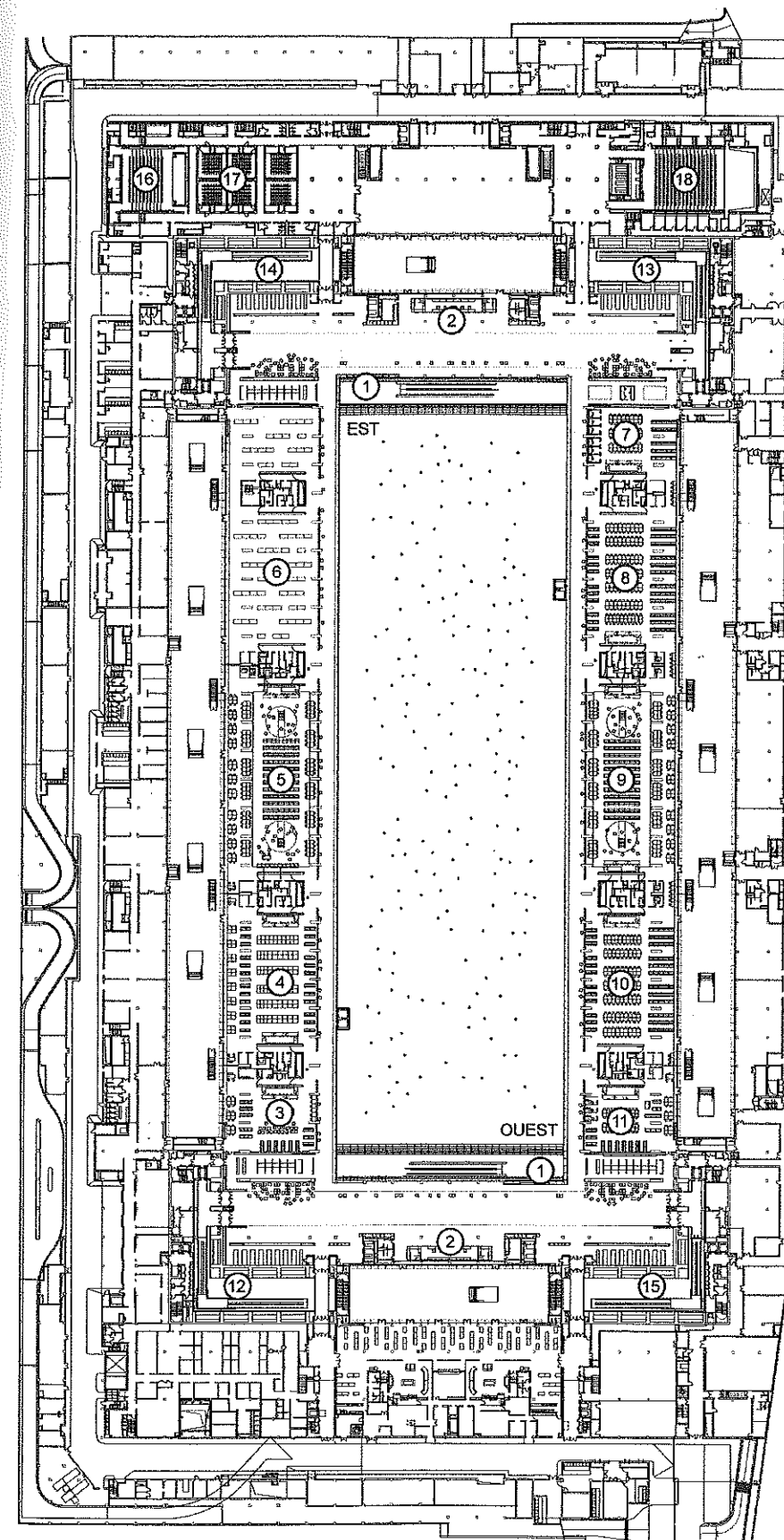
BIBLIOTHÈQUES

EXEMPLE

La Bibliothèque Nationale de France, site François Mitterrand, comprend une bibliothèque d'étude généraliste au niveau haut-de-jardin et une bibliothèque de recherche au niveau rez-de-jardin.

La bibliothèque d'étude offre 1 700 places assises et dispose de 300 000 ouvrages en libre accès, 3 500 abonnements de périodiques, 3 000 films et 10 000 enregistrements musicaux. Elle donne accès à un réseau de 250 bases de données. Les collections sont réparties dans les différentes salles de lecture selon les disciplines.

La bibliothèque de recherche abrite la production française imprimée depuis les débuts de l'édition qui représente 10 millions de documents en magasins. Les salles du rez-de-jardin offrent près de 1900 places de lecture, pour la plupart en accès réservé aux chercheurs.



- ① Entrée
- ② Accueil/information
- ③ Droit, économie, politique
- ④ Salle d'audiovisuel
- ⑤ Sciences et techniques
- ⑥ Exposition temporaire
- ⑦ Littératures orientales
- ⑧ Art
- ⑨ Littérature étrangère
- ⑩ Littérature française
- ⑪ Recherche bibliographique
- ⑫ Tour des Temps
- ⑬ Tour des Lois
- ⑭ Tour des nombres
- ⑮ Tour des lettres
- ⑯ Petit auditorium
- ⑰ Salles des commissions
- ⑱ Grand auditorium

Bibliothèque Nationale de France, site François Mitterrand
Plan du haut-de-jardin

Arch. : Dominique Perrault
© Bibliothèque Nationale de France - Dominique Perrault, architecte-Adapp, Paris 2006

Administration
Bureaux

Administration
Bureaux

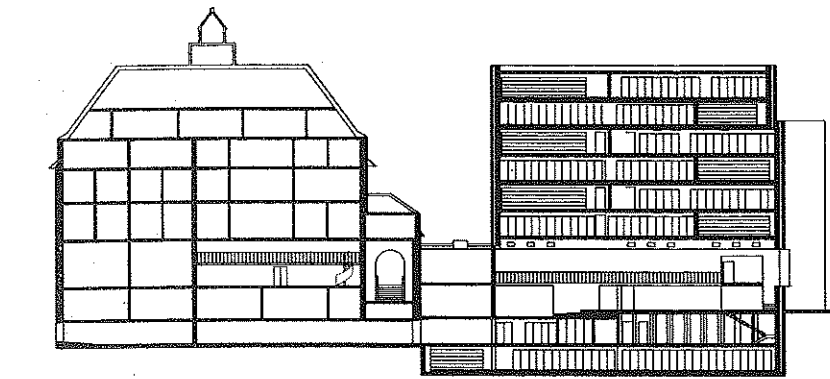
BIBLIOTHÈQUES ARCHIVES

Principes

Contrairement aux bibliothèques, les archives ne servent pas en premier lieu à mettre à disposition des documents écrits, visuels ou sonores, mais à assurer leur enregistrement systématique et leur conservation sur le long terme.

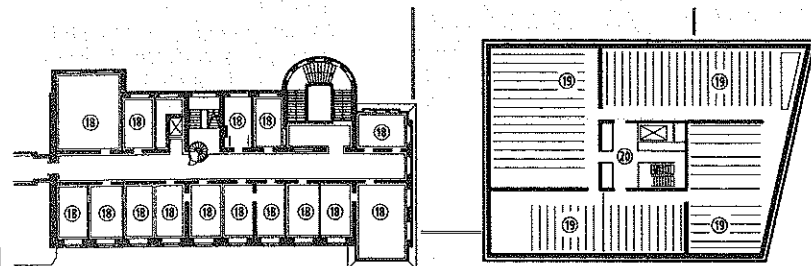
Elles occupent souvent pour cette fonction une partie des bibliothèques, musées ou universités. Les archives nationales conservent tous types de documents, des transactions commerciales, des cartes, des plans et des actes.

Des dispositifs de conservation adaptés (rayonnages mobiles, armoires à plans ; voir p. 284 et 295) doivent être prévus afin de pouvoir recevoir régulièrement de nouveaux documents. Il convient dans ce cas de tenir compte des surcharges d'exploitation admises par les planchers (p. 295). Le maintien d'un climat intérieur stable constitue le principal facteur de conservation à long terme des différents documents. En raison de son coût élevé, la climatisation intégrale n'a pas fait ses preuves. La ventilation naturelle est à privilégier mais elle s'accompagne des risques de présence de polluants aériens ; les systèmes dépourvus de climatisation nécessitent des parois massives, si possible aptes à la diffusion, qui peuvent être tempérées à l'aide de simples surfaces chauffantes murales ou plinthes chauffantes.

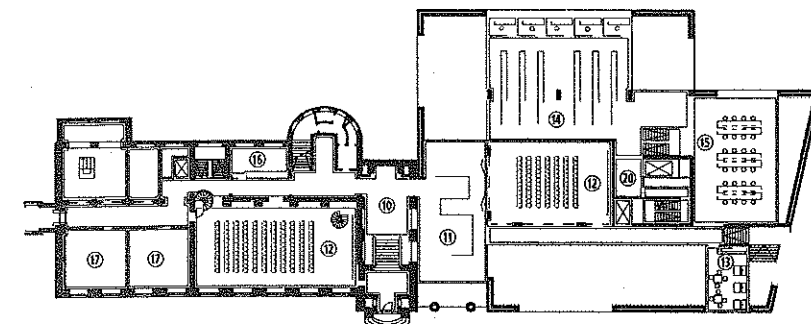


① Extension des archives nationales de Dresde
Coupe sur le bâtiment existant et sur le nouveau bâtiment des archives

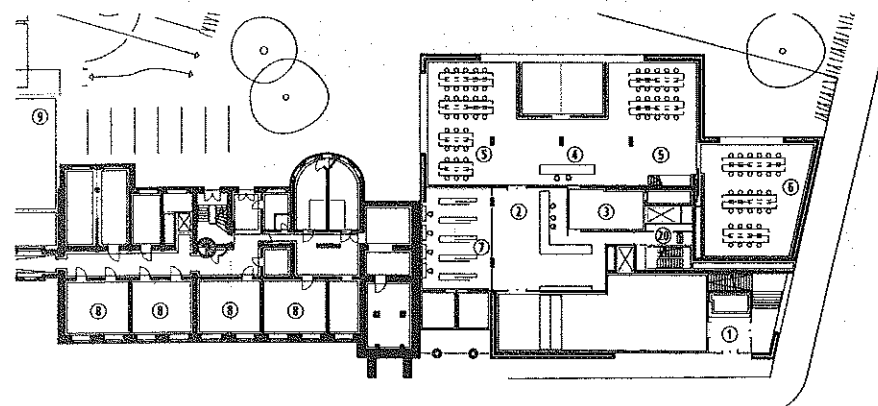
Arch. : Kister Scheithauer Gross



② Les locaux d'archivage sont regroupés autour d'un noyau de distribution et de ventilation. Trois accès permettent de diviser les espaces de façon flexible. L'usage de béton précontraint explique la faible hauteur des planchers pourtant fortement sollicités et la possibilité de disposer de rayonnages mobiles peu encombrants.



③ Le 1^{er} étage sert de liaison avec le bâtiment existant ; il regroupe les salles de séminaires, la cafétéria et les salles de lecture.



④ Le rez-de-chaussée et le 1^{er} étage regroupent les fonctions recevant du public. Le foyer du nouveau bâtiment communique avec le bâtiment existant.

- ① Accès contrôlé des utilisateurs
- ② Information, bureau de prêt
- ③ Stockage
- ④ Surveillance
- ⑤ Salle de lecture
- ⑥ Salle de lecture des cartes et plans
- ⑦ Instruments de recherche
- ⑧ Ateliers
- ⑨ Livraisons
- ⑩ Accès personnel
- ⑪ Exposition
- ⑫ Séminaires/conférences
- ⑬ Cafétéria
- ⑭ Films en libre accès
- ⑮ Salle de projections
- ⑯ Local réception/expédition
- ⑰ Direction
- ⑱ Administration
- ⑲ Salle d'archives
- ⑳ Cage d'escalier et noyau de distribution

Principe de ventilation : ventilation transversale. L'air prétraité est insufflé dans des gaines et conduit dans les étages au moyen de bouches de soufflage d'air.

⑤

BANQUES

Bâtiment de banques

Il existe d'une manière générale deux types de banques : les banques universelles et banques d'affaires avec un contact clientèle, et les banques centrales ou spéciales sans contact avec la clientèle. Ces dernières sont de pures banques administratives.

Les banques universelles ou banques d'affaires sont intermédiaires entre le bâtiment administratif et le hall recevant les clients. La partie administrative des établissements principaux est proportionnellement plus importante que dans les filiales, où elle diminue fortement car les tâches administratives sont souvent assurées de façon centralisée. La sécurité, la confiance et le sérieux sont des conditions fondamentales pour les établissements bancaires principaux qu'il convient aussi d'exprimer visuellement.

On distingue les activités suivantes :

Zone de traitement

Bureaux internes pour des tâches administratives sans contact avec la clientèle (voir p. 298).

Zones complémentaires

Outre les espaces sociaux destinés aux employés et les locaux annexes habituels de l'administration (voir p. 285), il faut prévoir des espaces de conférences et de réception. Cet espace sert à la formation et offre des surfaces pour des expositions.

Zone de sécurité

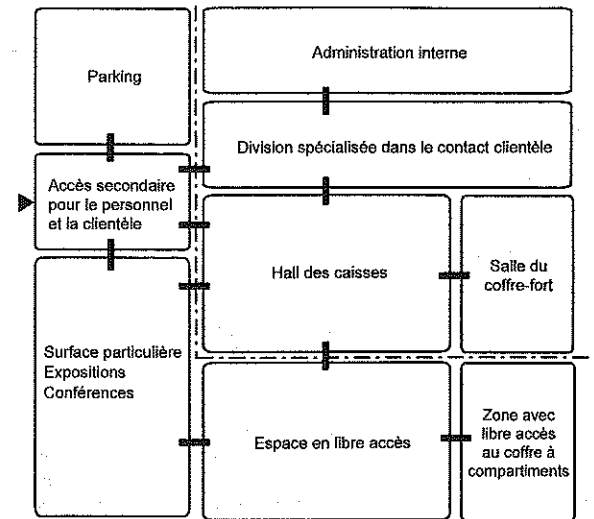
Les trésors, appelés de nos jours coffres-forts, sont essentiellement installés dans de grandes banques disposant de filiales ou dans les établissements bancaires principaux. Dans les bâtiments neufs, construction massive en béton avec armature spéciale ou, dans les réaménagements, sous forme de salle préfabriquée faisant partie d'un système spatial. Situation idéale en sous-sol à proximité de l'entrée car les gaines de dépôt dans le coffre-fort de nuit doivent être les plus linéaires possible. Le parcours menant à la salle des coffres des particuliers devrait être distinct de celui menant au coffre-fort de la banque. Il faut enfin tenir compte des livraisons assurées par des véhicules de transport de fonds. Des galeries accessibles munies de miroirs de surveillance peuvent être prévues pour assurer le contrôle de la salle du coffre-fort. Épaisseur des parois en fonction du niveau de sécurité, entre 80 cm (T10) et 100 cm (T20). Un système automatique de coffre à compartiments en libre-service peut servir de coffres-forts individuels. Ceux-ci peuvent être accessibles sans personnel depuis la zone en accès libre au moyen d'un sas de sécurité supplémentaire. La conception suppose surtout de tenir compte, outre les recommandations des maîtres d'ouvrage, des conditions imposées par les assurances.

Espace clientèle

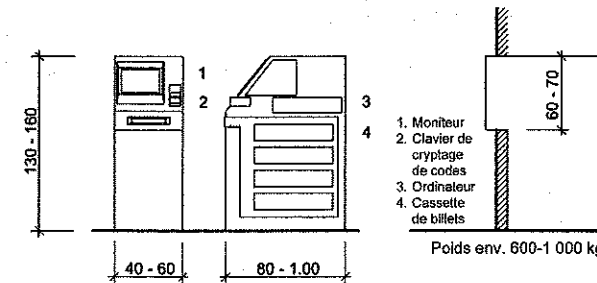
L'introduction des distributeurs automatiques de billets avec distribution limitée et assurée de façon électronique a rendu inutile la protection constructive de la zone de caisse. Les retraits d'argent sont désormais principalement effectués depuis les terminaux en libre accès, qui fournissent aussi des informations de base. Les transactions ne nécessitant aucun échange de billets de banque ni pièces peuvent être effectuées à domicile grâce au télébanking. L'espace clientèle s'en trouve du coup réduit car il se limite principalement aux entretiens avec un conseiller et à l'orientation vers les services spécialisés.

Une banque d'accueil suffit généralement à fournir les informations de base. Pour des raisons de confidentialité, les conseils plus personnels devraient être donnés dans des espaces adaptés. Les services spécialisés (crédits et placements) sont souvent situés au 1^{er} étage de l'espace clientèle.

L'espace en libre accès peut être aussi accessible en dehors des heures d'ouverture. Il se présente pour cette raison souvent sous forme d'un grand sas protégeant l'espace clientèle (fig. 6). Il regroupe les distributeurs automatiques de billets, le dépôt de nuit pour le coffre-fort et l'accès éventuel à l'automate du coffre à compartiments.



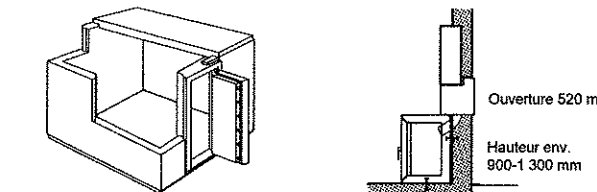
① Organisation spatiale d'une banque d'affaires assurant un contact avec la clientèle



② Distributeur automatique de billets

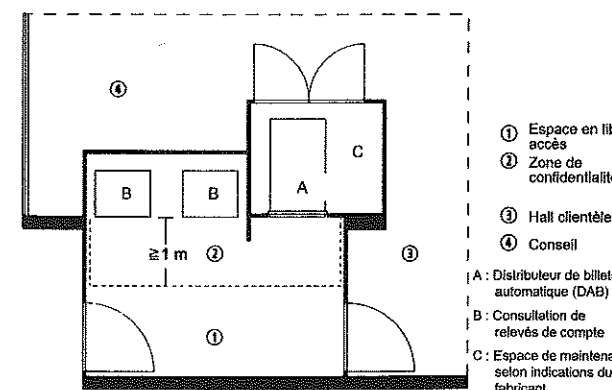
Distributeur automatique de billets (DAB)	Imprimante de relevés de compte
Hauteur 1,30-1,60 m	Hauteur 1,10-1,30 m
Largeur 0,40-0,60 m	Largeur 0,50-0,80 m
Profondeur 0,80-1,00 m	Profondeur ≈ 0,60 m
Poids 600-1 000 kg	Poids ≈ 150 kg

③ Dimensions d'un distributeur de billets automatique et d'une imprimante de relevés de compte

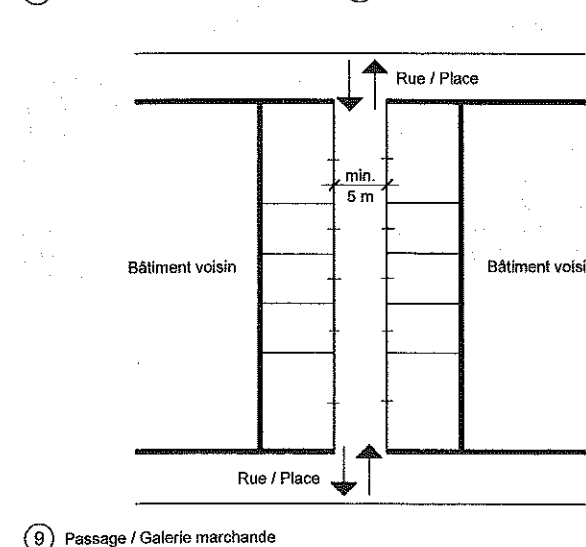
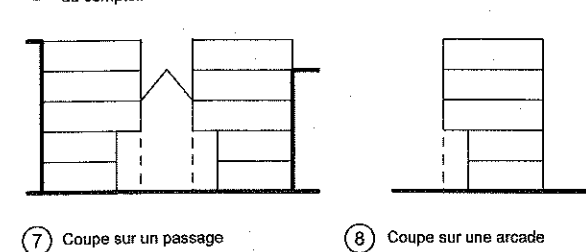
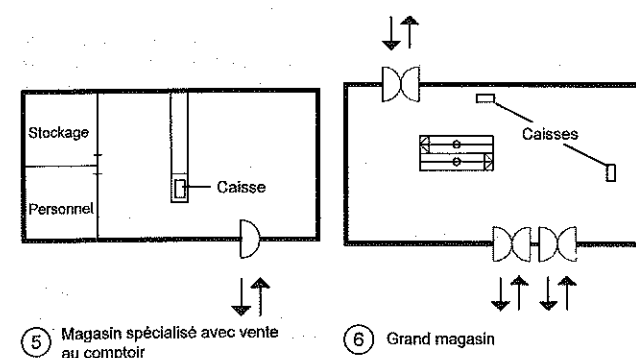
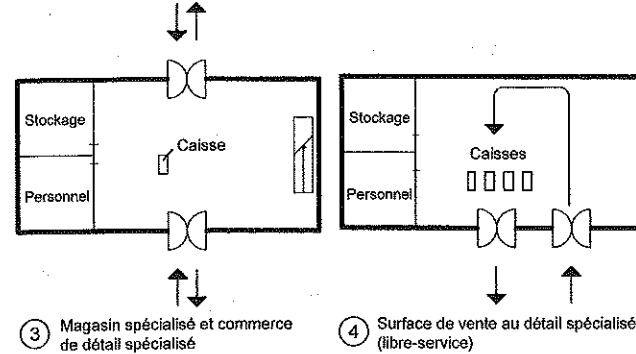
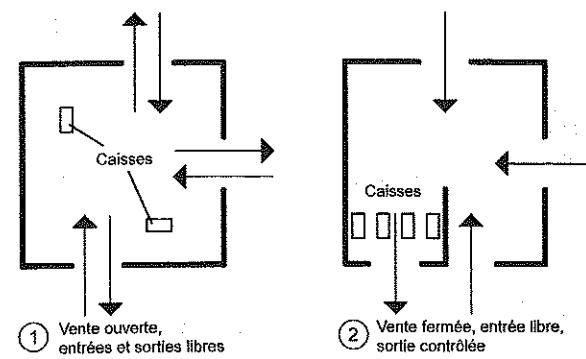


④ Conteneur de la salle du coffre-fort

⑤ Coffre-fort de nuit



⑥ Espace en libre accès



Types de magasins

Vente ouverte (fig. 1) : entrée et sortie libres (magasins spécialisés, commerces de détail spécialisés, grands magasins).
Vente fermée (fig. 2) : entrée libre, sortie uniquement par des zones de contrôle aux caisses (surfaces de vente spécialisées).

Formes d'achat et typologies

Magasins spécialisés (fig. 3) : boutiques (50-500 m²), souvent une seule famille de produits (pharmacien, chaussureur, fleuriste), service et conseil, vente au comptoir, vente ouverte (fig. 1).

Commerces de détail spécialisés (fig. 3) : chaînes de magasins, petites à grandes surfaces, proposent souvent une seule famille de produits, comparables aux magasins spécialisés (joailliers, boutiques de mode, de chaussures), vente ouverte (fig. 1).

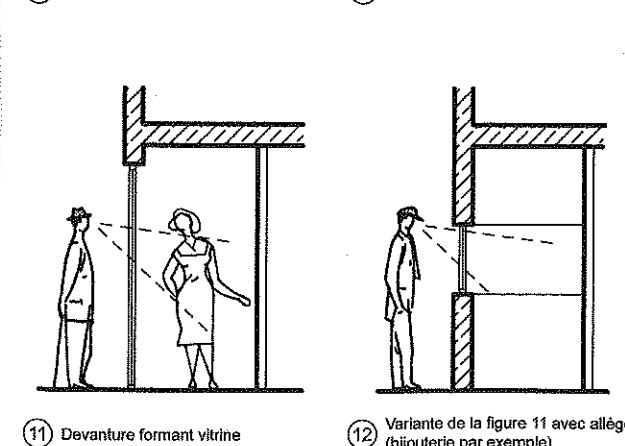
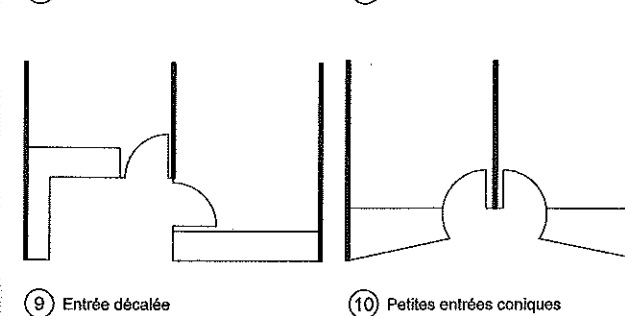
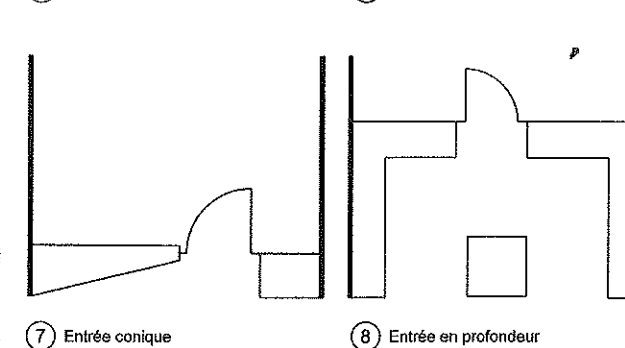
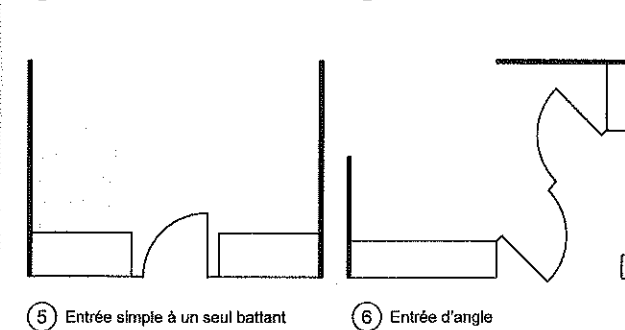
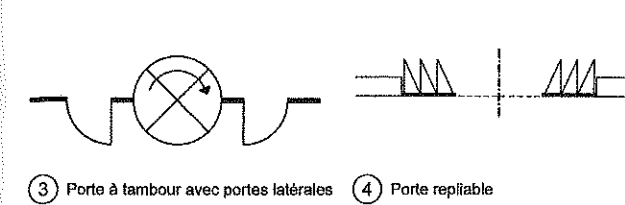
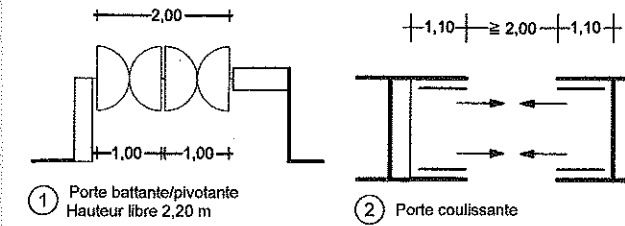
Surfaces de vente spécialisées (fig. 4) : chaînes de magasins, petites à très grandes surfaces, proposent une ou plusieurs familles de produits, comparables aux magasins spécialisés (joailliers, boutiques de mode, de chaussures), vente fermée (fig. 2).

Grands magasins (fig. 6) : généralement des chaînes de magasins, souvent de grandes surfaces et à plusieurs niveaux, différentes familles de produits, une partie des surfaces peut être louée à d'autres chaînes de magasins (principe « shop-in-shop »), vente ouverte (fig. 1).

Centre commercial, galerie marchande (fig. 9 et 10) : concentration et regroupement de commerces spécialisés, de commerces de détail et de grands magasins, à un ou plusieurs étages, comprenant aussi cafés, bars et restaurants.

Passage, galerie marchande : on désigne ainsi les magasins de petite et moyenne surface qui sont implantés de part et d'autre d'une rue couverte en centre-ville (fig. 9).

Centre commercial : à partir de 5 000 m² de surface, jusqu'à 20 000 à 50 000 m² ; espace couvert, habituellement sur 2 à 4 niveaux avec plusieurs niveaux de desserte. Souvent en périphérie en relation avec un parking couvert. Parfois en cœur d'îlots des centres-villes ; les accès par l'extérieur (au moins 2) se font depuis des places, rues ou zones commerciales ; passages semi-publics. Les petites boutiques sont souvent situées le long des rues intérieures. Fréquemment placées aux angles ou aux extrémités des rues, les chaînes de magasins connues de grande surface jouent un rôle de locomotives. Les rues intérieures s'ouvrent souvent sur des places et des cours (fig. 10).



Entrées

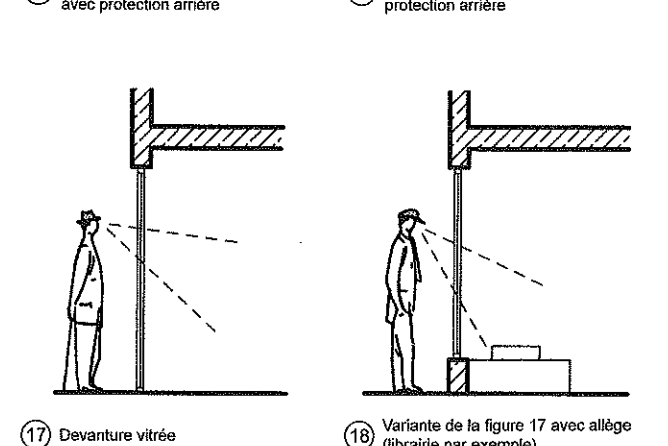
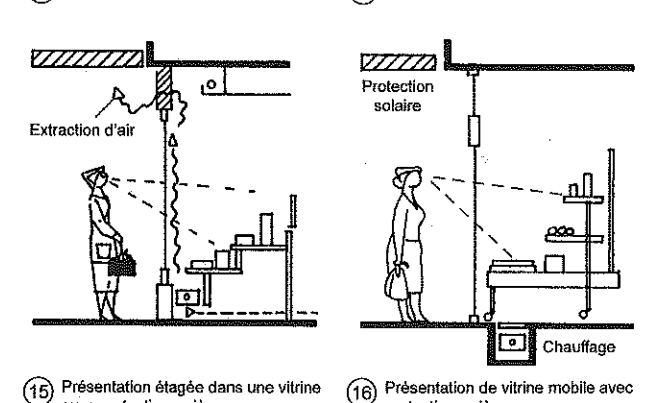
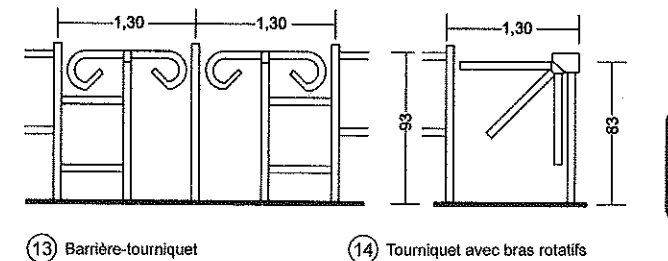
Les portes d'entrée des commerces dont la surface est inférieure à 2 000 m² peuvent avoir une largeur $\geq 1,00$ m. Les entrées des espaces de vente dont la surface est supérieure à 2 000 m² doivent être dépourvues d'obstacles et comportent des sas équipés de portes automatiques. On préconise un passage libre de $\geq 2,00$ m et une hauteur libre $\geq 2,20$ m (fig. 2).

Devantures

Elles servent à présenter, depuis l'extérieur, la gamme des produits commercialisés pour susciter l'intérêt des clients et inciter à l'achat (fig. 11, 12 et 15 à 18). L'aménagement des devantures est lié aux marchandises proposées à la vente et dépend de la situation, de la forme et des dimensions de l'entrée. On distingue les devantures avec vitrine (fig. 11) des devantures vitrées (fig. 17).

Vitrine : séparation entre les marchandises exposées dans la devanture et l'espace de vente, la plupart du temps dans les magasins et commerces de détail spécialisés.

Devanture vitrée : vue dans l'espace de vente à travers la vitre, la plupart du temps dans les magasins spécialisés (boulangerie, boucherie, etc.).



MAGASINS

CAISSES ET ZONES AVANT-CAISSE

Types de caisses

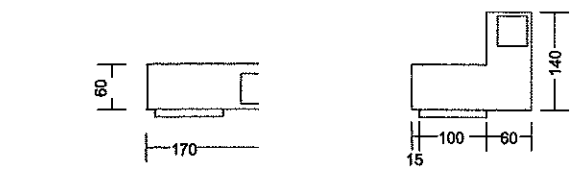
On distingue, selon le type de vente et de fonctionnement, différents types de caisses : caisses individuelles, de rayon, caisses centrales et caisses en lignes.

Lignes de caisses

Il s'agit, dans les surfaces de vente au détail spécialisées (en libre-service), de la seule sortie de tous les commerces à vente fermée. La largeur entre les caisses doit être suffisante pour permettre le passage des caddies, poussettes et fauteuils roulants, à savoir 1 m minimum. Les caisses sont souvent équipées de tapis roulants (bande avance et retour) et de scanners stationnaires. Les caisses automatiques en libre-service existent aussi sous forme de produits finis.

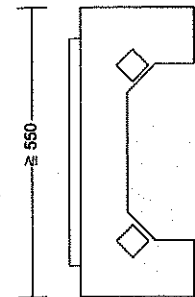
Caisses individuelles, de rayon, caisses centrales

Des caisses individuelles, de rayon ou caisses centrales sont installées dans les magasins spécialisés, surfaces de vente au détail spécialisées et dans les grands magasins à vente ouverte en fonction de l'organisation du commerce et des exigences fonctionnelles. Les grands magasins comportant plusieurs rayons disposent plutôt de caisses de rayon, les surfaces de vente au détail spécialisées souvent de caisses d'étage ou bien de caisses centrales, tandis que les magasins spécialisés ont souvent des caisses individuelles.

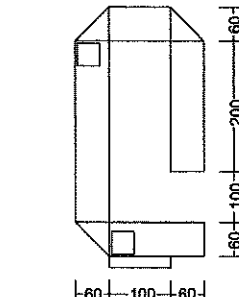


1 Caisse individuelle droite

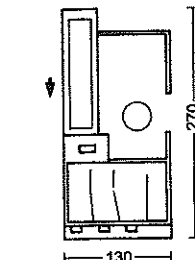
2 Caisse individuelle d'angle



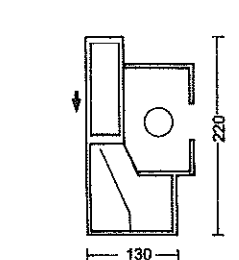
3 Caisse de rayon ou d'étage



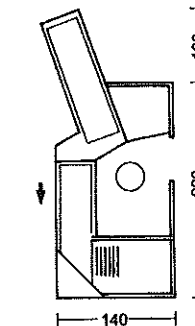
4 Îlot de caisse avec grande surface d'emballage



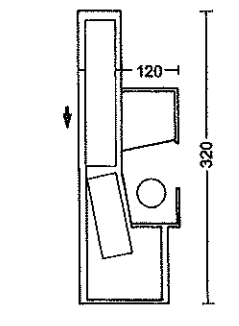
5 Caisse de magasin libre-service



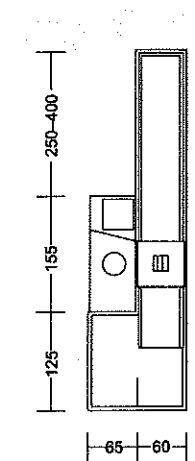
6 Variante de la fig. 5



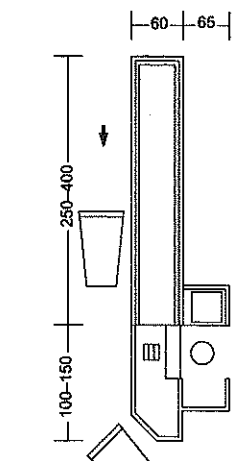
7 Variante de la fig. 5



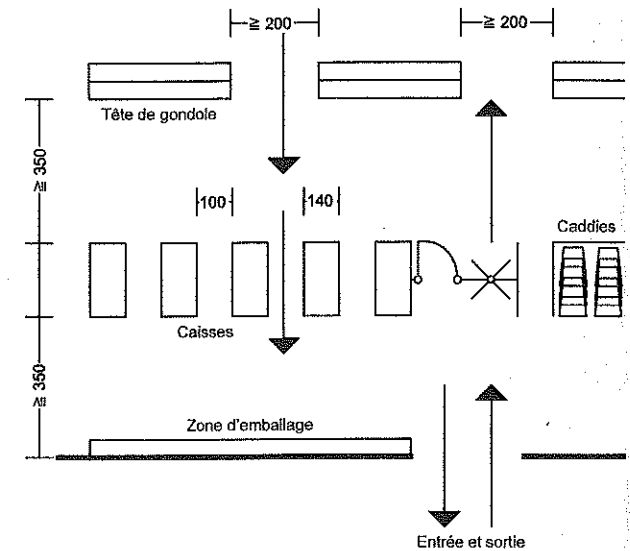
8 Variante de la fig. 5



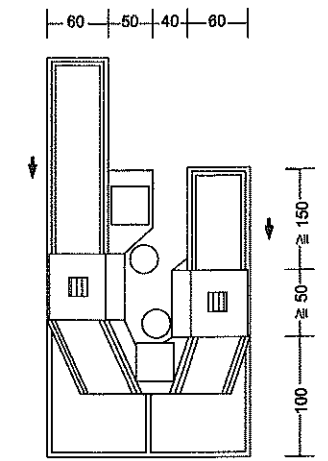
9 Caisse avec tapis roulant



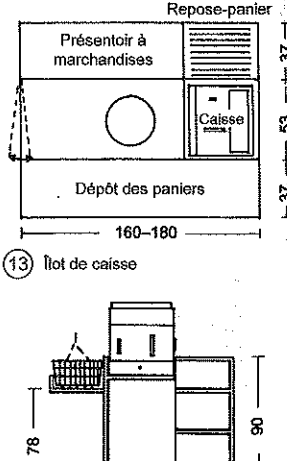
10 Caisse avec poste d'emballage



11 Zone d'avant-caisse, en libre-service



12 Caisse double



13 Coupe sur un petit îlot de caisse

MAGASINS

Zones de vente complémentaires

Accent mis sur l'ambiance : consommation sur place ou à emporter.

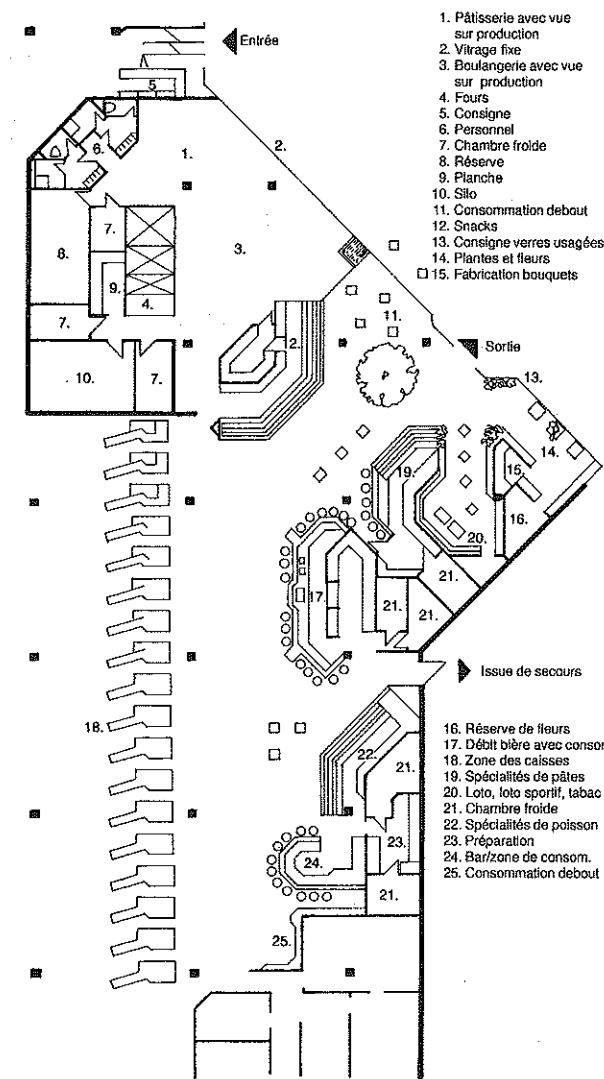
Achat impulsif

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'idées originales. Concentration de petits commerces. Gros chiffre d'affaires. 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

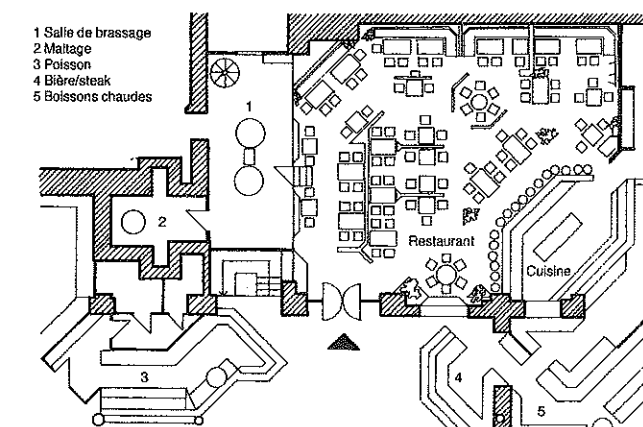
Boulangerie : 40 à 80 m² (vente seule), 80 à 120 m² (vente et consom.). Charcuterie : 40 à 80 m² (vente seule), 80 à 120 m² (vente et consom.). Café, pâtisserie, glacier : 40 à 80 m² (vente seule), à partir de 220 m² pour vente et consommation. Poissonnerie : 40 à 80 m² (vente seule), 80 à 120 m² (vente 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.

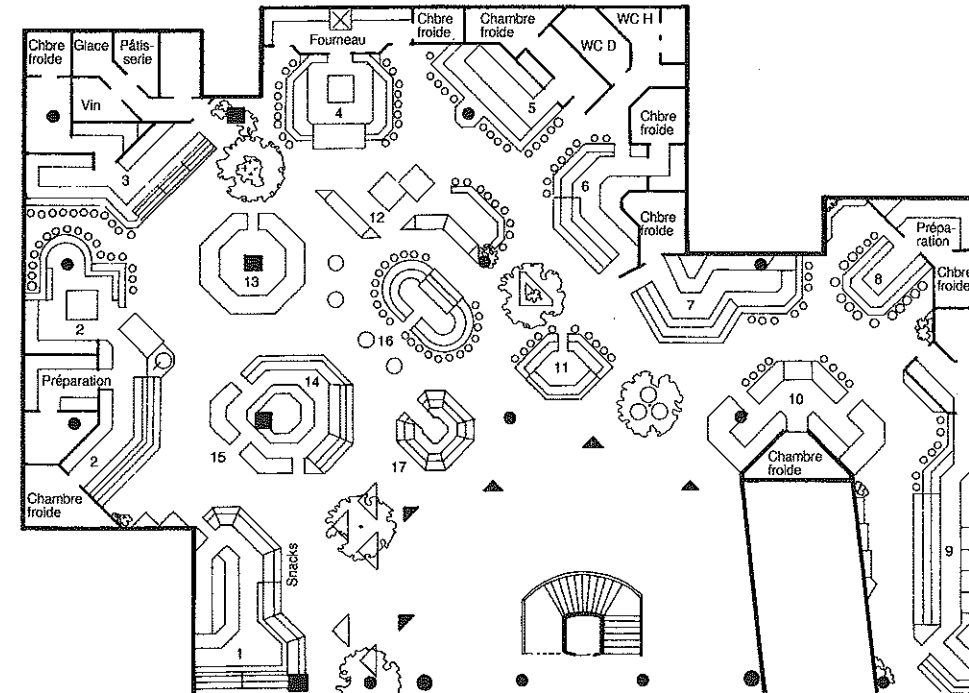


2 Marché couvert à la gare centrale de Hambourg.

Conception : Maier et Pistor.

3 Brasserie et restauration avec vue sur la production dans un marché couvert.

Conception : Maier et Pistor.

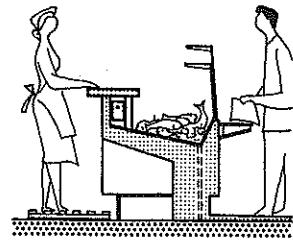
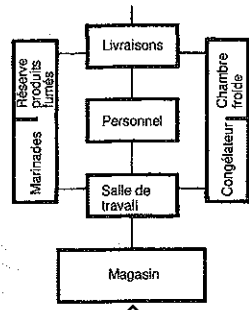


Commerce :	Surfaces (y compris locaux annexes)
1 Boulangerie (consom. sur place)	env. 64 m ²
2 Charcuterie avec point steak/débit de bière	env. 89 m ²
3 Spécialités bavaroises	env. 50 m ²
4 Spécialités italiennes	env. 54 m ²
5 Spécialités japonaises	env. 43 m ²
6 Spécialités de poisson	env. 43 m ²
7 Spécialités de fromage/salades préparées	env. 45 m ²
8 Spécialités mexicaines	env. 48 m ²
9 Spécialités de charcuterie	env. 68 m ²
10 Fruits/salades/jus	env. 42 m ²
11 Glace + calétrie	env. 20 m ²
12 Vente de vin avec dégustation	env. 28 m ²
13 Pâtisserie	env. 35 m ²
14 Torréfaction de café	env. 28 m ²
15 Vente de thé	env. 23 m ²
16 Débit de champagne avec dégustation de produits frais	env. 21 m ²
17 Vente pralines et chocolats	env. 25 m ²
total	env. 724 m²
surfaces générales de circulation et sanitaires	env. 95 m ²

Conception : Maier et Pistor.

MAGASINS

MAGASINS D'ALIMENTATION



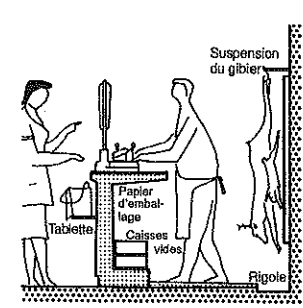
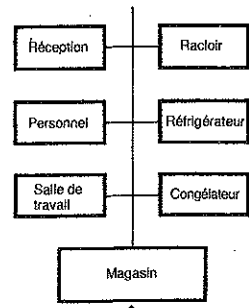
Poissonneries

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). (fig. 1 et 2).

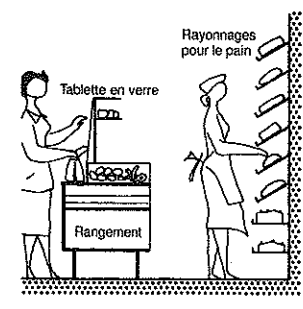
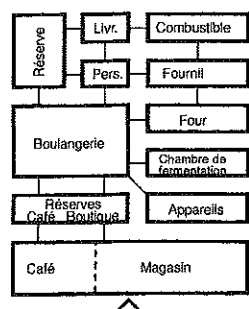
① Schéma fonctionnel de poissonnerie.

② Comptoir de poissonnerie réfrigéré avec évacuation.



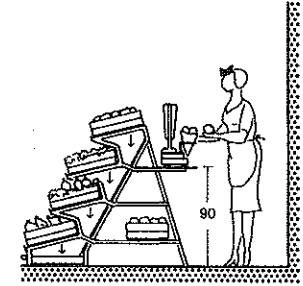
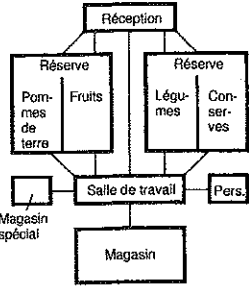
③ Schéma fonctionnel d'un magasin de volaille et de gibier.

④ Comptoir massif recouvert de marbre ou de carrelage.



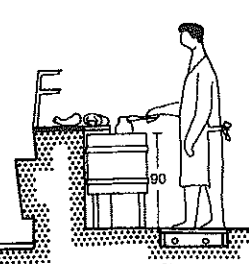
⑤ Schéma fonctionnel d'une boulangerie. Facilement aérable, éventuellement avec hotte de ventilation.

⑥ Comptoir de vente avec protection.

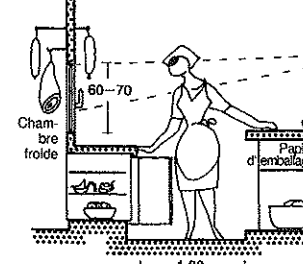


⑦ Schéma fonctionnel d'un magasin de fruits et légumes. Petite réserve car la livraison s'effectue généralement chaque jour.

⑧ Comptoir avec supports pour caisses et paniers. Réceptacle à saletés et humidité.



⑩ Comptoir avec billot pour boucherie.



⑪ Comptoir courant pour boucherie, voir également poissonnerie (fig. 2).

Magasins de gibier et de volaille

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. (fig. 3 et 4).

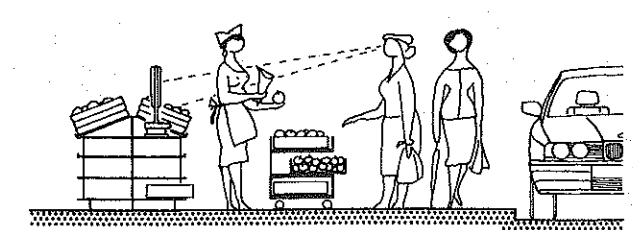
Magasins de fruits et légumes

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. (fig. 7 et 8).

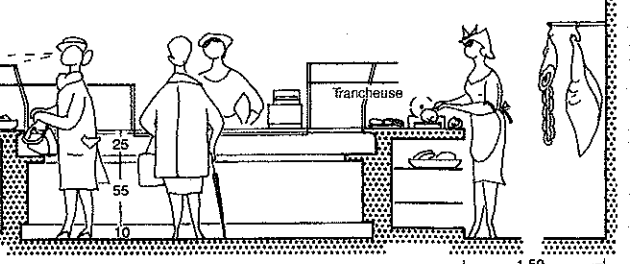
Boucheries

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 quarts de bœuf 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. (fig. 10 et 11).



⑨ Vente sur trottoir avec comptoirs mobiles, ou façade de magasin avec étalage d'attrait.

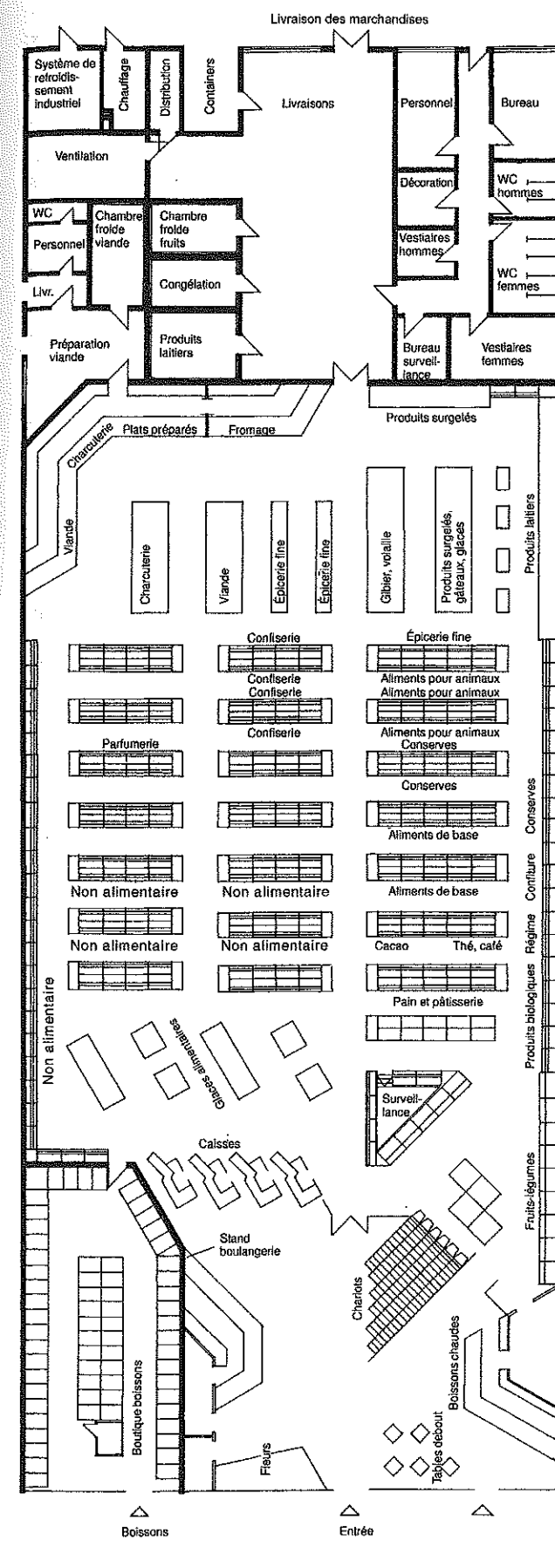


⑪ Comptoir courant pour boucherie, voir également poissonnerie (fig. 2).

MAGASINS

MAGASINS LIBRE-SERVICE

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, 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 ; le rayon supérieur à 1,80 m maximum, le rayon inférieur à 30 cm au-dessus du sol.

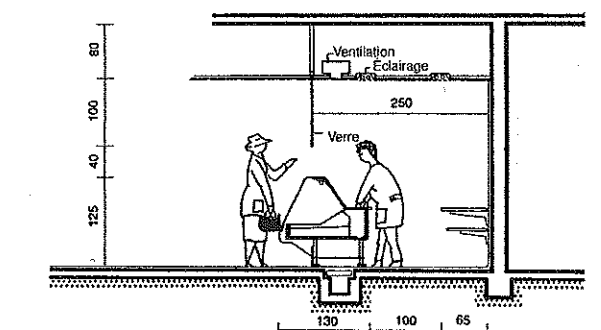


① Supermarché

Principales 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						
a) part du chiffre d'affaire (en %)	22	21	20	19	18	17
b) longueur du comptoir (en m)	19-28	20-32	20-28	17-25	16-24	14,5-24
c) surface de préparation (en m²)	6,50	7,60	8,75	9,08	9,75	11,75
d) chambre froide (en m²)	6,0-7,0	7,0-8,2	7,5-9,0	1,5-10,5	9,0-10,5	10,0-13,5
e) chambre froide (en m²)	14	19	24	26	30	35
f) chambre froide (en m²)	8-20	13-25	18-30	20-32	23-38	23-50
g) chambre froide (en m²)	11	13,5	15	15	22	25
h) chambre froide (en m²)	7-15	9-18	10-20	10-20	14-30	16-35
3. Rayon produits laitiers et graisses						
a) rayonnages muraux (en m)	6,75	8,0	8,75	10,25	11,25	15,7
b) chambre froide (en m²)	6,3-7,3	6,5-9,5	7,5-11	9-12	10-13,5	12-18,5
c) chambre froide (en m²)	6,0	7,6	10,0	12,0	13,0	15,0
d) chambre froide (en m²)	4,0-8,0	5,0-10,5	8,0-12,0	8,0-15,5	8,0-18,0	10,0-20,0
4. Produits surgelés (sans glace)						
a) comptoir réfrigéré ordinaire (en m)	5,5	6,1	7,5	8,75	10,1	13,5
b) comptoir réfrigéré extra-large (en m)	5,0-8,0	5,5-7,0	6,5-8,5	7,5-10,0	7,5-12,0	12,0-15,0
c) étagères (en m)	3,85	4,1	5,5	6,75	7,75	8,75
d) chambre de congélation (en m²)	2,6-4,6	3,0-5,0	4,0-7,0	4,0-7,5	5,5-10,0	6,0-10,0
e) chambre de congélation (en m²)	2,4	2,75	3,6	4,4	5,8	6,6
f) chambre de congélation (en m²)	2,3-2,5	2,3-3,2	3,2-4,0	4,0-4,8	5,0-6,5	5,5-8,0
g) chambre de congélation (en m²)	2,4	3,25	5,0	5,75	8,25	8,5
h) chambre de congélation (en m²)	2,0-2,8	2,0-4,5	4,0-6,0	4,0-7,5	6,0-10,5	6,0-11,0
5. Étagère murale pour fruits et légumes (avec deux rayons) (en m)	6,5	7,5	7,5	8,75	10,0	10,75
6. Nombre de caisses						
- à la sortie	2,5	2,9	3,4	3,9	4,9	6,3
- dans les rayons	2-3	2-3	3-4	3-4	4-5	6-7
- dans les rayons	0,2	0,3	0,4	0,5	1,3	1,3
- dans les rayons	0-1	0-1	0-1	0-1	1-2	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

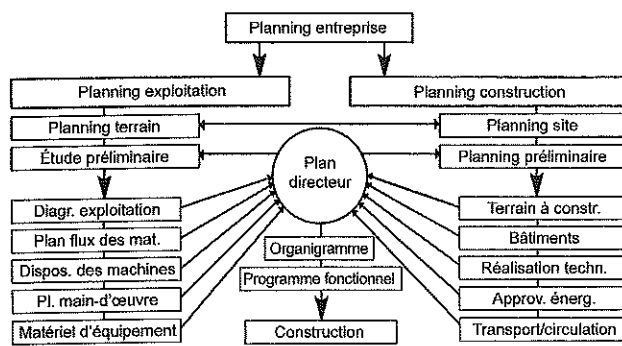
1) Explication : première ligne = valeurs moyennes, seconde ligne = fourchette pour la caractéristique correspondante

② Données pour la conception de magasins libre-service et de supermarchés

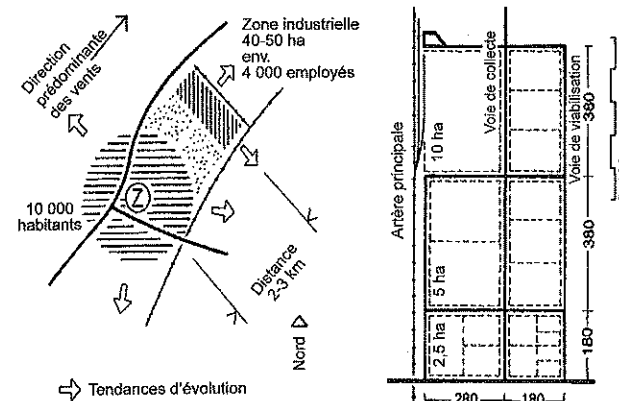


③ Coupe sur un présentoir dans un magasin libre-service

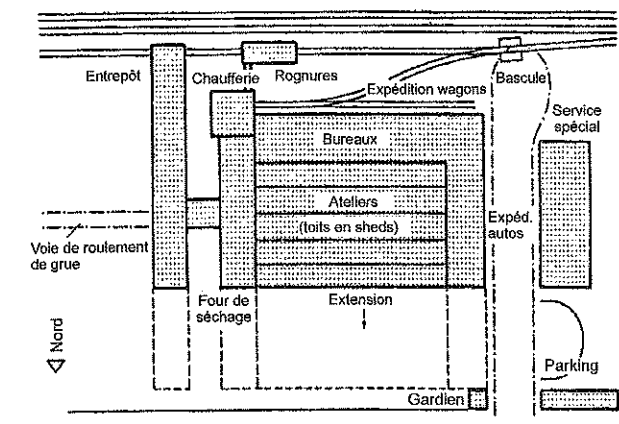
INDUSTRIE CONCEPTION



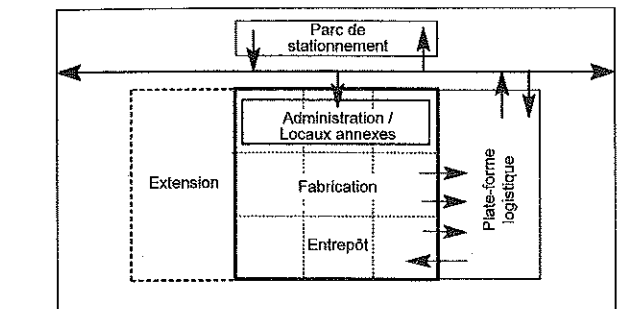
① Diagramme de planification d'une usine



② Localisation et schéma d'une zone industrielle



③ Typologie par addition : usines Fagus, Alfeld Arch. : Walter Gropius



④ Typologie par intégration : espace de travail ouvert

Les **bâtiments industriels** servent de façon directe ou indirecte à la production de biens. Il s'agit aussi bien des **halles de fabrication** à proprement parler (préparation, fabrication, commissionnement, conditionnement) que des entrepôts (stockage des produits bruts, stockage des produits finis), **bâtiments techniques et administratifs**, mais encore des **systèmes de logistique**. L'éventail de la production va de l'industrie de masse à forte intensité de main-d'œuvre aux industries légères, « douces », peu polluantes et très automatisées. Les exigences à respecter lors de la conception diffèrent autant : si la traditionnelle halle de fabrication se réduit plus ou moins à un simple moyen de production, les exigences qu'impose l'image de l'entreprise, la « *corporate identity* », vont de la forte valeur de reconnaissance à la création d'un environnement de travail convivial et communicatif.

Conception du plan directeur

Le plan directeur (*lay out*) constitue la base classique de la construction d'une usine. De lui découlent la définition et la systématisation des différents paramètres de l'installation de production projetée (fig. 1). Le plan directeur est élaboré en plusieurs étapes (schémas idéal, d'essai, sommaire et détaillé). Il donne notamment lieu au programme spatial, schéma fonctionnel essentiel de l'installation projetée et base du projet de l'ouvrage. Le bâtiment conçu en fonction du plan directeur est spécifique au produit. En tant que base pour la conception, il laisse peu à peu la place à des concepts plus flexibles à mesure que se manifestent de façon croissante des conceptions non spécifiques (pépinières d'entreprises par exemple) et le développement simultané de produits et d'installations de production.

Principes de conception

La conception des bâtiments industriels est soumise à une multitude de lois, d'ordonnances, de directives, de normes et de prescriptions. Outre le droit public de la construction, il convient de respecter surtout les exigences relatives à la protection de l'environnement, du travail et de la sécurité incendie.

Cycles de vie

De la même façon que pour les cycles de vie d'un produit, le bâtiment industriel est soumis à des phases concrètes liées à l'économie d'entreprise (fig. 5). Des cycles de produits de plus en plus courts (5-7 ans) vont en ce sens à l'encontre de la durée de vie d'un bâtiment ordinaire. Des aspects comme la flexibilité, la possibilité de location ou la valeur de revente déterminent donc de plus en plus la conception des bâtiments industriels.

Produit					
Mise au point	Mise sur le marché	Croissance	Maturité	Saturation du marché	Déclin
Ide	Conception	Construction	Utilisation	Réutilisation	Destruction
Bâtiment					
5 ans					
25 ans					

⑤ Cycles de vie des produits (en haut) et des bâtiments (en bas)

Typologies

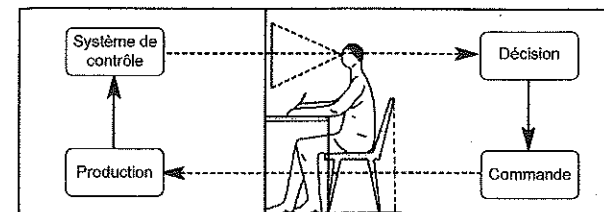
Du point de vue de la typologie, on distingue de manière générale les installations conçues par addition de celles conçues par intégration.

Dans le cas des installations additives, les différentes unités fonctionnelles sont organisées en fonction de leurs exigences propres et ajoutées pour créer des compositions planes ou linéaires (souvent le long d'un système de distribution) (fig. 3).

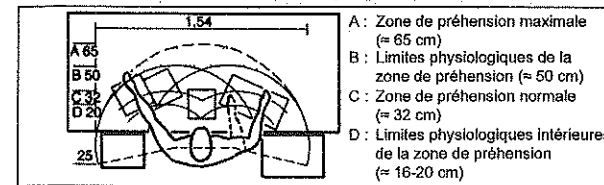
Pour ce qui est des installations intégratives, les unités fonctionnelles sont rassemblées dans un ensemble de bâtiments unitaires, neutres (fig. 4).

Les avantages résident ici dans la minimisation des surfaces de distribution et dans la capacité de réutilisation ultérieure. La conception du bâtiment doit tenir compte des possibilités d'extension.

Machine Homme



① Travail humain - travail à l'aide de machines



② Dimensions indicatives selon Stier pour les « zones optimales à portée de main » d'un poste de travail

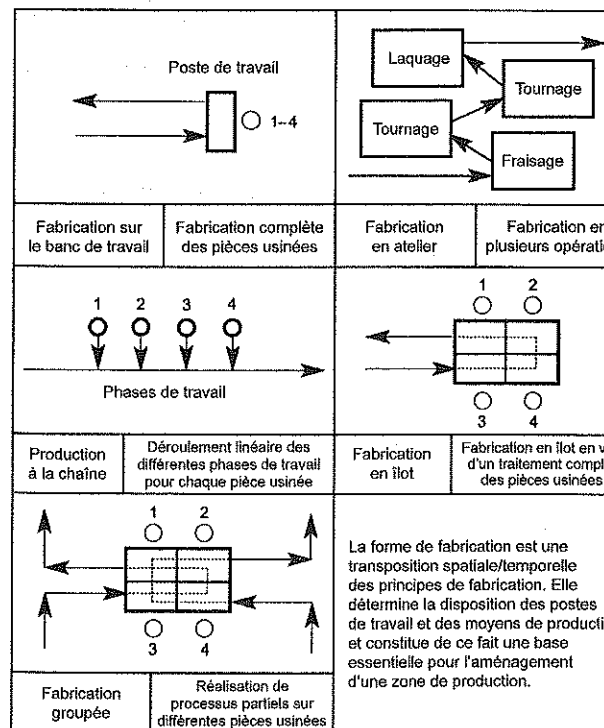
Organigramme			
Gr. de travail	Op. (min)	Op. (h)	Op. (j)
1	4	11	
2	12		
3	6		
4	33		
5	4		
6	10	23	
7	18		
8	10	2	
9	18		
10	18		

③ Cycle de fabrication d'une pièce usinée (exemple)

Symboles		ANSI	VDI
N°	Processus		
1	Usinage	○	+
2	Stockage	▽	△
3	Temporisation	□	□
4	Vérification	□	□
5	Transport	→	→
6	Manipulation	○	○
7	Fabriquer + essayer	○	□

Les symboles proposés par VDI valent pour l'Allemagne, ceux proposés par ANSI sont conseillés pour utilisation dans le monde entier.

④ Symboles



⑤ Formes de fabrication (exemples)

INDUSTRIE CONCEPTION

Fabrication

On appelle « fabrication » la réunion dans le temps et l'espace des forces de travail et des moyens de production (machines, matériaux bruts, etc.) nécessaires à la réalisation de produits et de services. La puissance nécessaire à la fabrication (travail/unité de temps) est appelée « puissance factuelle » ; elle résulte de l'addition du **travail humain** et de la **puissance de la machine**.

L'homme et la machine se complètent dans le cycle de la **production** (fig. 1).

Le déroulement de la fabrication se présente sous plusieurs formes (fig. 5) ; il est conçu sous la forme d'organigrammes (fig. 3).

Le travail humain n'est pas constant mais soumis à une multitude de facteurs individuels et interindividuels (charge-fatigue-repos, âge, sexe, santé).

Les contraintes techniques de la production déterminent fortement la conception des bâtiments industriels mais celle-ci doit intégrer une réflexion sur les conditions de travail du personnel (réduction des nuisances, amélioration de la vie au travail).

Bâtiments	Construction et résistance selon le type d'utilisation
Dimensions des locaux de travail, volume d'air	Surfaces au sol et hauteur sous plafond (en fonction de la surface au sol) suffisantes pour permettre le travail sans porter atteinte à la sécurité, à la santé ou au bien-être Volume d'air à déterminer en fonction du nombre de personnes employées et du type de tâche corporelle
Revêtements de sol, murs, plafonds, toitures	Les surfaces doivent correspondre aux exigences fonctionnelles et être faciles à nettoyer ; les espaces de travail doivent être suffisamment isolés contre le froid, la chaleur et l'humidité Revêtements de sol porteurs, antidérapants et antidéformants, exempts de défauts de planéité, de points de trébuchement, de parties obliques dangereuses Les cloisons vitrées des espaces de travail doivent être visibles, antirifles ou sécurisés ; éléments de toiture translucides uniquement accessibles si équipés de dispositifs de sécurité
Fenêtres, ouvertures zénithales	Doivent pouvoir être ouvertes, fermées ou positionnées en toute sécurité, ne présenter aucun danger à l'état d'ouverture ou en cas de nettoyage
Portes, portails	Position, nombre, dimensions et exécution en fonction du type de local et d'espace et de leur utilisation Signaler à hauteur des yeux les portes transparentes (ou translucides), verre antirifles ou anti-effraction Portes battantes translucides/avec hublot, protection contre les chutes, à proximité directe des portails d'accès des véhicules ; portes pour les piétons bien visibles ; les portes et portails très sollicités mécaniquement doivent pouvoir être manœuvrés avec sûreté, munis de dispositifs de sécurité indépendants et pouvoir être actionnés de façon manuelle/automatique en cas d'urgence
Voies de circulation	Facilité et sûreté d'usage (y compris escaliers, échelles, rampes de chargement), dimensions en fonction du nombre d'utilisateurs et du type de fonctionnement, distances de sécurité suffisantes par rapport aux piétons en cas d'utilisation des voies de circulation comme moyen de transport Voies de secours pour véhicules avec distance suffisante par rapport aux portails, voies piétonnes, sorties d'escaliers, etc. ou bien délimitation des voies de circulation
Voies et issues de secours	Nombre, dimensions et exécution selon l'utilisation, l'aménagement, les dimensions des espaces de travail ainsi que le nombre de personnes présentes, évacuation vers l'extérieur/espace sécurisé aussi courte que possible, signalisation permanente sous une forme appropriée, le cas échéant éclairage de sécurité Les portes de secours doivent pouvoir être facilement ouvertes et à tout moment ; signalisation adéquate, ouverture vers l'extérieur, les portes tambours et les portes coulissantes ne peuvent servir d'issues des secours

⑥ Principales exigences appliquées aux bâtiments et aux éléments de construction

INDUSTRIE CONSTRUCTION DE HALLS

Les bâtiments de production et de stockage sont souvent conçus sous forme de halls à un seul niveau avec de grandes portées et des hauteurs importantes.

Constructions, portées et hauteurs

Structures en bois, métalliques ou en béton armé avec des portées comprises entre 5 et 50 m en fonction des exigences d'utilisation (disposition des machines, accès des fournisseurs et rayons de brassage des véhicules) et des hauteurs de 3 à 6 m. Structure pleine, triangulée ou sous-tendue avec poteaux précontraints (fig. 1), portiques (fig. 5 et 6) ou ossatures contreventées au moyen de tirants, souvent sous forme de bâtiments juxtaposés ou superposés. La hauteur des halls et les surcharges d'exploitation dépendent très souvent des ponts-grues prévus (voir p. 314).

Avantages des halls

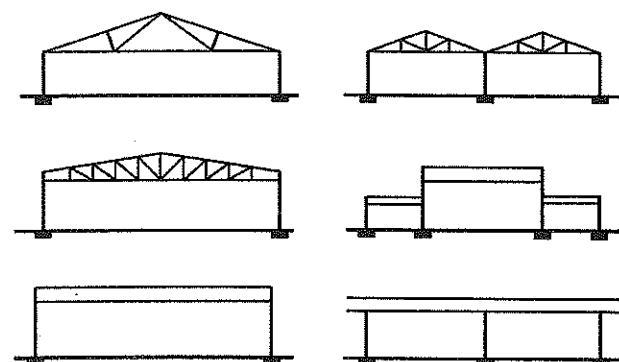
Moindre coût de construction grâce à des toitures légères et absence de structure de plancher complexe, éclairage homogène grâce à des ouvertures zénithales, même en cas de profondeur importante, possibilité de fortes surcharges d'exploitation au sol, exigences de sécurité incendie moins sévères car les flux de personnes et de matériaux partagent le même niveau.

Inconvénients des halls

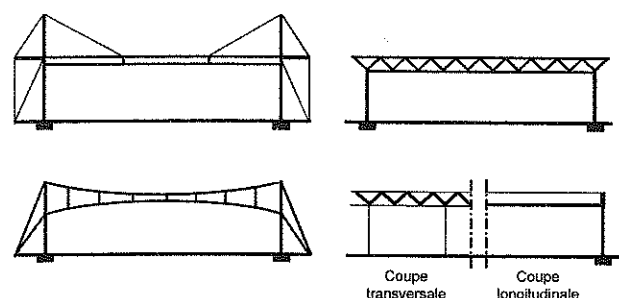
Forte consommation de surface, rapport surface brute/volume défavorable, mauvais comportement thermique (déperditions thermiques, chauffage).

Éclairage, ventilation, installations techniques

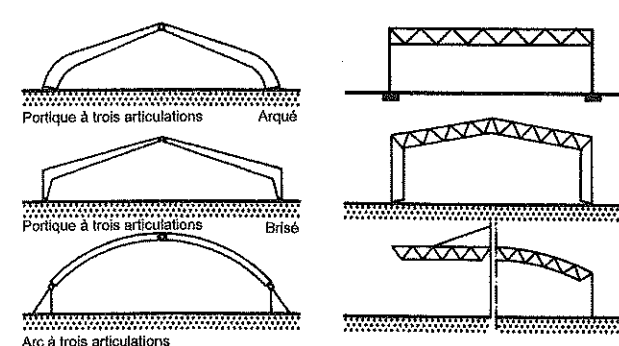
L'éclairage et la ventilation sont assurés par des bandes lumineuses, des sheds ou des coupoles lumineuses dans la toiture (fig. 7 à 12), ainsi que par des fenêtres en bandeau dans les façades. Le chauffage est en règle générale à air chaud (central/décentralisé) ou assuré par plafond rayonnant (chauffage temporaire de certaines zones).



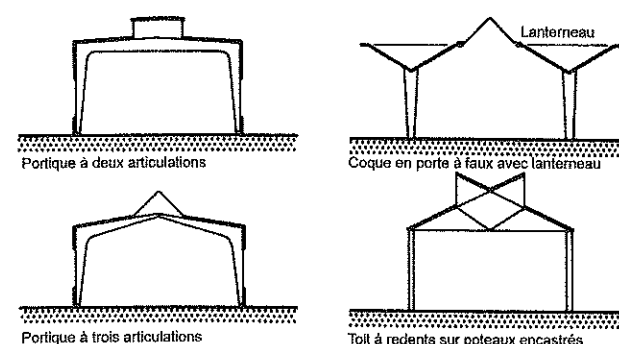
1 Portée unique : poutre sous-tendue, triangulée, pleine
2 Système à portées multiples : par addition, étage, en continu



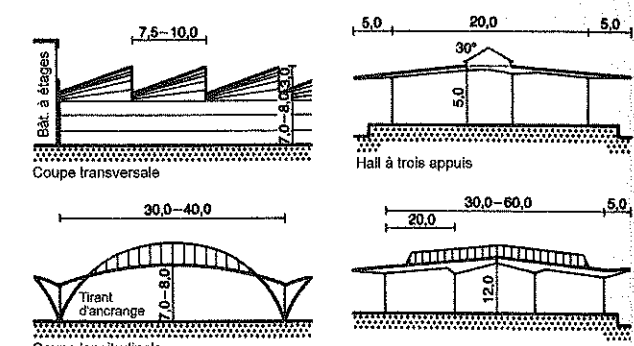
3 Précontrainte, structure tendue, structure gonflable
4 Structure tridimensionnelle, structure plissée, treillis de poutres



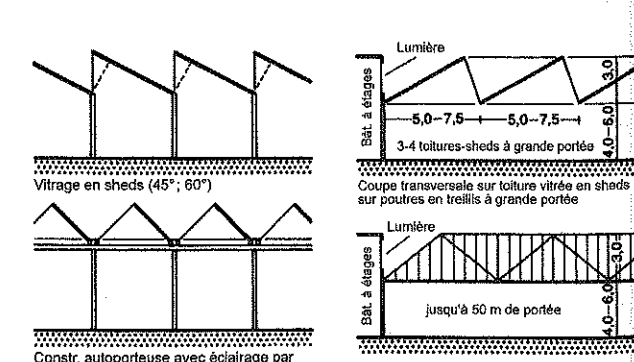
5 Hall de construction en bois lamellé-collé
6 Systèmes de construction légère de halls. La géométrie des treillis à trois dim. permet les solutions ci-dessus.



7 Halls en bois lamellé-collé avec lanterneau sur faîtage
8 Toit à redents



9 Toiture en sheds voûtée
10 Hall avec bandes d'éclairage transversales et poutres cantilever



11 Halls avec verrière en sheds
12 Coupe longitudinale sur toiture en sheds avec poutre transversale dans le plan de la surface vitrée

INDUSTRIE 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.

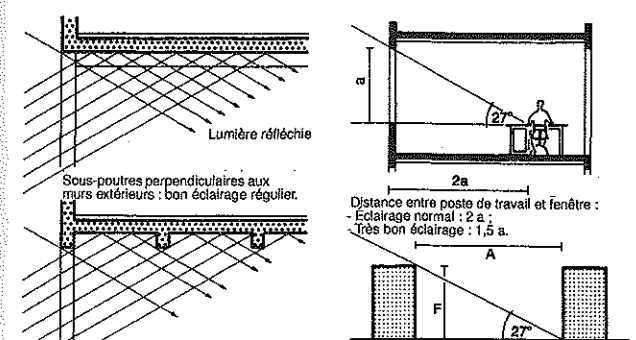
Dimensions : Hauteur des locaux suivant les règlements sur les locaux professionnels $\geq 3,0$ m, au sous-sol et au grenier $\geq 2,5$ m. La profondeur des bâtiments dépend de la hauteur des locaux. Profondeur sur chaque façade des locaux dans des usines isolées à étages : généralement deux fois la hauteur, pour fenêtres sans linteau visible (non compris les passages médians) (fig. 1). Pour une hauteur de 3 m, on aura donc : $12 \text{ m} + 1,75 \text{ à } 3,00 \text{ m}$ de passage = $13,75 \text{ à } 15,00 \text{ m}$ 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 $17,5 \text{ m}$, le plus souvent avec un ou deux appuis (fig. 6), pour une hauteur de 5 m, ce sera une profondeur de $20,00 \text{ à } 22,5 \text{ m}$ (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.

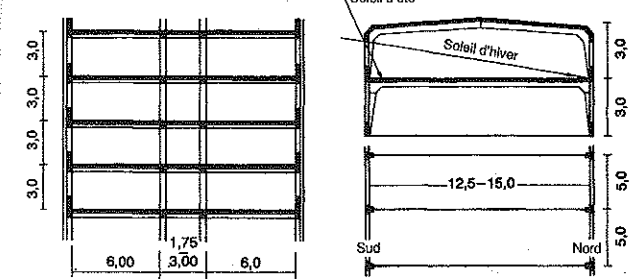
Valeurs approximatives des surfaces de fenêtres :

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 la surface du sol

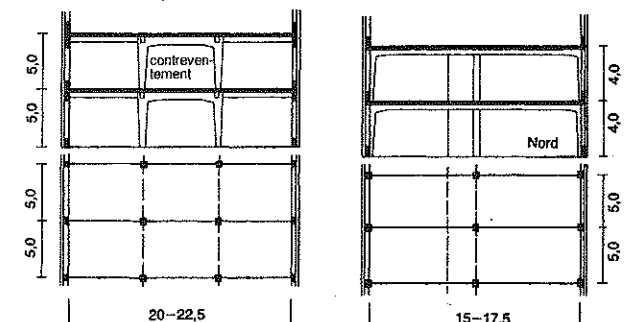
Pour les plus grandes profondeurs de pièces, il est avantageux de disperser la lumière (marquises, jalousies, prismes, etc.). L'orientation des sous-poutres est importante (fig. 1 et 2). Distance des postes de travail par rapport à la fenêtre = deux fois la distance du linteau à la hauteur de la table (fig. 2).



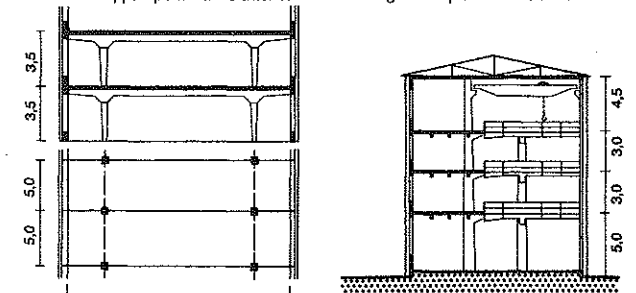
1 Sous-poutres parallèles aux murs extérieurs : éclairage plus faible et irrégulier.
2 Distance favorable entre bâtiments pour obtenir un bon éclairage.



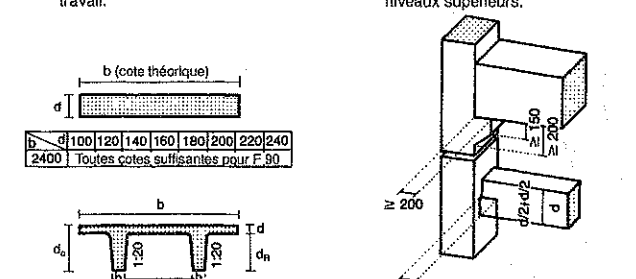
3 Profondeur du bâtiment pour une hauteur sous plafond donnée.
4 Poutre à portée libre, utilisation sans obstacle du local.



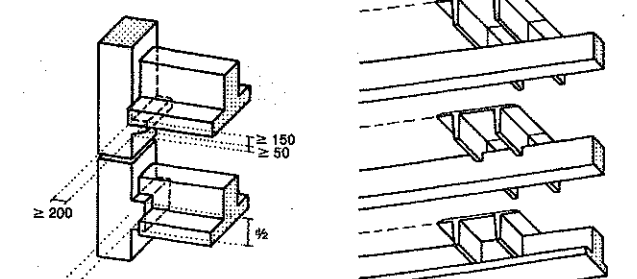
5 Locaux très profonds avec 2 supports médians comme contreventement. Appuis pendulaires extérieurs.
6 Un poteau central permet un couloir médian à droite ou à gauche ; plus grand espace vers le Nord.



7 Les poutres en console sont statiquement avantageuses, mais les appuis encrochent 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 L.
12 Appui de dalles de plancher ; profil en TT.

Le transport constitue une partie du flux des matériaux. La conception du transport consiste à définir les relations ou les missions de transport au sein du flux de matériaux mais aussi les interfaces avec les lieux de stockage (voir p. 315).

Les principales notions en conception du transport sont les suivantes :

- **marchandise transportée**,
- **capacité de transport** (quantités, durées, délais),
- **type de transport** (déroulement du transport),
- **moyens de transport**.

Les moyens de transport sont des dispositifs techniques destinés au transport immédiat ou non des marchandises.

En fonction du mode de transport, on distingue les transporteurs continus et les transporteurs discontinus :

Transporteurs continus

Les transporteurs continus sont des installations mécaniques, hydrauliques ou pneumatiques au parcours défini (fixes ou mobiles en fonction du lieu), sur lesquelles la marchandise est déplacée de façon continue (régulièrement, à une certaine cadence ou à une vitesse variable) entre les lieux de dépôt et de vente. Les transporteurs continus conviennent particulièrement aux marchandises identiques sur un lieu déterminé ; leur haut degré d'automatisation et l'importance du volume de transport expliquent les lourds investissements financiers nécessaires et leur moindre flexibilité.

On compte parmi les transporteurs continus : convoyeurs à tablier et à grille (fig. 5), transporteurs à chaîne porteuse ou à bande (fig. 6), convoyeurs à vis, glissières (fig. 3), transporteurs circulaires sur rail, sur câbles et transbordeurs (fig. 4), convoyeurs à pression et à aspiration (marchandise en vrac ou liquides), convoyeurs à chaîne et élévateurs à godets.

Transporteurs discontinus

Les transporteurs discontinus sont soumis à un mode de fonctionnement discontinu. On distingue les chariots de manutention (liés au sol) et les transporteurs élévateurs (surtout des grues).

Chariots de manutention

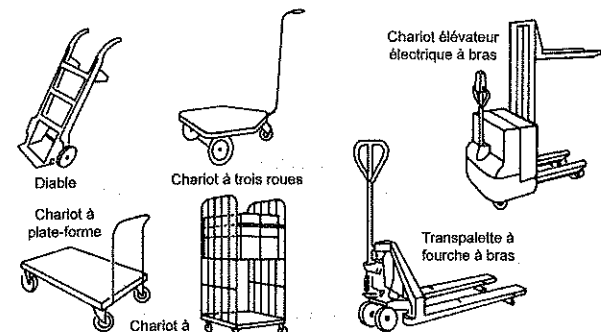
Les chariots de manutention sont à commande manuelle ou mécanique, le plus souvent sans courroie de transmission, les empilements pouvant atteindre 6 m et même 10 m dans certains cas particuliers. On compte, parmi les avantages, les faibles coûts d'installation et leur grande utilité pour relier différents lieux de dépôt et de vente moyennement distants sur des trajets à plat.

Parmi les chariots de manutention, on compte : les transpalettes à fourche à bras, les chariots à plate-forme, les diables et les chariots élévateurs à bras (fig. 1 et 2) (voir p. 316).

Grues

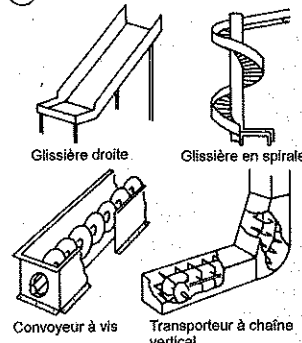
Les grues sont des engins de levage permettant de soulever verticalement des marchandises plus lourdes et volumineuses. Les chariots suspendus ou les treuils aériens ajoutent des mouvements horizontaux supplémentaires (fig. 9 à 12).

Les grues pivotantes (fig. 7 et 8) permettent de soulever des charges en tout point d'une zone déterminée.



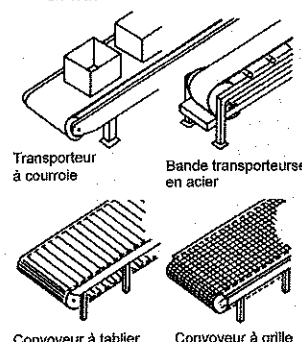
1 Chariots de manutention

2 Chariots de manutention



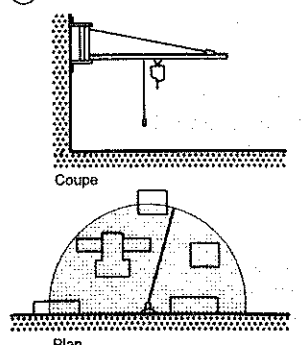
3 Transporteur continu pour produits en vrac

4 Transporteurs continus pour marchandises de détail



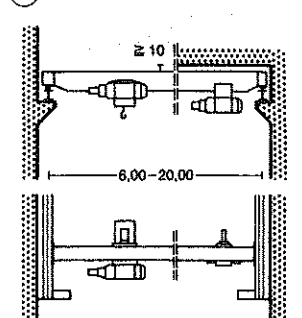
5 Transporteurs continus (fig. 4)

6 Transporteurs continus (fig. 4)



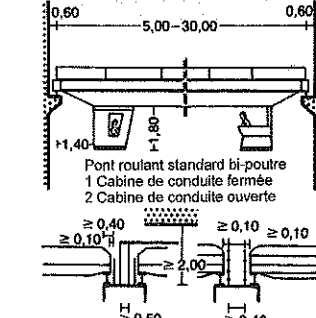
7 Grue murale pivotante

8 Grue pivotante à colonne

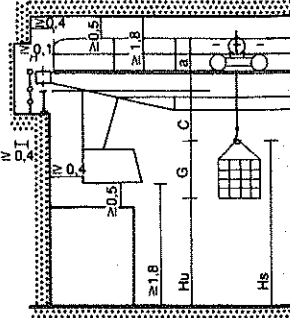


9 Pont roulant standard monopoutre Charge utile 0,5-6,0 t

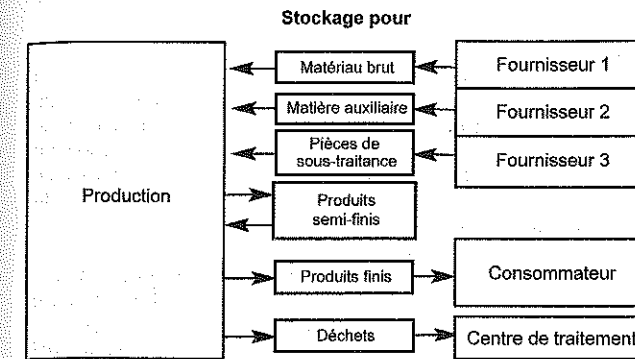
10 Pont roulant standard bi-poutre Charge utile 0,5-6,0 t



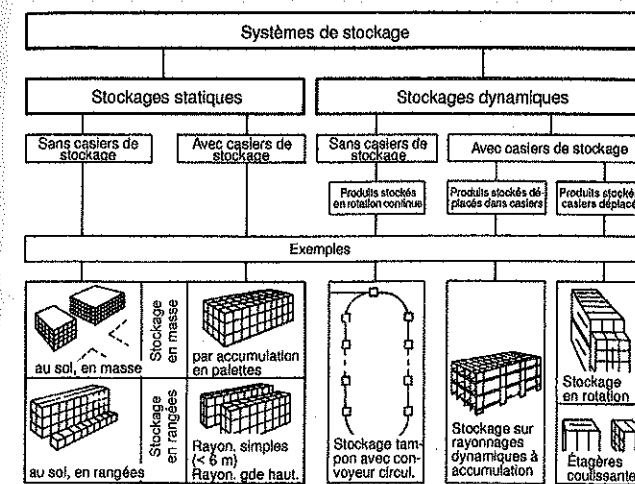
11 Passerelles de chemin de roulement et distances de sécurité



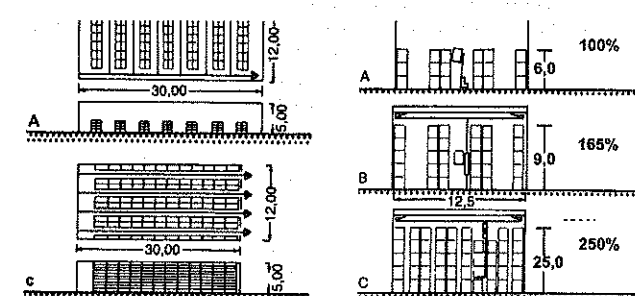
12 Distances de sécurité pour ponts roulants avec cabine de conduite



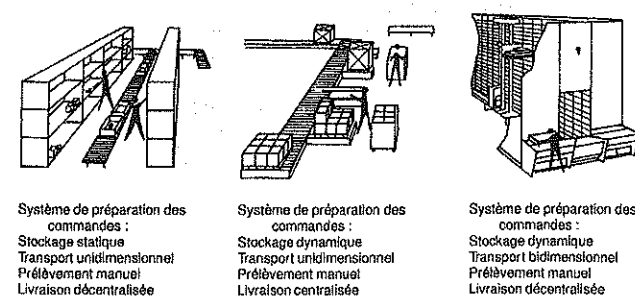
1 Stockage comme tampon entre la production et le marché selon Führer et Störmer (Industriebau, Grundlagen 1)



2 Classification des systèmes de stockage



3 Possibilités d'exploitation d'un hall de stockage

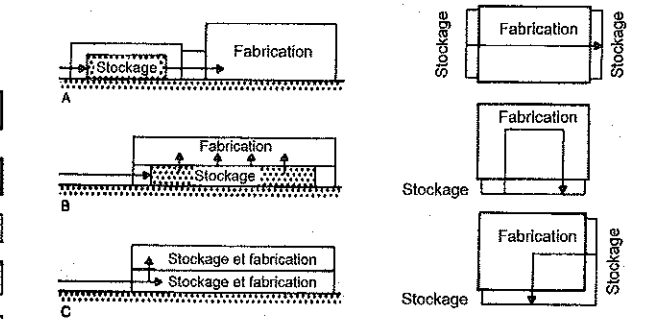


4 Divers systèmes de préparation des commandes

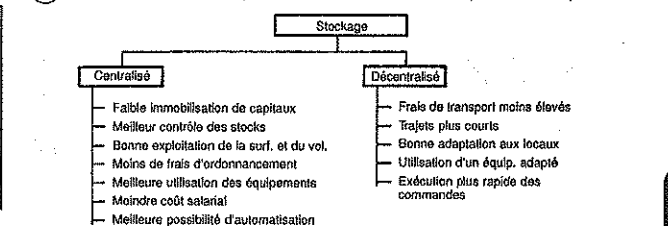
Principes

Le stockage est une des étapes du flux des matériaux et constitue du point de vue logistique un tampon entre la production et le marché (fig. 1). Le stockage est coûteux et ne crée pas de valeur sur le plan de la gestion, ce qui explique que l'on essaye de minimiser par une production flexible (« production juste à temps ») les durées et les quantités de stockage, mais aussi, dans une forte proportion, de limiter le stockage et le transport des matériaux et des marchandises.

Divers systèmes de stockage statiques et dynamiques, avec leurs avantages et leurs inconvénients, s'offrent pour les différents modes de stockage et types de marchandises (fig. 2). En outre, la disposition spatiale des différents lieux de stockage dans le processus de production peut être conçue de plusieurs façons (fig. 5).



5 Emplacement du stockage et flux des matériaux dans le processus de production



6 Avantages d'un stockage centralisé et décentralisé

Voies de circulation entre espaces de stockage	
Piéton	1,25 m min.
Piéton et gerbeur motorisé	Largeur de véhicule + 2 x 0,50 m
Largeur de passage entre rayonnages	
Pour manutention	0,75 m min.
Avec chariot motorisé (fourche orientable)	Largeur de chariot + 2 x 0,50 m
Avec chariot motorisé (fourche fixe)	Chariot + fourche + 0,50 m
Hauteur des rayonnages (en fonction des moyens de stockage)	
Rayonnages manuels à simple étage (double étage)	3,0 m (6,0 m max.)
Rayonnages à palettes avec chariot	6,0 m max.
Rayonnage de grande hauteur avec chariot	9,0 m max.
Rayonnage de grande hauteur avec grue	25,0 m max.

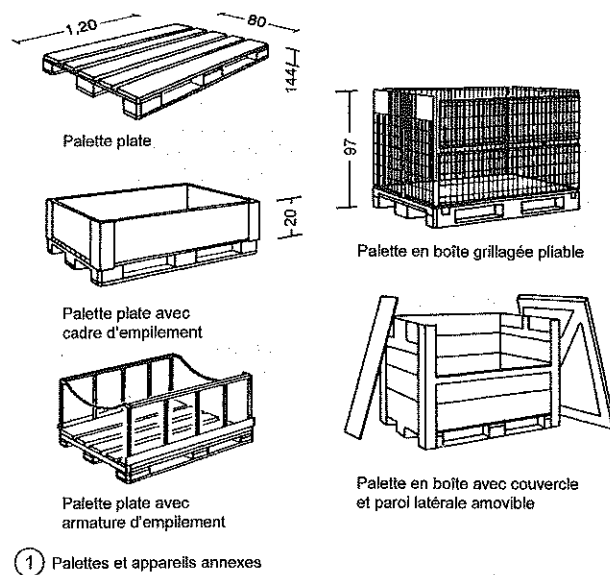
7 Dimensions de base pour le stockage

Commissionnement

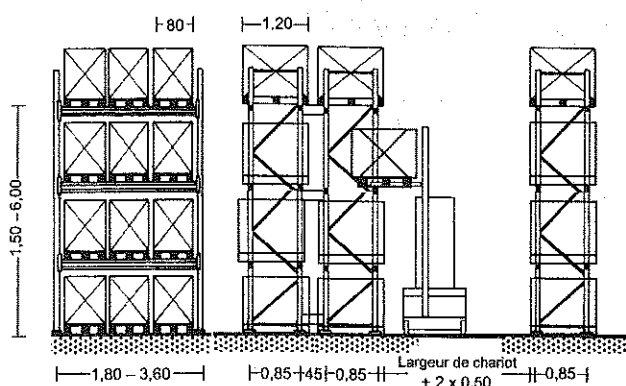
On entend par commissionnement le recensement et la préparation avant envoi des articles stockés faisant l'objet d'un contrat. On distingue le commissionnement simple (lié à un contrat) et le commissionnement double (avec zone de prélèvement avant le stockage servant d'intermédiaire et aussi le classement des articles de plusieurs contrats).

Le déroulement du travail s'effectue de façon flexible, sans ou avec un soutien technique simple sous forme de système « homme vers marchandises » (fig. 4, illustration 1), ou à l'aide de chariots élévateurs puissants semi-automatiques ou entièrement automatiques et une infrastructure complexe sous forme de système « marchandises vers homme » (fig. 4, illustrations 2 et 3).

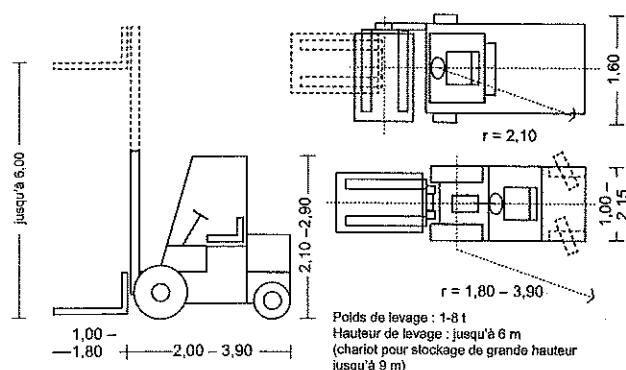
INDUSTRIE STOCKAGE



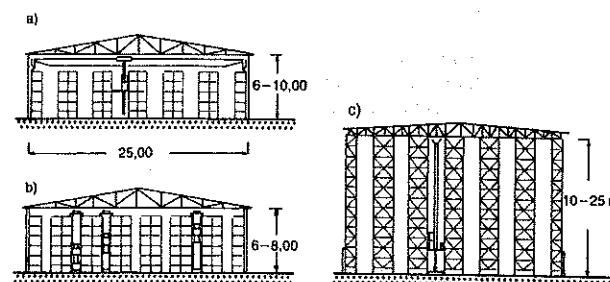
1 Palettes et appareils annexes



2 Rayonnage à palettes avec chariot élévateur (fourche pivotante) (élévation, coupe)



3 Chariot élévateur avec fourche pivotante et fixe (élévation, plan)

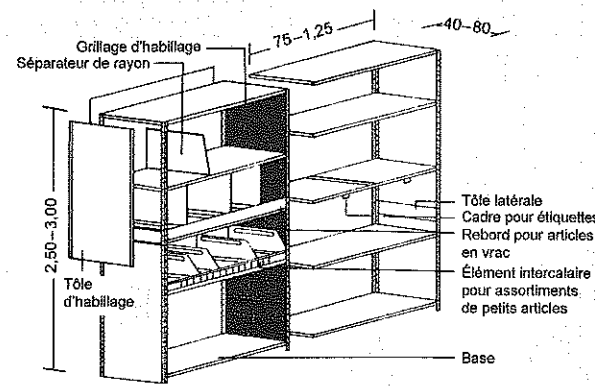


a) Stockage universel avec pont gerbeur en pont suspendu ou en portique
b) Hall de stockage avec rayonnages fixes pour palettes
c) Stockage sur rayonnages de grande hauteur

Appareils de stockage

Les appareils de stockage servent à rassembler les marchandises en unités de chargement en vue d'une optimisation spatiale et de transport tout en évitant les opérations de transbordement. Les appareils de stockage de pièces les plus courants sont les caisses de stockage modulaires en tôle ou en plastique, les **palettes** (plates, avec faces latérales et équipements spécifiques) mais aussi, et de plus en plus souvent, les **conteneurs**. Dans le cadre du pool européen de palettes et pour une simplification du transport international a été développée la palette de transport standardisée (Europapallette, Poolpalette, 800 x 1 200 x 144 mm) qui présente différents systèmes d'empilement (fig. 1). Les palettes normalisées peuvent être échangées au sein du pool sans transfert. De nombreuses dimensions pour l'emballage, le transport et le stockage ont été fixées à partir de celles des Europallettes.

En raison d'un usage diversifié et de fortes sollicitations, les appareils de stockage sont soumis à une multitude d'exigences relatives aux marchandises.



5 Système vissable sur cornières, pour tous usages

Moyen de stockage

Le choix du moyen de stockage est déterminant lors de la conception du stockage. Il est fonction de la marchandise, de la quantité, du poids et de la fréquence de rotation des marchandises stockées, mais aussi de l'organisation du stockage et des moyens de transport. De nombreuses contraintes s'appliquent aux moyens de stockage (voir p. 315). Le système traditionnel de stockage dans des halls industriels s'effectue à l'aide de rayonnages à tablettes (fig. 5), rayonnage manuel pour les petites pièces. Ils sont montés à l'aide de systèmes de vissage/emboîtement (par ex. équerres perforées) et comprennent des plateaux métalliques, un remplissage en grillage métallique, des tiroirs ou des portes. Ces systèmes peuvent raisonnablement atteindre environ 4,5 m de hauteur (avec un niveau intermédiaire accessible) et acceptent des surcharges de 250 kg/sol. Parmi les systèmes de caisses standardisées en profilés en U et IPE, les **rayonnages à palettes** conviennent pour des sollicitations et des hauteurs supérieures. Les espaces ayant des entraxes de 2,80 m environ (adaptés pour 3 Europallettes juxtaposées) se sont imposés. La hauteur peut même atteindre 6,00 m si l'on utilise des chariots élévateurs (fig. 2). Les largeurs de passage entre rayonnages dépendent des dimensions et du type de construction des chariots élévateurs utilisés (chariot fixe, orientable) et des exigences spécifiques (largeur de véhicule + 2 x 50 cm) (fig. 3). En vue d'atteindre de fortes densités de marchandises, on a parfois recours à des **stockages de grande hauteur** totalement automatisés, disposant de grues d'empilement orientables spéciales ; ils peuvent atteindre 25 m de haut et sont souvent indépendants spatialement du site de fabrication. Il s'agit en règle générale de systèmes intégrés (rayonnages et enveloppe du bâtiment). Ils sont proposés par des sociétés spécialisées (fig. 4).

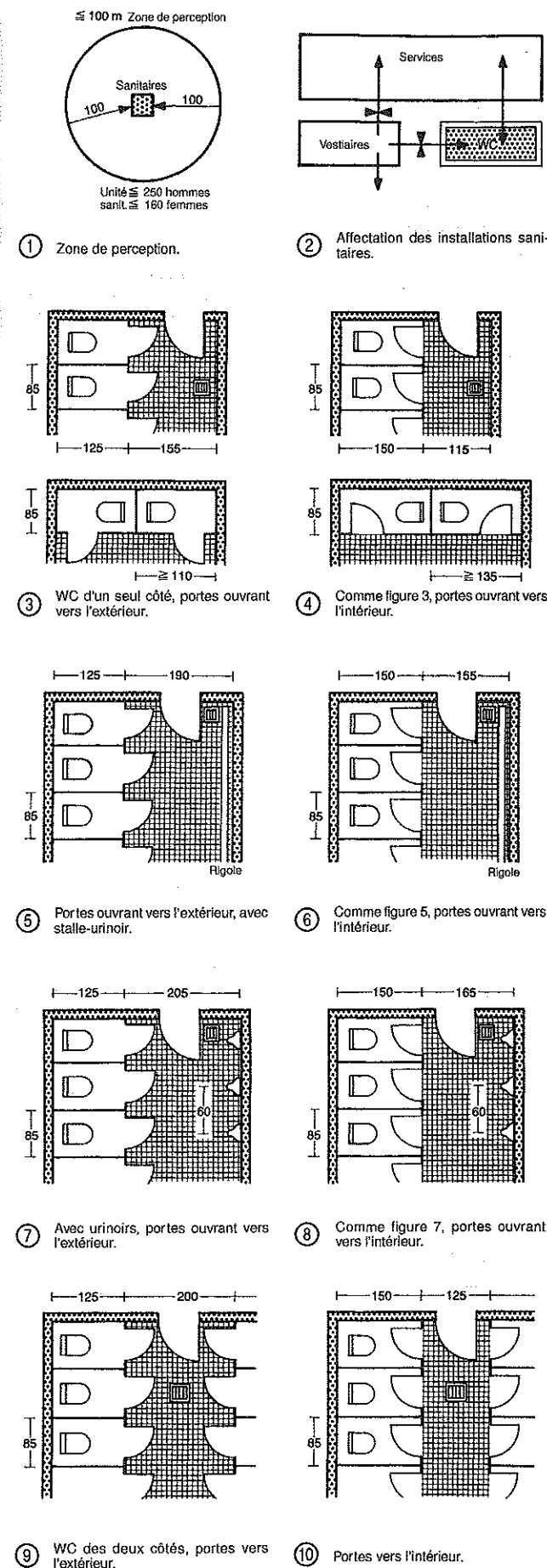
INDUSTRIE WC - SANITAIRES

La conception fonctionnelle des sanitaires et locaux sociaux a pour but de créer une bonne ambiance dans l'entreprise. Entre autre : toilettes, vestiaires (p. 319), douches et bains (p. 318), 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 exclusivement 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. Évier-timbre 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.



Nombre employés	Hommes					Femmes				
	WC	Urinoirs ¹⁾	Stalles-urinoirs en m ²	Lavabos ²⁾	WC supplément.	WC	Lavabos	WC supplément.	Poubelles	Éviers
10 ⁴⁾	1	1	0,6	1	1	10 ⁴⁾	1	1	1	1
25	2	2	1,2	1	1	20	2	1	1	1
50	3	3	1,8	1	1	35	3	1	1	1
75	4	4	2,4	1	1	50	4	2	2	1
100	5	5	3,0	2	1	65	5	2	2	1
130	6	6	3,6	2	2	80	6	2	2	1
160	7	7	4,2	2	2	100	7	2	3	1
190	8	8	4,8	2	2	120	8	3	3	1
220	9	9	5,4	3	3	140	9	3	4	1
250 ⁵⁾	10	10	6,0	3	3	160 ⁵⁾	10	3	4	1

¹⁾ Augmentation possible jusqu'à 1,5 fois plus.

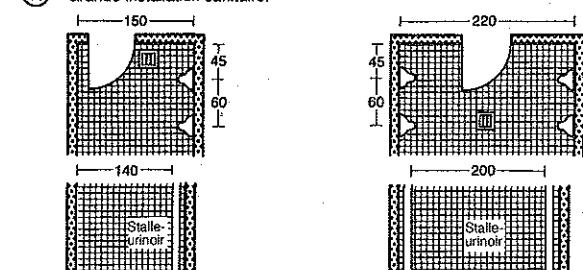
²⁾ Dans un local isolé pour produits d'entretien. Si les sanitaires hommes se situent loin des sanitaires femmes, prévoir également des éviers dans ces locaux.

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.

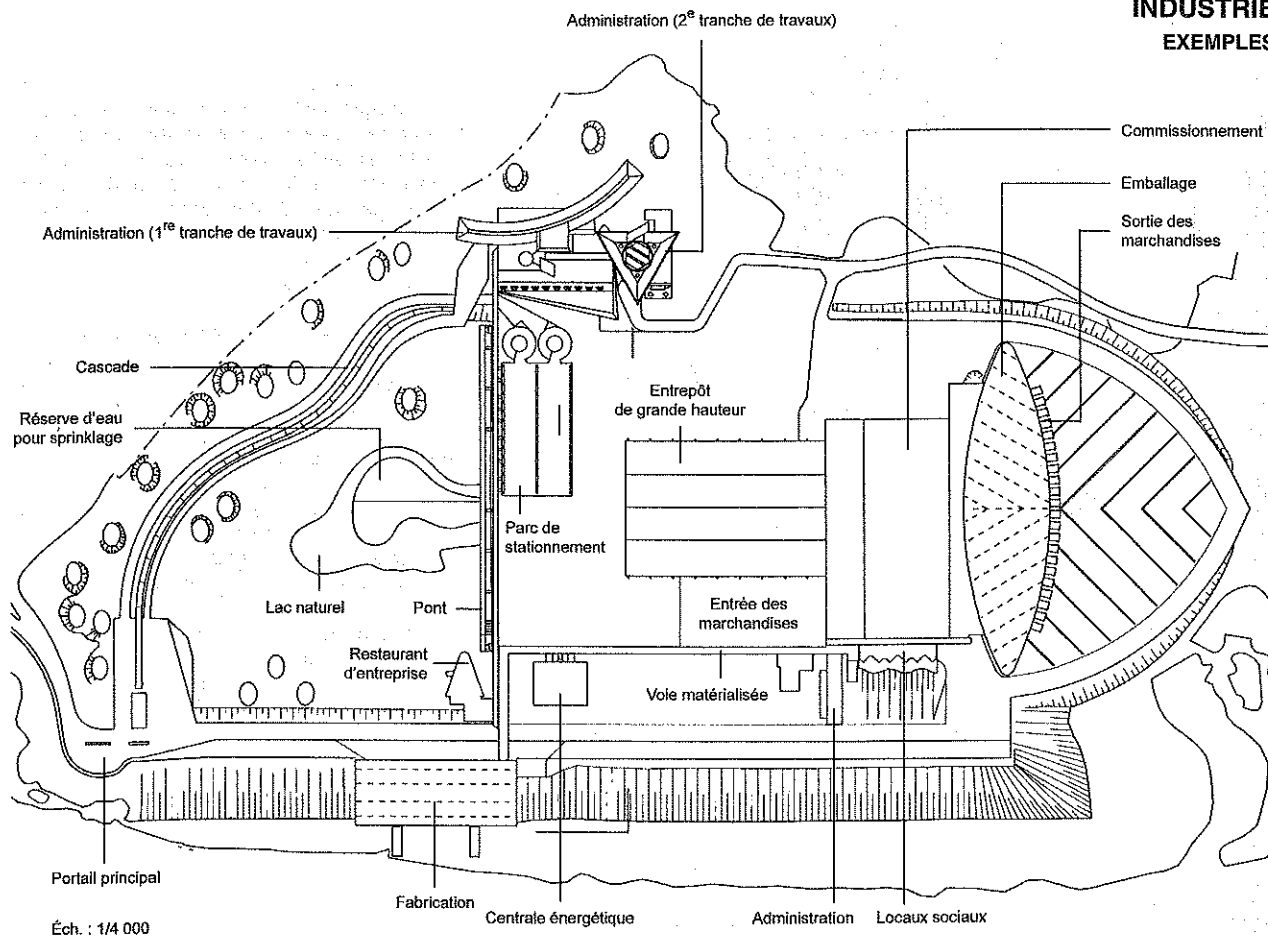
11 Grande installation sanitaire.



12 Sanitaires sur un seul côté, stalle-urinoir, urinoirs.

13 Sanitaires sur deux côtés.

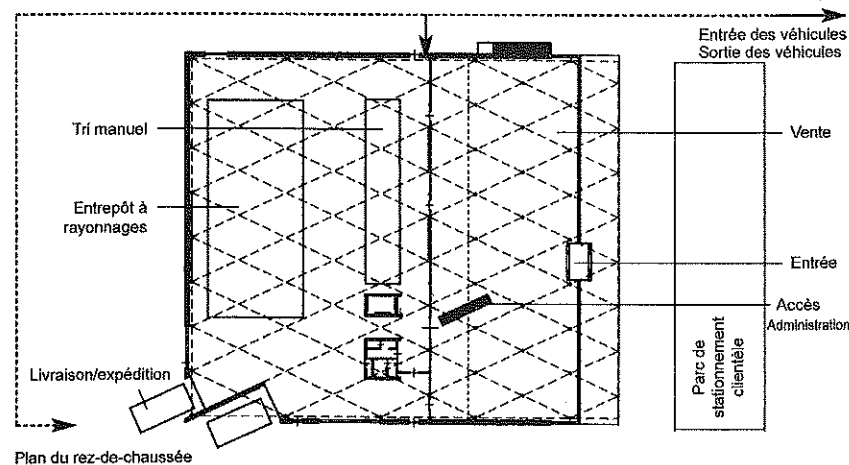
INDUSTRIE EXEMPLES



1 B. Braun Melsungen AG, usine de Pfeffewiesen

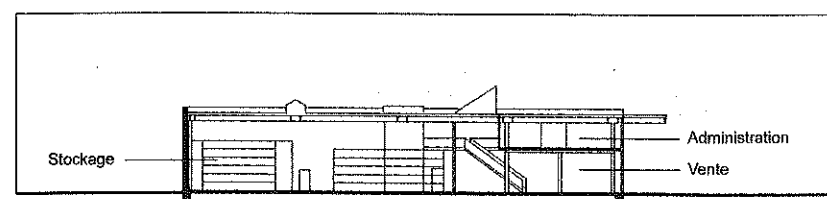
Arch. (1^{re} tranche de travaux) : James Stirling, Michael Wilford et ass. en association avec Walter Nägele
Arch. (2^e tranche de travaux) : Wilford Schupp Architekten GmbH

Industrie
Lieux d'activité



2 Halle industrielle Aug. Hülken GmbH à Düren

Arch. : Kister Scheithauer Gross



3 Coupe

Installations industrielles additives (fig. 1)

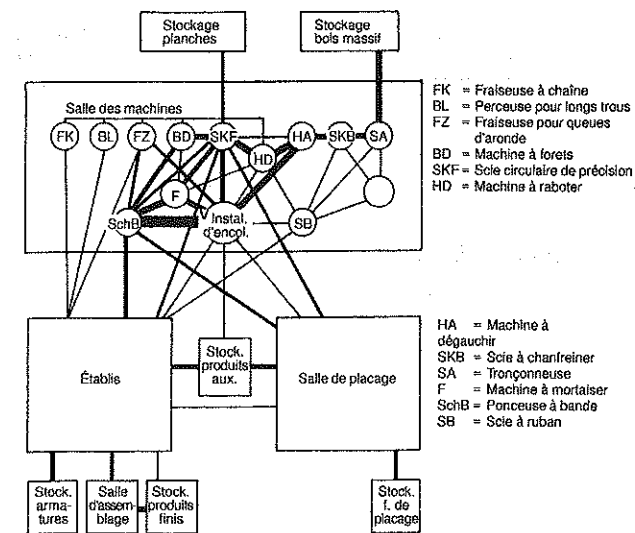
Les unités fonctionnelles (administration, fabrication, parc de stationnement, entrepôts de grande hauteur, commissionnement, sortie des marchandises) sont conçues en fonction de leurs propres exigences et présentent une architecture indépendante. Les différentes unités sont regroupées dans un espace paysager conçu en relation avec la nature.

Un système de liaisons par passerelles relie les unités entre elles (voie matérialisée, pont de liaison).

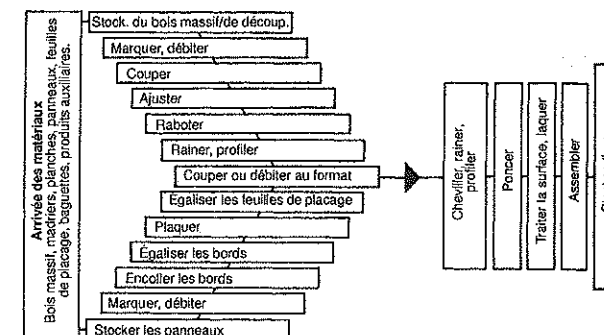
Installations industrielles intégratives (fig. 2)

Disposés sur deux niveaux, les zones de vente, de l'administration et de réception, et le hall de stockage sont rassemblés dans un bâtiment unique en forme de parallélépipède, les livraisons se font à l'arrière. Le bâtiment comporte une structure en acier, sans points d'appui à l'intérieur (portée de 40 m), formée d'une grille de poutres en forme de losanges, en porte-à-faux côté entrée, fixée sur des poteaux, ainsi qu'un réseau de poutres secondaires en bois également en forme de losanges.

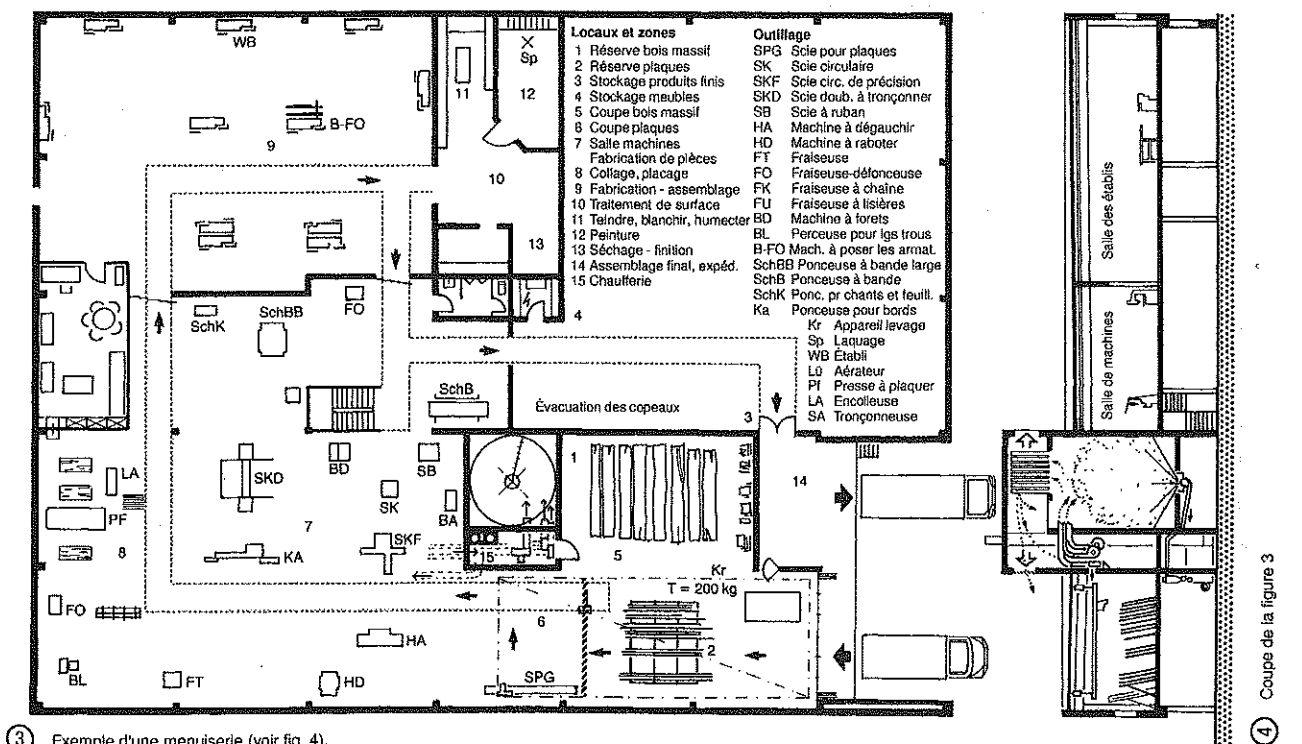
ATELIERS CONCEPTION



1 Organigramme des moyens de production. L'épaisseur du trait est fonction du flux de la circulation intérieure.



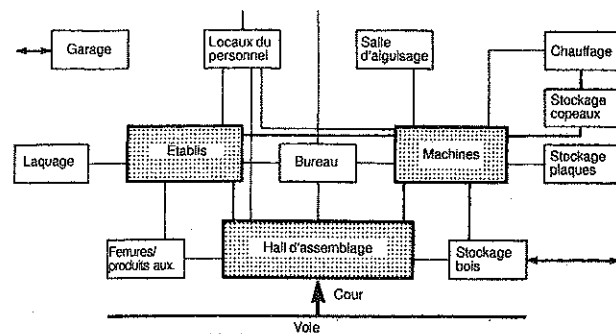
2 Schéma du déroulement de la production



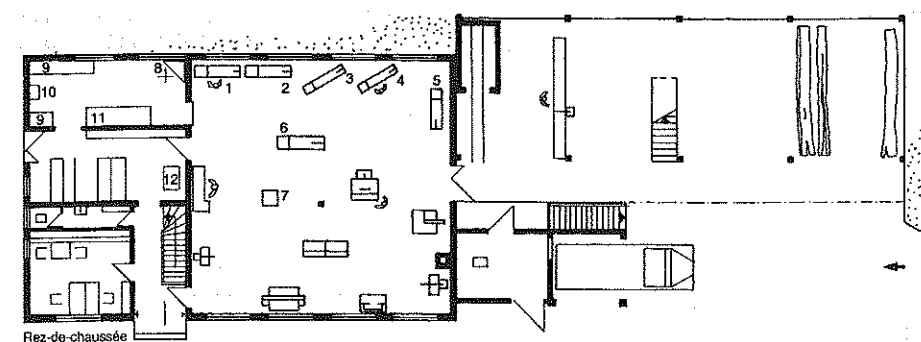
3 Exemple d'une menuiserie (voir fig. 4).

Industrie
Lieux d'activité

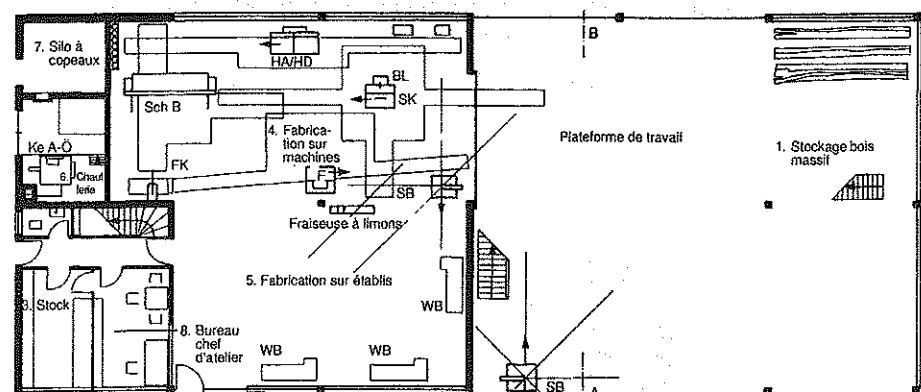
ATELIERS ATELIERS DE CHARPENTE



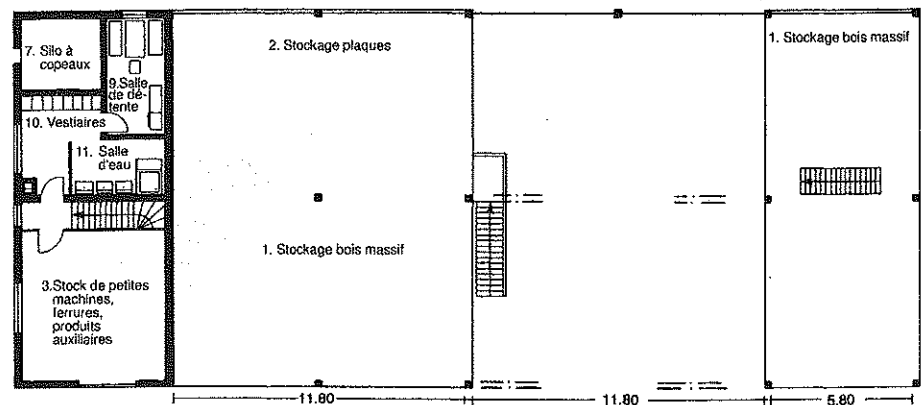
① Schéma de fonctionnement d'un atelier de charpente et d'ossature bois



② Exemple d'un atelier de tournage du bois



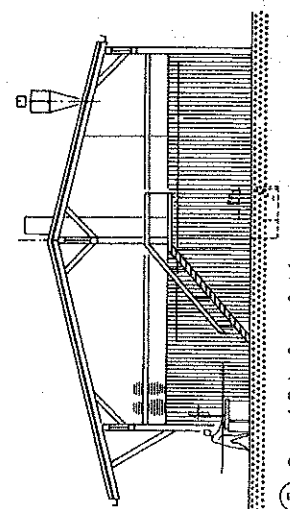
③ Exemple d'un atelier d'ossature bois - Rez-de-chaussée (fig. 4 et 5)



④ Niveau supérieur (fig. 3 et 5)

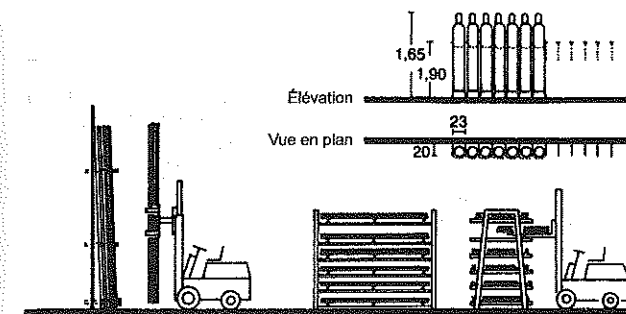
- 1-5 Tours
- 6 Tour automatique
- 7 Tour pour barres rondes
- 8 Peinture au pistolet
- 9 Table de pose
- 10 Appareil de laquage
- 11 Sécheuse à laque
- 12 Tambour de polissage

- 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
- 12 Salle à ruban

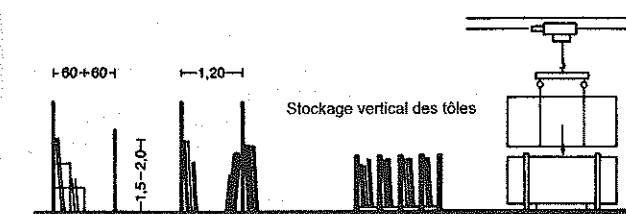


⑤ Coupe A-B des figures 3 et 5

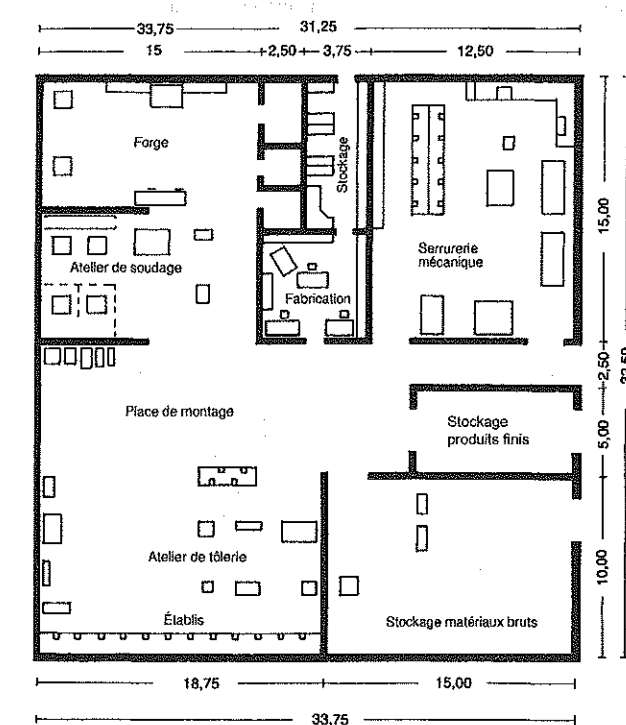
ATELIERS ATELIERS DE SERRURERIE



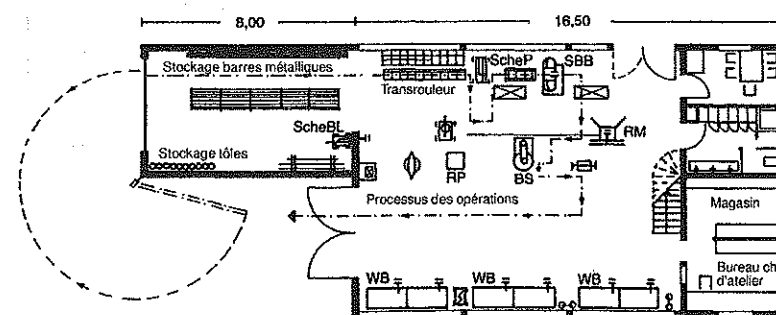
① Stockage vertical de barres métalliques Stockage de tôles en rayonnages



② Stockage d'éléments courts Chargement par engins de levage



③ Serrurerie avec disposition des machines et du stockage



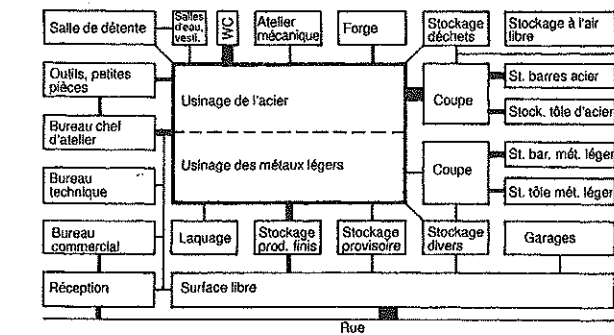
④ Serrurerie en bâtiment et construction métallique fine

Les grands ateliers comprennent plusieurs postes de travail : soudage autogène, assemblage, construction et réparation, serrurerie d'art, de construction et mécanique.

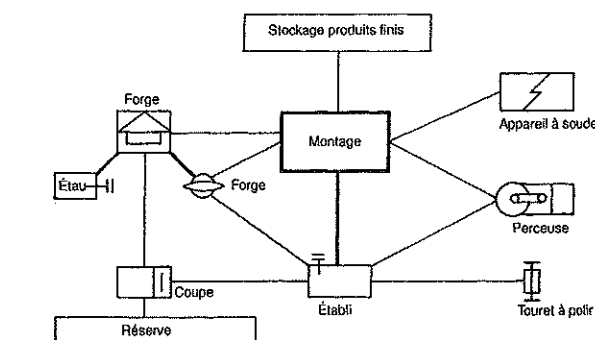
Les liaisons entre les locaux correspondent au schéma fonctionnel (fig. 5). Les bureaux d'exploitation et du chef d'atelier doivent occuper une position centrale pour pouvoir si possible avoir une vue sur tous les ateliers. Les ateliers de soudage et de forgeage devraient être fermés par des portes métalliques, même dans les ateliers de taille moyenne.

Les ateliers devraient bénéficier d'un éclairage zénithal et, au moins, un éclairage ponctuel permettant le fonctionnement indépendant des machines (chemins de câbles dans le sol). Sol en béton, au mieux sur support en béton.

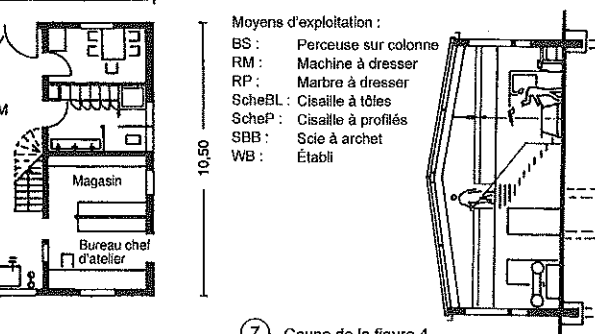
Table à souder recouverte de pierres réfractaires. Pour le soudage de la fonte et du métal, prévoir du charbon pour le préchauffage, plus une petite forge pour le soudage du bronze, pour forger et tremper. À proximité, récipients d'eau et d'huile pour le trempage.



⑤ Organigramme des locaux pour une entreprise d'usinage de métaux et construction métallique

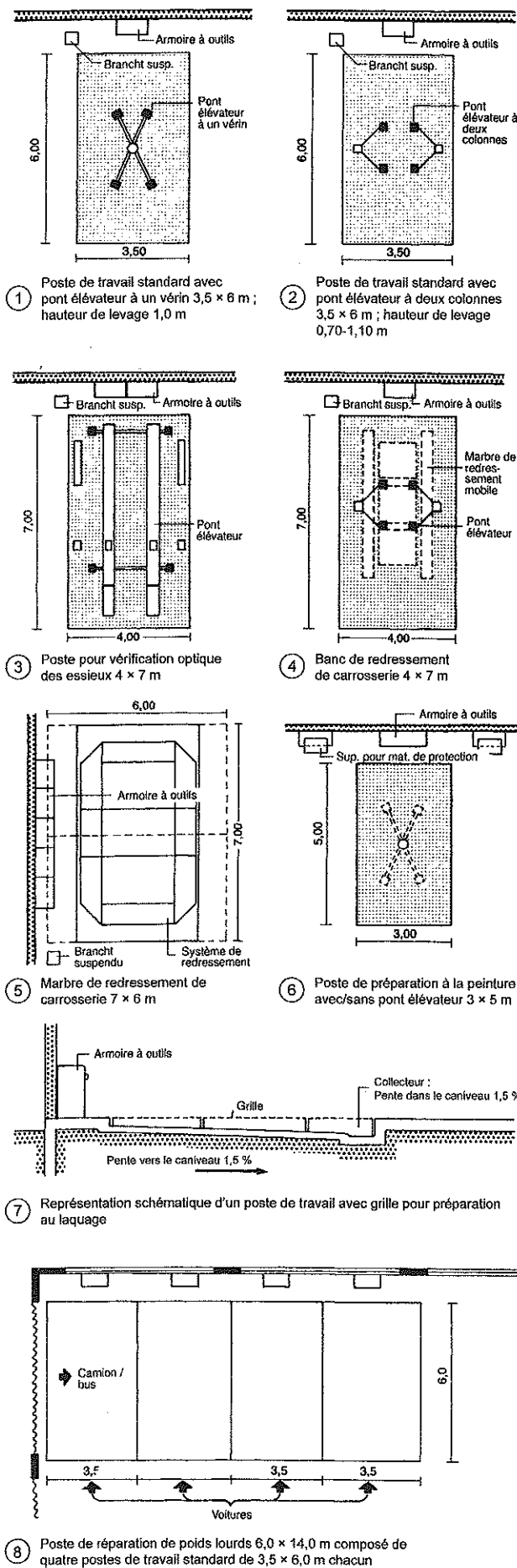


⑥ Exemple d'un phasage des opérations pour des travaux de serrurerie en bâtiment



⑦ Coupe de la figure 4

- Moyens d'exploitation :
- BS : Perceuse sur colonne
- RM : Machine à dresser
- RP : Martre à dresser
- ScheBL : Cisaille à tôles
- ScheP : Cisaille à profilés
- SBB : Scie à archet
- WB : Établi



ATELIERS

ATELIERS DE RÉPARATION AUTOMOBILE

Choix du terrain pour le service clientèle : si possible une situation avantageuse par rapport à la circulation (même si les frais de préparation du terrain et de construction sont plus élevés). En cas de situation en limite urbaine, soigner la publicité et le retour d'avis de la clientèle.

Règle de base : 1/3 terrain bâti, 2/3 non bâti. Prévoir les extensions futures.

Pour les très grands établissements, compter en moyenne 200 m² par poste de travail pour l'atelier.

Prévoir en plus les locaux de vente, bureaux d'exploitation, salle d'attente clientèle, pièces réservées au personnel...

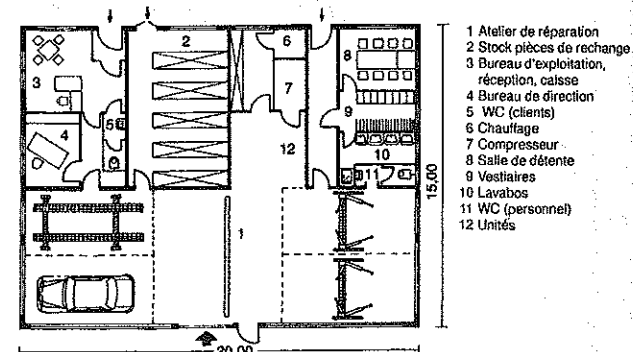
Construction la plupart du temps de plain-pied, structure métallique en préfabrication partielle ou totale. Halls sans appuis intermédiaires. Extension à prévoir dans le prolongement avec le même rythme de fermes.

Vitrification des sols de l'atelier contre l'infiltration d'huiles et de graisses. Prévoir des séparateurs d'hydrocarbures.

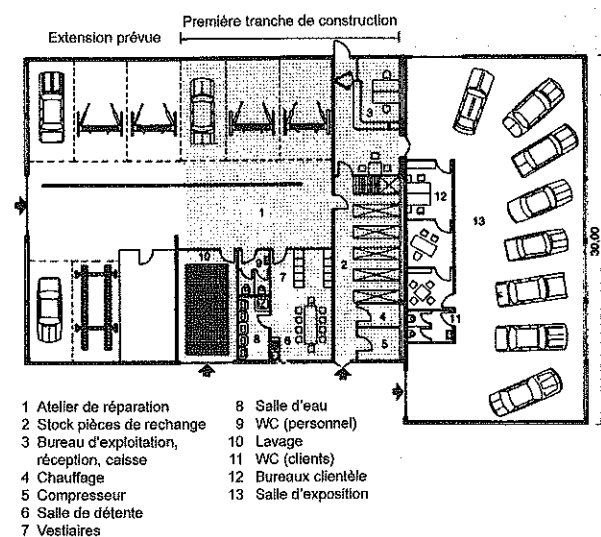
Prévoir également des conduits d'évacuation des gaz d'échappement ainsi que des portes à ouverture automatique avec soufflerie verticale d'air chaud.

Il est recommandé d'installer des caniveaux techniques pour le réseau électrique, l'air comprimé, les huiles usagées et l'eau. S'assurer que les réseaux de distribution sont suffisants. Dans le cas d'installations de lavage, consommation d'eau élevée.

Exemples d'ateliers de réparation de différentes dimensions : fig. 9 et 10.



9 Exemple de conception d'un atelier avec quatre postes de travail pour un terrain avec large façade en bordure de rue



10 Exemple de conception d'un atelier avec huit postes de travail, hall de lavage et salle d'exposition

ATELIERS

BOULANGERIE-PÂTISSERIE

Une planification systématique comprend l'anticipation sur toutes les situations et procédés techniques et commerciaux, auxquels les composants 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 stocks suivants :

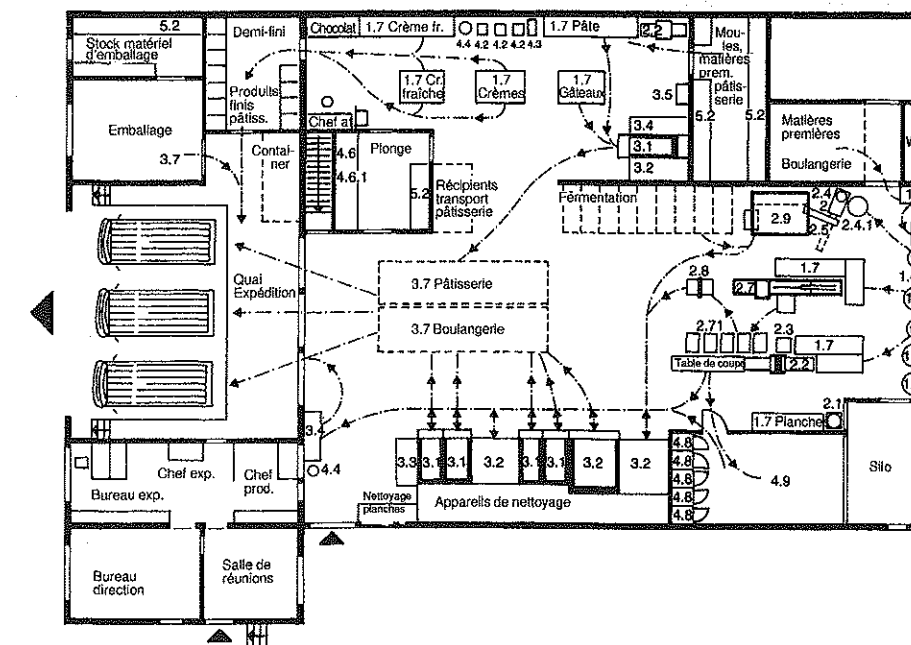
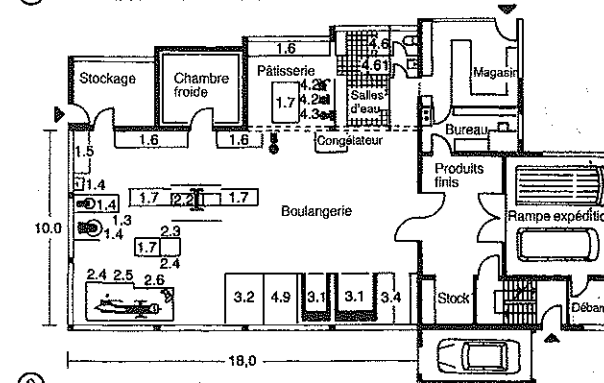
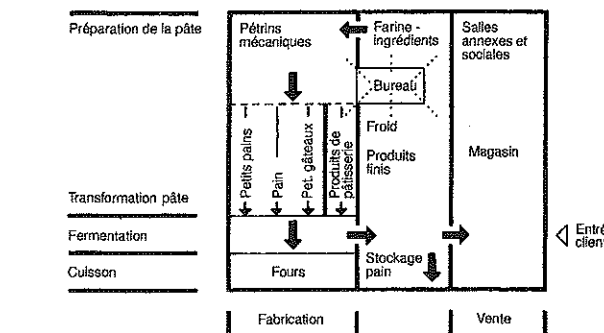
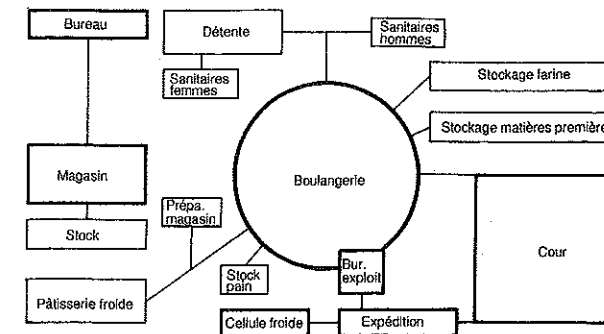
Stock de matières premières : gruau, sucre, sel, pâte, produits secs dans des sacs, farine dans des silos ou sacs.

Stock d'ingrédients : fruits, garnitures, fruits séchés ou confits, graisses, œufs. Stock d'emballages : espace nécessaire pour récipients (rayonnages, étagères, armoires, dépôts, tables de pose).

Espace pour circulation (couloirs) : surface minimale du magasin 15 m². Approximativement, tous magasins confondus 8 à 10 m² par employé. Trajets courts entre magasin et locaux de travail. Séparation entre le local de fabrication du pain et celui de la pâtisserie : pour la fabrication du pain le local doit être chaud et humide et pour la pâtisserie il doit être plutôt frais.

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).



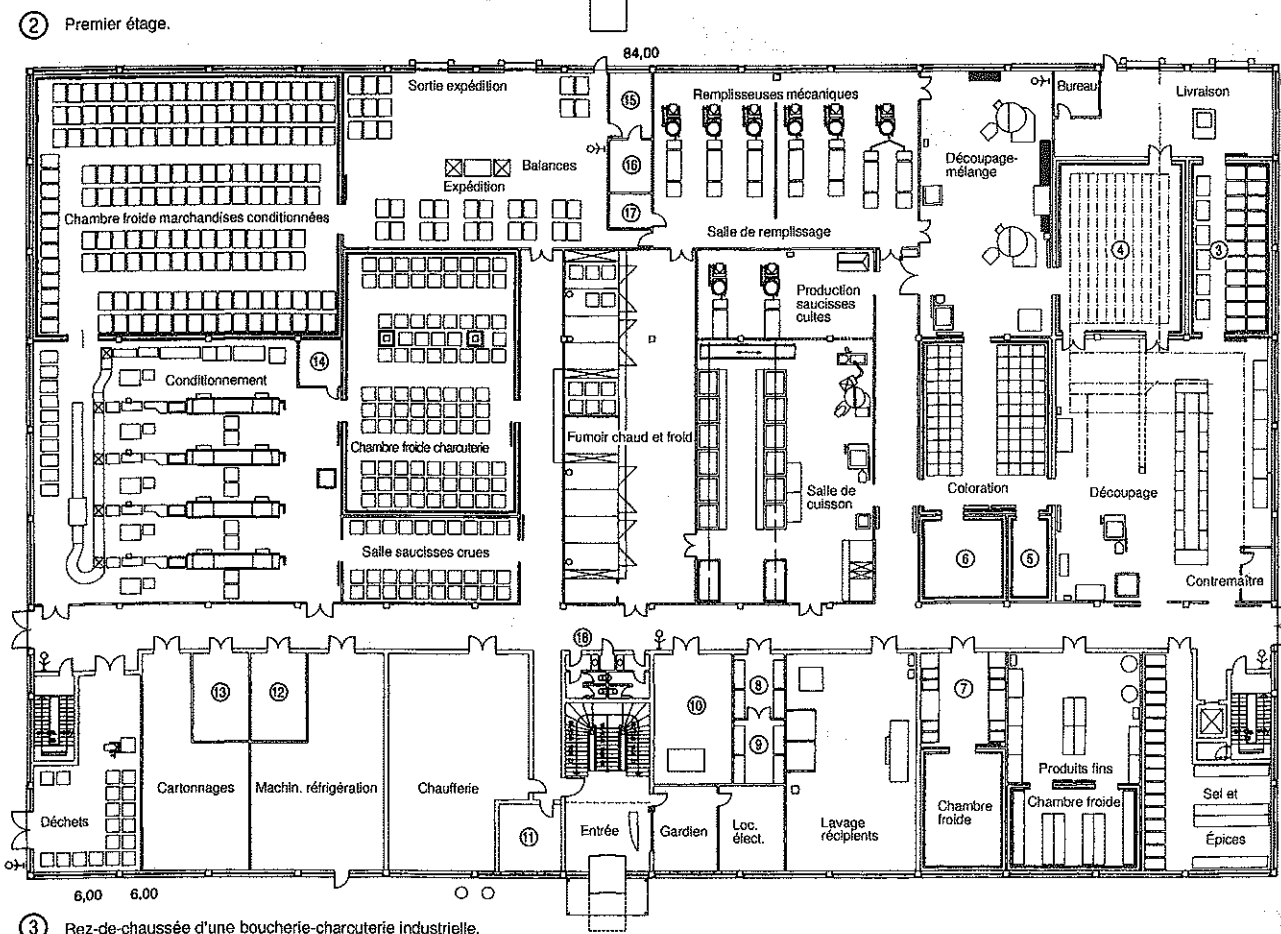
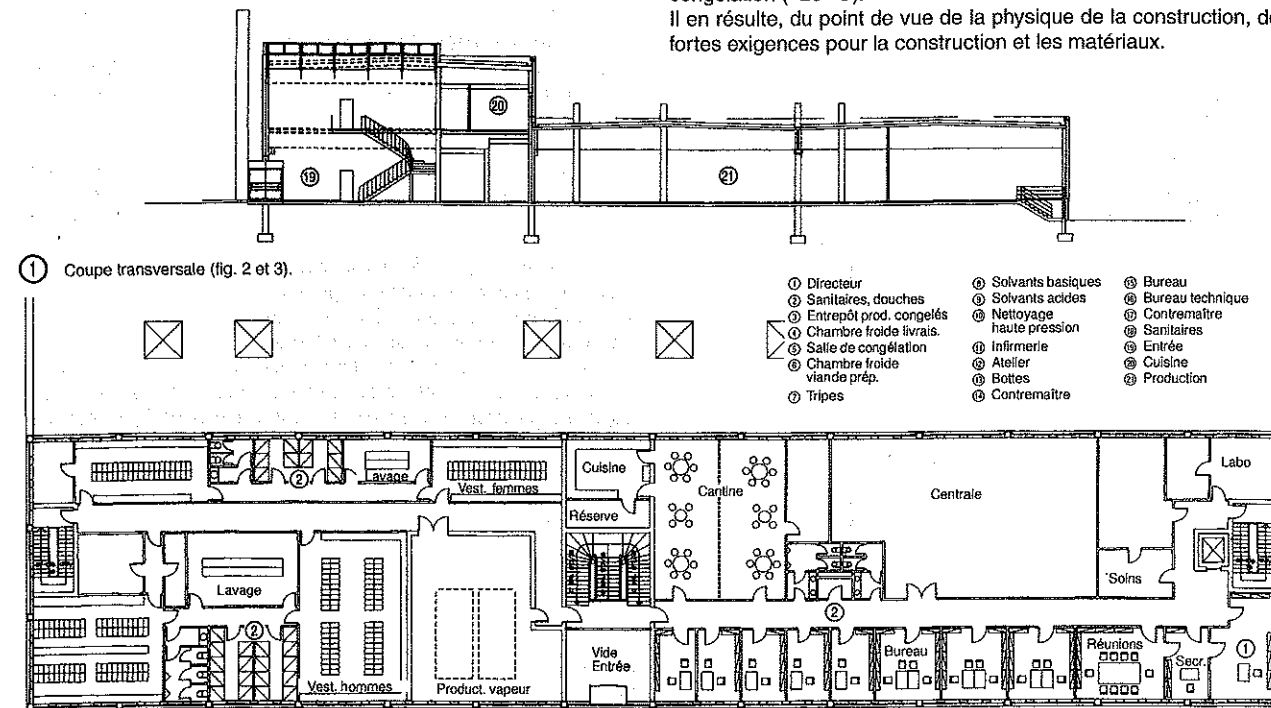
Légende des figures 3 et 4

- 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 (décaiss. du sol env. 200 mm)
- 5 Divers
 - 5.1 Évacuation des eaux du sol
 - 5.2 Rayonnages

ATELIERS BOUCHERIES INDUSTRIELLES

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.



3 Rez-de-chaussée d'une boucherie-charcuterie industrielle.

ATELIERS DIVERS

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.

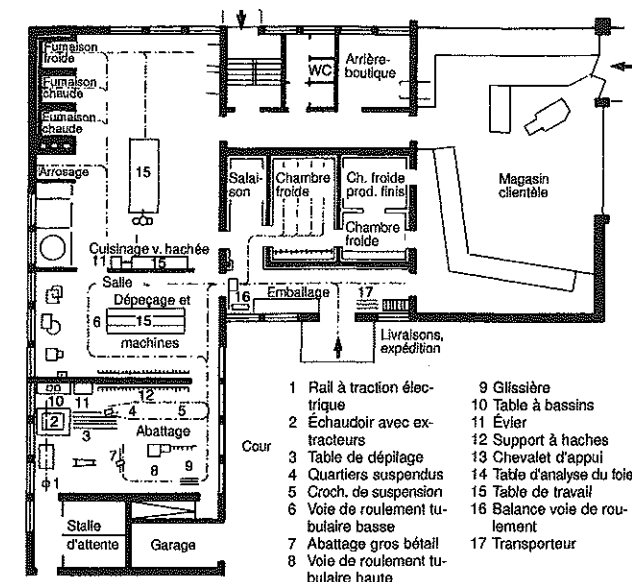
Hauteur des salles de travail (selon taille de l'établissement) ≥ 4 m, largeur des passages pour le mouvement des marchandises ≥ 2 m. Pour les postes de travail de hacheur et broyeur 1 m devant et sur les côtés = 3 m².

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 antidérapant 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.

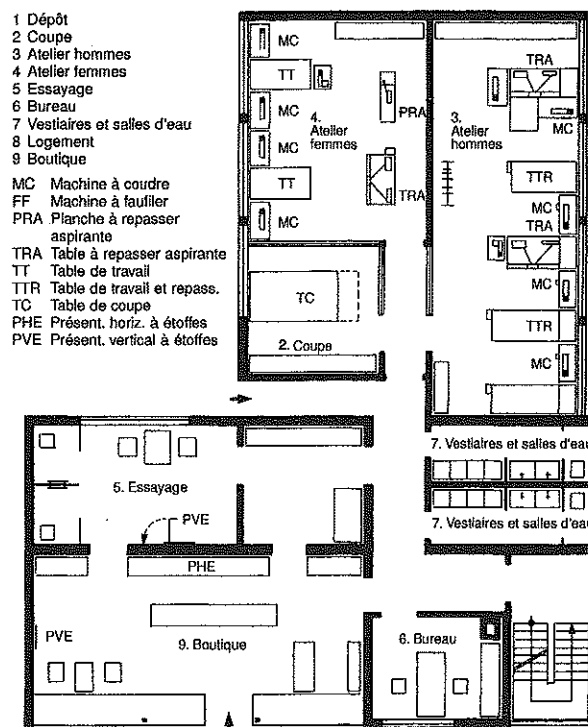
Tailleur. Taille de vêtements pour hommes et femmes (fig. 2). Exemple d'un atelier pour 10 employés.

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.

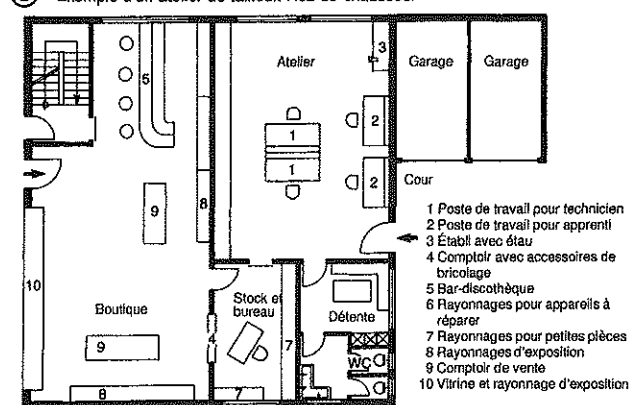
Peinture. Exemple d'un atelier (fig. 4) avec possibilité d'extension.



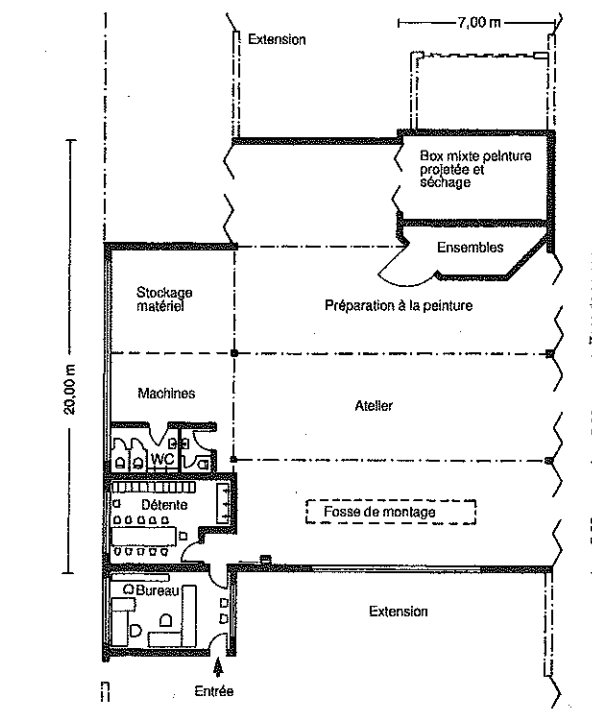
1 Exemple : boucherie-charcuterie.



2 Exemple d'un atelier de tailleur. Rez-de-chaussée.



3 Exemple d'un atelier de réparation de radio et télévision. Rez-de-chaussée.



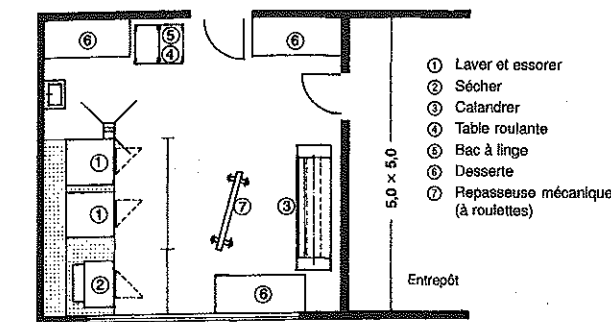
4 Exemple d'un atelier de peinture. Rez-de-chaussée.

ATELIERS BLANCHISSERIES-LAVERIES

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.

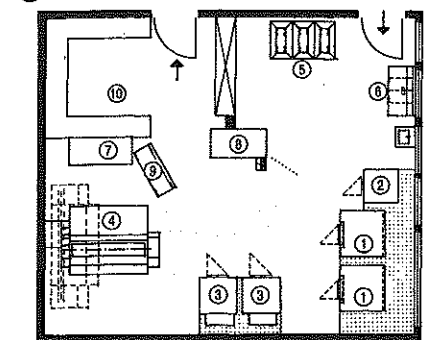
Les passages des personnes entre les parties propre et sale de la blanchisserie sont à aménager en sas avec désinfection pour les mains et emplacement pour vêtements de protection.

Les portes du sas doivent être positionnées de sorte qu'on ne puisse ouvrir qu'une porte à la fois (fig. 5).



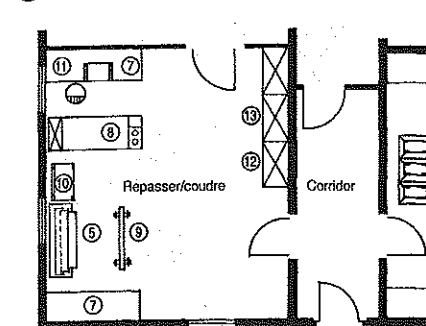
1 Petite blanchisserie pour hôtel.

- ①+② Laver
③ Sécher
④ Calandrier
⑤+⑥ Trier
⑦+⑧ Repasser
⑨ Classer
⑩ Entreposer
Légende figure 2



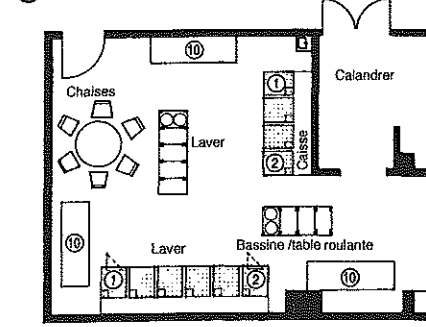
2 Blanchisserie moyenne.

- ①+② Laver
③+④ Sécher
⑤ Calandrier
⑥+⑦ Trier
⑧ Repasser
⑨+⑩ Calandrier
⑪ Coudre
⑫ Entreposer
Légende figures 3 et 4



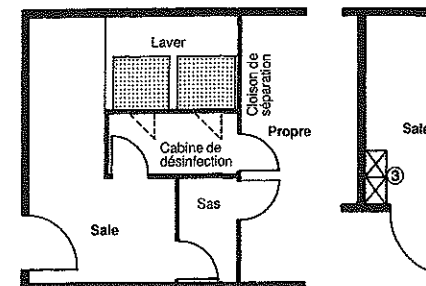
3 Dans 2 pièces séparées.

- ① Laver
② Sécher
③ Calandrier
④ Trier
⑤ Repasser
⑥ Coudre
⑦ Entreposer
Légende figures 3 et 4



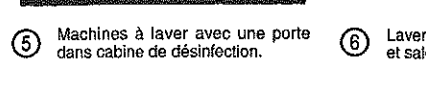
4 Pressing automatique.

- ① Laver
② Sécher
③ Calandrier
④ Trier
⑤ Repasser
⑥ Coudre
⑦ Entreposer
Légende figures 3 et 4



5 Machines à laver avec une porte dans cabine de désinfection.

- ① Laver
② Sécher
③ Calandrier
④ Trier
⑤ Repasser
⑥ Coudre
⑦ Entreposer
Légende figures 3 et 4



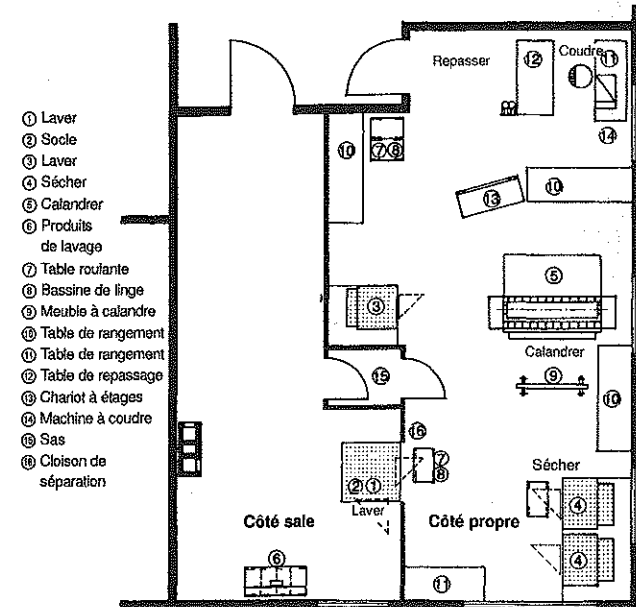
6 Laver avec séparation entre propre et sale.

- ① Laver
② Sécher
③ Calandrier
④ Trier
⑤ Repasser
⑥ Coudre
⑦ Entreposer
Légende figures 3 et 4

Linge hommes	Poids g
Chemise	170
Tricot de corps	lég. 100 lourd 150
Caleçon	court 75 long 180
Pyjama	450
Mouchoir	20
Chaussettes (paire)	70
Linge pour femmes	Poids g
Chemisier	140
Ensemble	140
Jupon	75
Chemise de nuit	350
Mouchoir	10
Tablier	170
Blouse	130
Linge pour enfant en bas âge	Poids g
Petite robe	110
Ensemble	80
Petit tricot, pull	75
Bavoir	25
Mouchoir	15
Chaussettes (paire)	70
Collant	100

7 Poids moyen des vêtements.

Linge de bain	Poids g
Sortie de bain	900
Serviette de bain	100 x 200 800
Serviette de plage	67 x 140 400
Serviette	50 x 100 200
Slip de bain	100
Maillot de bain	1 pièce 260 2 pièce 200
Literie	Poids g
Housse de couette	160 x 200 850
Drap de lit	150 x 250 670
Drap de dessous	140 x 230 600
Tale d'oreiller	80 x 80 200
Linge de table et cuisine	Poids g
Nappe (courante)	125 x 160 370
Nappe (grande)	125 x 400 1000
Serviette de table	70 x 70 80
Essuie-mains	40 x 60 100
Torchon	60 x 60 100
Linge de travail	Poids g
Bleu de travail	1200
Cotte-tablier	800
Tablier	200
Blouse d'homme	500
Blouse de femme	400



8 Laverie de maison de retraite.

ATELIERS BLANCHISSERIES-LAVERIES DE COLLECTIVITÉ

Quantité de linge sec par semaine (kg)

Famille : ≈ 9 kg/pers. (dont 40 % à repasser à la machine).

Hotels : ≈ 20 kg/lit (renouel. Quotidien draps et serviettes), $\approx 12-15$ kg/lit (4 fois par semaine), $\approx 8-10$ kg/lit (2 à 3 fois par semaine), ≈ 5 kg/lit (hôtel de tourisme 1 fois par semaine).

Pensions : ≈ 3 kg/lit.

Restaurants : $\approx 1,5$ à 3 kg/place.

Pour les hôtels, pensions et restaurants la part de linge à repasser à la machine est ≈ 75 %.

Maisons de retraite :

foyer ≈ 3 kg/lit,

impotents ≈ 8 kg/lit,

incontinents ≈ 25 kg/lit.

Maisons de santé : ≈ 4 kg/lit.

Orphelinats : ≈ 4 kg/lit.

Pour les institutions la part de linge à repasser à la machine est ≈ 60 %.

Hôpitaux, cliniques (jusqu'à 200 lits) :

hôpital : $\approx 12-15$ kg/lit,

maternités : ≈ 16 kg/lit,

enfants : ≈ 18 kg/lit.

Personnel médical : $\approx 3,5$ kg/personne.

Pour les hôpitaux la part de linge à repasser à la machine est ≈ 80 %.

Capacité de lavage nécessaire =

$$\frac{\text{quantité de linge/semaine}}{\text{nb jours de lessive/sem} \times \text{nb lessives/jour}}$$

Exemple de calculs

1. Hôtels : 150 lits, taux de remplissage : 60 % = 90 lits. Changement de draps et de serviettes quotidiennement = 20 kg/lit, d'où $90 \times 20 = 1\ 800$ kg/semaine linge de table et de cuisson 200 kg/semaine soit 2 000 kg/semaine,

$$\text{d'où une capacité de lavage } \frac{2\ 000}{3 \times 7} = 57,1 \text{ kg/semaine}$$

2. Immeubles collectifs : 90 habitants.

Env. 3 kg de linge sec par personne et par jour, soit un total de 270 kg par semaine.

Avec 6 jours de lessive par semaine et 5 lessives par jour.

Capacité de lavage nécessaire = $270/6 \times 5 = 9,0$ kg/lessive.

On a donc besoin de 1,8 machine à laver de 5 kg, soit deux machines.

3. Foyer d'étudiants de 226 logements (un occupant par logement)

Calcul de la capacité de lavage

Pour une personne, on compte au moins une machine pleine par semaine, soit quatre lessives par mois.

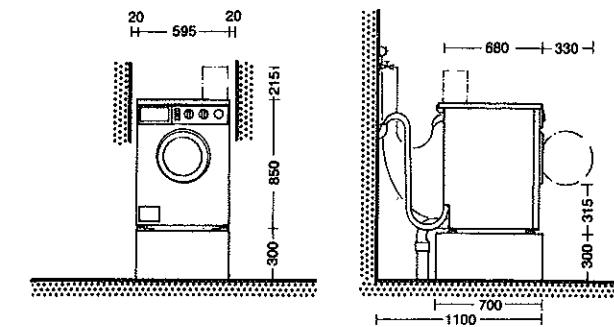
Pour le foyer, cela correspond à $4 \times 226 = 904$ lessives par mois.

L'expérience montre que dans un foyer on peut se baser sur une utilisation de la capacité d'environ 60 %, soit $0,6 \times 904 = 542$ lessives/mois ou $542 : 30 = 18$ lessives/jour.

Besoins en machines

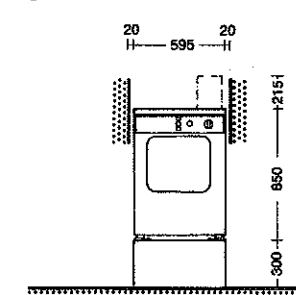
Comme dans la vie professionnelle, les étudiants, à cause de leur horaire de cours, ne peuvent disposer que d'un certain laps de temps entre 16 et 20 heures, soit 4 heures.

On estime à environ 1 heure, le temps pour faire une lessive, y compris le temps de chargement et de déchargement de la machine. Pour 18 lessives/jour soit 18 heures de lessive/jour, cela correspond à $18/4 = 4,5$ machines à laver. Sont donc nécessaires, cinq machines à laver avec deux sèche-linge.



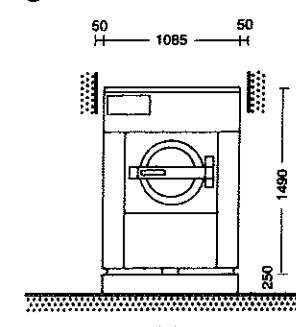
1 Lave-linge automatique.

2 Vue latérale (fig. 1).



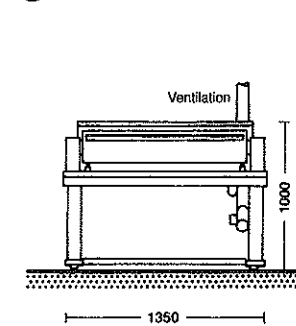
3 Sèche-linge automatique.

4 Vue latérale (fig. 3).



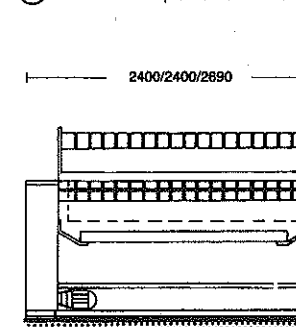
5 Lave-linge automatique.

6 Vue latérale (fig. 5).



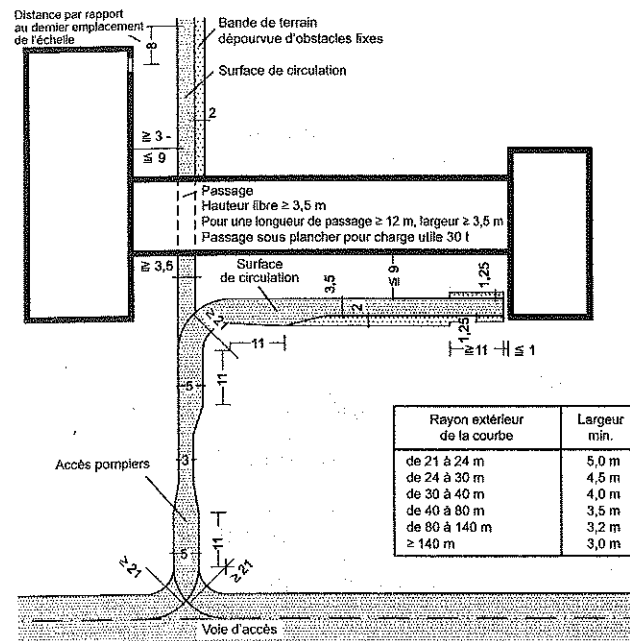
7 Machine à repasser à rouleaux

8 Vue latérale (fig. 7).

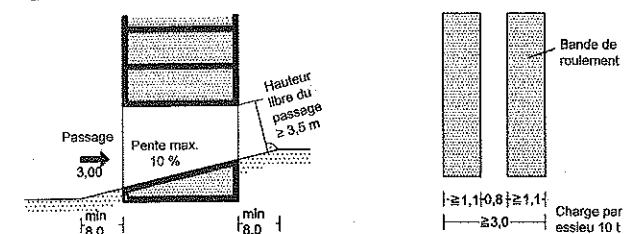


9 Presse repasseuse à cuvette.

10 Vue latérale.

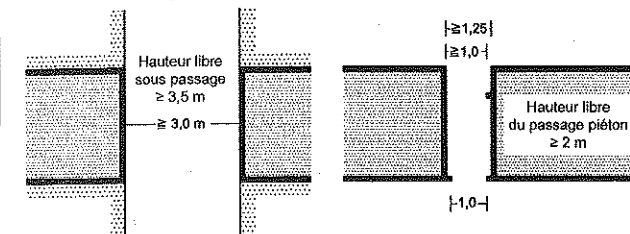


1 Exemple : surfaces prévues sur un terrain pour les pompiers



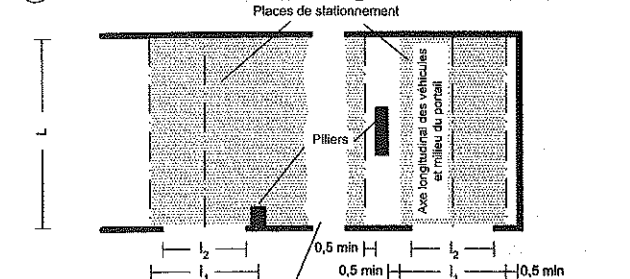
2 Changement de pente au niveau d'un passage

3 Accès pompiers



4 Accès pompiers

5 Accès



6 Places de stationnement et portails (fig. 7)

Largeur de passage libre (uniquement nécessaire en cas de piliers)

Places de stationnement		Portails (largeur de passage l_2 x hauteur de passage)	Unité (U) pour le calcul de surface ²⁾ m ²
Dimensions ¹⁾			
1 (à éviter si possible)	4,5	8	9
2	4,5	10	11,25
3	4,5	12,5	14
4	4,5	12,5	14

¹⁾ Voir aussi explications de la figure 6 ; ²⁾ correspond à 1/4 de la place de stationnement

7 Dimensions des places de stationnement (fig. 6)

ATELIERS CASERNES DE POMPIERS

La surface 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 (voir aussi les explications).

Une caserne de pompier conçue pour les interventions locales peut se composer d'emplacement pour véhicules (4U), de locaux pour outils et équipements, de local de stockage d'équipements spéciaux (1U), de salles de cours (salles polyvalentes pour l'administration centrale) (5U), de locaux sociaux 3U, de salles techniques (1U).

Une caserne de pompier conçue pour les interventions locales et interurbaines (lutte contre l'incendie, assistance technique, atelier centralisé, équipements de soins, de formation et d'entraînement, par exemple) peut se composer de places de stationnement (16U), de places pour véhicules pour le transport des malades (4U supplémentaires), d'un local pour outillages, pour les équipements spéciaux (4U), de salles de cours (7U), de sanitaires et vestiaires et de douches (4U), d'une pièce pour le chef (1U), d'atelier de réparation pour les véhicules et le matériel, d'un atelier centralisé et d'une salle technique (2U), d'un local de service (4U), de locaux pour l'administration et salle de permanence (3U). Dans la mesure où il n'y a pas d'atelier pour l'entretien des tuyaux, prévoir un 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.

Local outils
Local de stockage pour équipements spéciaux
Salle de cours
Local annexe
Locaux sociaux :
Salle d'eau, douche, WC, vestiaires, local séchage
Permanence, séjour, tisanerie
Administration
Bureau du capitaine
Centrale d'intervention
Ateliers : entretien, nettoyage, vérification des tuyaux (au moins 26 m de long et 3 m de large)
Stockage des tuyaux
Tour de séchage pour tuyaux avec mur d'entraînement, hauteur libre de la tour 23 m
(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
Entretien, remise en état, stockage y compris protection contre l'irradiation, plongée. Local de service
Atelier de réparation des véhicules et appareils, y compris station de chargement de batteries, avec un emplacement de stationnement existant communiquant
Hall de lavage

8 Surfaces de base des locaux

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. lt roues mot. charge / toit
Fourgon-pompe LF8	5450 (5800)	2800	11700 (route)	5650	2170	2800
Fourgon-pompe LF9	7490 (7490)	3200	15050 (ttrm)	6400	2410	2950
Fourgon-pompe LF16	11300 (11500)	3750	16100 (ttrm)	8000	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	11500 (12000)	3750	16100 (ttrm)	7000	2470	2990
Tro TLF 16	7300 (7490)	3200	14800 (ttrm)	6100	2410	3250
F à poudre / lances 1000	10100 (11600)	3200	14400 (ttrm)	6450	2410	3300
F à poudre / lances 2000	10100 (11600)	3200	14400 (ttrm)	6450	2410	3300
Echelle pivotante DL 30	12550 (13000)	4400	18600 (route)	9800	2430	3250
Echelle pivotante LB 30/5 avec nacelle	20200 (21000)	3800 x 1920	19900 (ttrm)	8400	2490	3300
Véh. de 1 ^{er} secours RW 1	7200 (7490)	3200	14800 (ttrm)	6400	2420	2850
Véh. de 1 ^{er} secours RW 2	10850 (11000)	3750	16100 (ttrm)	7800	2480	3070
Dévid. mécan. SW 2000	10200 (11000)	3200	14400 (ttrm)	6500	2500	2990

9 Dimensions courantes des véhicules d'incendie

ATELIERS CASERNES DE POMPIERS

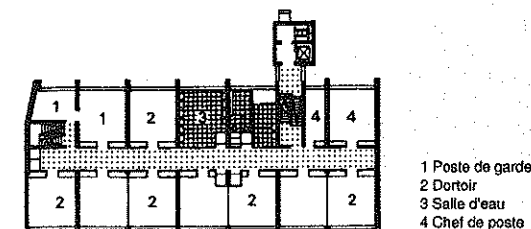
Une caserne de pompiers conçue pour interventions locales peut se composer d'emplacements pour 4 véhicules, de local à outils, d'équipement, de stockage pour équipement spécial, de salle de cours (salle polyvalente pour administration et centrale), de locaux sociaux et techniques.

Une caserne de pompiers pour interventions locale et interurbaine comprend :

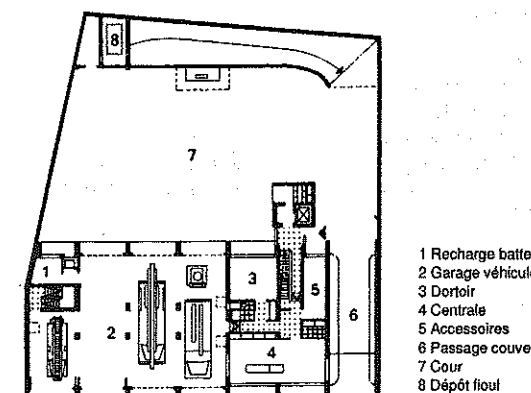
16 emplacements véhicules, local outillage, équipement, équipement spécial, locaux sociaux (salle d'eau, douche, WC, vestiaires, séchage, permanence, séjour, tisanerie), administration.

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.

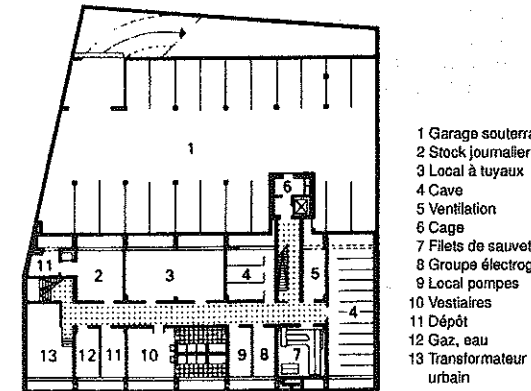
De plus, installations à l'extérieur : autant d'espace libre devant les portails que la longueur de la place de stationnement, cour d'entraînement au moins 25 x 10 m, autant de places de stationnement pour voitures particulières que nombre de places assises dans les véhicules d'intervention.



1 Premier étage

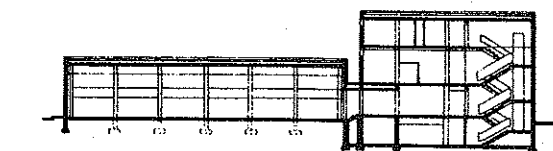


2 Rez-de-chaussée

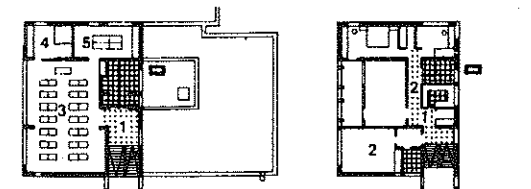


3 Sous-sol de la caserne de pompiers n°4 de Munich Arch. : Ackerman + P.

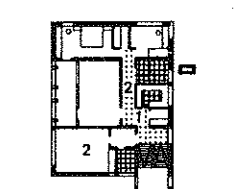
- 1 Couloir
- 2 Logement
- 3 Salle de cours
- 4 Matériel pédagogique
- 5 Salle de groupe
- 6 Garage
- 7 Réservoir fioul
- 8 Lavage véhicules
- 9 Garage
- 10 Nettoyage des tuyaux
- 11 Entrepôt à tuyaux
- 12 Pièces détachées
- 13 Atelier
- 14 Masques à gaz
- 15 Cour intérieure
- 16 Commandant
- 17 Equipe 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



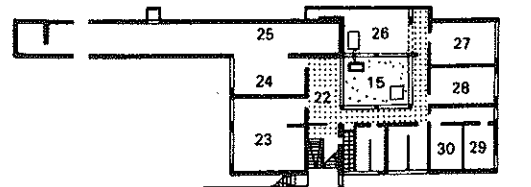
4 Coupe transversale (fig. 7)



5 Premier étage (fig. 7)



6 Deuxième étage (fig. 7)



7 Caserne de pompiers, rez-de-chaussée et sous-sol

ÉGLISES ÉLÉMENTS LITURGIQUES

Directives pour la construction d'églises

Chaque Église ou évêché peuvent définir des directives particulières pour la construction d'églises dans son secteur. Les espaces qui ne relèvent pas spécifiquement du culte doivent en outre respecter d'autres directives s'appliquant aux lieux de rassemblement. Pour les constructions neuves, les aménagements ou les rénovations, les autorités religieuses concernées doivent être consultées. Étant donné que les églises servent un culte religieux, les formes architecturales doivent aussi découler de ce culte et de la liturgie.

Éléments liturgiques

Éléments utilisés, selon les règles, au cours de toutes les actions liées au culte existant.

Chaire (fig. 3)

Place surélevée réservée au prédicateur pour le prêche. La chaire doit certes entretenir une relation liturgique proche avec l'autel mais aucune directive ne précise son emplacement. Souvent située à la droite de l'autel, vu depuis la nef. Le plancher de la chaire se situe généralement de 1,00 à 1,20 m au-dessus du niveau du sol de l'église.

Lutrin (fig. 1)

Pupitre surélevé et mobile destiné à la lecture des épîtres. Bien que mobile, le lutrin devrait être à proximité directe de l'autel.

Autel

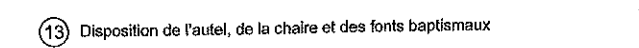
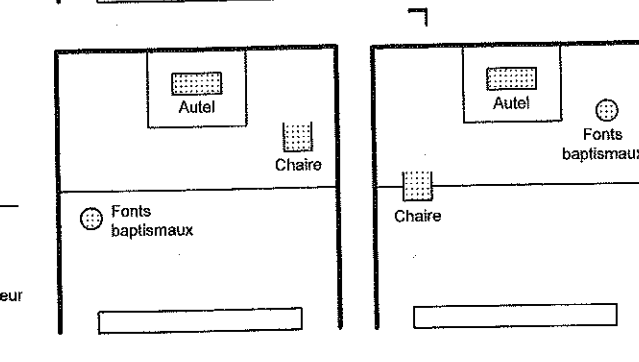
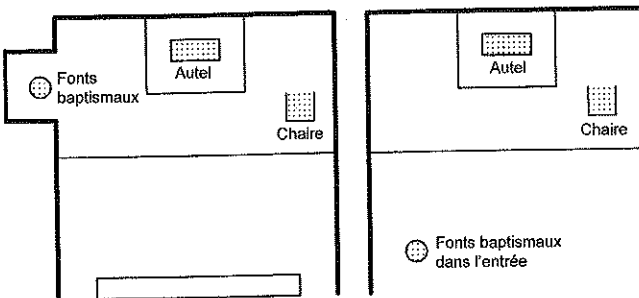
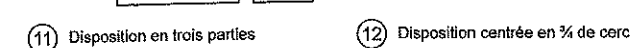
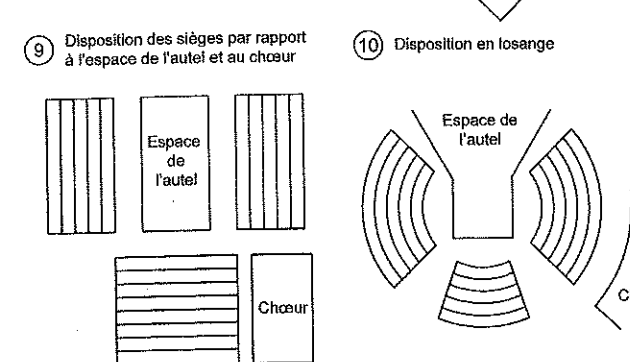
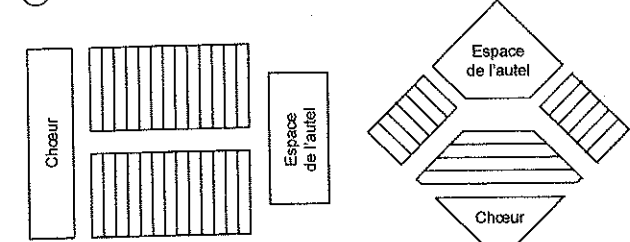
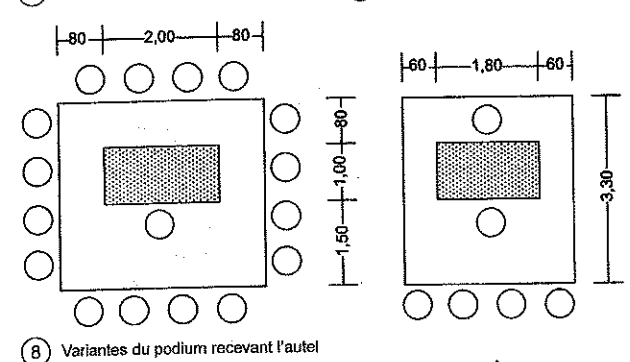
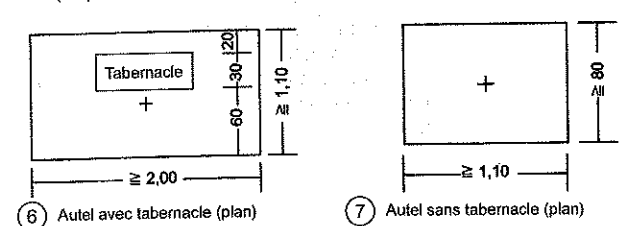
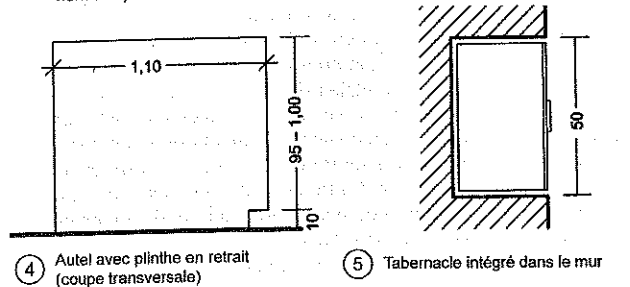
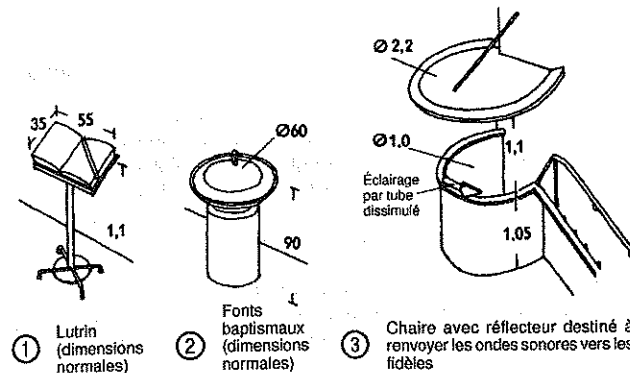
Table du Père, centre du sacrement de l'Eucharistie. Possibilité de prévoir des autels ou des maîtres-autels fixes et mobiles. La forme et les matériaux ne sont pas définis. L'autel est souvent rectangulaire, haut de 0,95-1,00 m et disposé de sorte que l'on puisse facilement en faire le tour (fig. 8). D'autres formes sont possibles dans les églises réformées. Les autels ne doivent pas être utilisés avant la consécration par l'évêque.

Podium

Le podium doit présenter une largeur minimale de 1,50 m devant l'autel et de 0,80 m sur les côtés et à l'arrière (pour les autels placés librement). Le podium est souvent surélevé d'une ou deux marches.

Tabernacle (fig. 5)

Meuble contenant les hosties consacrées. Il établit une étroite relation spatiale et liturgique avec l'autel.



ÉGLISES MOBILIER, SACRISTIE

Dispositions des sièges

La surface nécessaire par siège d'église sans prie-Dieu (culte protestant) (fig. 2) est de 0,4-0,5 m² sans passage, par siège d'église avec prie-Dieu (culte catholique) (fig. 1) de 0,43-0,52 m² sans passage. La disposition et la forme des sièges sont déterminantes pour les dimensions de la salle, l'effet spatial, l'acoustique et la vue. Dans les petites églises (chapelles), une allée latérale de 1,00 m de large suffit (fig. 3) avec des bancs de 6 à 10 personnes assises ou bien une allée centrale de 1,60 m de large avec des sièges de part et d'autre comme dans la figure 5.

En raison de l'éventuel effet de paroi froide ressentie près des murs extérieurs, il est courant de prévoir deux allées latérales encadrant des bancs de 12 à 18 personnes assises (fig. 6).

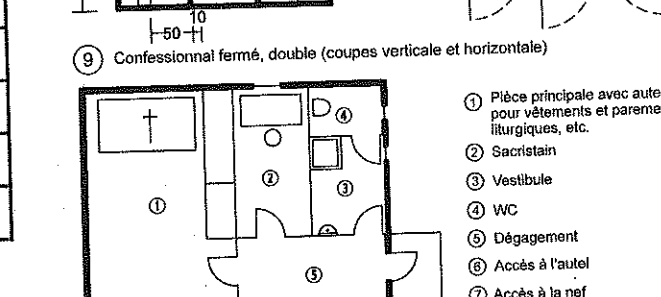
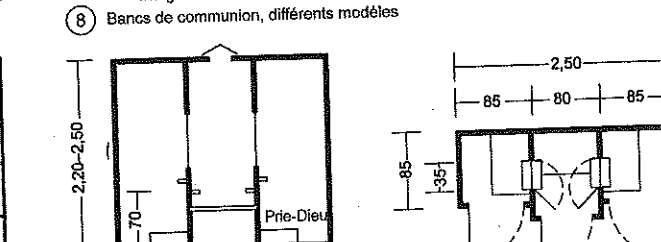
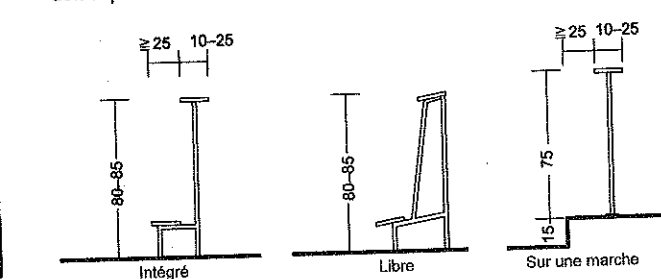
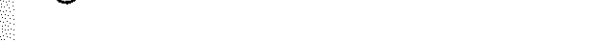
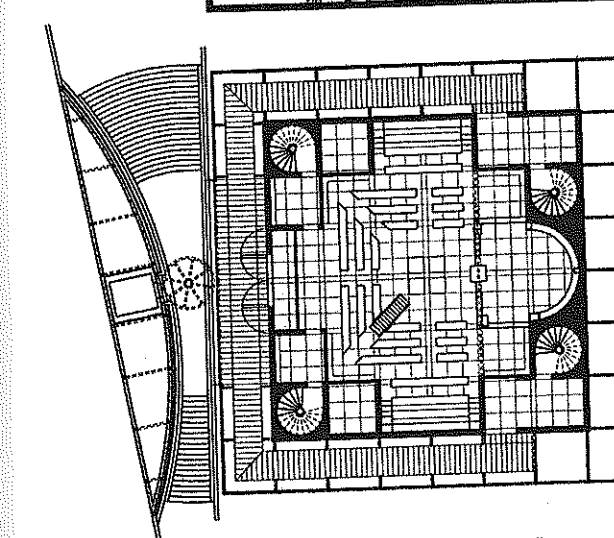
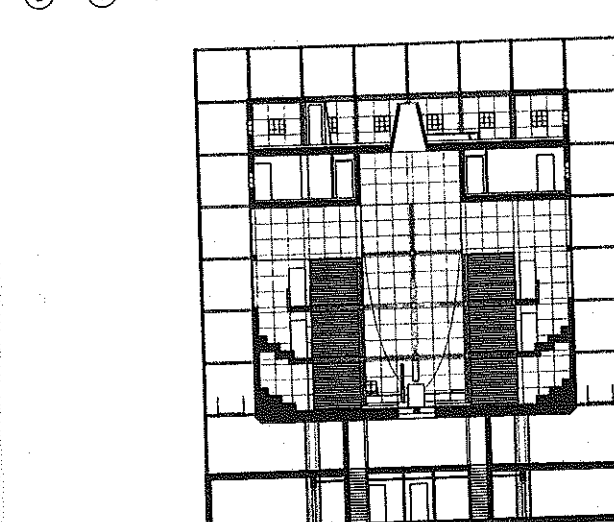
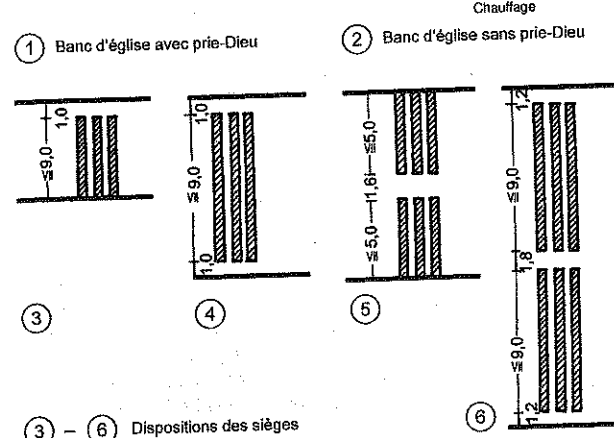
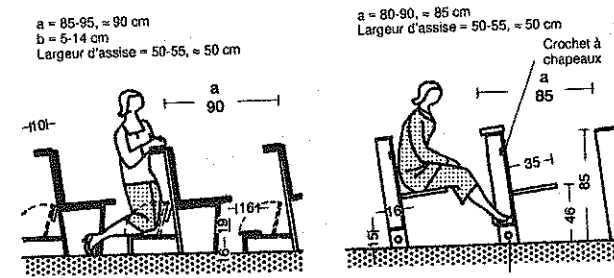
Les églises plus larges disposent en toute logique de davantage d'allées. La surface totale par siège y oscille entre 0,63 et 1,0 m². Une surface totale nécessaire par siège de 0,25 à 0,35 m² étant suffisante, une grande partie des passages est donc utilisée, surtout devant le mur arrière. Les largeurs des portes de sortie et des escaliers doivent correspondre à celles d'un lieu de rassemblement. L'allée centrale dans l'axe de l'autel est souvent privilégiée pour les cérémonies funéraires, festives, etc.

Confessionnal (fig. 9)

Siège en bois en trois parties, fermé et dont la partie centrale est au confesseur. Dans la religion catholique, la personne qui se confesse parle au prêtre au travers d'une des deux parois latérales par l'intermédiaire d'une ouverture grillagée de 30 x 40 cm environ. L'arase inférieure de l'ouverture grillagée devrait se trouver à 1,00 m environ au-dessus du sol. Le confessionnal doit être prévu dans l'église, dans une partie plutôt sombre. Prévoir également amenée et extraction d'air suffisantes. Une pièce spécialement conçue sert aujourd'hui parfois de confessionnal.

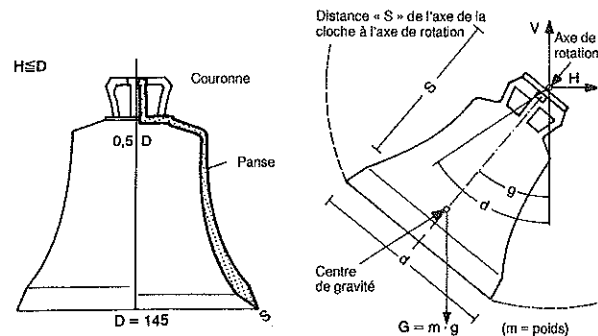
Sacristie (fig. 10)

Salle annexe de l'église prévue pour le personnel ecclésiastique et pour contenir les ustensiles nécessaires aux offices religieux. Elle doit si possible se trouver à proximité directe et du côté de l'autel.

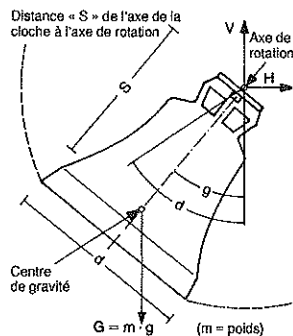


Lieux de culte

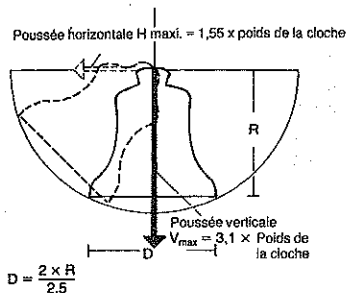
Lieux de culte



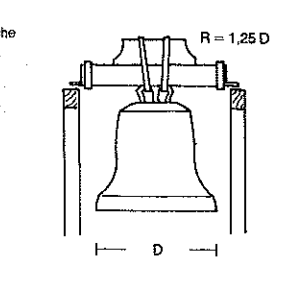
① Rapport des dimensions en fonction de la panse.



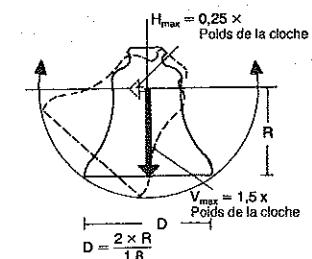
② Dénominations.



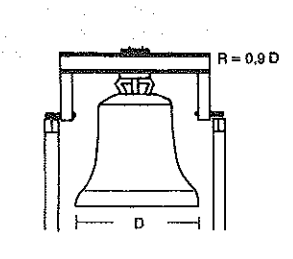
③ Poussée importante dans le sens horizontal.



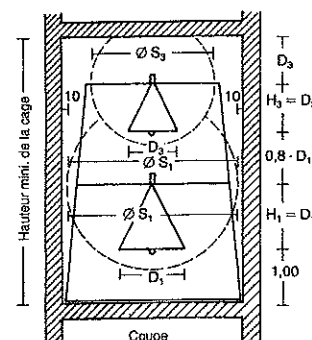
④ Mouton droit.



⑤ Suspension à proximité du centre de gravité.

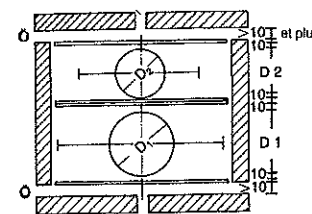


⑥ Mouton coudé en acier.

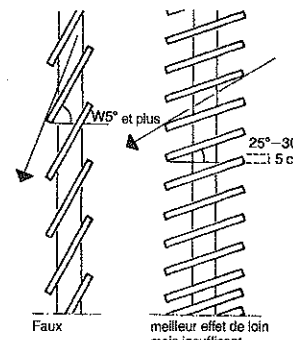


⑦ Dimensions de la cage (valeurs minimales)

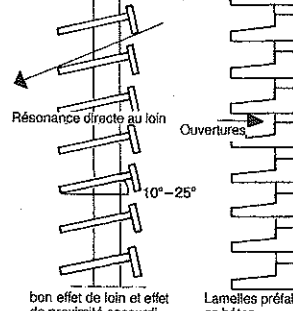
Longueurs des champs :
 $\phi S3 =$ Diamètre de la courbe de balancement de la cloche $3 = 2,6 \times D3$
 $\phi S1 =$ de la cloche $1 = 2,6 \times D1$
 Ouv. acoustiques O, là où pas de frappe de battant.



⑧ Plan (fig. 7).



⑨ Abat-son.



⑩ Abat-son.

ÉGLISES CLOCHES, CLOCHERS

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
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 ⁺	1760	28	1880	35		
Ais ⁺ B ⁺	1680	24	1760	29		
H ⁺	1580	20	1680	24		
c ⁺	1480	16	1570	20	1680	31
dis ⁺ 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
dis ⁺ 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	420	0,40	465	0,65
h ⁺	370	0,25	405	0,35	440	0,50
c ⁺	350	0,20	385	0,30	415	0,43
Forme selon valeur	c = 0,75		c = 0,76		c = 0,78	

⑪ Valeurs caractéristiques des cloches.

SYNAGOGUES PLAN D'ENSEMBLE

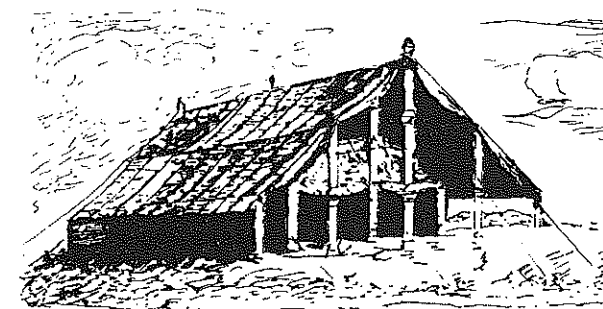
Dans la synagogue, on trouve comme point central, à la place d'un autel, la plate-forme surélevée du prédicateur (*Almenor*) avec deux sièges pour le rabbin et le cantor, d'où on lit la torah. La synagogue est tournée vers Jérusalem. Sur la façade avant se trouve la chaise renfermant les rouleaux de la torah (*Aron Hakodesch*), en une partie dans les régions ashkénazes (« allemand » en hébreu, caractère européen = Diaspora), en trois parties dans les régions séfarades (« espagnol » en hébreu, caractère oriental = Palestine).

Entre Almenor et Aron Hakodesch se situe l'allée pour la procession solennelle de la promulgation de la torah.

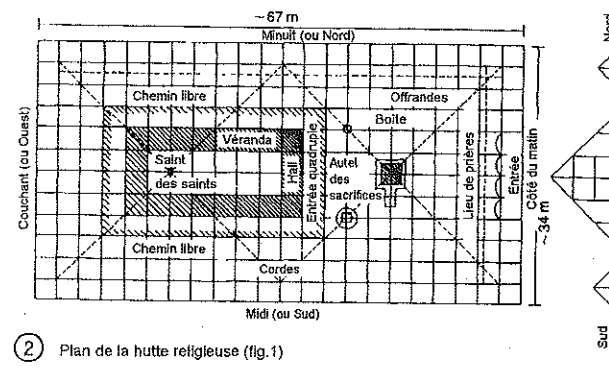
La construction d'une synagogue est la recherche toujours renouvelée d'une disposition de plan variant entre le centre d'intérêt spirituel de l'Almenor (construction centrale plus orthodoxe) et le centre d'intérêt spatial de l'Aron Hakodesch (maison en longueur plus libérale) ou une synthèse géométrique 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. À 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.

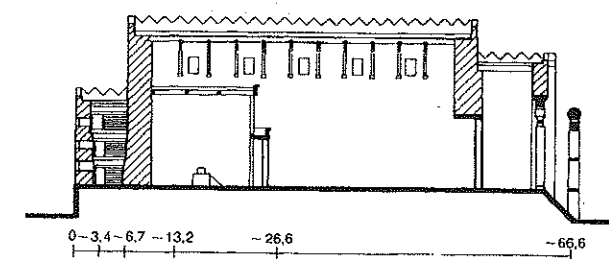
Dans le décor d'où sont exclues les reproductions d'êtres humains, il n'y a que des ornements végétaux, géométriques ou des écritures.



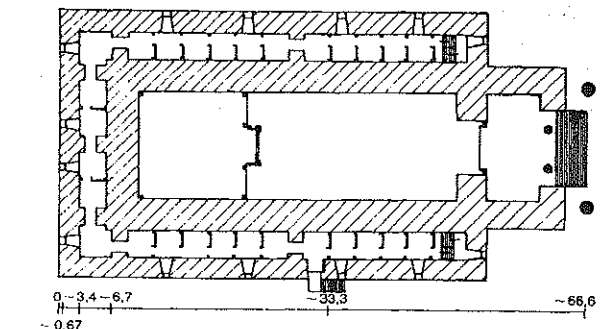
① Tente religieuse (hutte religieuse). Première maison de Dieu des Juifs.



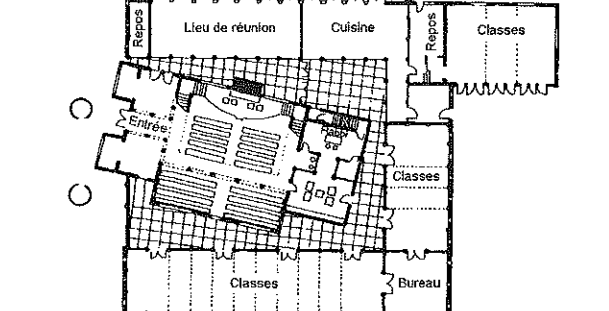
② Plan de la hutte religieuse (fig. 1)



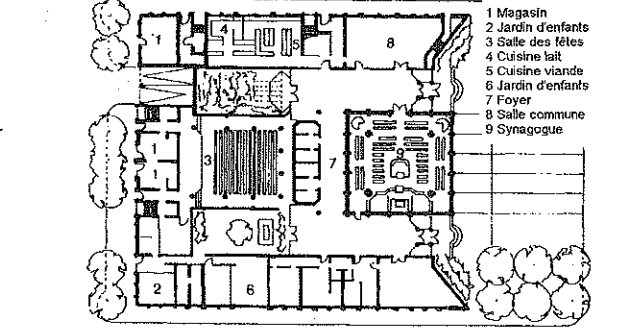
③ Jérusalem, temple de Salomon, coupe longitudinale (fig. 4)



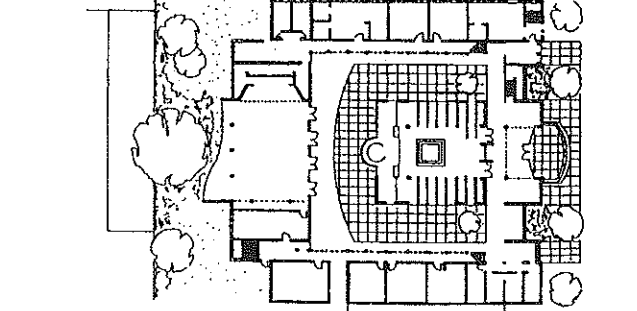
④ Plan du temple



⑤ Plan de la synagogue Or Shalom à Chicago, 1986. (Arch.: Stanley Tigerman)



⑥ Plan de la synagogue avec centre communautaire de Mannheim, 1967. (Arch.: Karl Schmucker)

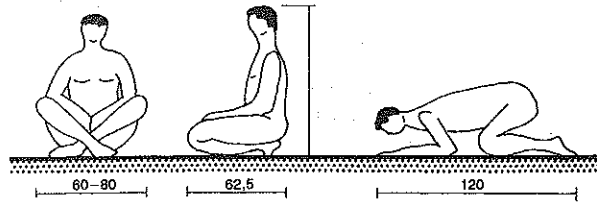


⑦ Plan de la synagogue avec centre communautaire de Darmstadt, 1988. (Arch.: Alfred Jacoby)

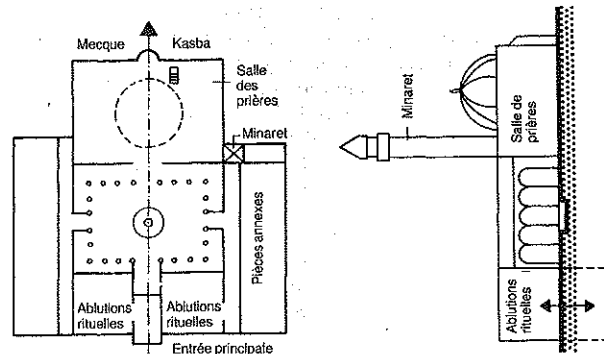
Lieux de culte

Lieux de culte

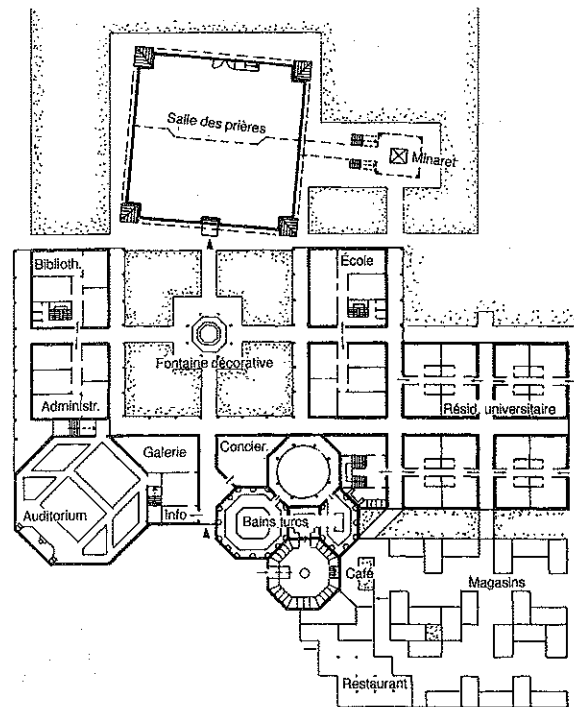
MOSQUÉES PLAN D'ENSEMBLE



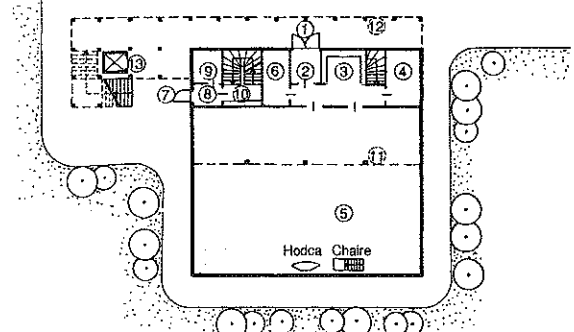
① Personnes lors de la prière.



② Forme de construction historique. ③ Coupe.



④ Centre culturel islamique à Cologne. Arch. : Ruhi Alagöz



⑤ Centre culturel islamique à Francfort. 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. Elle 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.

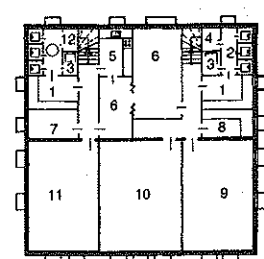
Dans l'entrée, sont disposées des étagères pour les chaussures des croyants ; des pièces pour les ablutions rituelles et des douches d'eau toujours courante. Les WC souvent à la turque sont perpendiculaires à la direction de La Mecque.

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.



⑥ Sous-sol.

Rez-de-chaussée	Sous-sol
1 Entrée hommes	1 Rangée de lavabos
2 WIFA	2 WC
3 Dépôt des chaussures	3 Douches
4 Bureau/Hodca	4 Installation de poulies
5 Salle des prières rez-ch. hommes	5 Cuisine
6 Info/hommes	6 Restaurant
7 Entrée/femmes	7 Chauffeur
8 WIFA	8 Salle de cours/hom.
9 Info/femmes	10 Bibliothèque et salle de conférences
10 Dépôt des chaussures	11 Salle de cours/femmes
11 Salle des prières galerie/femmes	12 Bar
12 Balcon	
13 Minaret avec ascenseur	

CABINETS MÉDICAUX CABINET MÉDICAL / CABINET DE GROUPE

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.

Dans un cabinet médical, on sépare 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.

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.

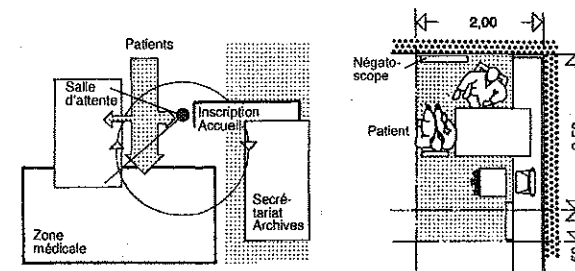
La taille de la réception est fonction du degré d'automatisation, mais doit comporter au moins 6,00 m². De cet endroit, le personnel doit pouvoir surveiller la salle d'attente, l'entrée et la sortie. Un accès relativement court au secrétariat, aux archives et au domaine médical est rationnel parce que c'est là que se rejoignent les interphones, haut-parleurs et moyens de transport mécaniques.

La salle de consultations doit avoir au moins 12 m². Pièce visuellement et phoniquement isolée, elle est conçue en premier lieu pour les fonctions de consultation, de diagnostic, de thérapie, d'actes médicaux.

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).

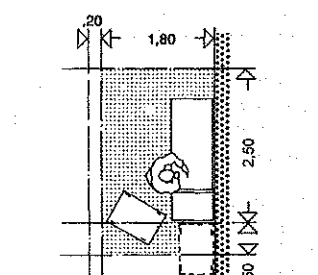
Cabinet médical de groupe

L'exercice médical de groupe implique l'association de deux ou plusieurs médecins en vue d'une activité professionnelle commune avec du personnel et des locaux communs. À l'opposé de cela, il existe fréquemment des maisons médicales, simples juxtapositions de cabinets individuels sans possibilité de rationalisation. Une autre forme de collaboration professionnelle 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. 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.



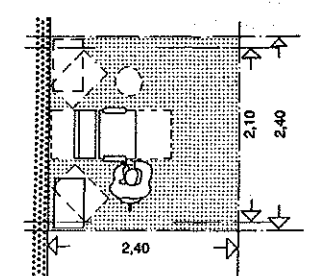
① L'accueil sert de sas, de guidage et de contrôle du passage des patients.

② Surface minimale pour consultation



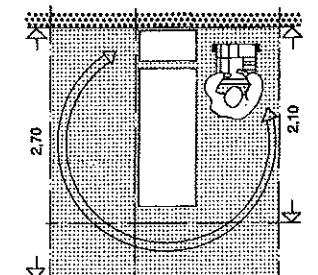
③ Surface minimale pour l'auscultation des malades couchés

④ Champ de radios avec tableau de commande



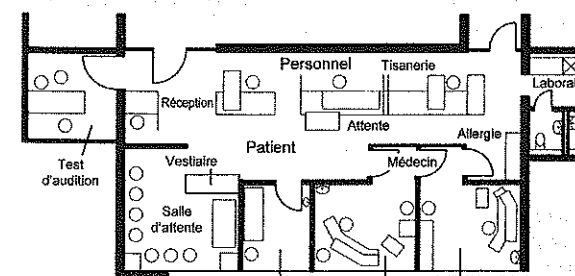
⑤ Surface minimale prise de sang

⑥ Tables de massage alignées



⑦ Surface minimale pour électrocardiogramme

⑧ Surface nécessaire pour échographie



⑨ Cabinet d'ORL, Stuttgart

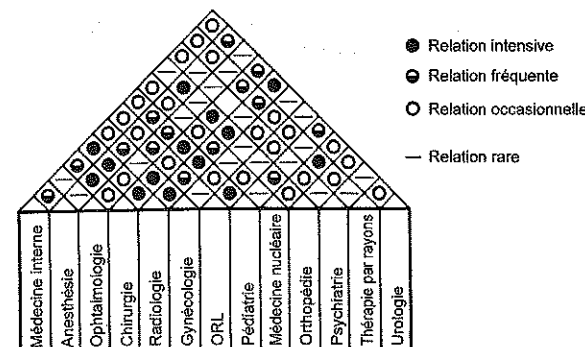
Arch. : Prof. Ulrike Mansfeld

	Soins	Bloc opératoire	Soins inf.	Sterilisation	Accouchement	Urgence	Laboratoire	Thérap. nucl.	Consultations	Radio-graphie	Dialyse
Soins		△	△	△	△		△	△	△	△	△
Bloc opératoire	△		○	○	○	△	△	△	△	△	
Soins intensifs		○		△	△	△	△		△	△	△
Sterilisation	△	○	△		△	△			△		
Accouchement	△	○	△	△		△	△		△	△	
Urgence		○	△	△	△		△		○	○	
Laboratoire	△	△	△		△	△		△	○	△	△
Thérapie nucléaire	△	△					△		○	○	
Consultations	△	△	△	△	△	○	○	○		○	
Radio-graphie	○	△	△		△	○	△	○	○		△
Dialyse	△		△				△		△	△	

① Liaisons entre espaces-fonctions

Valeurs indicatives de surfaces selon la norme allemande	
Pour un hôpital courant d'environ 300 lits	
Domaines fonctionnels	Surface par lit/m ²
1.00 Examens et traitements	12,0
2.00 Soins	18,0
3.00 Administration	2,0
4.00 Services sociaux	3,0
5.00 Approvisionnement et évacuation	7,0
Sous-total 1	42,0 m ²
Surfaces fonctionnelles	8,0 m ²
Surfaces de distribution	19,0 m ²
Sous-total 2	69,0 m ²
Surface constructive (construction neuve, structure)	11,0 m ²
Total	80,0 m ²
Rapport entre total et sous-total 1	= 1,9

② Valeurs indicatives de surfaces pour un hôpital courant



③ Tableau des relations entre les divers secteurs hospitaliers

HÔPITAUX GÉNÉRALITÉS

Planification de fonctionnement

Les coûts d'investissement dans un hôpital sont particulièrement élevés, c'est pourquoi une planification du fonctionnement subtile et un programme économique en surfaces pour la réduction des frais de fonctionnement et de personnel doivent être pris en considération avant toute chose. La planification du fonctionnement est discutée dans la phase de programmation initiale en commun avec le maître de l'ouvrage, les médecins, les architectes, les spécialistes et l'administration de l'hôpital, en vue d'éviter les risques 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 (programmeurs spécialisés, 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.

Les hôpitaux, les cliniques et autres institutions de soins servent au traitement et aux soins des maladies aiguës ou chroniques. On peut distinguer les caractéristiques médicales et thérapeutiques par leur nature et leur ampleur, par le nombre des spécialités, par la taille des différentes sections et les installations de traitement.

Les hôpitaux modernes acquièrent de plus en plus un caractère hôtelier pour les espaces de soins. L'atmosphère des sanatoriums du siècle passé, conditionnée par des soucis hygiénistes, n'est plus souhaitée. La durée de séjour des patients est régulièrement en baisse. Le rapport entre les surfaces attribuées à l'hébergement des patients et celles attribuées aux thérapies et autres équipements d'analyse tend à s'équilibrer. Le paysage hospitalier et ses institutions sont fortement transformés par les réformes de santé. Ces institutions dont la vocation est le bien commun peuvent être aussi bien publiques que privées.

Structure de répartition

L'hôpital général se subdivise en domaines fonctionnels tels que diagnostics et traitements, soins, administration, services sociaux, approvisionnement ainsi qu'évacuations et système technique. À ceux-ci peuvent être associés des logements de fonction, éventuellement des activités d'enseignement et de recherche dans le cas d'hôpitaux universitaires. Ces différents domaines sont dans un étroit voisinage tout en étant bien délimités. Il est important de privilégier des liaisons étroites autant sur le plan horizontal que vertical, tout en respectant la plus grande flexibilité possible et l'optimisation des flux entre les différentes sections. On distingue selon leurs fonctions les hôpitaux spécialisés des hôpitaux universitaires (CHU). Les changements actuels dans les politiques de la santé conduisent à d'autres structures de financement et à d'autres types d'édifices tels que des centres de soins hospitaliers ou des hôtels pour patients.

Les hôpitaux se répartissent entre des lieux fournissant des soins de base (jusqu'à env. 240 lits), des soins réguliers (jusqu'à env. 520 lits) et des soins lourds (jusqu'à 800 lits), chacun en lien avec la spécificité des objectifs fixés.

Hôpitaux universitaires

Ils desservent une grande aire géographique et peuvent être comparés aux hôpitaux généraux destinés aux soins lourds. Ils sont particulièrement bien équipés pour les diagnostics et la thérapie, ils se consacrent complémentarément à la recherche et à l'enseignement. Il faut veiller à ce que personnel soignant et patients n'entrent pas en conflit avec les chercheurs et les étudiants. Les chambres des patients doivent être plus vastes, à même de recevoir des groupes importants d'étudiants. Le rôle spécifique et les exigences particulières des hôpitaux universitaires demandent un programme d'organisation, de fonctions et d'espaces spécialement conçus.

Hôpitaux spécialisés

Ils sont spécialisés dans certains types de traitements et certains groupes de maladies : hôpitaux d'urgences (accidents et soins intensifs), cliniques de rétablissement, cliniques orthopédiques, cliniques gynécologiques. Par ailleurs, il existe des centres de soins pour la chirurgie, la tuberculose, le cancer, les maladies respiratoires, les maladies mentales et nerveuses, etc.

Le passage d'un établissement à l'autre est courant, de même entre les établissements pour personnes âgées, de soins, de cures ou de rééducation. La croissance du nombre de ces établissements est forte et elle est liée à l'augmentation de nouvelles spécialisations (cliniques dermatologiques, cliniques d'allergologie, etc.).

HÔPITAUX GÉNÉRALITÉS, DIMENSIONNEMENT

Programmation des espaces

La planification de la conception nécessite une programmation des espaces, il en découle une répartition et des exigences pour l'ensemble de l'édifice hospitalier.

La constitution d'éventuels centres de gravité d'un hôpital a une incidence sur la nature et les dimensions de chaque unité fonctionnelle. Les critères de dimensionnement de toutes surfaces facilitent la vision générale des dimensions de chaque unité fonctionnelle. Ces critères ne sont qu'indicatifs, ils sont évidemment déterminés par les pratiques et les directives de chaque établissement.

Planification des travaux

Pendant la longue période de chantier d'un hôpital, de nouvelles possibilités d'usages peuvent apparaître avec une incidence sur la conception initiale. Ce fait spécifique doit être pris en compte, bien qu'il soit inexistant pour des bâtiments dont l'exécution est plus courte.

Lors de la conception d'un nouvel hôpital, on peut retenir une surface nette d'environ 42 m²/lit et un volume construit entre 200 et 280 m³/lit.

Les hôpitaux sont souvent construits en plusieurs étapes, parfois en extension d'hôpitaux existants. Il s'agit d'établir en priorité une planification des objectifs et de leurs développements (échelle 1:500), représentative des différents fractionnements et logistiques induits. Le projet et la construction doivent rester ouverts, notamment pour les parties distributives, afin de tenir compte d'éventuelles variantes et extensions potentielles. L'architecte prend en considération l'ensemble des règles et prescriptions en matière de constructions hospitalières (au niveau des normes nationales et/ou locales en vigueur, etc.).

Coordination dimensionnelle selon la norme allemande

L'application d'une coordination modulaire devrait être à la base de la planification pour toute construction hospitalière. La norme donne toutes les indications relatives aux systèmes relationnels, aux modules de base et aux modules composés, afin d'aborder les problèmes à résoudre, la spécificité des situations et le dimensionnement des éléments du projet.

Pour la construction hospitalière, il y est préconisé l'utilisation du module de synthèse de 12 M, soit 1,20 m, avec variantes de 6 M et de 3 M. Une grille modulaire élaborée ainsi permet l'arrangement et la mise en corrélation de toutes les composantes spatiales. Cette élaboration permet également l'ajustement de toutes les données statiques, en plan et en élévation. Les effets d'un dimensionnement modulaire sont efficaces pour la planification du chantier, pour la flexibilité dans le remplacement de composants bâtis et pour la limitation des conséquences fâcheuses lors de modifications en cours de construction.

Grille modulaire pour la construction

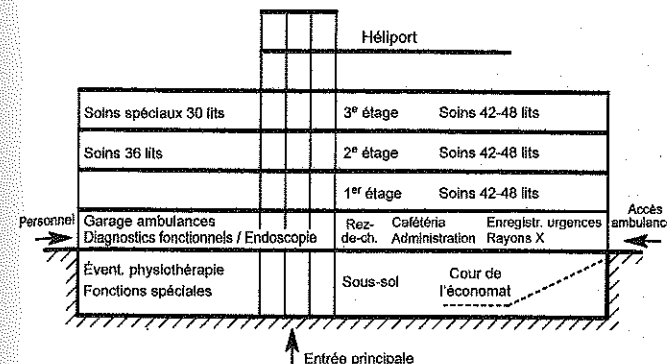
Une grille modulaire pour la construction est un guide efficace et une possibilité de différenciation pour la mise en situation de zones pour les fonctions principales, les fonctions secondaires et les espaces distributifs.

Elle est particulièrement appropriée pour la comparaison des différentes fonctions et de leurs espaces respectifs, au regard de variables de localisations.

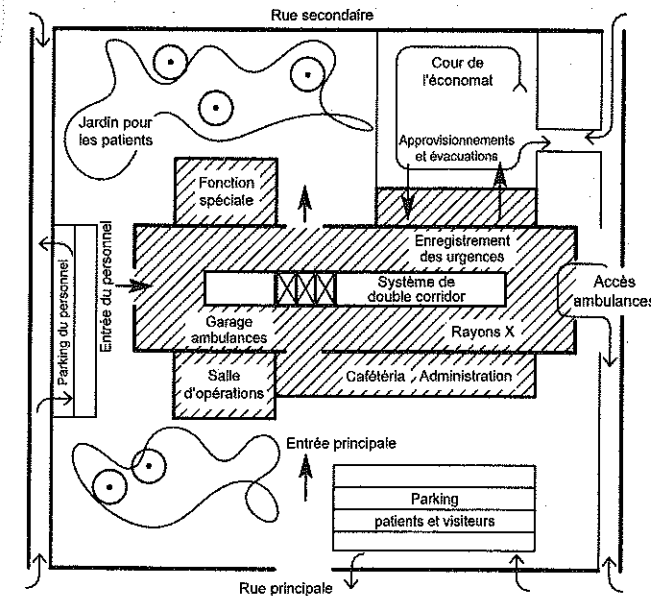
Dans la pratique, ce sont des portées constructives de 7,20 m, voire de 7,80 m, qui se sont avérées les plus utilisées.

Les différentes fonctions prennent place au mieux dans une grille de porteurs disposés tous les 7,20 m ou 7,80 m. Des grilles plus fines (par ex. 3,60 m x 7,20 m) sont aussi possibles dès lors que de grandes salles (env. 40 m²) sont en nombre restreint.

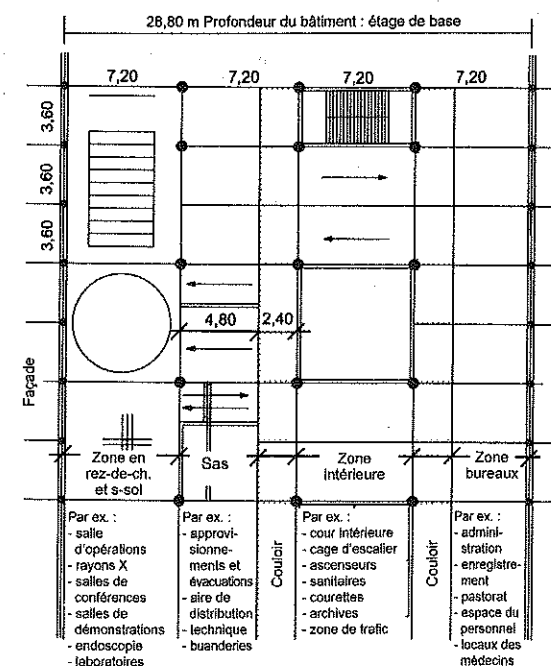
Les planchers en béton armé s'adaptent plus librement aux tracés et aux passages des composants techniques et d'infrastructures.



① Construction en hauteur d'un hôpital compact d'environ 200 lits



② Terrain : environ 15 000 m² pour un hôpital d'environ 200 lits, distribué sur 3-4 étages (type Breittuss)



③ Trame constructive pour les secteurs de consultations, analyses et traitements

Durée d'utilisation

Elle est différente pour le gros œuvre, le second œuvre et l'équipement. Le gros œuvre doit, autant que possible, être réalisé à partir d'une structure à ossature permettant un maximum de flexibilité dans l'organisation du second œuvre. Les équipements médicaux fixes sont remplacés après environ 5 à 10 ans, suivant le poste concerné et l'amortissement, ce qui peut avoir des conséquences considérables sur l'agencement des espaces (par exemple accélérateurs linéaires, tomographie à spin nucléaire).

Le montage et le démontage de tels appareils doivent être prévus dans le projet, sans intervention sur la structure porteuse, pour des raisons évidentes de coûts et de nuisances de chantier.

Terrain de construction

Il devrait offrir une capacité suffisante pour contenir dans son périmètre l'ensemble du programme, ses branchements et son extension potentielle. Il doit bénéficier d'une situation calme et hors nuisances (climatiques, sonores, pollutions, etc.). La séparation entre les distributions extérieures publiques et privées, ainsi que l'installation d'un hélicoptère sont à prendre en considération dans le choix.

La surface minimum d'un tel terrain pour un hôpital pour soins intensifs est d'environ 15 000 m².

Orientation

L'exposition la plus favorable pour les salles de soins et les locaux de service est entre le nord-ouest et le nord-est. L'exposition pour les chambres des patients est celle du sud-est au sud-ouest. Soleil agréable le matin, faible accumulation de chaleur, protections solaires modérées, chaleur tempérée le soir. En revanche, les pièces exposées à l'est comme à l'ouest reçoivent un ensoleillement important en été, mais faible en hiver.

Dans les hôpitaux à courte durée de séjour, la situation des chambres n'est guère importante. Certaines spécialités médicales exigent même des pièces côté nord pour éviter l'exposition des patients à la lumière.

Formes bâties

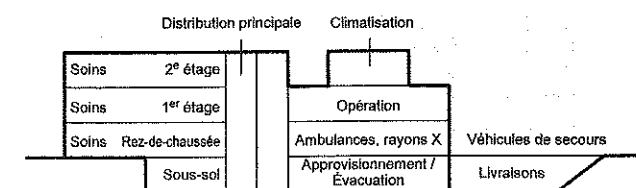
Le choix des distributions et des équipements extérieurs a une forte influence sur la morphologie des hôpitaux. Le choix entre deux formes de base doit être fait à temps. Soit celle d'une épine dorsale, distribuant des volumes transversaux, en simple ou double peigne, soit le parti cruciforme, à partir d'un noyau central distributif de volumes formant des branches. La construction par étapes et la potentialité d'extensions doivent être prises en compte dans ces choix.

Pour une construction en hauteur, on doit tenir compte de l'autonomie et de l'isolation nécessaire de chaque unité fonctionnelle, tout en veillant à leurs facilités d'accès (soins, analyses, traitements, approvisionnements, évacuations, réfectoire, dépôts de stockages, administration, consultations médicales, etc.), sans oublier le déplacement de patients couchés.

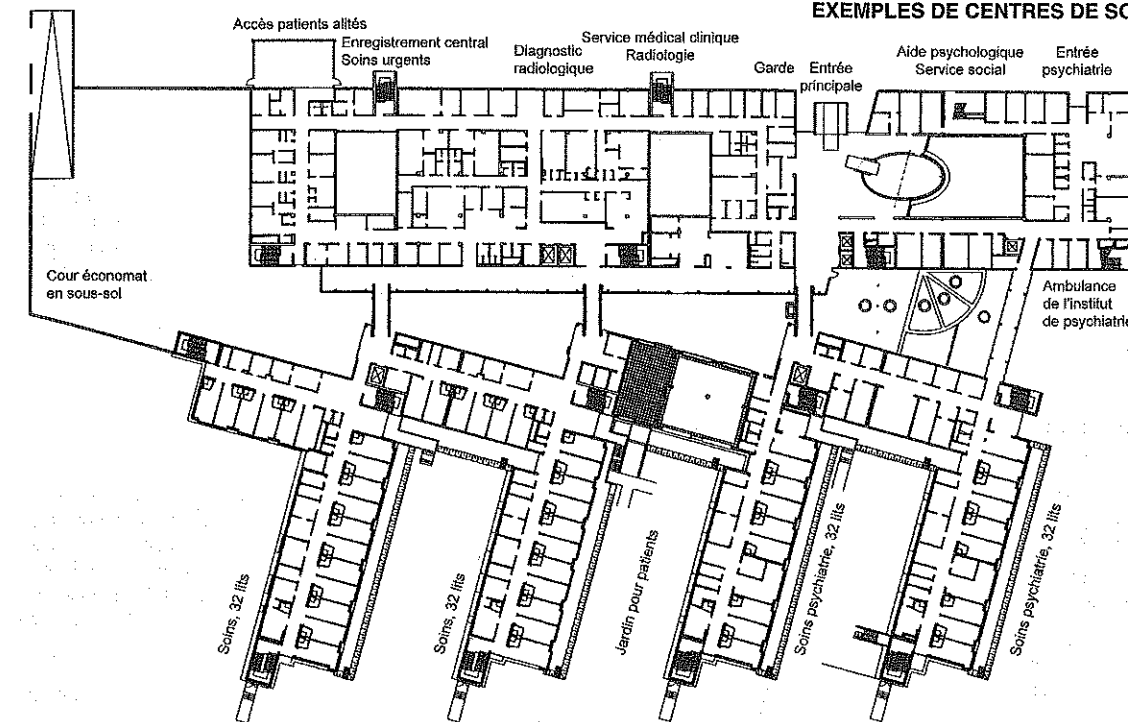
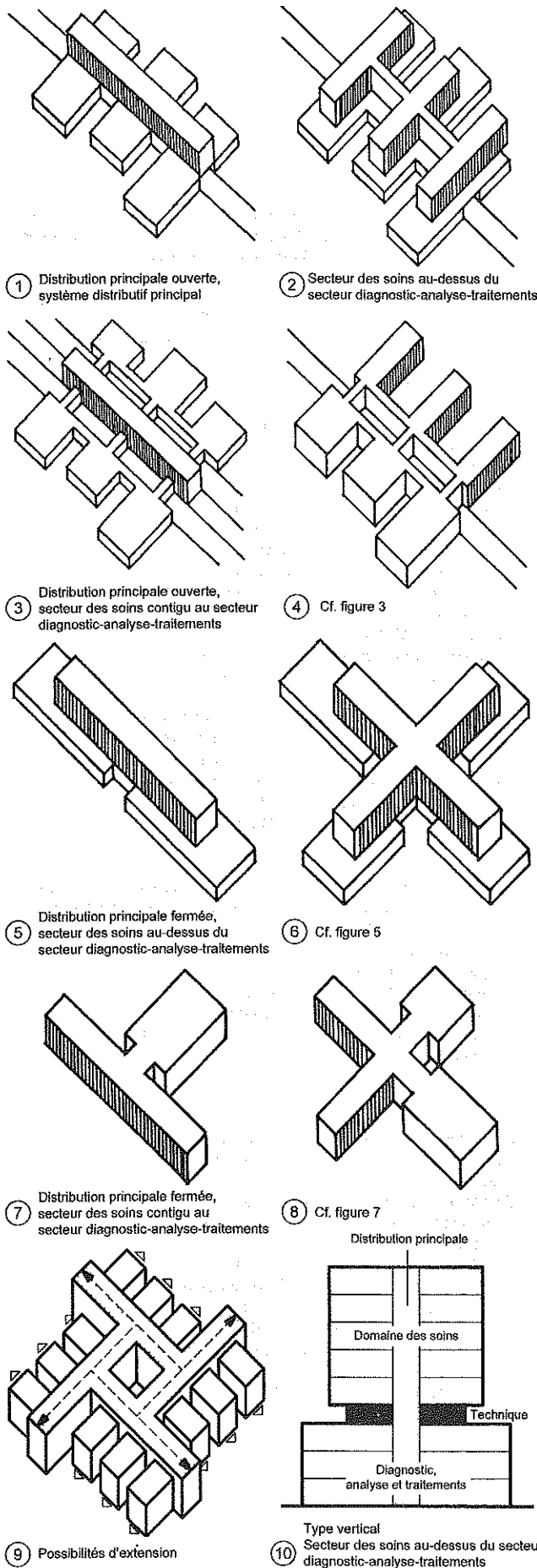
Un exemple de répartition verticale pourrait se faire comme suit :

- Toiture : hélicoptère et installations de climatisation
- Second et troisièmes étages : soins
- Premier étage : salles d'opérations, stérilisation, soins intensifs, accouchements, soins aux enfants
- Rez-de-chaussée : entrée principale, information, radiologie, consultations médicales, ambulances, déplacement des patients couchés, urgences, administration, réfectoire
- Rez-de-chaussée inférieur : archives, physiothérapie, accélérateur linéaire, laserthérapie, laboratoires, cuisines, économat et dépôts

On veillera aux hauteurs d'étages différenciées selon les fonctions : niveau des soins à 3,40 m (étage 3,05 + 0,35 d'épaisseur de dalle), niveau des analyses et traitements environ 4,20 m, niveau des approvisionnements et évacuations, technique, entre 4,20 m et 5,00 m.

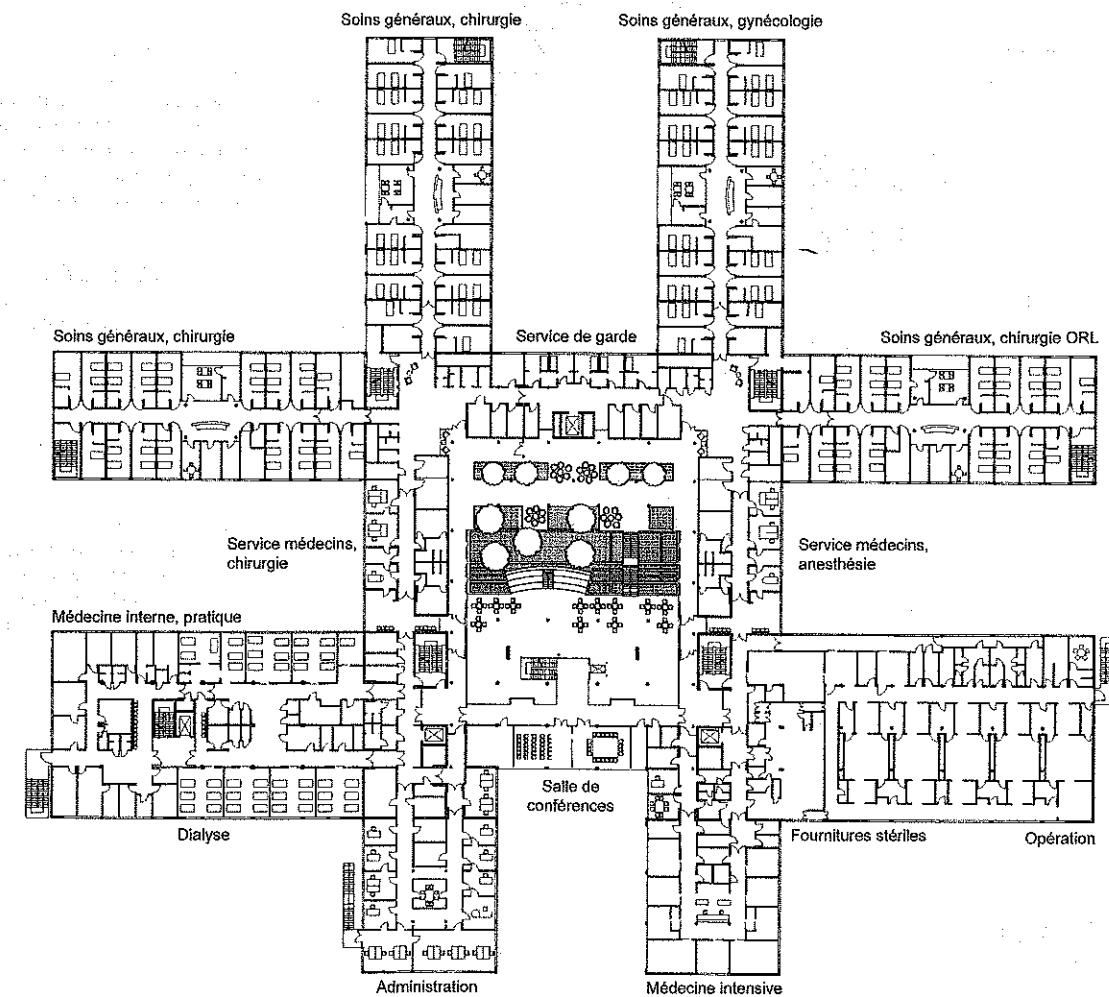


11 Type horizontal
Secteur des soins contigu au secteur diagnostic-analyse-traitements



1 Hôpital catholique St-Johann-Nepomuk, Erfurt, rez-de-chaussée

Arch. : Thiede, Messthaler et Klösger



2 Clinique Helios, Gotha, 1^{er} étage

Arch. : Wörner et coll.

HÔPITAUX

DÉGAGEMENTS, PORTES, ESCALIERS, ASCENSEURS

Dégagements (fig. 1 à 7)

Ils doivent être dimensionnés en prévision de la circulation la plus importante. En général, la largeur des dégagements d'accès est d'environ 1,50 m. Les dégagements dans lesquels les malades sont transportés couchés devraient avoir une largeur utile minimale de 2,25 m. Les plafonds suspendus dans les dégagements peuvent être abaissés jusqu'à 2,40 m. Les fenêtres, pour l'exposition à la lumière et l'aération, ne doivent pas être distantes les unes des autres de plus de 25 m. Il n'est pas autorisé de réduire la largeur libre des dégagements par des objets encastrés, des poteaux ou autres éléments de construction. Des portes antifumée doivent être installées dans les dégagements des divisions médicales selon la réglementation.

Portes

Les exigences concernant l'hygiène doivent être respectées pour la construction des portes. Le revêtement de surface doit résister à long terme aux produits de nettoyage et de désinfection. Les portes doivent répondre aux mêmes exigences d'isolation phonique que les murs environnants. La construction d'un vantail de porte à double paroi doit satisfaire à une absorption minimale des bruits de 27 dB. La hauteur libre des portes dépend du type et de la fonction :

Portes courantes	2,10 m à 2,20 m
Portes surdimensionnées passage de voitures particulières	2,50 m
Passage de véhicules de transport	2,70 m à 2,80 m
Hauteur minimale pour accès, hall pour malades couchés	3,50 m

Escaliers

Pour des raisons de sécurité, ils doivent être réalisés de sorte à pouvoir, en cas de besoin, écouler toute la circulation verticale et être conçus pour éviter les courants d'air et la transmission des bruits et des odeurs, selon les règlements de construction et de sécurité. Les escaliers doivent avoir des deux côtés une main courante sans extrémité libre. Les marches gironnées ne sont pas admises pour les escaliers de secours. La largeur utile des escaliers et des paliers d'escalier de secours doit être au moins de 1,50 m et au plus de 2,50 m.

Le débattement des portes ne doit pas diminuer la largeur utile des paliers. La hauteur admise des marches est de 17 cm et le giron d'au moins 28 cm. Un taux de montée hauteur/giron de 15/30 est meilleur. D'après la réglementation concernant la construction des hôpitaux, les portes donnant accès à la cage d'escalier doivent s'ouvrir dans le sens d'évacuation.

Ascenseurs (fig. 8 et 9)

Ils ont pour mission d'assurer le transport vertical des personnes, des médicaments, du linge, de la nourriture et des lits des malades. Une séparation selon l'utilisation devrait être établie pour des raisons d'hygiène et d'esthétique. Dans les bâtiments dans lesquels les services de soins, d'auscultation et de traitement sont placés dans les étages supérieurs, les ascenseurs adaptés au transport des lits doivent être disponibles au moins en double. Les cabines d'ascenseur pour lits doivent être dimensionnées pour qu'il y ait suffisamment de place pour un lit et pour deux accompagnateurs. Les parois internes des cabines doivent être lisses, résistantes au lavage, désinfectables ; le sol doit être antidérapant. Les cages d'ascenseur doivent être résistantes au feu (selon les normes).

À partir de 100 lits, prévoir un ascenseur multifonctionnel et au moins deux ascenseurs. Il faut ajouter au moins deux ascenseurs plus petits pour le transport du petit matériel roulant, du personnel et des visiteurs.

Dimension libre de la cabine d'ascenseur	0,90 x 1,20 m
Dimension libre de la cage d'ascenseur	1,25 x 1,50 m

HÔPITAUX

DOMAINES FONCTIONNELS

Les domaines et unités fonctionnelles à l'intérieur d'un hôpital peuvent se répartir de la manière suivante :

- Auscultation, analyse et traitement
- Soins
- Administration
- Services sociaux
- Recherche et enseignement
- Divers

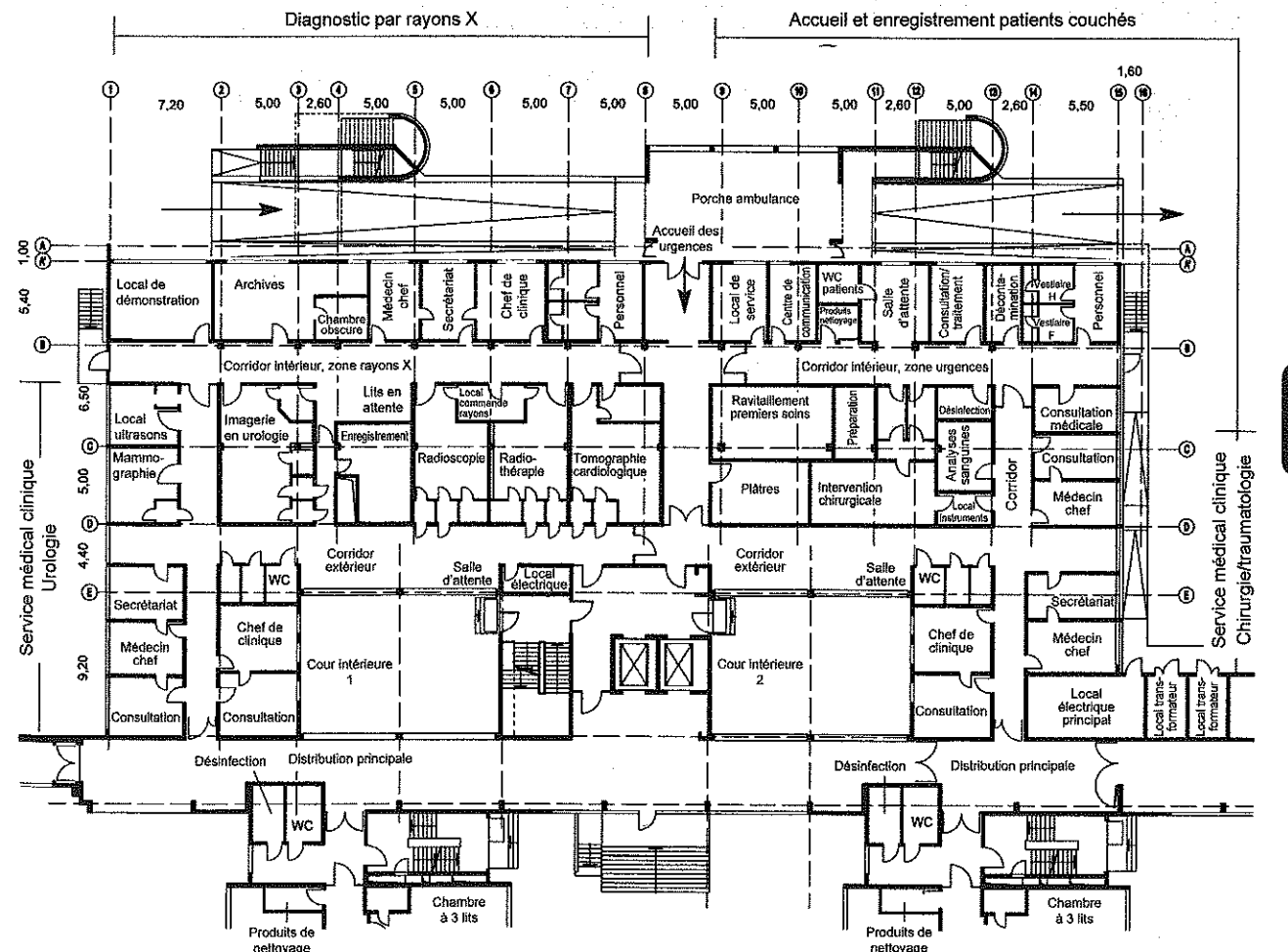
Le domaine de l'auscultation, de l'analyse et des traitements est le plus important dans un hôpital, à côté de celui des soins, ceci est dû à la spécificité des actes et des particularités des instruments techniques.

Le contact entre les patients et les médecins se différencie selon les domaines d'intervention, de même pour les fréquences en phase d'auscultation. La localisation de chaque entité relative aux domaines de l'auscultation, de l'analyse et du traitement et de leurs mises en relations spatiales au sein d'un hôpital est à établir avec précision. Il est recommandé de localiser ces entités aux rez-de-chaussée inférieure, rez-de-chaussée et rez-de-chaussée supérieure ou premier étage. Ainsi les fonctions ambulantes restent concentrées sur ces niveaux inférieurs proches des accès au sol.

Il est aussi important de réunir toutes les différentes disciplines médicales en un domaine concentré, afin d'assurer une coopération et une consultation optimales.

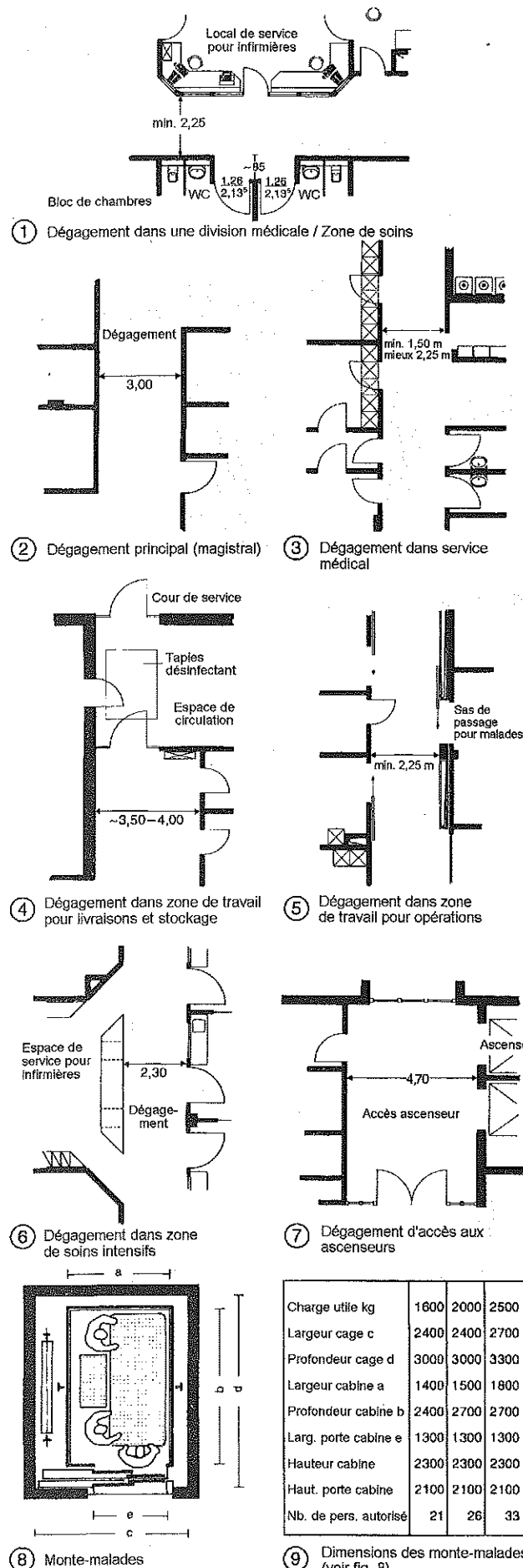
n°	Dénomination	n°	Dénomination
1.00	Diagnostic, analyse et traitements	3.03	Information et documentation
1.01	Enregistrement soins en urgence	3.04	Bibliothèque
1.02	Service médical	4.00	Services sociaux
1.03	Diagnostic fonctionnel	4.01	Services organisationnels
1.04	Endoscopie	4.02	Pastoral
1.05	Laboratoire médical	4.03	Vestiaires du personnel
1.06	Pathologie	4.04	Restauration du personnel
1.07	Radiologie	5.00	Approvisionnement et évac.
1.08	Diagnostic nucléaire	5.01	Fournitures médicaments
1.09	Chirurgie	5.02	Fournitures moyens stériles
1.10	Accouchements	5.03	Fournitures instruments
1.11	Radiothérapie	5.04	Fournitures literie
1.12	Thérapie nucléaire	5.05	Fournitures aliments
1.13	Thérapie physique	5.06	Fournitures lingerie
1.14	Ergothérapie	5.07	Conservation et stockage
1.15	Service de gardiennage	5.08	Entretien et réparation
		5.09	Stockage déchets
		5.10	Conciergerie, service transport
2.00	Soins		
2.01	Soins généraux		
2.02	Soins aux accouchées et aux nouveau-nés	6.00	Recherche et enseignement
2.03	Médecine intensive	6.01	Recherche
2.04	Dialyse	6.02	Enseignement
2.05	Soins aux nourrissons et aux enfants	6.03	Formation
2.06	Maladies infectieuses		
2.07	Soins psychiatriques		
2.08	Médecine nucléaire	7.00	Divers
2.09	Enregistrement des soins	7.01	Service de secours
2.10	Soins gériatriques	7.02	Limited Care Dialyse
2.11	Clinique de jour	7.03	Soins aux enfants
		7.04	Services pour l'extérieur
		7.05	Services depuis l'extérieur
		7.06	Logement
3.00	Administration		
3.01	Direction et administration		
3.02	Archivage		

1 Structuration de l'hôpital en secteurs et localisations fonctionnelles



2 Plan partiel de l'hôpital de Luckenwalde, 300 lits

Arch. : Thiede Messthaier Klösges



HÔPITAUX SOINS AMBULATOIRES

Espaces pour soins ambulatoires

Rappelons que le terme ambulatoire concerne un acte médical ou chirurgical qui n'interrompt pas les activités habituelles du patient, ou qui ne nécessite pas d'hospitalisation prolongée.

La juste localisation des divers espaces destinés aux soins ambulatoires est particulièrement importante. Lors du projet, on veillera d'emblée à séparer rigoureusement les espaces distributifs des patients hospitalisés de ceux des patients en soins ambulatoires. Le nombre potentiel des patients dépend de la taille de l'hôpital et de l'éventail des spécialités qui y sont développées. Si les soins ambulatoires concernent un grand nombre de patients, il faut prévoir un secteur en soi, lequel pourrait même être séparé du corps principal de l'hôpital. Toutefois en liaison assez directe avec le service de radiologie. Il faut tenir compte de la croissance du nombre de patients ambulants surtout dans le dimensionnement des zones d'attente et du nombre de locaux de soins.

Chirurgie ambulatoire

La part des opérations en soins ambulatoires est en constante progression. Cette spécialité peut se rattacher aux hôpitaux existants. Elle peut être directement intégrée au secteur chirurgie d'un hôpital comme elle peut se développer en une clinique autonome. Dans le cas d'une intégration dans un hôpital existant, cette unité devrait se trouver à proximité de l'entrée principale et de l'unité des soins en urgences.

Les patients qui se rendent aux soins ambulatoires sont physiquement et psychologiquement dans une autre attitude que celle des patients stationnaires qui vivent généralement une situation plus grave et parfois plus urgente.

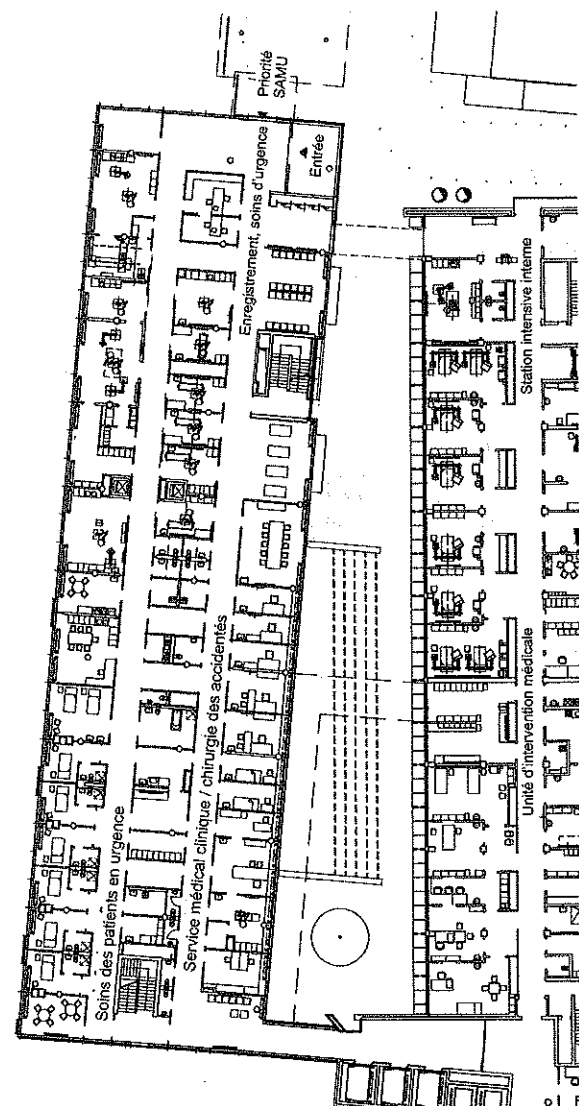
Leur accueil doit conforter leur attitude en suscitant la convivialité et la confiance. Ainsi, une unité dont la chirurgie ambulatoire est le centre de gravité, est organisée à l'aide d'un programme d'espaces actualisés, formé de petites salles d'opérations d'environ 30 m², avec une salle de préparation multifonctionnelle, de petits espaces sanitaires pour 2 salles d'opérations, une salle de réveil postopératoire avec 5 places et une zone de tranquillité. Dans ce type d'unité on peut se passer d'espaces d'attente ou autres espaces distributifs trop spacieux, les patients n'étant que de passage.

Centre de soins médicaux

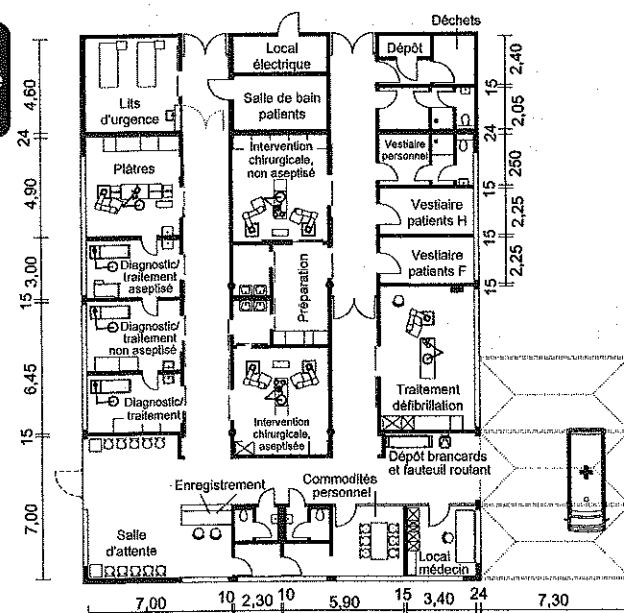
Un hôpital peut s'associer d'autres unités indépendantes de soins stationnaires aux patients sous forme de cliniques de jour ou de soins stationnaires ponctuels et de courtes durées. Ces unités se distinguent fortement des structures spatiales et organisationnelles d'un hôpital pour soins stationnaires. L'éventail des pathologies et les actes médicaux sont limités. Les équipements médicaux techniques peuvent être réduits. Les exigences en matière de prévention et d'hygiène sont moins sévères, en conséquence, les choix des traitements de surfaces plus aisés (sols, murs, plafonds). Les prescriptions très exigeantes des hôpitaux sont allégées dans ces unités.

De fait, on ne peut pas fournir, dans ces lieux, des soins à des patients stationnaires atteints de maladies infectieuses, chroniques ou autres cas postopératoires avec complications.

La décision sur la qualité et la quantité d'air traité, sur les techniques d'anesthésie choisies, sur les matériaux de revêtements, sur les mesures de protections aux divers rayons est à étudier de très près, car d'importantes économies potentielles en dépendent. Les normes généralement en vigueur dans les hôpitaux contre la prolifération des germes et autres bactéries ne sont pas appliquées dans ces centres de soins.



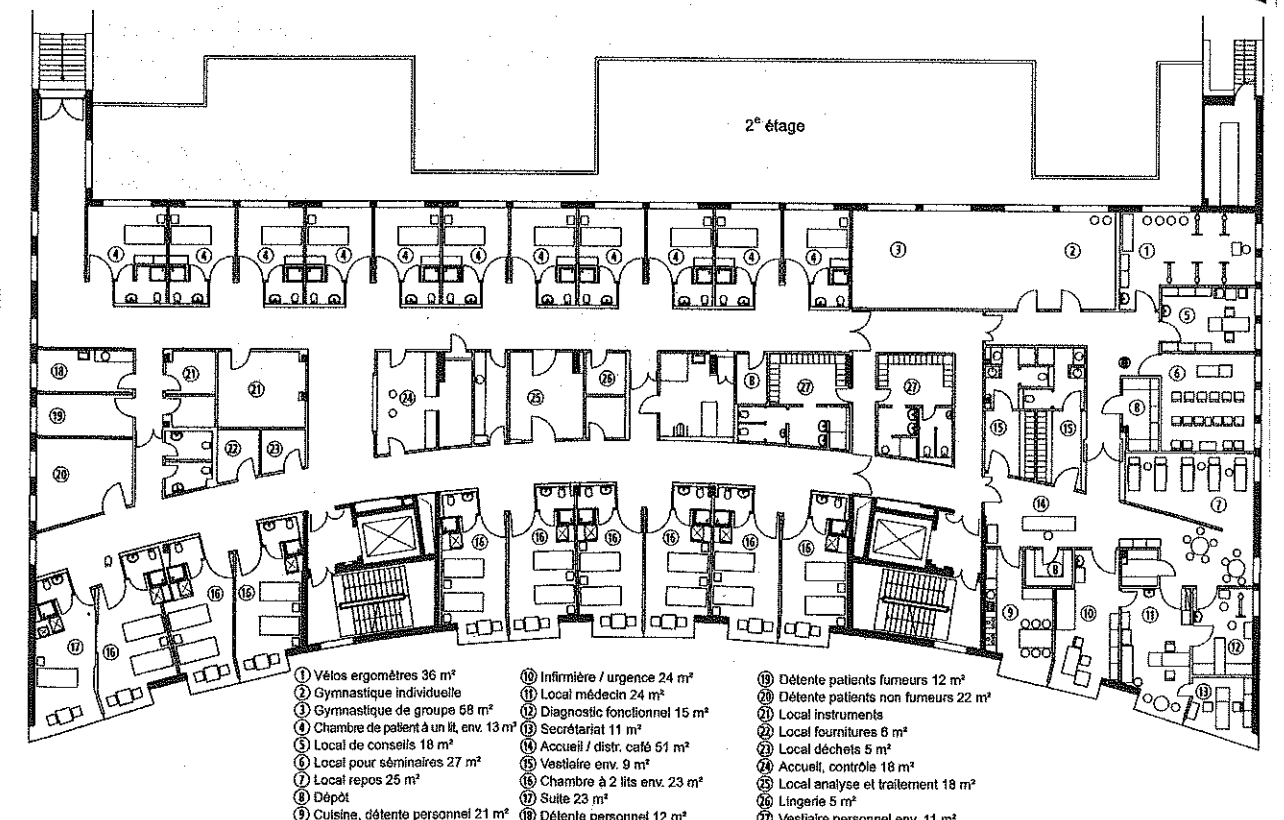
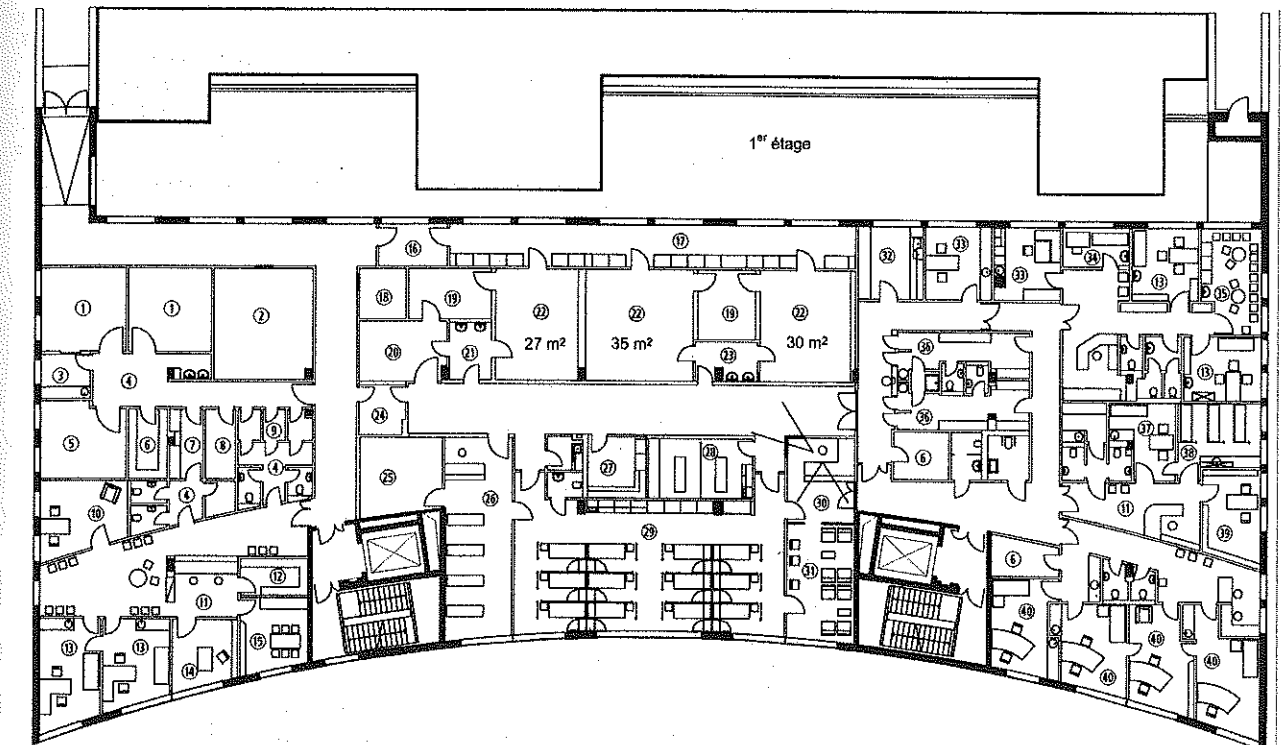
① Rez-de-chaussée, urgences
Hôpital de Spandau à Berlin, aujourd'hui : Vivantes Klinikum
Arch. : Heinle, Wischer et associés



② Enregistrement et soins d'urgence
Clinique Helios à Gotha
Arch. : Wörner et associés

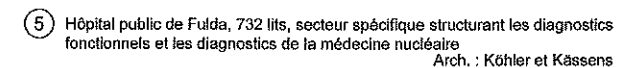
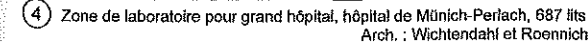
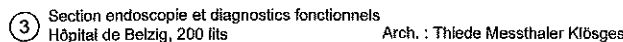
HÔPITAUX EXEMPLE DE CENTRE DE SOINS MÉDICAUX

- | | | | |
|--|---|--|--|
| ① Intervention chirurgicale 20 m ² | ⑬ Accueil / attente 55 m ² | ⑲ Intervention chirurgicale ambulatoire 7 m ² | ⑳ Attente, chirurgie ambulatoire 23 m ² |
| ② Local technique, ventilation 32 m ² | ⑭ Archives, dossiers 7 m ² | ㉑ Chirurgie ambulatoire | ㉒ Local de désinfection 14 m ² |
| ③ Préparation des instruments 6 m ² | ⑮ Local consultation env. 18 m ² | ㉒ Lavage 7 m ² | ㉓ Local personnel 14 m ² |
| ④ Corridor intérieur | ⑯ Secrétariat 13 m ² | ㉓ Sas évacuation déchets 7 m ² | ㉔ Local d'isolement 8 m ² |
| ⑤ Préparation, chambre de réveil 19 m ² | ⑰ Local du personnel 14 m ² | ㉔ Sas des patients 19 m ² | ㉕ Salle d'attente 17 m ² |
| ⑥ Dépôt 8 m ² | ⑱ Sas accès fournitures 8 m ² | ㉕ Salle de réveil, 4 pl. 40 m ² | ㉖ Sas chirurgie ambulatoire 14 m ² |
| ⑦ Sas du personnel 7 m ² | ⑲ Dépôt stérile des fournitures 50 m ² | ㉖ Traitement analgésique 10 m ² | ㉗ Local soins 12 m ² |
| ⑧ Evacuation déchets 6 m ² | ⑳ Local technique, électricité 7 m ² | ㉗ Anesthésie locale 19 m ² | ㉘ Gestion de la douleur 16 m ² |
| ⑨ Vestiaire | ㉑ Outils chirurgie ambulatoire env. 12 m ² | ㉘ Espace de récupération 12 pl. 110 m ² | ㉙ Bureau 15 m ² |
| ⑩ Local médecin 18 m ² | ㉒ Local nettoyage outils chirurgie 15 m ² | ㉙ Espace de service, contrôle 17 m ² | ㉚ Local consultation |

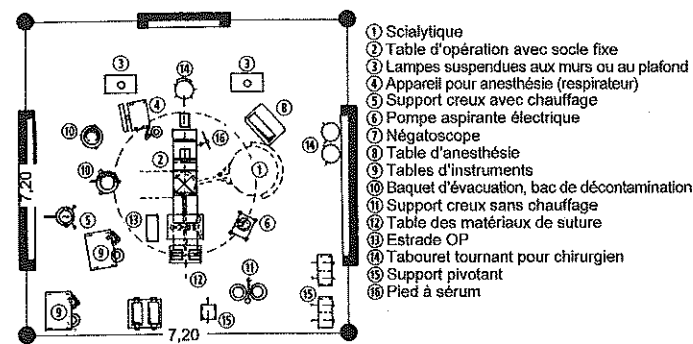


① Centre de soins médicaux de l'hôpital Oskar-Ziethen, Berlin Lichtenberg

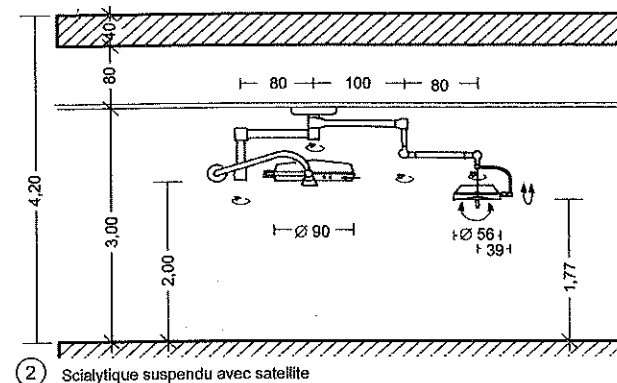
Arch. : Deubzer et König



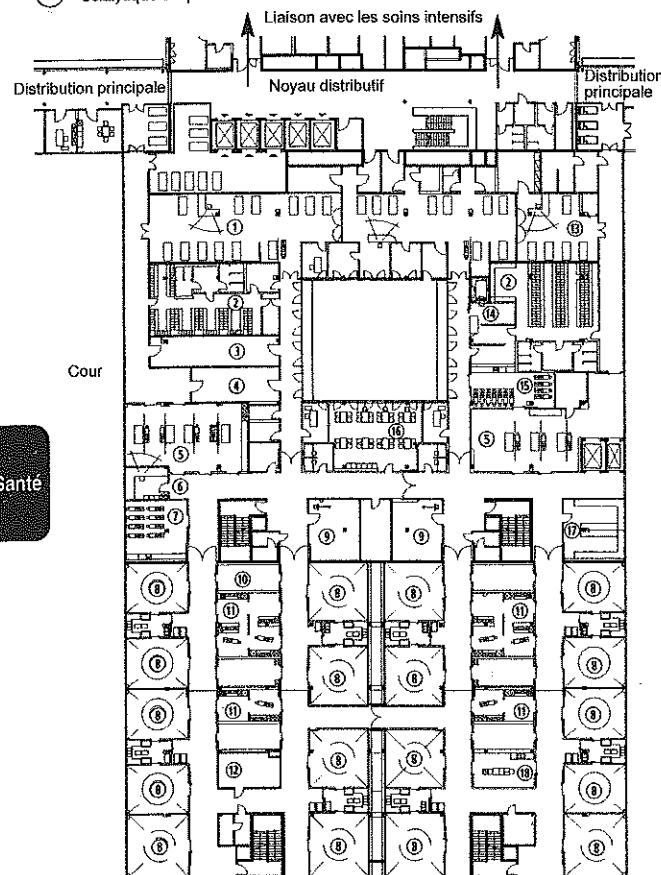
La morgue d'un hôpital comporte des locaux de conservation, d'autopsie, de dépôt de cercueils, de chambre froide pour cadavres, de mise sur estrade, de mise en bière et de vestiaire pour les pathologistes. En tant que service d'hôpital indépendant, elle doit être prévue de sorte à communiquer par une liaison courte avec les ascenseurs desservant les autres services. Prévoir aussi une accessibilité facile pour la famille du défunt et un accès aussi court que possible pour les pompes funèbres. Selon l'importance de l'hôpital, cet ensemble de locaux peut être agrandi avec un laboratoire, des archives et des vestiaires pour le personnel.



1 Plan d'aménagement d'une salle d'opération chirurgicale



2 Scalitique suspendu avec satellite



- 1 Salle de réveil
- 2 Vestiaire personnel
- 3 Sas fournitures
- 4 Sas évacuation déchets
- 5 Transfert de patients
- 6 Hygiène
- 7 Direction soins ambulants
- 8 Désinfection, dépôt
- 9 Instruments
- 10 Laverie
- 11 Local désinf. / prép. lits
- 12 Local technique
- 13 Salle de réveil, enfants
- 14 Évacuation déchets stériles
- 15 Désinfection
- 16 Local repos personnel
- 17 Labo scanner
- 18 Salle des plâtres

3 Soins ambulants, clinique Helios, Berlin-Buch, 1 000 lits Arch. : Thiede, Messthaler, Klösges et Keitel

Opération

La situation du service de chirurgie dans le complexe de l'hôpital est déterminante. Pour permettre des contacts aussi rapides que possible, il doit d'abord être prévu à proximité immédiate du service de médecine intensive, de la salle de réveil et de la stérilisation centrale.

Les services de chirurgie doivent se trouver dans une position centrale, au cœur de l'hôpital, et être faciles d'accès.

Organisation du service chirurgical

À chaque service chirurgical sont rattachés les zones ou espaces suivants : Bloc opératoire, salle de préparation des patients et de pré-anesthésie et salle post-anesthésie, sas de lavage et local pour le matériel stérile. L'ensemble occupe une surface d'environ 80 m².

La salle d'opération 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 d'environ 6,50 x 6,50 m. La hauteur de l'éclairage doit être de 3,00 m, il faut aussi prévoir environ une hauteur de 0,70 m à 0,80 m pour le branchement de la climatisation et des 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'opération, fait partie de l'équipement de base.

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 postopératoires, du personnel pré- et postopératoire, 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.

Une salle de préparation des patients et de pré-anesthésie doit avoir une dimension d'environ 3,80 x 3,80 m. Il faut prévoir des portes coulissantes électriques de 1,40 m de largeur de passage avec oculus en verre transparent, du côté arrière de la salle d'opération. L'aménagement doit disposer de réfrigérateur, timbre d'évier, rangée de bacs de rinçage, armoires à canules, raccords pour appareils d'anesthésie ainsi que générateur de secours.

Une salle de post-anesthésie n'est nécessaire que dans des cas particuliers. Elle 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. Il faut prévoir un timbre d'évier.

Le sas de lavage à proximité du bloc opératoire met à disposition de l'équipe chirurgicale au moins 6 lavabos pour une utilisation simultanée. Largeur minimale de la pièce : 1,80 m. Les portes vers la salle d'opération doivent être équipées d'un système d'ouverture automatique.

Un local pour le matériel stérile de 10 à 15 m² est nécessaire par salle d'opération. Il peut y avoir aussi un local stérile unique implanté en position centrale et commun à toutes les salles du bloc opératoire.

La salle des appareils et instruments chirurgicaux ne doit pas être trop éloignée de la salle d'opération. Sa taille est d'environ 20 m².

Le bureau de surveillance doit être en position centrale et largement vitré pour pouvoir surveiller les couloirs. À côté d'un bureau, on doit pouvoir disposer d'une armoire et d'un tableau-planning.

Pour les comptes rendus, un petit local d'environ 6 m² doit suffire car les médecins utilisent cette pièce uniquement pour rédiger les rapports après opération. Pas strictement nécessaire.

Un local pour produits d'entretien d'environ 5 m² doit être situé à proximité des salles d'opération car on nettoie et on désinfecte après chaque opération.

Prévoir près du sas des patients un emplacement suffisant pour la préparation de lits désinfectés et un lit supplémentaire propre par salle d'opération.

WC

On ne doit trouver d'installations sanitaires que dans la zone de sas. Les éviter dans la zone opératoire pour des raisons d'hygiène.

Une série de salles de travail et de locaux d'approvisionnement jouxtent le bloc opératoire.

Le bloc opératoire comprend en outre des sas pour le personnel, d'autres pour les patients, une salle de préparation des instruments, des sas d'évacuation, des sas d'approvisionnement, un local de stockage des tables d'opération, ainsi que la salle de réveil à proximité directe.

Le sas destiné aux patients doit assurer les fonctions de transfert de lit et de préparation des tables d'opération.

Les opérations rendent indispensable une alimentation électrique de sécurité afin d'assurer le bon déroulement et l'achèvement de l'opération en cas de panne de courant.

Surveillance postopératoire des malades

Une salle de réveil doit pouvoir accueillir les patients postopératoires de plusieurs salles d'opération. On calcule le nombre nécessaire de lits en multipliant par 1,5 le nombre de salles d'opération.

Le nombre de lits nécessaire se calcule avec $1,5 \times$ 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 pour que le malade puisse s'orienter.

La salle de stérilisation des instruments chirurgicaux peut être reliée directement à la zone stérile de la salle d'opération. 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. Son aménagement comprend 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.

Une salle des plâtres avec son équipement, fait également partie du programme spatial du bloc opératoire, et en particulier en chirurgie orthopédique.

La salle de repos du personnel sera dimensionnée en fonction la taille du service chirurgical. Il faut compter huit personnes par équipe opératoire (médecins, infirmières de salle d'OP, infirmières aides anesthésistes). La salle doit disposer de suffisamment de sièges et aussi d'armoires et évier.

Un éclairage naturel est psychologiquement souhaitable, mais ne peut souvent pas être réalisé en raison de la disposition des pièces.

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.

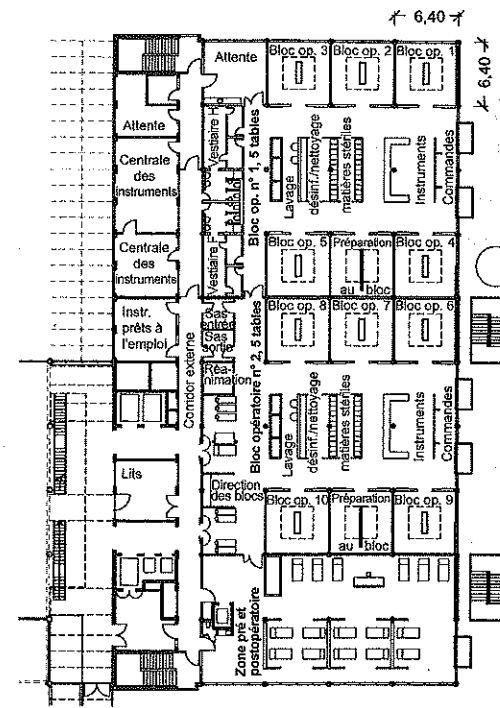
L'éclairage du champ opératoire doit être installé de telle sorte qu'en fonction de la localisation du champ opératoire, différentes directions du faisceau lumineux puissent être réglées.

L'installation lumineuse la plus utilisée est le plafonnier scialitique mobile. Il est constitué d'un plafonnier pivotant souvent complété d'une lampe supplémentaire sous forme d'un satellite moins important. Plusieurs foyers lumineux sont placés dans la lampe principale de façon à éviter l'ombre portée.

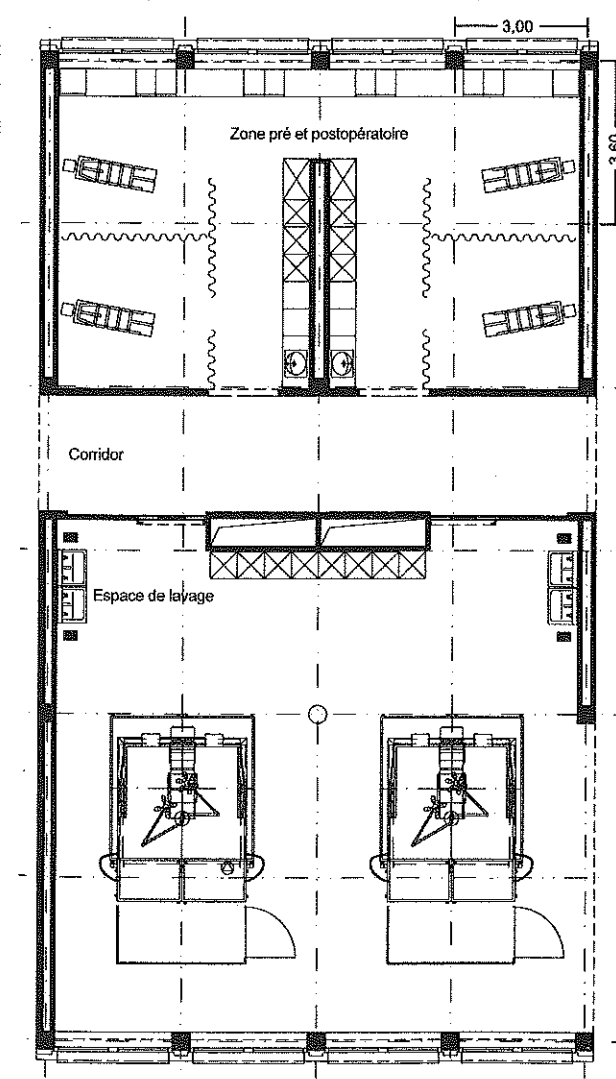
Conditionnement d'air

Le service de chirurgie est la plupart du temps climatisé. La technique d'aération contribue par filtrage, dilution et refoulement, à la réduction de la pollution microbienne. L'apport d'air traité en quantité nécessaire est assuré par un système d'air conditionné.

Un renouvellement de l'air de 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). Le sens d'écoulement de l'air entre les pièces d'une zone chirurgicale est donné par les normes. La plus grande pression règne dans la salle d'opération afin d'éloigner l'air venant des salles d'anesthésie. La pression la plus basse doit se situer dans les pièces annexes et de fonction. Les fenêtres de la salle d'opération doivent être pourvues d'un système de fermeture spéciale.



1 Section salles d'opération (10 salles), 1er étage de la clinique de Brandenburg-sur-la-Havel, nouveau bâtiment aile ouest Arch. : Heinle, Wischer et coll.



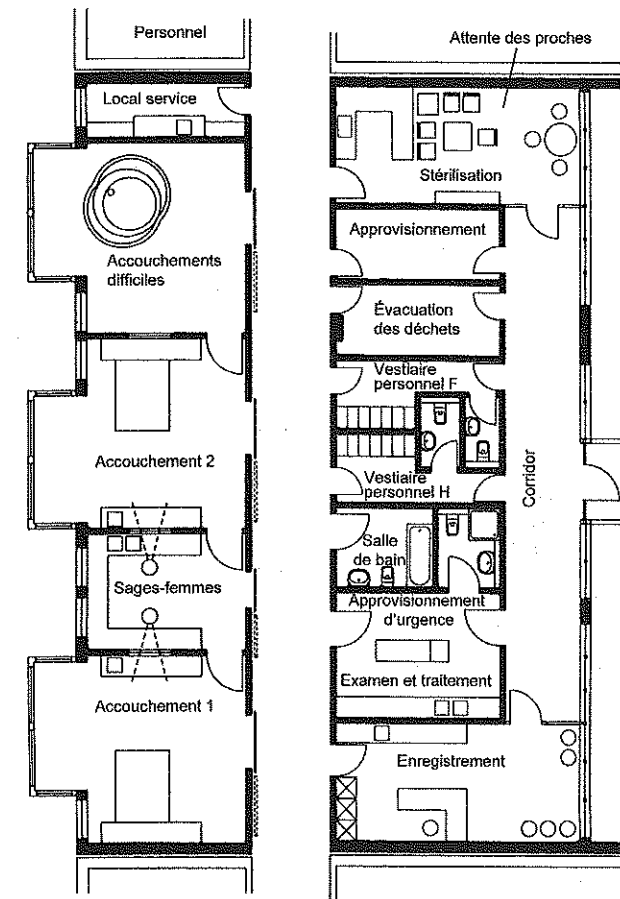
2 Salle à deux tables d'opération et son extension immédiate des lits en entrée et/ou en sortie de salle d'opération

HÔPITAUX

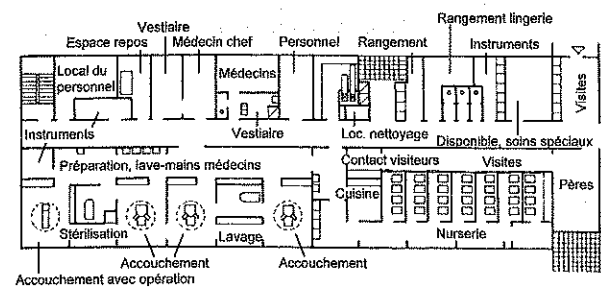
EXAMENS ET TRAITEMENTS MÉDICAUX

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). Ceci dit en tenant compte de différences entre patients autonomes et patients alités, ces derniers nécessitent des espaces de circulation et d'attente adéquats. Pour la partie physique de la radiothérapie il faut prévoir une pièce avec un bureau et un système de calcul (20 m²), les soins radiothérapeutiques 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.

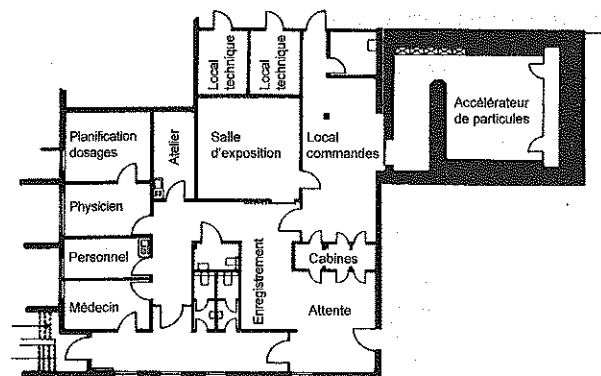
Pour des raisons d'hygiène les salles d'attente, d'examen, de localisation, de préparation et de radiothérapie doivent être bien aérées. Il est exigé un renouvellement d'air de 5 volumes par heure. Les normes de sécurité sont particulièrement sévères en radiothérapie. La protection constructive contre 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.



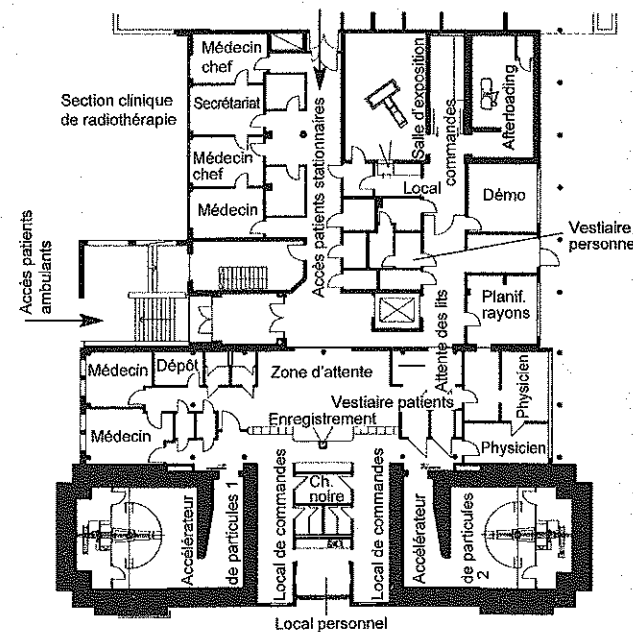
1 Section obstétrique de l'hôpital Ste-Elisabeth, Halle Arch. : Heinle, Wischer et coll.



2 Hôpital régional de Waldbröl, 448 lits Arch. : Karl Monerjan
Bains et timbres de lavage indispensables pour deux places d'accouchements



3 Section de l'accélérateur de particules Arch. : U. et A. Weicken



4 Radiothérapie, hôpital Werner-Forstmann, Eberswalde, 475 lits Arch. : Thiede, Messthaler et Klösges

HÔPITAUX

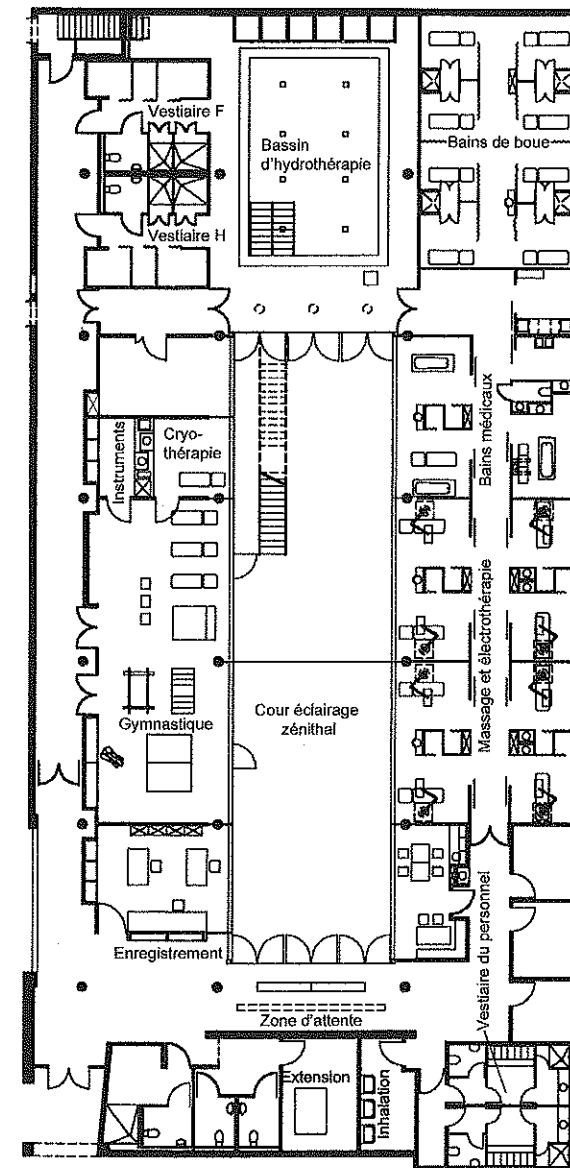
EXAMENS ET TRAITEMENTS MÉDICAUX

Unité de traitement physiothérapie

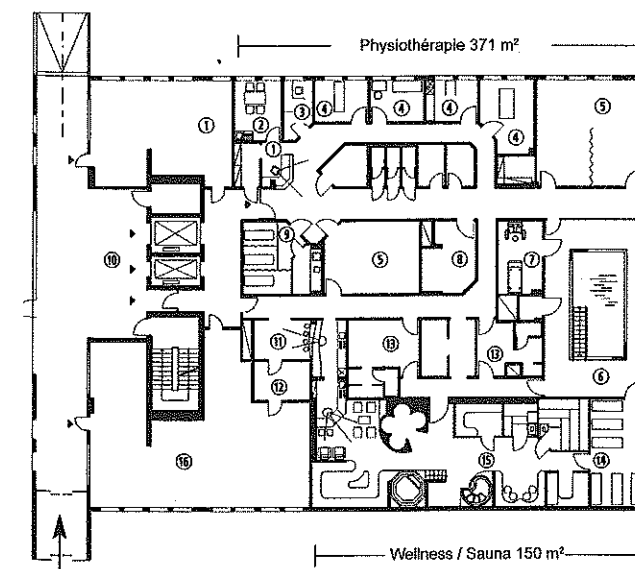
L'implantation de cette unité peut se faire en sous-sol, pour autant qu'elle soit au bénéfice d'un éclairage diurne par l'intermédiaire d'une grande cour intérieure et/ou par des soupentes donnant sur des excavations du terrain. Cette unité est répartie en une partie sèche et une partie humide. Cette dernière comprend un bassin d'hydrothérapie (env. 4 x 6 m), des soins hydroélectriques, hydro-massages dans la baignoire « papillon », inhalations, bains restructurants des mains et des pieds, ainsi que les locaux de service de l'unité.

Cette unité doit comprendre un service d'accueil spécifique. La séparation entre parties humide et sèche doit être conséquente. Les locaux de service comprennent des vestiaires hommes et femmes, des WC accessibles en chaises roulantes, des WC pour le personnel et les patients, un local de détente, un rangement du linge propre, une salle d'attente, un local de nettoyage et un local technique pour les installations d'hydrothérapie.

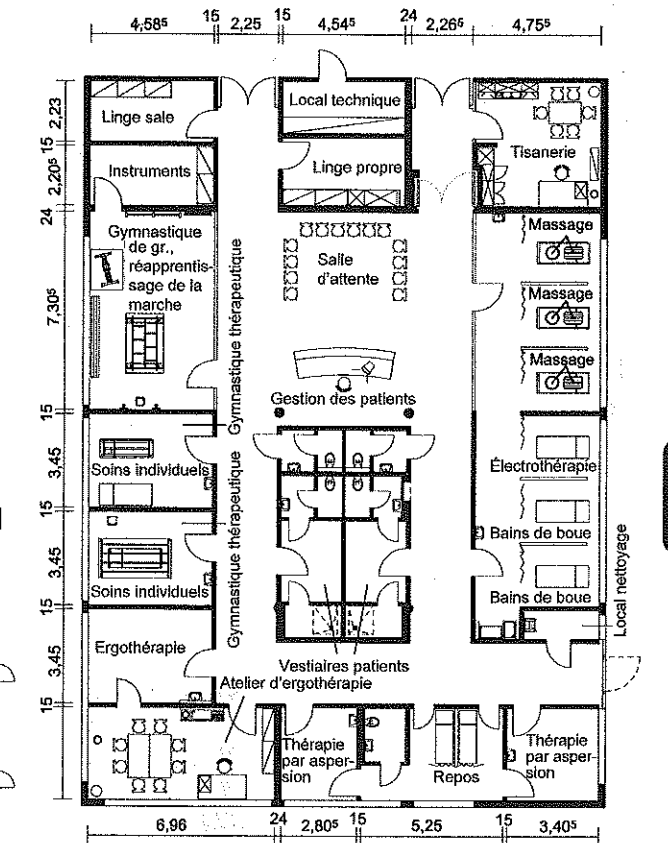
Dans la zone sèche se trouvent des espaces de gymnastique pour la thérapie de groupe (env. 40-50 m²) et pour la thérapie individualisée (env. 20 m²), pour des cas de thérapie pour patients alités et pour le réapprentissage des mouvements. Les hauteurs des espaces ne devraient pas être inférieures à 3 m. Des locaux de physiothérapie peuvent être décentralisés et se trouver à proximité d'unités de chirurgie des accidentés et d'orthopédie.



1 Physiothérapie au 1^{er} étage de l'hôpital de Berlin-Spandau, dénommé aujourd'hui Vivantes Klinikum de Berlin-Spandau Arch. : Heinle, Wischer et coll.

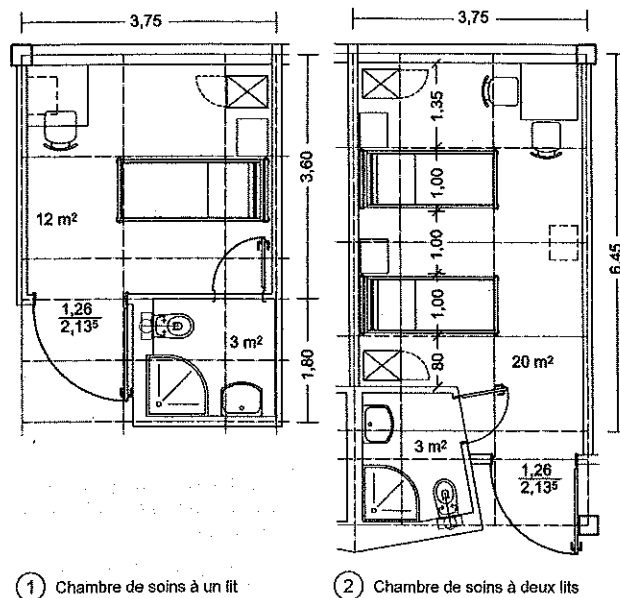


2 Physiothérapie au rez-de-chaussée de la clinique de Thuringe, Saalfeld-Rudolstadt Arch. : Thiede, Messthaler, Klösges et Kasper



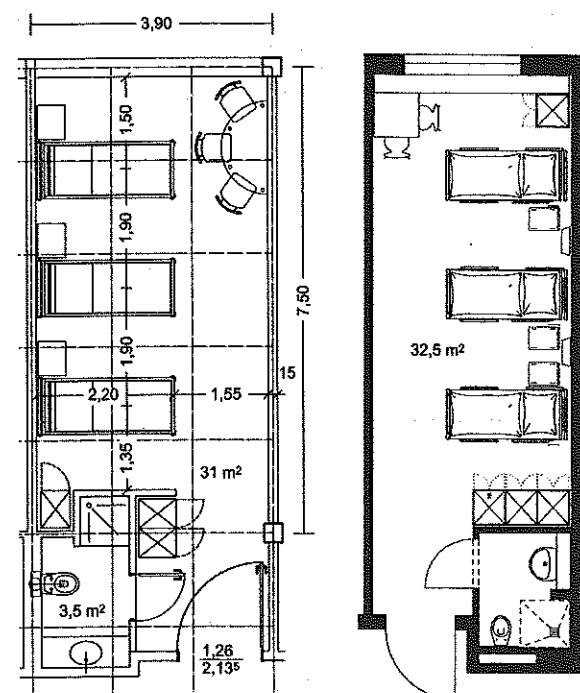
3 Physiothérapie, clinique Helios, Gotha Arch. : Wörner et coll.

- | | | |
|--------------------------------|--------------------------|------------------------------------|
| 1 Disponible 66 m ² | 7 Soins hydroélectriques | 17 Vestiaires |
| 2 Repos personnel | 8 Ergothérapie | 18 Local de repos |
| 3 Bureau | 9 Massage | 19 Wellness / Sauna |
| 4 Locaux de soins | 10 Accès aux ascenseurs | 20 Pharmacie (132 m ²) |
| 5 Gymnastique | 11 Attente | |
| 6 Bassin d'hydrothérapie | 12 Cosmétique | |



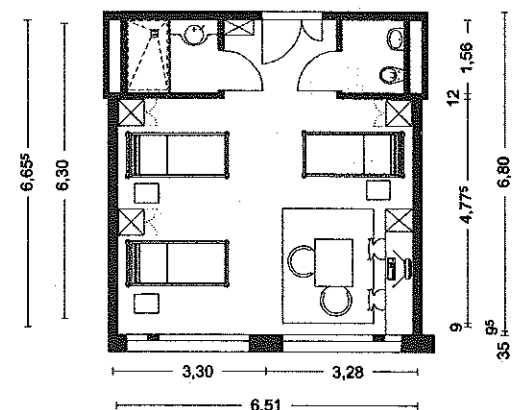
① Chambre de soins à un lit

② Chambre de soins à deux lits



③ Chambre de soins à trois lits avec douche selon une trame de porteurs de 7,80 m

④ Chambre de soins à trois lits (standard)



⑤ Chambre de soins à trois lits, douche et WC séparés

HÔPITAUX ZONES DE SOINS

Zones 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.

Unités de soins normaux

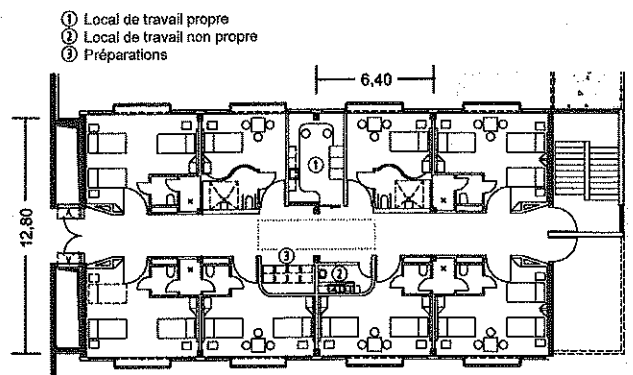
Pour les soins généraux apportés à des malades hospitalisés (point fort de l'ensemble des fonctions hospitalières), en particulier pour les maladies de courte durée et les maladies aiguës surtout avec de courts séjours. Ces unités sont superposables selon les besoins de place et la structure de l'unité. Les groupes de soins normaux sont déchargés des grands malades par les groupes de soins intensifs.

Relations entre pièces

Les dégagements de la division doivent être facilement visibles du poste de service (vitré) des infirmières. Le local pour les médicaments et les toilettes doivent être directement accessibles de ce poste pour en interdire l'entrée aux personnes non autorisées. La logistique concernant l'entretien des patients étant très importante pour des raisons de coût, les locaux d'approvisionnement et d'évacuation pour les médicaments, le lavage, les déchets, la nourriture, en position centrale selon leurs fonctions, devraient être regroupés autour du poste des infirmières.

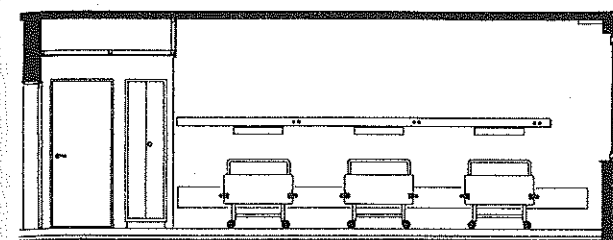
Locaux humides

Chaque chambre de soins doit comprendre une salle d'eau avec WC, lavabo et en principe une douche, sinon un local de douche séparé. Ces locaux humides doivent être accessibles aux handicapés, la hauteur des lavabos doit être au moins de 86 cm et le siège des WC doit être situé à près de 49 cm de haut. Chaque unité doit comprendre un espace sanitaire pour le personnel, pour les visiteurs, tous accessibles à des handicapés.

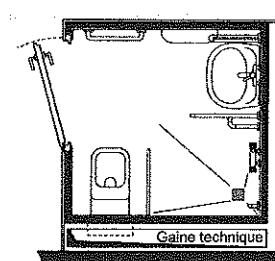


⑥ Station de soins généraux, clinique municipale de Brandenburg-sur-la-Havel
Nouvelle aile est, extrait du plan du 2^e étage

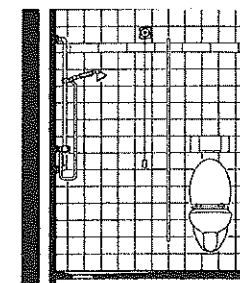
Arch. : Heinle, Wischer et coll.



① Coupe transversale d'une chambre à trois lits



② Cellule sanitaire d'une chambre



③ Vue de face (voir fig. 2)

HÔPITAUX ZONES DE SOINS

Dimensions des chambres des malades

Les lits des malades doivent être accessibles sur 3 côtés. Il doit y avoir de la place à côté du lit pour une table de nuit. Une table (90 x 90 cm) et des chaises (1 par patient) doivent être placées du côté de la fenêtre. L'armoire encastrée doit pouvoir être ouverte sans déplacer les lits et les tables de nuit.

La dimension minimale pour une chambre à 1 lit est de 16 m² et, pour une chambre de 2 à 3 lits, compter 8 m² par lit (voir réglementation hospitalière). La largeur des chambres doit être choisie de sorte que les lits du fond puissent être évacués de la pièce sans déplacer le premier lit (largeur minimale : 3,45 m).

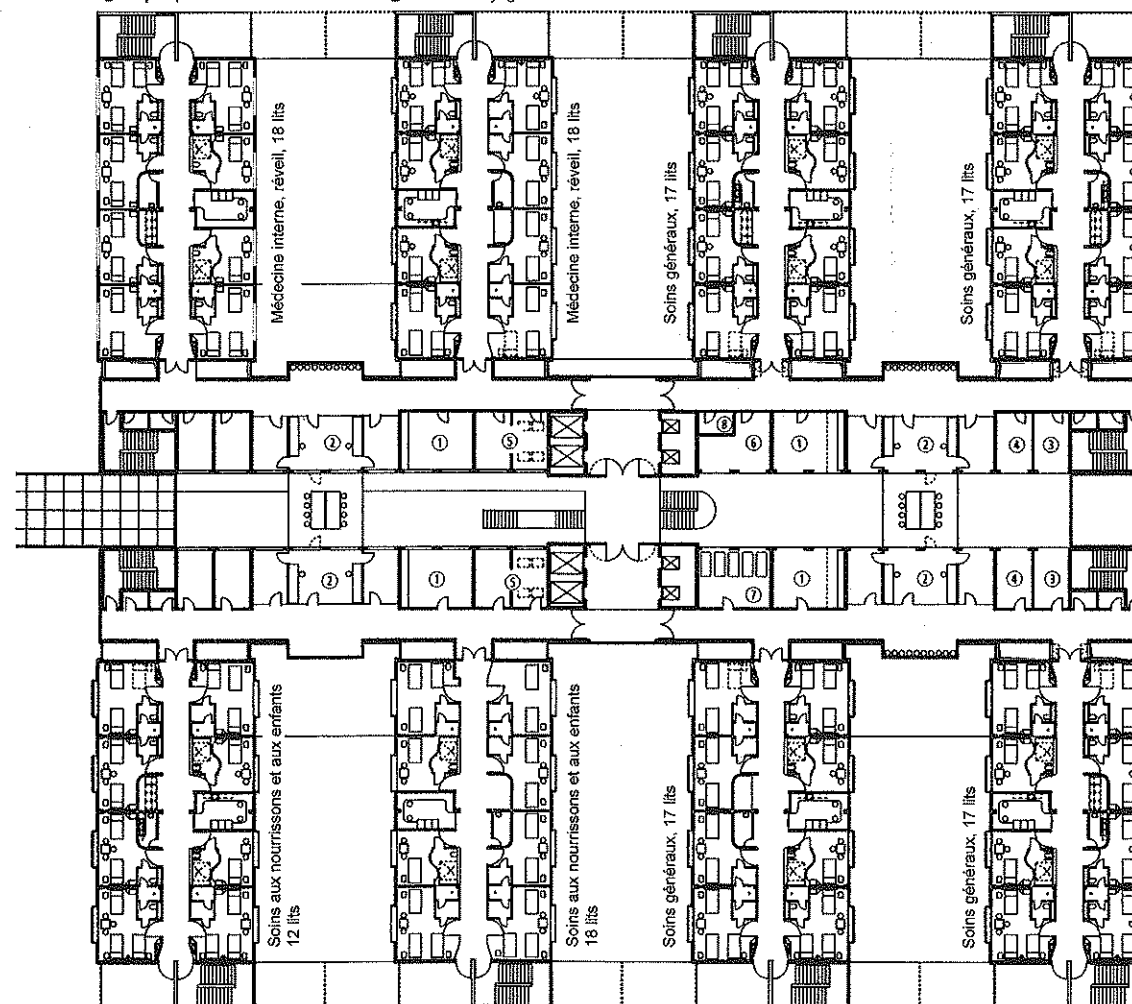
Équipement d'une chambre de malade

Une bande de protection murale en matière synthétique ou en bois doit être installée sur toutes les parois (à une hauteur minimale de 40 à 70 cm au-dessus du sol) afin de protéger les murs de la chambre contre les détériorations dues aux lits, aux tables de nuit ou aux chariots venant de l'extérieur. Cela est valable aussi pour les dégagements du service.

Les armoires des malades doivent être suffisamment grandes. Les portes des chambres doivent avoir une dimension de 1,25 x 2,13 m. Prévoir une isolation acoustique (si possible 32 dB).

Derrière le lit se trouve une gaine d'approvisionnement pour le branchement aux médias et l'éclairage. Elle est munie de boîtiers de branchements pour de l'oxygène, du vide d'air et de l'air sous pression. On y trouve également une prise électrique, l'éclairage pour la lecture, le téléphone, la radio et la sonnette d'appel aux infirmières.

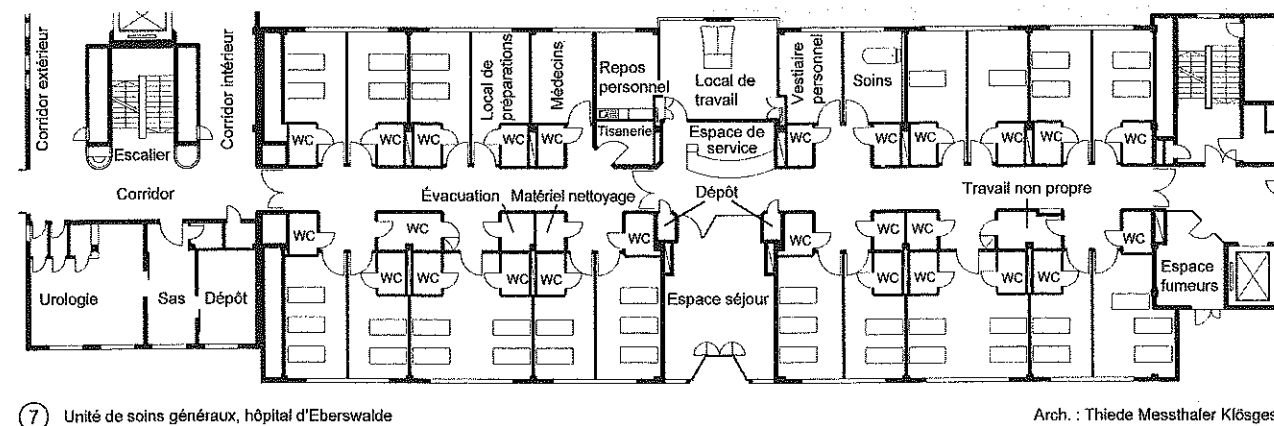
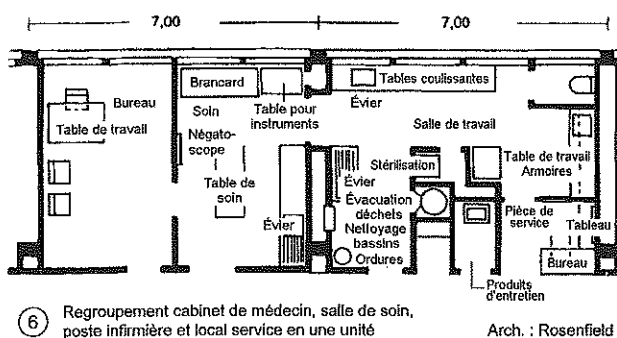
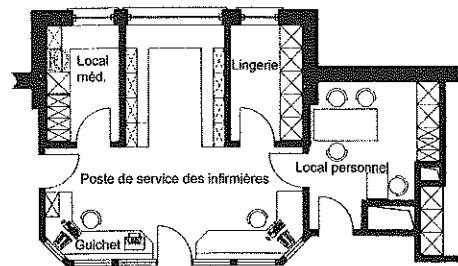
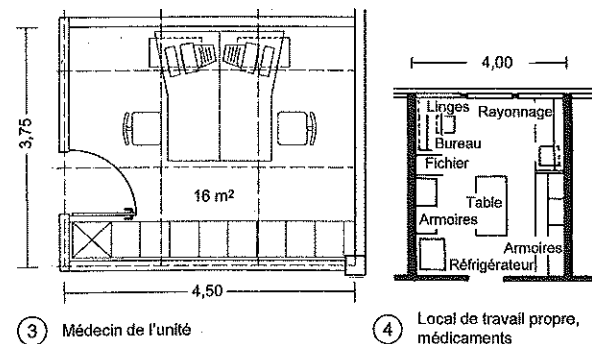
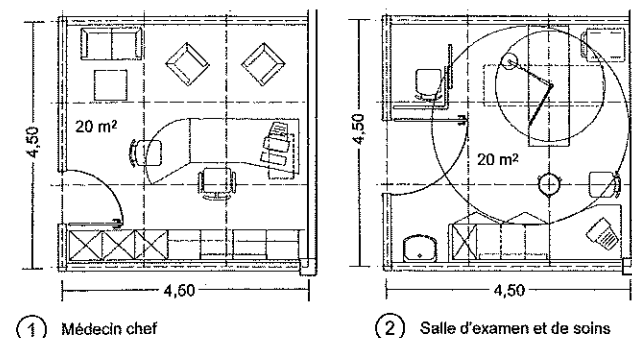
- | | |
|------------------------|----------------------------------|
| ① Attente des patients | ⑤ Approvisionnement / évacuation |
| ② Base soins/médecins | ⑥ Bain |
| ③ Instruments | ⑦ Préparation des lits |
| ④ Repos personnel | ⑧ Local nettoyage |



④ Unité de soins (337 lits), clinique municipale, Brandenburg-sur-la-Havel, nouvelle aile est

Arch. : Heinle, Wischer et coll.

HÔPITAUX ZONES DE SOINS



Pièce de travail aseptique

Cette pièce doit présenter une surface de 10 m² au moins. Elle est équipée d'étagères solides (60 cm de profondeur) ou d'un système de rangement flexible constitué d'unités modulaires approvisionnées à partir d'un dépôt central.

Pièce de travail septique

Cette pièce doit être accessible au personnel si possible sans traverser de couloir. Une telle pièce doit être prévue par groupe de six lits. Prévoir un évier pour nettoyer et désinfecter, un lavabo, un plan de travail éclairé, des armoires ou étagères pour les sacs vides de linge sale (surface de 8 à 10 m² environ).

Médecin de service (fig. 3)

Il doit avoir la possibilité d'ausculter un malade. Une place pour une étagère et un lit d'auscultation pour le service de garde doit être prévue à côté du bureau (surface d'environ 16 à 20 m²).

Poste de service des infirmières (fig. 5)

Ce poste (d'environ 25 à 30 m²) devrait avoir une position centrale dans la division médicale. Les parois, côté couloir, devraient être vitrées. Tenir compte de la protection contre les incendies. Une concertation préalable avec les pompiers et l'ingénieur-incendie est recommandée.

Locaux de détente, tisanerie

Surface d'environ 15 m² avec une éventuelle séparation en zones fumeurs et non fumeurs

Salle de bains pour malades

Elle est équipée souvent d'une baignoire avec élévateur qui doit être accessible de trois côtés. Une douche supplémentaire est en option quand il existe une pièce séparée avec douche (1,40 x 1,40 m) pour patient en fauteuil roulant.

Local technique

Chaque division médicale devrait disposer d'un tel local d'une surface de 8 m² avec une distribution électrique secondaire.

Pièce commune pour malades

Lieu de rendez-vous général des patients, elle doit avoir une surface de 22 à 25 m² environ. L'aménagement doit avoir le même style que celui d'une habitation.

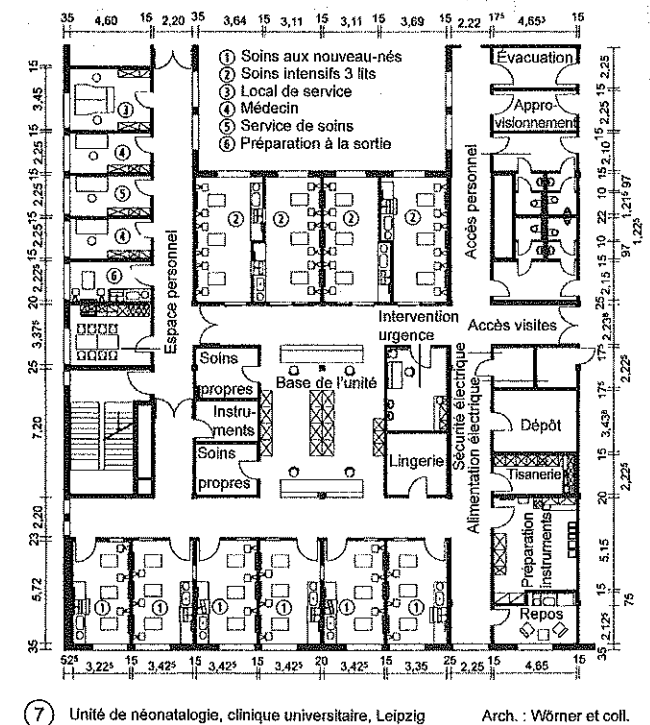
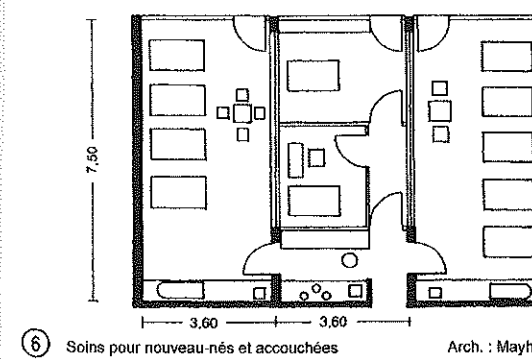
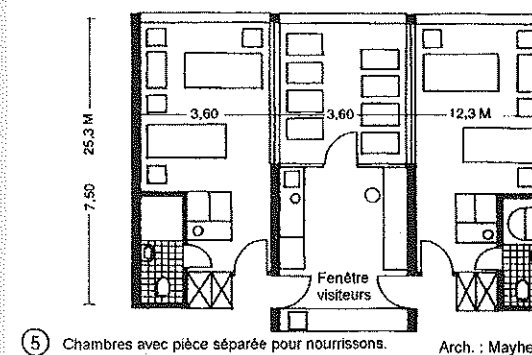
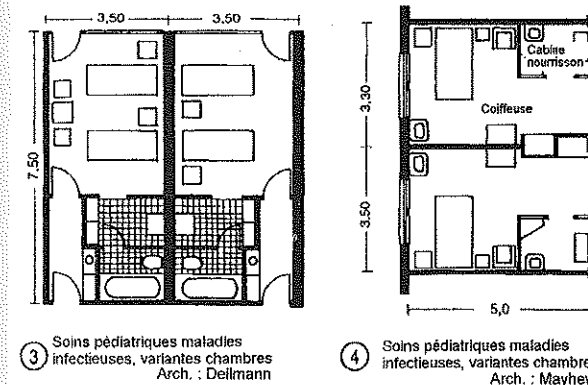
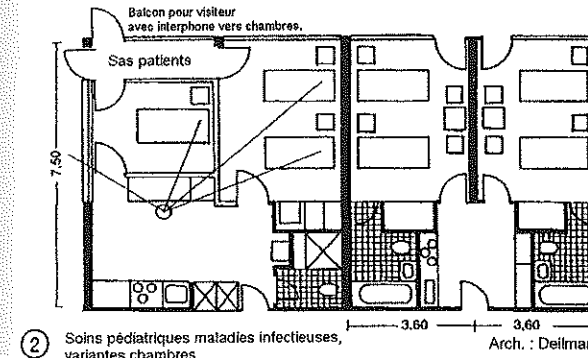
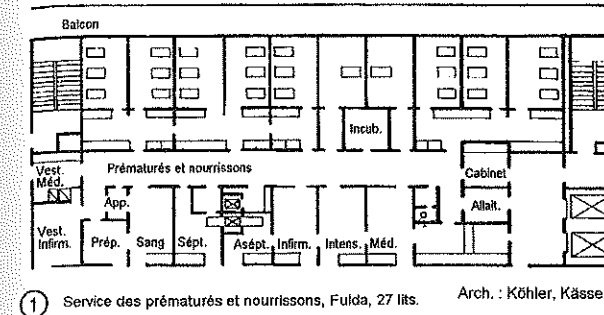
HÔPITAUX ZONES DE SOINS

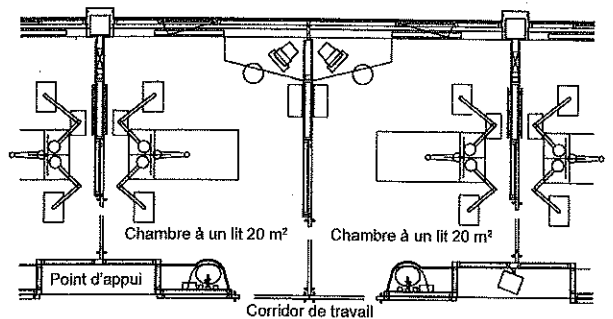
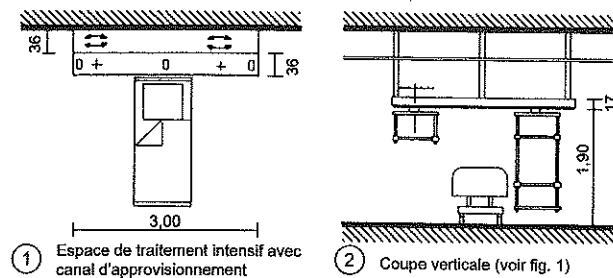
Le service des accouchées (acc) et des nouveau-nés (nn) rassemble toutes les activités nécessaires à leur assistance courante corporelle, médicale, psychologique et sociale après un accouchement normal.

La répartition des soins aux acc satisfait aux soins courants. En ce qui concerne la centralisation des soins aux nn, l'unité de soins y relative est disposée en limite ou à l'intérieur de l'unité de soins pour acc. Afin de réduire les infections la zone est fractionnée en petites pièces. Pour l'allaitement, les nn sont emmenés dans les chambres des mamans, afin d'établir un contact fréquent et intense entre la mère et l'enfant. L'hébergement commun des acc et des nn (rooming in) dans une chambre évite le transport des nn et soulage le personnel.

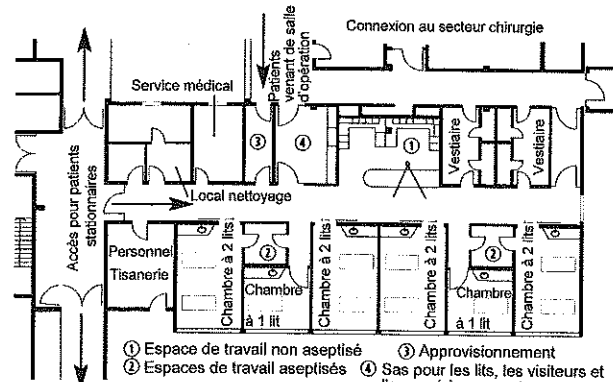
Les unités de soins sont généralement plus réduites que lors des soins normaux. Il est judicieux de limiter leur taille par groupe de soins à 10-14 lits. Pour des raisons d'hygiène, les exigences en la matière sont plus importantes que pour les soins normaux. Outre le système de sas habituel, prévoir un sas pour les visiteurs avec un vestiaire. Prévoir aussi l'emplacement du lit comme dans les soins normaux en tenant compte de l'installation du berceau du nouveau-né. Dans les sanitaires il doit y avoir des combinaisons de baignoires sabots avec douchette et douches.

Les unités de soins des nouveau-nés comprennent les fonctions suivantes : emplacement pour les berceaux, tables de déshabillage, baignoires de bébés, table à langer, pesage, poste de travail de l'infirmière, éventuellement une place pour les poussettes, un poste de service de l'infirmière, salle de repos des infirmières, tisanerie, cabinets de médecins, salle d'examen 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 et armoire à linge.

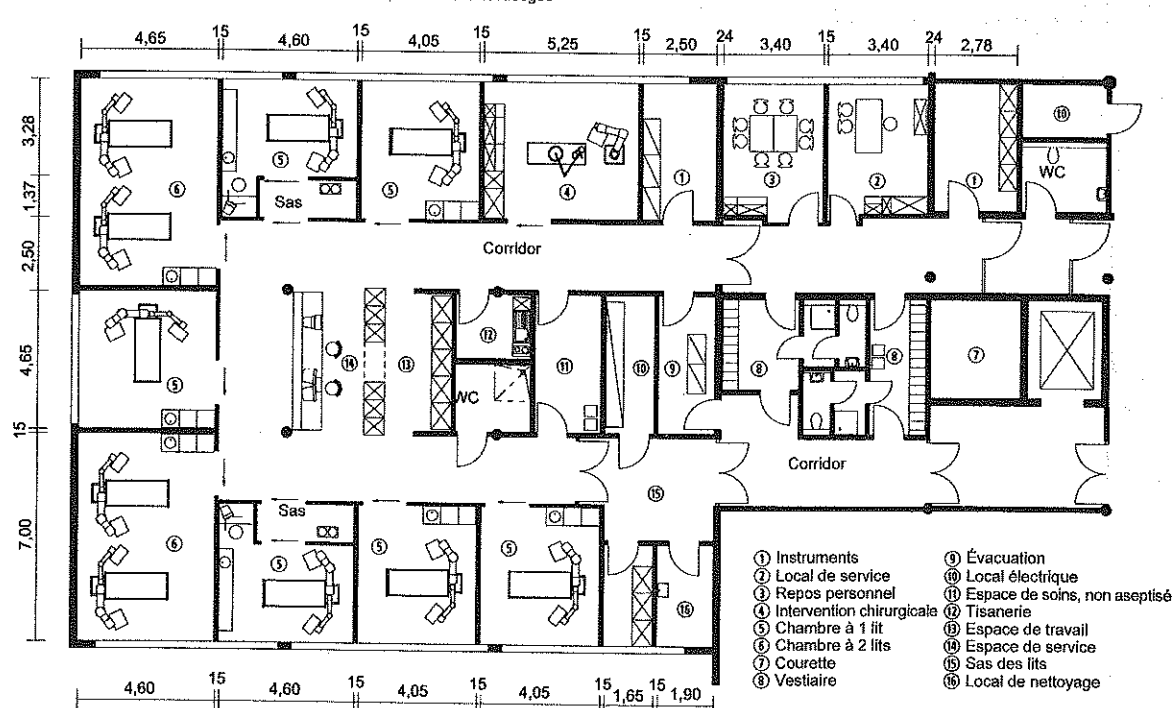




③ Chambre de patients pour soins intensifs, université Heinrich-Heine, Düsseldorf
Arch.: Heile, Wischer et coll.



④ Soins intensifs, hôpital de Luckenwalde, 10 lits
Arch.: Thiede, Messthaler et Klösges



⑤ Station des soins intensifs, clinique Helios, Gotha

HÔPITAUX ZONES DE SOINS

Soins médicaux intensifs

Le rôle de la médecine intensive est l'atténuation et la prévention des troubles des fonctions vitales. Il est nécessaire de lier directement les espaces de soins aux salles d'opérations et aux services médicaux (anesthésie). Un contrôle permanent des patients par le personnel médical et infirmier y est appliqué.

L'organisation de la médecine intensive se structure selon les catégories suivantes : neurochirurgie, chirurgie cardiaque et du thorax, chirurgie de transplantation et neurologie, ou selon les domaines combinés de la médecine chirurgicale et de la médecine interne.

Cette variante est habituelle dans les hôpitaux qui ne possèdent pas de centre de gravité médical. Pour des raisons d'hygiène, les soins médicaux intensifs et les soins courants doivent s'effectuer dans des espaces distincts et munis de sas.

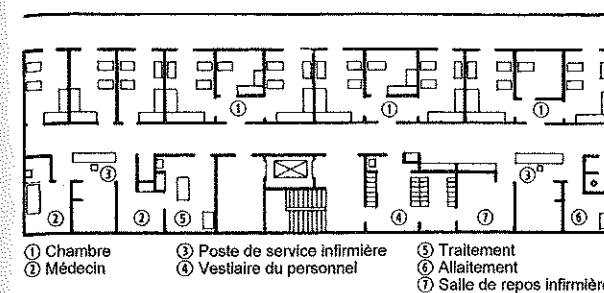
Le centre de chaque unité de soins intensifs est occupé par un espace de service ouvert avec vue sur chaque espace de l'unité, voire sur chaque lit, une séparation entre lits de patients pouvant se réaliser à l'aide de séparations légères, vitrées à mi-hauteur.

Le nombre de patients d'une unité de soins intensifs dépend de la taille globale de chaque établissement hospitalier (de 3 à 36). Chaque unité comprend un espace de service, un espace de travail aseptisé (préparation des médicaments et des infusions), un local de matériel et d'instruments.

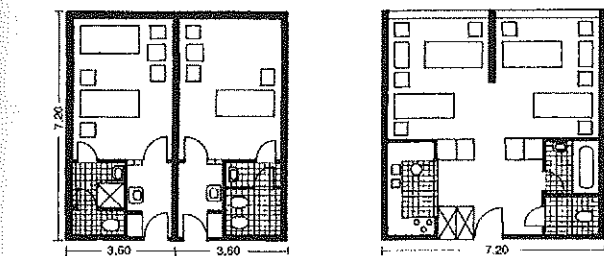
Les lits peuvent être disposés dans un espace fermé, ou ouvert, ou encore combiné ; dans le cas d'un espace ouvert, la surface disponible doit être importante. En espace fermé, les lits sont séparés les uns des autres.

Prévoir l'implantation des autres espaces suivants : local de travail pour l'anesthésie, local de matériel aseptisé, local de travail non aseptisé, local de nettoyage, salle d'attente pour les visiteurs, local de préparation pour les médecins, local de documentation et éventuellement une salle d'entretien.

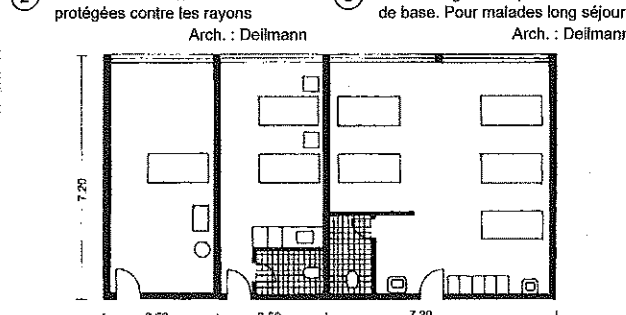
Chaque place de lit doit comprendre des connexions techniques, notamment pour l'oxygène, l'air comprimé et l'air aspiré.



① Service pédiatrique de 28 lits, hôpital municipal de Velbert
Arch.: Krüger, Krüger et Rieger



② Chambre simple et chambre double de la zone de contrôle fortement protégées contre les rayons
Arch.: Deilmann



④ Unité de chambre pour malades mentaux légers et malades exigeant des soins
Arch.: Deilmann

HÔPITAUX SOINS SPÉCIALISÉS

Soins des nourrissons et des enfants

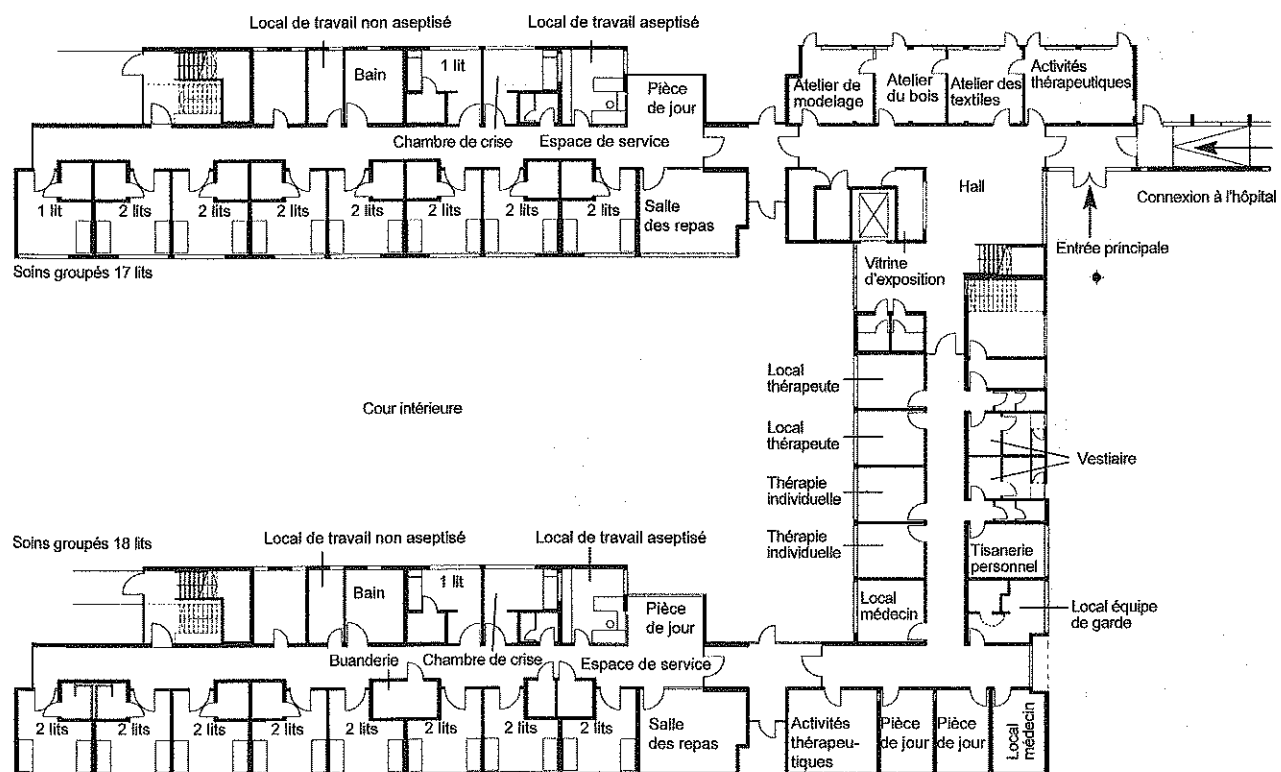
Les patients, souvent regroupés dans des cliniques pédiatriques spécifiques, sont répartis en nourrissons (35 %) et prématurés (13 %), en enfants en bas âge et enfants scolarisés (22 %) jusqu'à l'âge de 14 ans et selon le type de maladie contagieuse, toutes classes d'âge confondues (22 %). Lors de l'hospitalisation des enfants de cette catégorie, il faut veiller à un contact moindre entre ces malades et les autres malades ainsi que le personnel. Il faut une sécurité aux fenêtres pour 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 des pièces pour des cours, des occupations et des jeux. Il faut prévoir des services d'isolement pour la rougeole, la varicelle, la diphtérie, la scarlatine et la tuberculose. Les cloisons doivent être lavables jusqu'à 1,50 m. L'aménagement doit éviter une atmosphère inhospitalière et ressembler à celui d'un jardin d'enfants.

Soins des patients traités par rayons

Lors de la conception 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). L'importance d'un tel groupe de soins correspond à celle d'un groupe de soins normaux. La zone d'activité se répartit en **zone de contrôle** et en **zone de surveillance**. On sépare ainsi les patients subissant de fortes irradiations, de ceux faiblement exposés. C'est pourquoi les patients sont souvent dans des chambres à un lit.

Soins des malades mentaux

La particularité des maladies mentales entraîne les exigences suivantes au niveau de la conception et de l'aménagement des **services de soins ouverts et fermés** (patients légèrement ou gravement atteints) : besoins importants de place pour les salles communes, les réfectoires ainsi que les salles pour les activités thérapeutiques et la thérapie de groupe, les malades n'étant pas alités. De petites unités de soins sont nécessaires (jusqu'à 25 patients) avec accès courts et possibilité de bonne surveillance, un ameublement de type familial est recommandé afin de donner aux malades une sensation de sécurité. La tendance est à l'intégration des services de maladies mentales dans des hôpitaux généraux afin d'éviter l'isolement des patients.

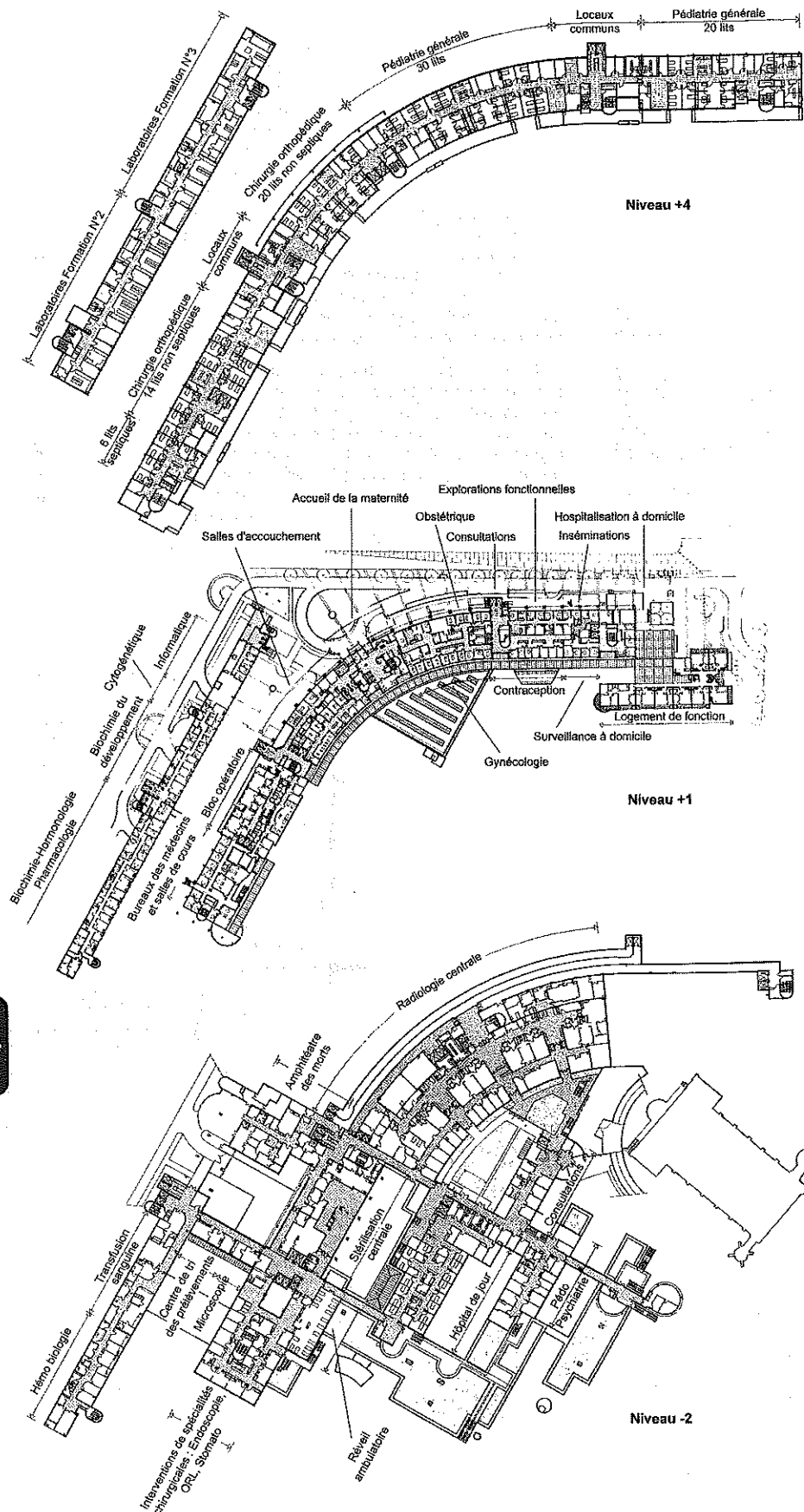


⑥ Soins psychiatriques, hôpital de Finsterwalde, 70 lits

Arch.: Thiede, Messthaler et Klösges

HÔPITAUX SPÉCIALISÉS

Les hôpitaux spécialisés prennent une importance croissante. La spécialisation de différents domaines nécessite une étude plus poussée des plans qui intègrent les fortes exigences d'organisation et de planification des services. Une communication constante entre l'architecte, les programmeurs spécialisés, les médecins et le personnel soignant est indispensable pour parvenir à une conception des espaces qui soit vraiment le reflet de la complexité de l'hôpital. Le terme d'hôpitaux spécialisés s'applique aux cliniques chirurgicales proposant des interventions spécifiques ainsi qu'aux hôpitaux de psychiatrie et de pédiatrie. Parmi les hôpitaux spécialisés, l'hôpital d'enfants présente une complexité particulière en réunissant à côté des spécialités médicales et chirurgicales pédiatriques, les services d'obstétriques et de soins aux nourrissons. La maîtrise de cette complexité est remarquable dans la réalisation de l'hôpital Robert Debré à Paris (architecte : Pierre Riboulet). Les unités médicales sont étagées sur plusieurs niveaux où chaque service constitue une unité autonome ; elles sont desservies par un principe de rue-galerie.

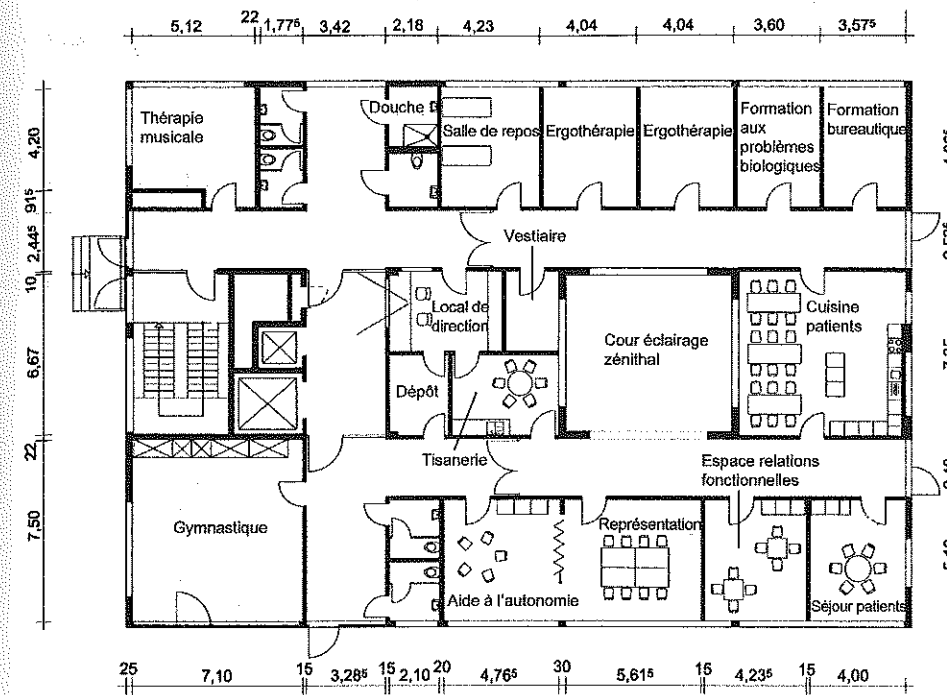


Arch. Pierre Riboulet

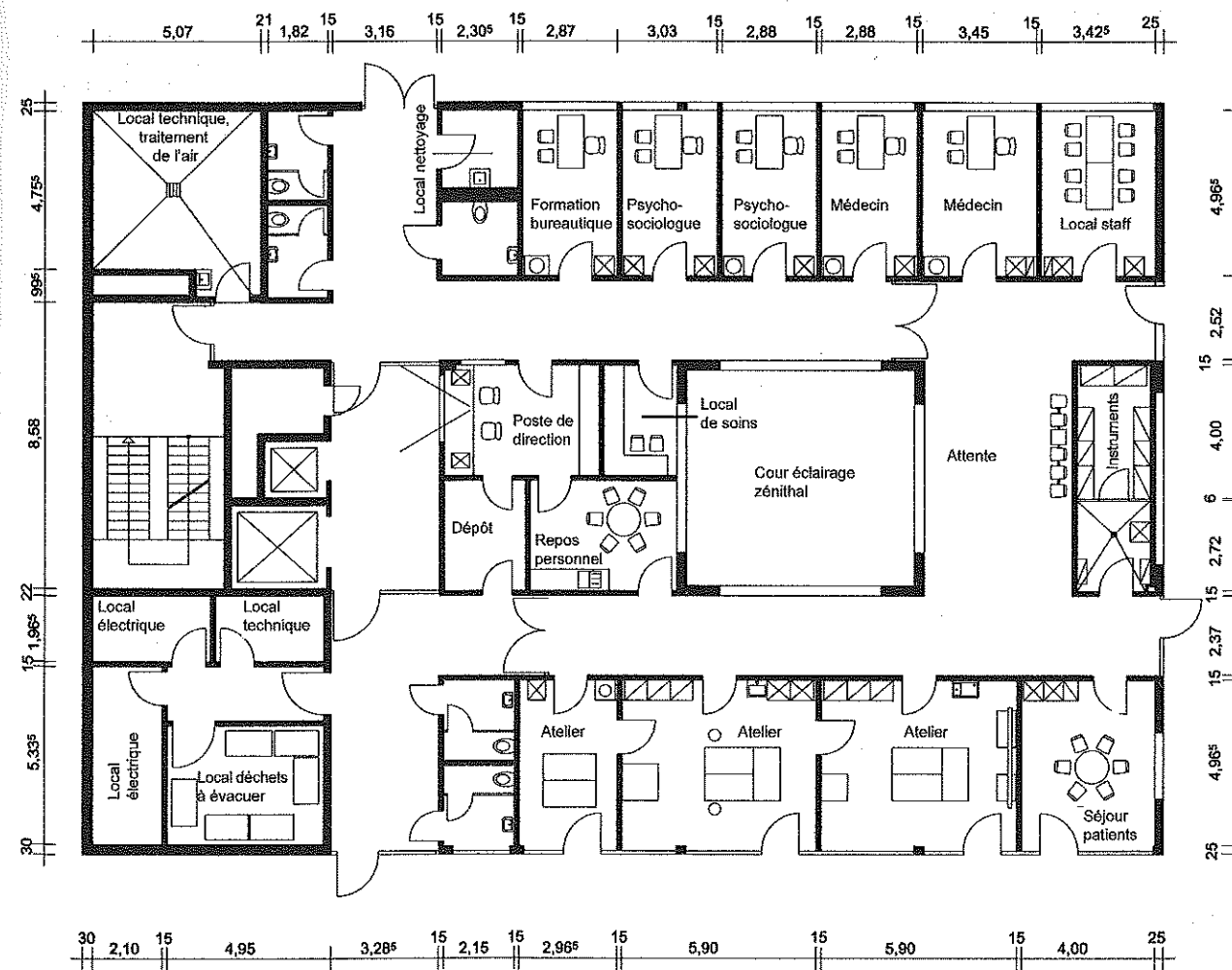
DISPENSAIRES, INTERVENTIONS POUR GENS MOBILES

Hôpital de jour

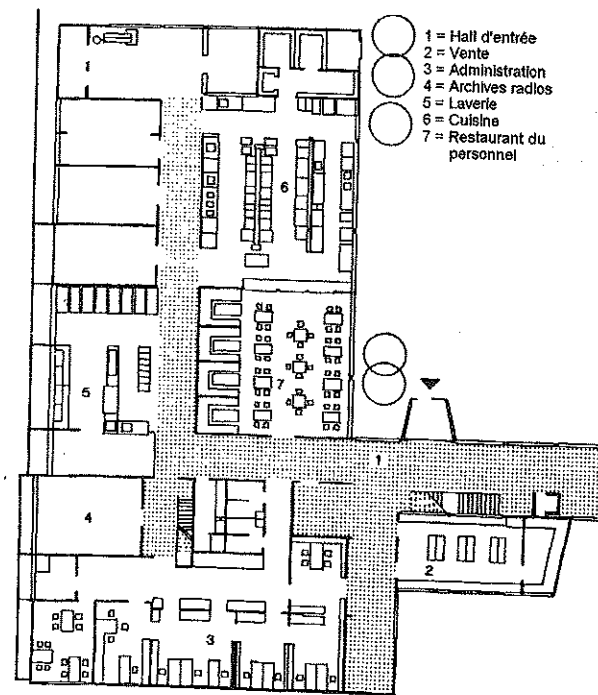
Les réformes hospitalières voient de plus en plus de services s'affranchir des hôpitaux généraux, voire devenir des officines privées. Ces nouvelles cliniques pour soins particuliers ne fonctionnent que de jour, sans patients résidents. Les soins ambulants peuvent y être dispensés, dès lors que les patients sont séparés de toute gestion hospitalière habituelle. Si ces cliniques sont créées dans d'anciens services et locaux d'hôpitaux, prévoir des accès indépendants. Le bureau d'accueil et la salle d'attente doivent être aménagés comme pour un cabinet médical, en perdant leur caractère « d'hôpital ».



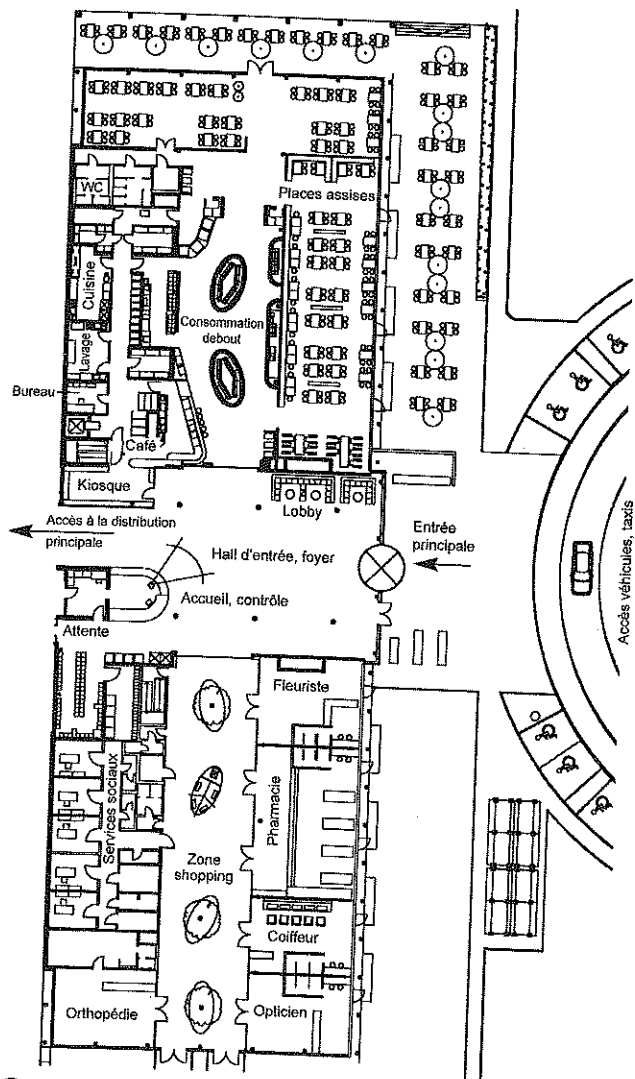
① 1^{er} étage (voir fig. 2)



Arch. : Wörner et coll.



① Hôpital collectif Herdecke/Ruhr, 192 lits. Hall d'entrée avec zone administrative
Arch. : Bockenmühl



② Entrée et café, clinique Heilos, Berlin-Buch
Arch. : Thiede, Messthaler et Klösges

HÔPITAUX ADMINISTRATION, SERVICES SOCIAUX

Direction et administration

Les espaces administratifs se distinguent entre ceux destinés aux patients et ceux de la gestion hospitalière. Les premiers se trouvent dans la zone de l'entrée principale, les autres sont répartis à l'intérieur, selon les principales divisions de l'hôpital. Ces derniers concernent la direction administrative et son secrétariat, la comptabilité et la gestion du personnel. On y trouve également des salles de conférence et d'entretien. On peut également y trouver des locaux pour assistants sociaux et psychologues dans les grands hôpitaux. Il est recommandé de tenir compte de l'évolution électronique des moyens de calculs et d'information, prévoir en conséquence des planchers techniques accessibles aux divers câblages.

Archivage

Il est favorable de réduire les distances entre l'archivage et les zones de travail, mais pas toujours facile à concrétiser. La localisation des archives en sous-sol avec accès par escaliers est possible. On distingue le stockage d'archives des actes, la documentation, les films et autres supports numériques, les archives de l'administration, celles de la radiologie. Afin de réduire leur surface bâtie, prévoir l'usage de rangements mobiles de type compactus, lesquels imposent des dalles recevant jusqu'à 1 000 kg/m². La durée d'archivage des actes relatifs aux patients est de 30 ans.

Bibliothèque

Les bibliothèques médicales doivent être conçues comme des bibliothèques libres d'accès, sans espaces fermés et sans distribution/service de prêt. La majorité de la littérature est constituée de revues scientifiques et médicales. Il est important qu'il y ait suffisamment de tables de lectures avec lampes, de tables de travail avec lecture de microfilms et autres documents numérisés, prévoir des postes de travail pour traitements de textes et liaisons intranet et internet. Un grand hôpital peut mettre une autre petite bibliothèque à disposition des patients. Un lien entre la bibliothèque et les installations de transports de l'établissement est souhaitable.

Équipements de service

Entrée principale

L'entrée principale de l'établissement doit être facilement reconnaissable par les patients et les visiteurs extérieurs. Des priorités sont à prévoir pour les handicapés et les taxis, pour les accès et le parking. Des entrées particulières sont à éviter. Le hall d'entrée est à considérer comme un espace ouvert et d'attente pour les visiteurs. De nos jours la conception correspond plutôt à un hall d'hôtel moderne, afin d'atténuer le caractère d'hôpital. C'est aussi le lieu de partage des fonctions distributives entre les visiteurs, les patients non hospitalisés, les patients hospitalisés qui peuvent se déplacer et les circulations de service. La taille du hall dépend du nombre de lits. La réception et le standard, sous forme de comptoir, occupent une position centrale devant permettre une vision sur l'ensemble des mouvements. En font aussi partie les cabines téléphoniques, les kiosques à journaux-tabac, confiserie, fleurs. Prévoir aussi en contiguïté une cafétéria permettant la consommation de boissons, de repas froids et chauds, à tous les moments de la journée.

Lieu de recueillement et service social

Ce lieu se conçoit sous forme d'une chapelle sans qu'elle soit fixée sur une religion particulière. Des locaux annexes doivent être à disposition pour les différents cultes et le rangement de divers objets de cérémonie. L'accès doit être en lien avec les diverses populations valides et non valides fréquentant l'établissement hospitalier, la surface doit tenir compte de la fréquentation de malades alités. Des locaux annexes pour des aides sociaux et psychologiques peuvent y trouver place à proximité.

HÔPITAUX APPROVISIONNEMENT

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'économie 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 1970, 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.

Stérilisation

La stérilisation centrale doit se situer à proximité du service chirurgical, car ce 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.

Unité d'approvisionnement pharmaceutique

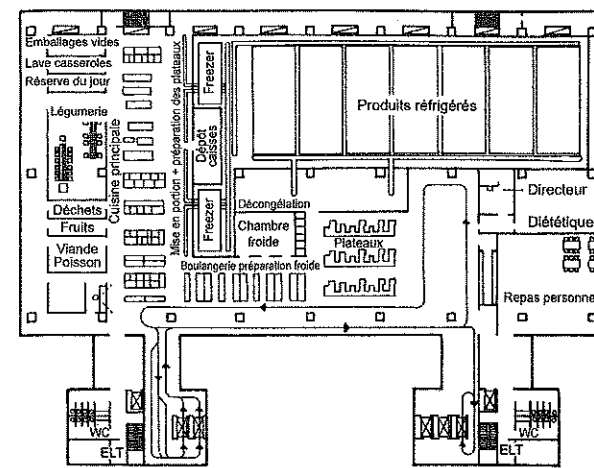
Dans les grands et moyens hôpitaux, la pharmacie centralise les ordonnances et pratique des analyses sous la direction d'un pharmacien diplômé. Lors de la conception, les locaux nécessaires sont l'officine, le local à matériel, le local à médicaments, le laboratoire et éventuellement un guichet de distribution de médicaments ; le cas échéant, on peut prévoir une pièce pour herbes médicinales et pansements, une cave pour les bonbonnes et les acides ainsi qu'une pièce avec couchette pour la garde de nuit. L'équipement de l'officine et du laboratoire comprend une table de préparations, une table de travail, éventuellement une table pour emballage et des possibilités de lavage. L'aménagement est identique à celui du dispensaire. Il faut veiller à ce qu'il y ait une courte distance entre l'emplacement de la pharmacie et les ascenseurs, les postes pneumatiques, etc. Des mesures de sécurité spécifiques pour les murs, les plafonds et les portes sont obligatoires à cause du stockage d'acides et de liquides inflammables ainsi que de différents produits pour l'anesthésie.

Dispensaire

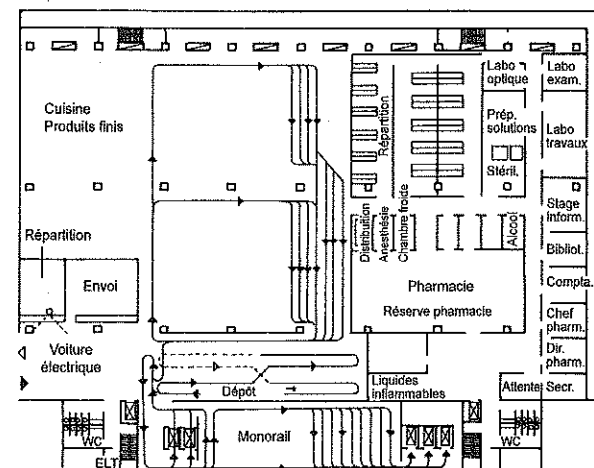
Dans les établissements sans pharmacie, la distribution des médicaments sur ordonnance se fait depuis le dispensaire. Il est composé d'un local de travail et de distribution (25 m²) avec accès direct au couloir de circulation. L'aménagement se compose d'un bureau, un coin toilette, évier, poste de pesée, armoires verrouillables. Magasin « sec » et magasin de spécialités attenants (15 m²), une chambre froide (10 m²) pour des matières dangereuses, ainsi qu'une salle pour les pansements. Un magasin « humide » conforme aux règlements de sécurité. Dans les planifications de nouveaux bâtiments la construction d'une pharmacie complète est recommandée.

Préparation des lits

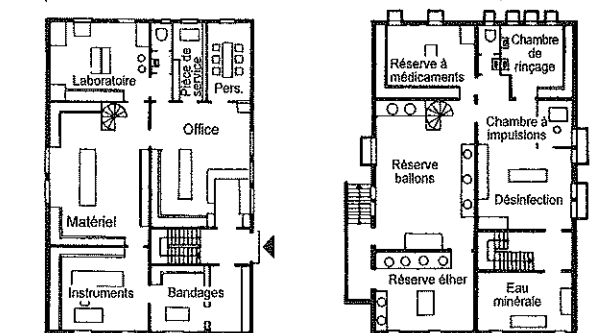
La remise en état des lits et des matelas après usage se fait aujourd'hui à l'aide de pulvérisateurs désinfectants directement dans le service où se trouvent les lits, parfois même directement dans la chambre. Ceci évite les mouvements encombrants et l'entretien par lavage et séchage dus aux systèmes précédents. On peut toutefois prévoir une centrale plus réduite en sous-sol, à l'usage principal de la désinfection des matelas, occasionnellement combinée pour des réparations de lits.



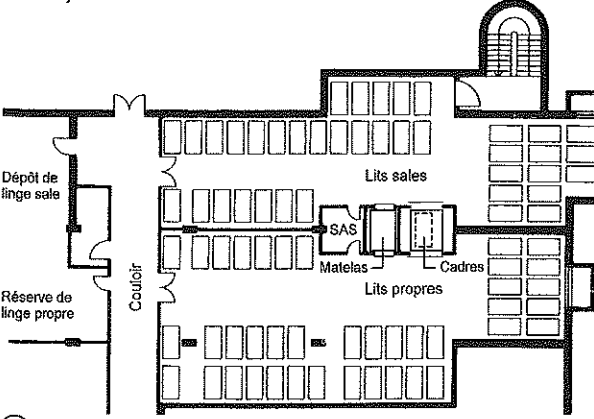
① Centre d'approvisionnement cliniques universitaires Cologne, cuisine, réserve produits finis
Arch. : Heinle, Wischer et coll.



② Centre d'approvisionnement cliniques universitaires Cologne, cuisine, réserve produits finis
Arch. : Heinle, Wischer et coll.



③ Pharmacie pour un hôpital de taille moyenne de 500-600 lits



④ Sous-sol (voir fig. 3)



⑤ Préparation centralisée des lits à l'hôpital Ste-Elisabeth de Halle/Saale
Arch. : U. et A. Weicken

HÔPITAUX

APPROVISIONNEMENT ALIMENTAIRE

Approvisionnement alimentaire

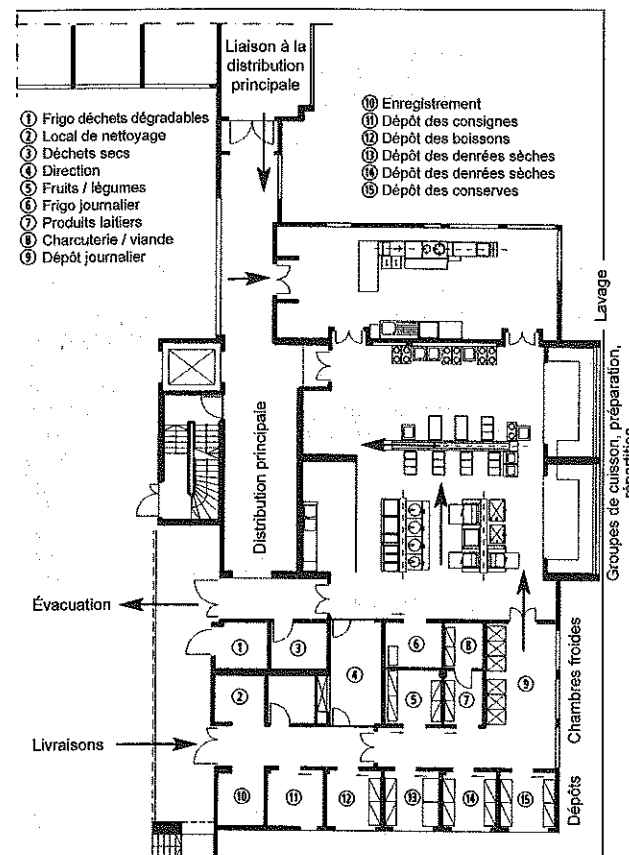
L'alimentation du malade demande une préparation très soignée, car il y a souvent un besoin varié en protéides, graisses, glucides, vitamines, substances minérales, fibres et arômes. Les systèmes d'approvisionnement alimentaire qui rationalisent les différentes phases de la préparation alimentaire conventionnelle (préparation, accommodation, transport, distribution) prédominent. Les plats normaux et diététiques sont préparés séparément. Après préparation et cuisson, les aliments conditionnés en parts sont mis ensemble sur une bande distributrice. Les plateaux préparés avec les parts sont portés dans des chariots pour distribution dans les services. Après le repas, la vaisselle est rapportée avec le même chariot au nettoyage central de la vaisselle et des chariots.

L'alimentation du personnel représente environ 40 % de l'alimentation totale. Les salles de restaurant pour le personnel devraient être étroitement reliées à la cuisine centrale. Il faut envisager dans les grands hôpitaux une répartition entre salles pour personnel de service, infirmières, employés et médecins. Cela n'est pas recommandé pour les hôpitaux de taille moyenne ou petite.

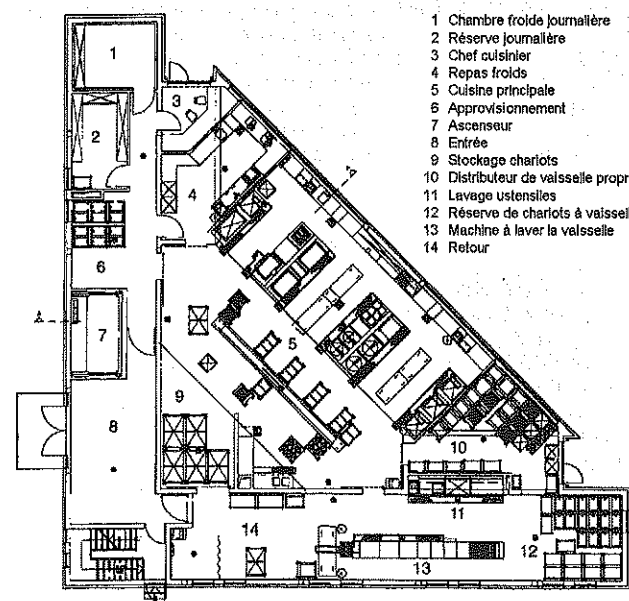
La réception des marchandises doit communiquer avec l'administration et disposer de suffisamment de place avec dépôt (15 à 20 m²). La réserve principale avec réserve de fruits et légumes (15 à 20 m²) et réserve de provisions sèches (20 m²) et réserve de conserves doit y être rattachée.

Lavage central de la vaisselle

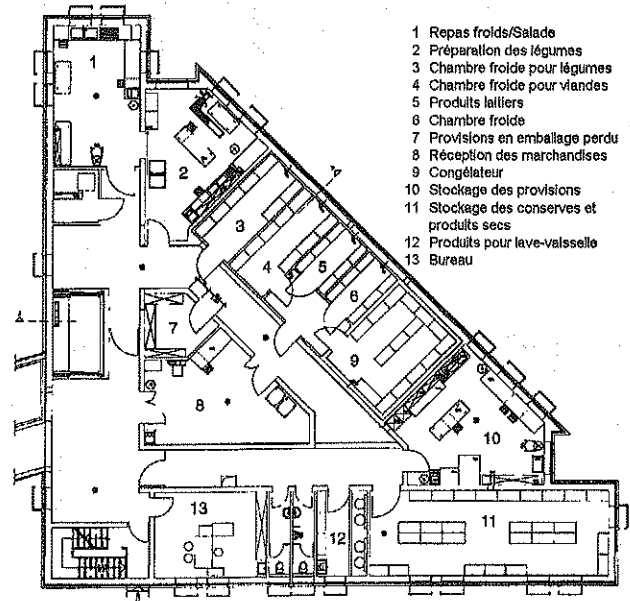
Ce poste à proximité directe de la cuisine centrale assume le stockage et le lavage de la vaisselle du personnel et des patients. Dès la réception de l'avant-projet, il faut clairement tenir compte des données d'installation des appareils spécifiques à cause de leur haut degré d'automatisation. Il faut prévoir assez de place pour le travail et l'encombrement du lave-vaisselle (30 m²).



① Cuisine et gestion des aliments, hôpital de Luckenwalde
Arch. : Thiede, Messsthaler et Klösges



② Cuisine centrale. Rez-de-chaussée
Arch. : U. et A. Weicken



③ Sous-sol (voir fig. 2)

HÔPITAUX

APPROVISIONNEMENT ET ÉVACUATION

Gestion du linge

L'approvisionnement et l'évacuation du linge sont généralement assurés par une entreprise de nettoyage privée. L'hôpital gère la préparation du linge sale à évacuer pour son nettoyage et le rangement du linge propre, prévoir dans chaque cas 30 m². Cette gestion doit se trouver à proximité de l'économat et de l'aire d'accès aux livraisons / évacuations.

Stockage

On doit distinguer les trois modalités suivantes de stockage : une aire de dépôt par palettes, l'entreposage sur rayonnages et l'entreposage spécial. Toutes ces aires doivent être à proximité de l'économat et de l'aire d'accès aux véhicules de transport, elles doivent être conçues de manière robuste. Un bureau de logistique s'impose. C'est de ce lieu que se gère l'entrée et la sortie de ce qui est nécessaire à un hôpital. Comme le tri et le rangement rationnel de tous produits. Pour des mesures d'hygiène, il est important de tenir compte de ce qui est septique et aseptique. Un mode automatique de transport pour l'approvisionnement / évacuation n'est envisageable, pour des raisons économiques, qu'à partir d'un établissement de plus de 400 lits.

Ateliers

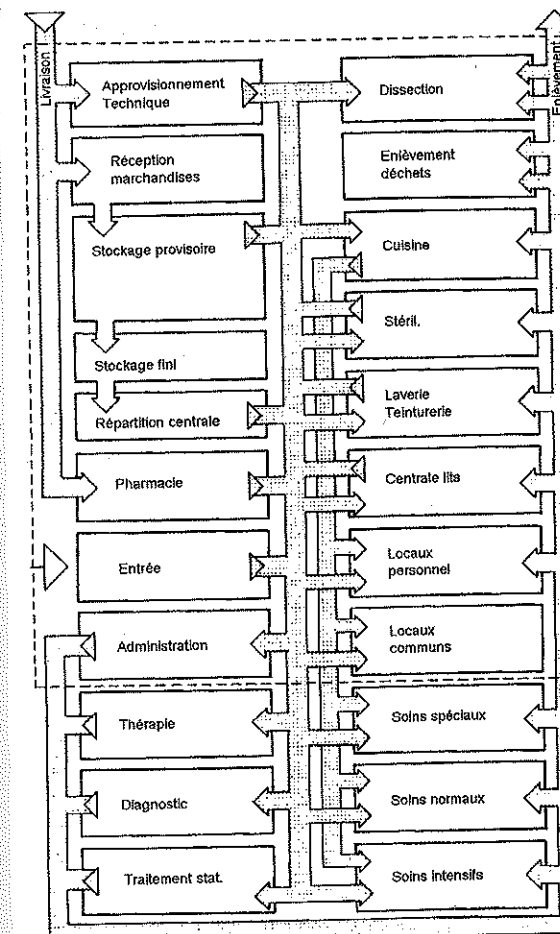
En relation avec l'économat et l'aire d'accès se trouvent des ateliers de serrurerie, de menuiserie et d'électricité, ainsi qu'un bureau technique pour les appareils médicaux, avec un magasin de matériel, de pièces de rechange, un magasin général et un emplacement pour appareils de transports.

Service de transport interne

Généralement ce sont des chariots polyvalents roulants et des véhicules légers qui servent à la distribution des produits et matériels. Pour l'envoi d'objets de petit volume (médicaments, lettres, ordonnances) on peut prévoir un système de cartouches envoyées dans des tubes à air comprimé répartis dans chaque secteur de l'hôpital. La taille du système de transport est en rapport avec celle de l'établissement. La quantité des produits à fournir et évacuer représente 30-35 kg par lit et par jour. Pour les déplacements des objets encombrants (lits, appareils respiratoires, pompes pour cœur et poumons) prévoir l'usage d'ascenseurs à lits. Pour le transport de produits de taille moyenne (repas, lingerie, déchets, objets usagés) prévoir des monte-charges de taille plus réduite.

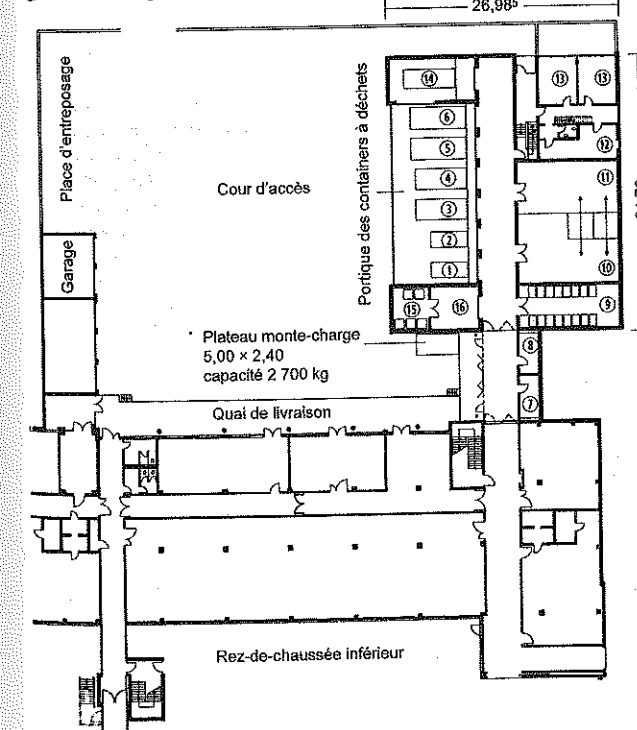
Économat et cour d'accès

Lors de la planification, prévoir à proximité du parage et du rangement des véhicules de transports la place pour des containers différents concernant l'évacuation des déchets (à composter, déchets spéciaux, verres, papiers, liquides inflammables, etc.). Cette cour peut comprendre l'installation d'équipements techniques particuliers tels qu'un générateur électrique de secours, la centrale du système sprinkler, la réserve d'oxygène et des compresseurs à air, ainsi que divers petits locaux d'approvisionnement. Les rampes d'accès ne devraient jamais excéder 15 % de pente. La dimension minimale de ces cours d'accès est de 30 x 30 m.

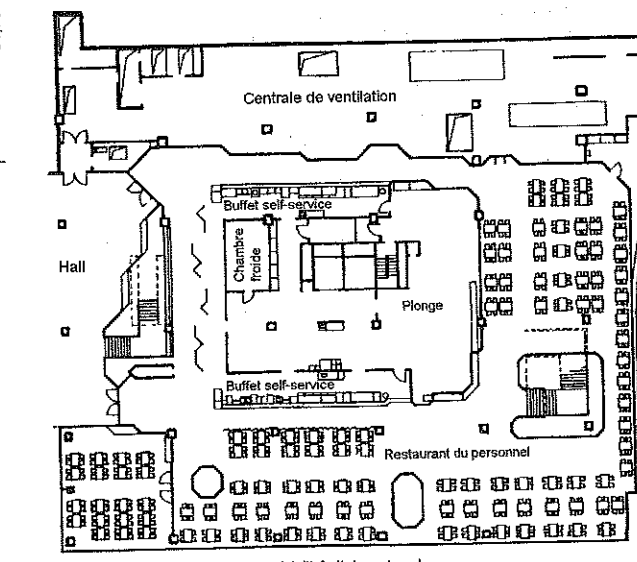


① Zone d'approvisionnement et d'enlèvement des déchets - Relations

- | | | |
|-----------------------|---|---------------------------------|
| ① Verre | ⑦ Local électrique | ⑫ Local de commandes |
| ② Plastiques | ⑧ Ventilation, sanitaires | ⑬ Bureau (24,3 m ²) |
| ③ Ferraille | ⑨ Containers à linge (58,2 m ²) | ⑭ Désinfection |
| ④ Déchets encombrants | ⑩ Buanderie aseptisée (162,6 m ²) | ⑮ Déchets spéciaux |
| ⑤ Papiers | ⑪ Buanderie non aseptisée | ⑯ Local de tri et recyclage |
| ⑥ Déchets ménagers | | |



② Approvisionnements et évacuations, centre de chirurgie, clinique d'Erfurt
Arch. : Rossmann et coll.



③ Restaurant pour le personnel à l'hôpital cantonal de Bâle pour 160 employés
Arch. : Suter et Suter

Chauffage, ventilation, sanitaires, centrale gaz

Locaux techniques, gaines de passages et conduites. Afin d'obtenir des conditions de construction et d'utilisation optimales, notamment sur les plans de l'hygiène et de l'économie d'énergie, la planification de tout le secteur technique du futur établissement doit être prise en compte dès le début des études.

La taille et la situation de ces installations répondront d'emblée aux critères suivants :

- Cheminements optimaux des conduites (les plus courts possibles),
- Choix et disposition des éléments bâtis selon le point de vue énergétique,
- Observations des contraintes d'hygiène et facilitation des opérations de nettoyage,
- Anticipation envers les conditions d'entretien continu de l'ensemble des installations techniques.

Critères constructifs, besoins spatiaux des installations relatives au chauffage et au traitement de l'air.

Les surfaces et les volumes nécessaires des installations et des appareils sont déterminés par les contraintes suivantes :

- Le volume des flux,
- Le nombre des potentialités et les cas de mise en œuvre des besoins en thermodynamique,
- La nature des composants à bâtir,
- La situation globale du réseau distributif de chauffage et d'air traité.

Les hauteurs minimales des centrales techniques ne doivent pas être inférieures à 3 m, voire à 4 m jusqu'à 4,5 m selon les types d'installation et les appareils choisis en liaison avec l'importance du programme hospitalier. Le calcul des surfaces concernées et celui des flux nécessaires sont définis de cas en cas par des critères techniques. L'appel à un spécialiste en ingénierie de chauffage et de traitement de l'air est nécessaire. En général, l'estimation en besoin d'équipements de renouvellement d'air se base sur le fait que des flux d'air se déplacent à la vitesse de 2 m à la seconde. L'estimation de l'ensemble des appareils et du réseau dépend donc de la somme des volumes bâtis à distribuer, de leurs conditions spécifiques, en tenant compte des fonctions thermodynamiques comme des flux d'approvisionnement et d'évacuations, aussi des contraintes d'entretien.

Installations sanitaires

Il faut veiller au développement technologique constant et rapide dans ce domaine. Les canalisations en boucle sont favorables à la distribution horizontale, par étage, et les canalisations montantes en gaines séparées le sont à la desserte verticale. Les canalisations de distribution horizontales devraient être installées dans les plafonds suspendus afin de faciliter les transformations ultérieures. L'eau est préparée de façon centralisée. Seuls les domaines exigeant une qualité supérieure (pharmacie, stérilisation, etc.) ont une préparation de l'eau décentralisée (deminéralisation, adoucissement). Il faut compter une consommation d'eau d'environ 400 à 450 l par lit et par jour, selon le type d'hôpital.

Centrale de production du froid

On y trouve des appareils de production du froid, des vases d'expansion, des réservoirs, des distributeurs d'eau froide et d'eau réfrigérée ainsi que des pompes et circulateurs, ceci en observant les réglementations en la matière. Les besoins en espace et en conditions d'entretien dépendent des systèmes et des types d'appareils. La hauteur des locaux doit être supérieure à 3 m.

Échangeur de chaleur

Les besoins en surfaces et volumes pour l'installation d'un échangeur de chaleur dépendent de la demande de froid et son mode de distribution pour l'établissement. Son emplacement et

les protections contre les bruits et les diffusions de vapeurs sont également à prendre en compte. Éléments déterminants lors du choix de la hauteur du local et des dimensions en plan : voisinage d'autres composantes techniques, type de service, entretien et contrôles, charges admissibles, forme du réseau distributif.

Équipement général des centrales techniques

Les centrales techniques doivent être de préférence dépendantes de la demande en approvisionnement. Leur localisation doit favoriser une distribution aller-retour la plus courte possible. Elles sont soumises aux normes relatives aux protections incendie et des personnes qui y travaillent. Leur mise en exploitation respectera les mesures relatives aux diverses protections de l'environnement, du bâtiment de l'institution hospitalière, également des mesures relatives au bruit et aux phénomènes vibratoires ainsi qu'envers l'hygiène.

Contraintes de température dans les installations techniques

La température des locaux des centrales techniques ne doit pas être inférieure à 5 °C (danger de gel) et ne pas excéder 40 °C (fragilité de l'électronique). Ces températures peuvent être garanties par des sondes de régulation. Des excédents d'humidité sont également à éviter. Les centrales doivent être équipées de postes d'eau avec des jets et des écoulements de sols. Des prescriptions de sécurité de l'UE sont à respecter, elles concernent autant les personnes que les biens contre les avaries. Pour les installations électriques, se conformer aux prescriptions VDE0100, paragraphe 737 (Réglementation concernant la mise en œuvre d'installations sous haute tension avec des tensions nominales inférieures à 1 000 V~). Les centrales techniques doivent être équipées au minimum d'une prise électrique (230 V, 16 A) et d'un commutateur (400 V). Leur éclairage doit être de 100 lux, et de 200 lux dans les zones des tableaux de commandes et de contrôles.

Contraintes dans les courettes et les gaines techniques

Les courettes servent les distributions verticales et les gaines servent les distributions horizontales. À l'exception d'édifices de faibles dimensions, chaque lieu d'intervention fait l'objet d'une réglementation relative aux protections incendies à respecter, spécifiques aux courettes et aux gaines techniques. Notamment lors de franchissements de pare-feu, de manière à éviter les propagations du feu et des fumées dans les parties d'édifices, aussi bien horizontalement que verticalement. Les normes incendies de résistance au feu L30, L60 ou L90 sont applicables et satisfaisantes concernant toutes les installations dans les courettes et les gaines. La mise en place d'un système en forme de peigne pour distribuer tous les divers secteurs fonctionnels de l'établissement est à privilégier.

L'entretien et la maintenance des installations techniques dans les courettes et les gaines sont pourvus de moyens d'accès indépendants des distributions publiques de l'établissement.

Plafonds suspendus

La hauteur entre la dalle structurelle et le plafond suspendu dépend du nombre et du type d'installations techniques qui peuvent s'y trouver (conduits d'air et d'eau, gaines électriques, éléments d'éclairage, éléments de traitement de l'air, installation d'un réseau anti-incendie sprinkler), elle est généralement de 40 cm.

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. Afin de réduire les transports pour la livraison et l'évacuation des bouteilles, un accès direct à l'économat et à l'aire d'accès est souhaitable. L'emplacement des bouteilles peut être commun avec les pompes (vide, azote, air comprimé) pour maintenir une gaine collectrice (éventuellement gérée par ordinateur).

Installations électriques

L'alimentation en électricité s'effectue par le réseau collectif, public ou privé (10-20 kV). Une centrale électrique de l'hôpital assume la réception, la transformation en courants faibles (400 V) et la redistribution au sein de l'établissement. Les équipements correspondants de commutations et les transformateurs sont à installer de cas en cas, par secteurs de l'établissement, dans des locaux techniques autonomes, en se conformant aux prescriptions et aux normes nationales de sécurité y relatives.

Dans les cas de grands hôpitaux, prévoir en plus de la centrale électrique la planification de sous-centrales correspondant aux demandes en énergie des divers secteurs.

La dimension des installations est corrélative de la dimension des programmes et des besoins préalablement recensés. Afin d'éviter les déperditions et les excès de câblages, prévoir une position la plus centrale possible de la centrale électrique. Prévoir aussi sa bonne ventilation et sa facilité d'accès. Éviter une localisation en sous-sol pour des risques d'inondations.

Un groupe électrogène de secours est à prévoir afin de parer à des pannes de fournitures de courant, à la mesure des principaux besoins. Ce groupe fonctionnant à l'aide de carburants doit pouvoir alimenter un réseau de secours ; des réserves de carburants sont à prévoir en conséquence ainsi qu'un local ventilé, avec évacuation des gaz d'échappements en toiture et à l'abri des diverses nuisances générées par cette production occasionnelle.

Le secteur des salles d'opération et d'autres secteurs vitaux doivent être munis d'équipements électriques complémentaires afin de garantir la permanence de l'éclairage et de l'alimentation électrique des appareils médicaux. Ces équipements sont contenus dans des locaux spécifiques et à proximité des besoins, ils nécessitent le stockage de batteries constamment alimentées.

À partir de la centrale, il en résulte un schéma distributif en étoile dans l'établissement, aussi bien pour le courant normal que pour le courant complémentaire de sécurité et de secours. À chaque forme d'établissement sera adapté un mode distributif approprié. La répartition de sous-stations tiendra à la fois compte des besoins sectoriels spécifiques et des coupe-feu installés dans l'établissement.

Centrale technique de communication et de traitement des données

La bonne communication verbale et digitale au sein d'un hôpital est le garant de la qualité des services aux patients et d'une bonne gestion générale. Le logement de tous les systèmes de communications nécessite un local de traitement technique de l'information ou de traitement électronique des données (TED). Prévoir ponctuellement des locaux entre 35 et 70 m², prémunis aussi contre les coupures de courant, et assurés également d'une température ambiante constante parant aux possibles surchauffes des équipements.

Afin également d'éviter des coupures et des pertes de données, prévoir une unité de réserve et de mémorisation systématique (back-up système), si possible dans un autre corps de bâtiment.

C'est à partir de ce local TED que se tisse un réseau distributif des câblages dans tous les étages et dans tous les services à connecter, tant en lignes électriques qu'en conduits de fibres optiques.

Ce réseau moderne à la topologie structurée du câblage offre un nouveau dispositif de connectivité au traitement de l'information et des données, une connectivité se devant d'être ouverte et flexible aux constantes innovations dans le domaine.

Administrativement, le langage de communication analogique et digitalisé doit être sécurisé et être adapté aux terminaux de la centrale des télécommunications.

Communications sans fils

Le réseau de téléphonie sans fils, de téléphones portables et de bip de recherches de personnes peut être centralisé dans le local TED, il constitue un double réseau de communication au sein de l'établissement.

Chaque chambre de patient est connectée au service combiné de communication, couplé au système de signalisation par lampes disposées dans les corridors. Ce service combiné comprend une prise d'antenne télévision pour écran mural, une prise téléphone et une prise de connexion au réseau internet. Le signal de télévision peut être câblé et/ou relié à une antenne TNT. Le système d'appel d'urgence peut être déclenché à partir de tous lieux où peuvent se trouver des patients, en connexion avec le personnel de garde. Ce système permet de hiérarchiser les urgences. Il est couplé avec la centrale des appels bip de personnes et signale l'origine des appels tels que les chambres de patients, les WC, les postes d'appels d'urgence et les locaux de réanimation.

L'alarme incendie est munie de détecteurs automatiques et manuels, elle est couplée à un réseau autonome en boucle et à une alarme électroacoustique.

Les accès de fournisseurs et les accès aux parkings sont sécurisés par des barrières, lesquelles sont soit commandées depuis un poste de contrôle, soit automatisées avec des lecteurs de cartes magnétiques. La surveillance visuelle de ces lieux d'accès et de lieux spécifiques se fait à l'aide de caméras amovibles, lesquelles sont reliées au poste de surveillance équipé de moniteurs.

Les composants de télésurveillance sont :

- centrale de communication téléphonique,
- commandes des caméras,
- calculateur des services pour le système d'information de l'établissement,
- calculateur des services pour le système des médias des patients,
- système de surveillance des ascenseurs, etc.

Ceux-ci sont reliés à des détecteurs disposés dans toutes les zones d'accès à l'établissement.

Dans le cas de grands projets, prévoir un local spécifique de maintenance et de surveillance. Il doit aussi servir de moyen central de détections et de réparations des défections dans le système de communication.

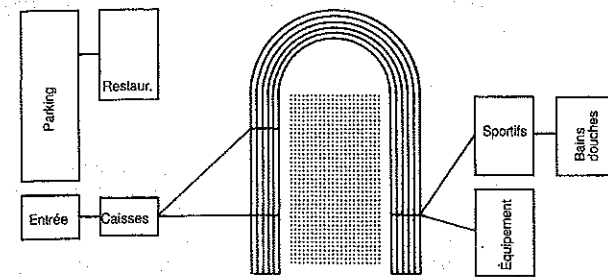
L'exigence d'accessibilité et de mise à disposition instantanée de toutes les données cliniques et celles de chaque patient nécessite un équipement *software* complexe. Ceci en coordination, d'une part, entre le réseau principal géré depuis le TED et les sous-stations par étage et/ou par secteur et, d'autre part, la topographie des serveurs de base adaptés aux fonctionnalités propres à chaque domaine d'application. Des PC fixes liés aux places de travail et de gestion des lieux de soins aussi bien que des équipements mobiles de saisies de données sont à intégrer au réseau afin d'apporter un soutien au personnel soignant. La sécurisation et la protection des données contre des tiers indésirables doivent être gérées à l'aide d'un *firewall*, lequel assume également une actualisation constante du système et des logiciels.

L'intégration des langages et des données (VoIP - Voice over IP (service vocal via internet)) de même que le renforcement des capacités de stockage et de mémoire (SAN) font aussi partie des centres et sous-stations TED des systèmes techniques médicaux, ils représentent une partie essentielle des techniques d'informations hospitalières. En particulier dans le domaine de la radiologie et de l'imagerie médicale, hautement exigeant en matière de capacité logicielle et de résolutions informatiques.

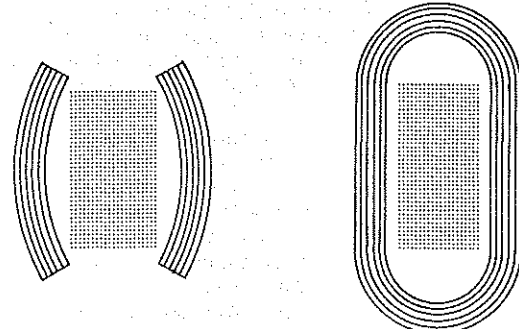
À cet effet, l'implication d'un ingénieur informaticien est nécessaire dès la phase de planification.

STADES

DISPOSITIONS D'ENSEMBLE

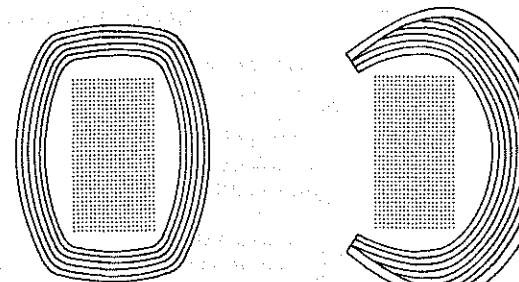


① Système en U.



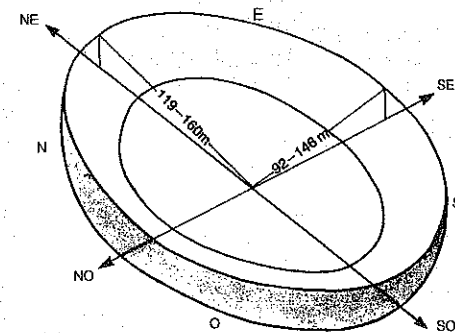
② Etats-Unis : cintré.

③ Amsterdam : semi-circulaire.

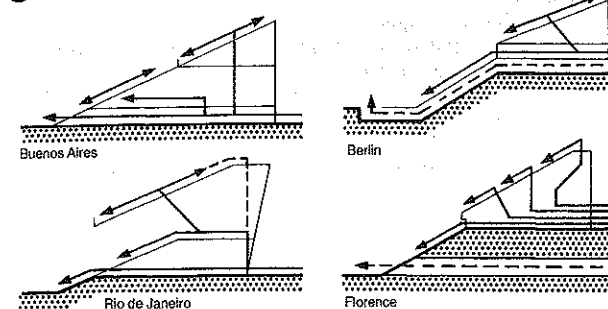


④ Rotterdam : côtés et angles cintrés, uniquement pour le football.

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.

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. 371). 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 activités sportives et les incorporer dans le plan général de la ville.

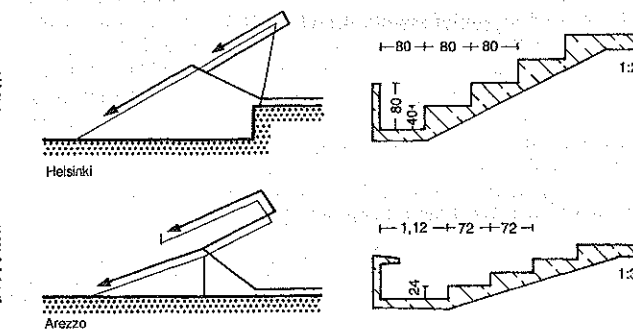
L'axe des stades antiques était orienté en fonction des différentes heures de compétition O. E. ou S. N. (fig. 6), en Europe N. E. jusqu'à S. O. de sorte que la plupart des spectateurs aient le soleil dans le dos. C'est pourquoi les accès ouverts se situent à l'est. L'accès aux tribunes se fait par les escaliers situés 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 $9,5 \times 420 / 5\,000 = 0,8$ s ou bien, en 1 seconde, il passe, sur 1 m de largeur d'escalier, $5\,000 / 9,5 \times 4,20 = 1,25$ 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.



⑧ Profils de tribunes.

TERRAINS DE SPORT

AIRES DE JEU

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 10 000 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 :

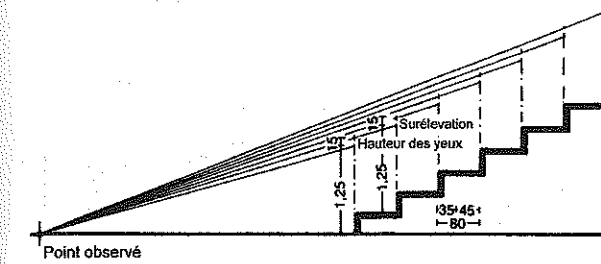
Largeur de la place debout	0,5 m
Profondeur de la place debout	0,4 m

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 précoûlé (fig. 7 et 10).

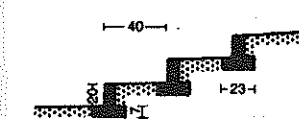
Invités d'honneur : Une loge d'honneur couverte peut-être prévue dans les installations les plus grandes, avec chaises amovibles.

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. 10 et 11).



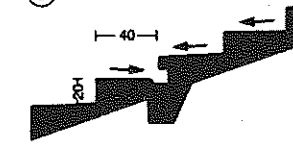
① Construction des lignes de visibilité

Gradins debout



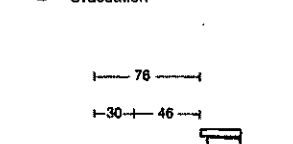
② Blocs de béton déplaçables

③ Gradins en cornière

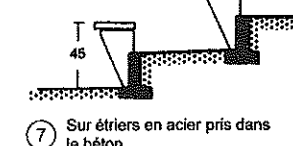


④ Marches et contremarches

⑤ Béton armé avec pente et évacuation

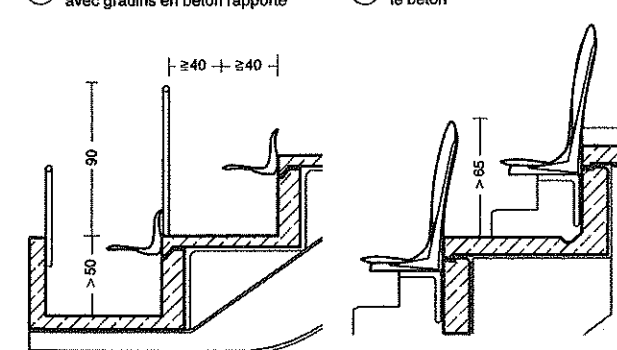


⑥ Gradins assis



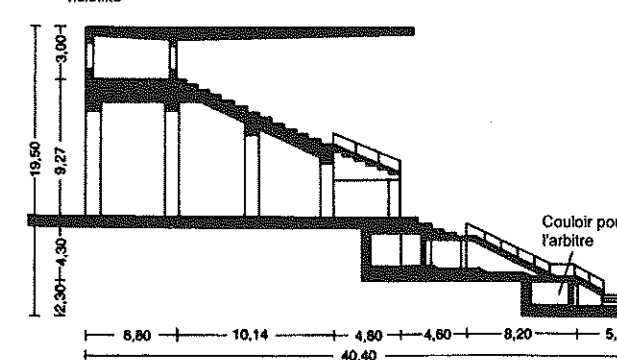
⑦ Plancher oblique en béton armé avec gradins en béton rapporté

⑧ Sur étriers en acier pris dans le béton



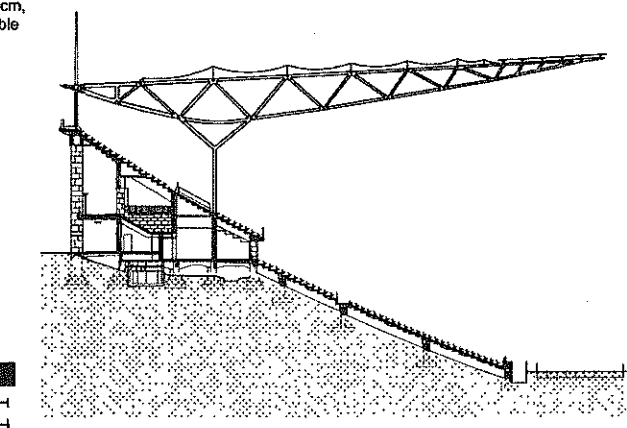
⑨ Avec une hauteur d'assise supérieure à 50 cm, les garde-corps doivent avoir une hauteur inférieure à 90 cm pour la visibilité

⑩ Si la hauteur des dossiers atteint 65 cm, un garde-corps n'est pas indispensable



⑪ Coupe sur le stade olympique de Berlin

Arch. : Werner March

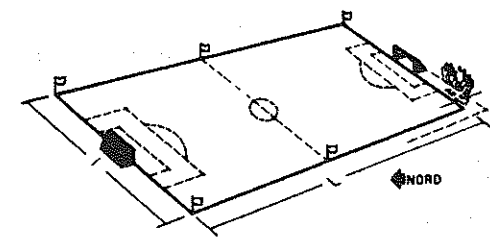


⑫ Coupe sur le stade olympique de Berlin après rénovation

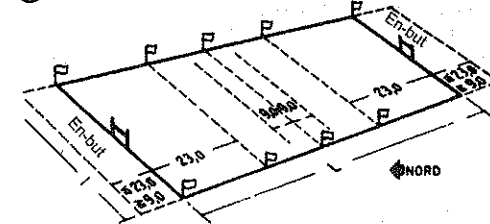
Arch. : Gerkan Marg et Partenaires

TERRAINS DE SPORT AIRES DE JEU

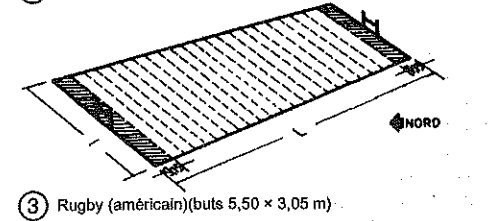
Jeu	maximum		minimum		Réglementaire	
	L (long.)	I (larg.)	L (long.)	I (larg.)	L (long.)	I (larg.)
① Football	120	90	90	45	105	68
② Rugby	-	-	-	-	100	68,4
③ Rugby (américain)	-	-	-	-	109,75	48,8
④ Hand-ball	110	65	90	55	-	-
④a Hand-ball en salle	44	22	38	18	-	-
⑤ Hockey	91	55	91	50	91	55
⑥ Balle au panier	-	-	-	-	60	25
⑦ Balle au bond	-	-	-	-	25	70
⑧ Volley-ball	-	-	-	-	15	8
⑨ Balle au poing	-	-	-	-	18	9
⑩ Balle au lancer	-	-	-	-	50	20
⑪ Panier de basket	15	12	12	9	-	-
⑫ Basket-ball	30	25	25	20	30	25
⑬ Barres	160	45	135	39	160	45
⑭ Polo sur roues	28	15	24	13	26	14
⑮ Balle frappée	-	-	-	-	-	-
⑯ Basket de rue	14	15	6	6	-	-



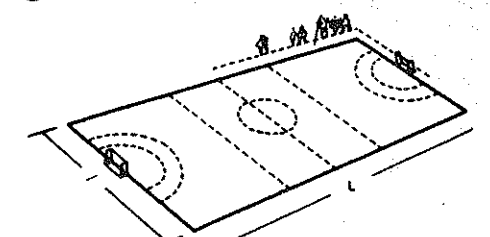
① Football (buts 7,32 x 2,44 m).



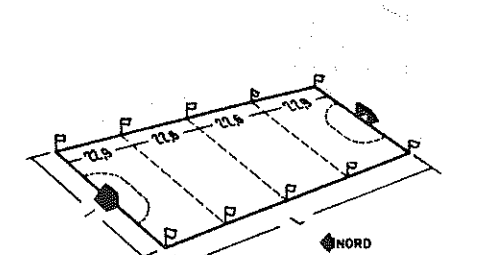
② Rugby (buts 5,67 x 3,00 m)



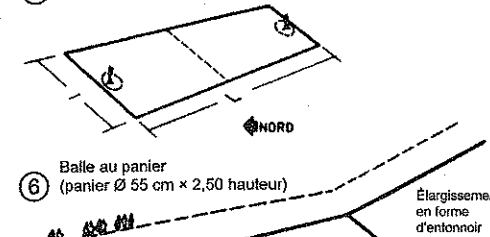
③ Rugby (américain) (buts 5,50 x 3,05 m)



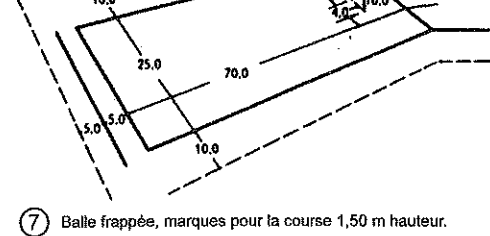
④ Hand-ball (buts 7,32 x 2,44 m).
Hand-ball en salle (buts 3,00 x 2,00 m).



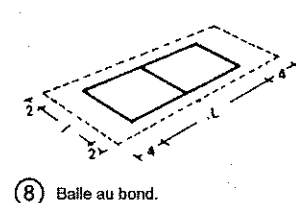
⑤ Hockey (buts 3,66 x 2,14 m).



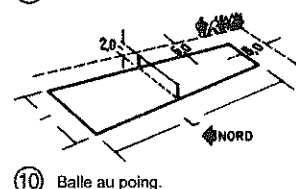
⑥ Balle au panier (panier Ø 55 cm x 2,50 hauteur).
Élargissement en forme d'entonnoir jusqu'à 140 m



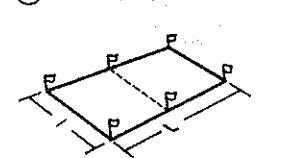
⑦ Balle frappée, marques pour la course 1,50 m hauteur.



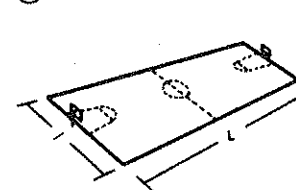
⑧ Balle au bond.



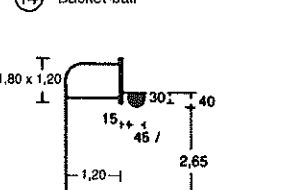
⑨ Volley-ball



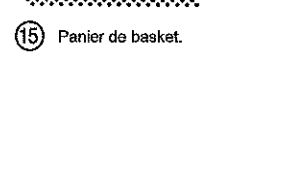
⑩ Balle au poing.



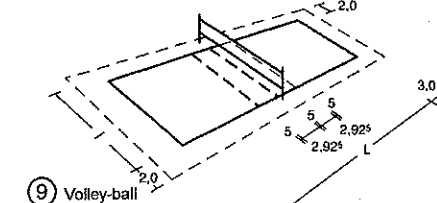
⑪ Polo sur roues.



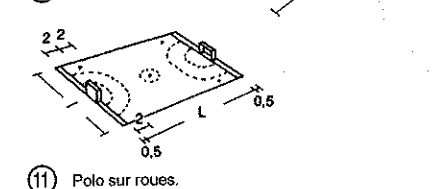
⑫ Barres.



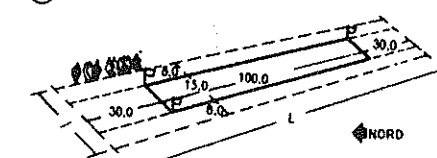
⑬ Balle au lancer.



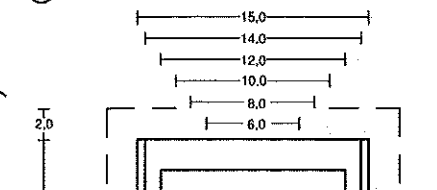
⑭ Basket-ball



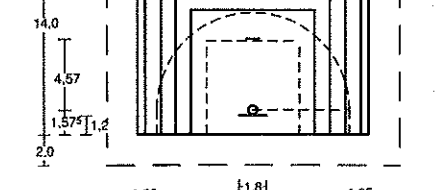
⑮ Panier de basket.



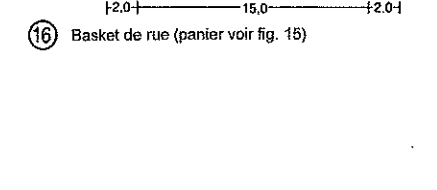
⑯ Basket de rue.



⑰ Balle au panier.



⑱ Basket de rue (panier voir fig. 15)

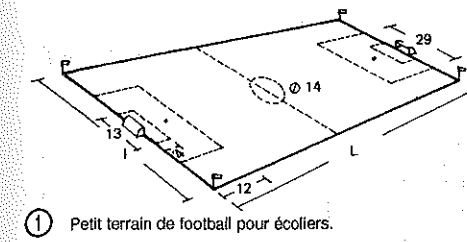


⑲ Basket de rue.

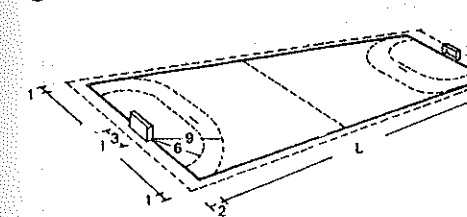
TERRAINS DE SPORT INSTALLATIONS SPORTIVES

Jeu	maximum		minimum		Réglementaire	
	L (long.)	I (larg.)	L (long.)	I (larg.)	L (long.)	I (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

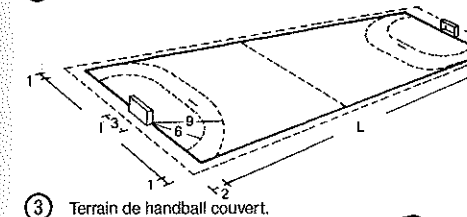
y compris dégagement de sécurité



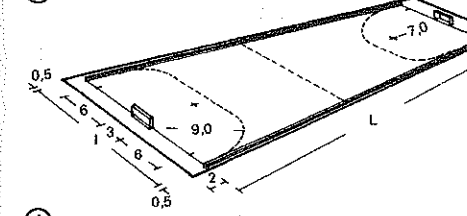
① Petit terrain de football pour écoliers.



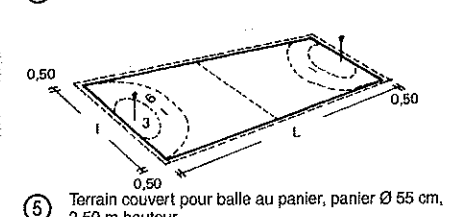
② Terrain de football couvert, buts 2 x 3 m.



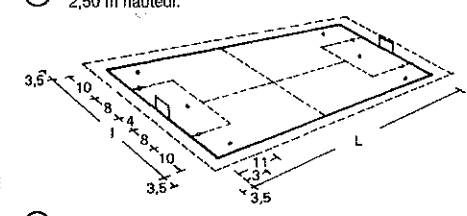
③ Terrain de handball couvert.



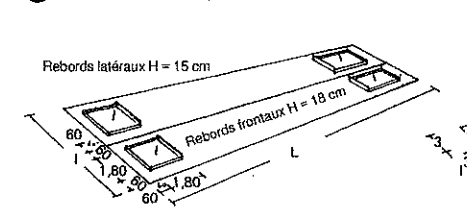
④ Terrain de hockey couvert.



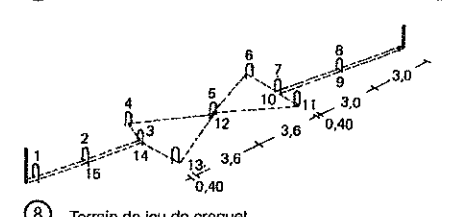
⑤ Terrain couvert pour balle au panier, panier Ø 55 cm, 2,50 m hauteur.



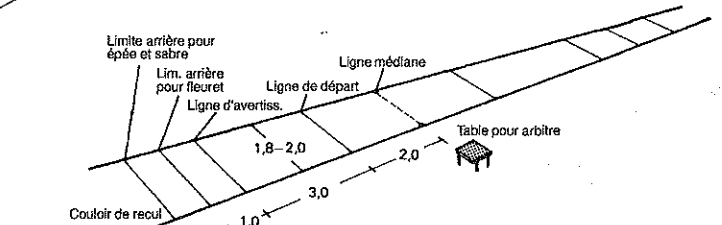
⑥ Polo sur roues sur gazon.



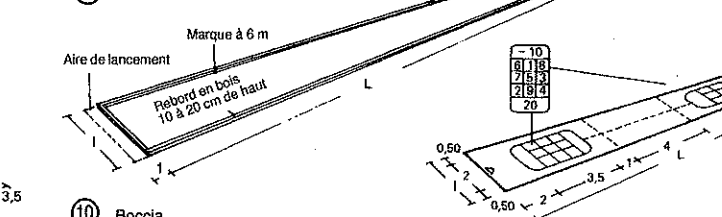
⑦ Lancer de fer à cheval.



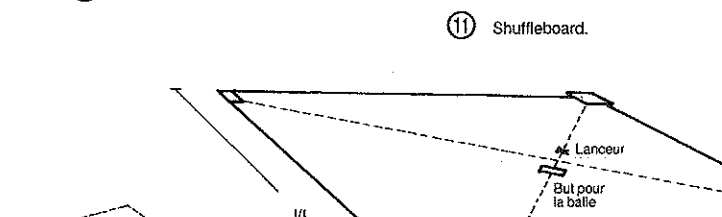
⑧ Terrain de jeu de croquet.



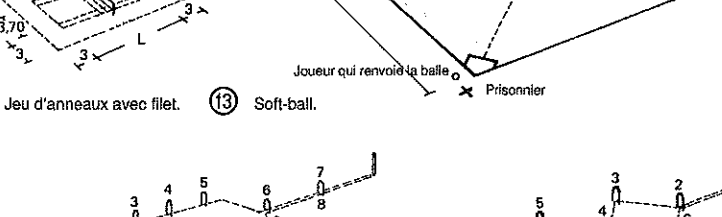
⑨ Piste d'escrime.



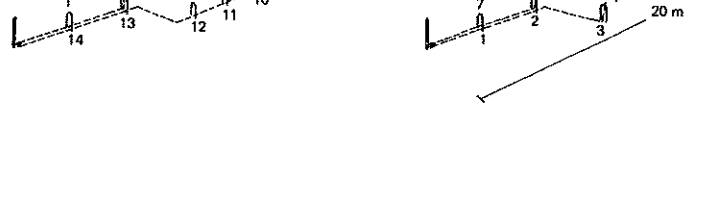
⑩ Boccia.



⑪ Shuffleboard.



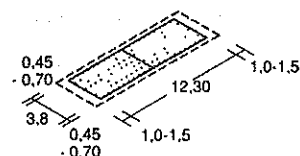
⑫ Jeu d'anneaux avec filet.



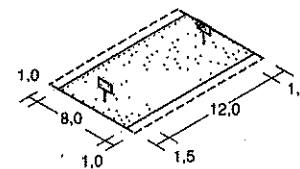
⑬ Soft-ball.

TERRAINS DE SPORT INSTALLATIONS SPORTIVES

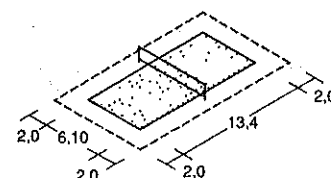
TERRAINS DE SPORT INSTALLATIONS POUR L'ATHLÉTISME



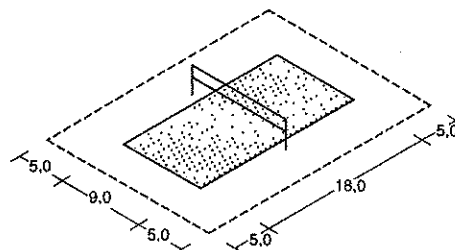
1 Beachminton®.



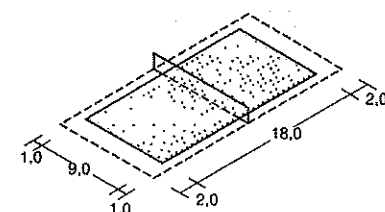
2 Basket-ball sur sable.



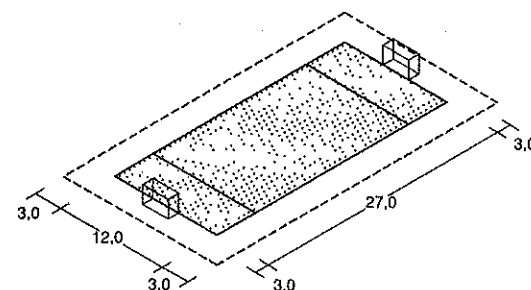
3 Badminton sur sable (compétition).



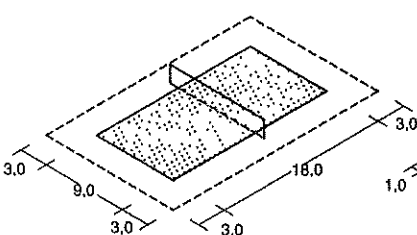
4 Volley-ball sur sable (compétition).



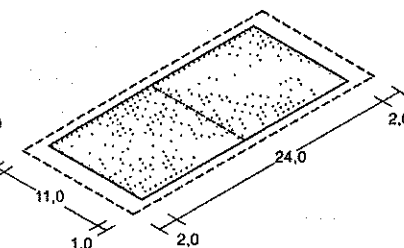
5 Football-tennis sur sable.



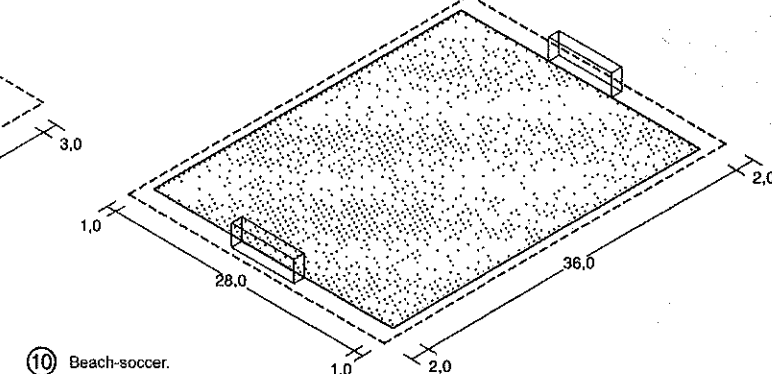
6 Handball sur sable (compétition).



8 Tennis sur sable (double).



9 Jeu de balle au tambourin® (compétition).

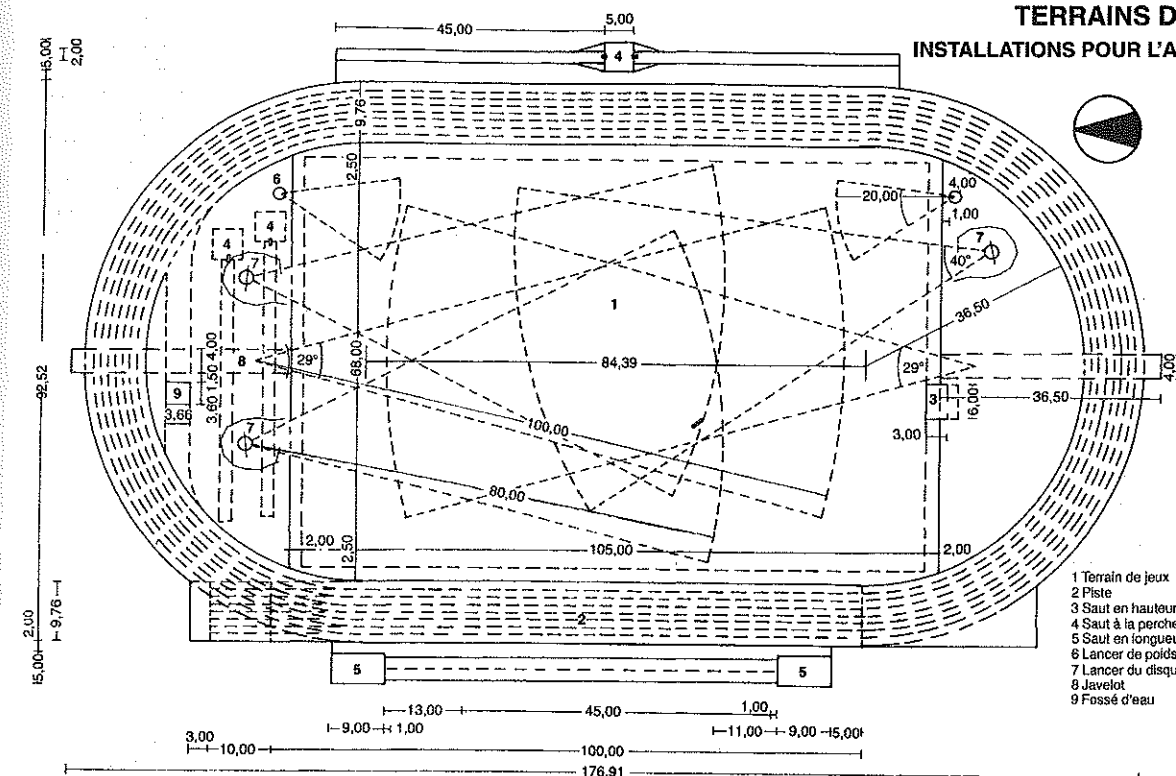


10 Beach-soccer.

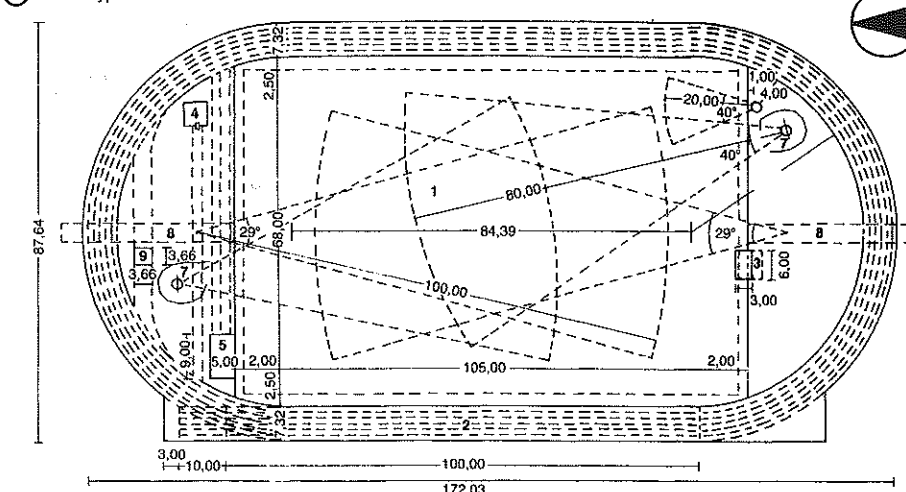
Type de sport pratiqué sur le sable	Sport de compétition			Sport de masse			Filet	But/panier	Salle
	Dimension du terrain de jeu	Zone libre d'obstacles	Surface totale	Dimension du terrain de jeu	Zone libre d'obstacles	Surface totale			
	m	long. m larg. m	m	m	long. m larg. m	m	m	m	m
Volley-ball	18,00 x 9,00	5,00 5,00	28,00 x 19,00	18,00 x 9,00	3,00 3,50	25,00 x 15,00	2,24 w 2,43 m	-	reg > 5,50 nat > 7,00 int > 12,50
Football (beach-soccer), (Prof.)	36,00 x 28,00	1,00 2,00	40,00 x 30,00	-	-	-	L=7,32(W) H=2,44(W)	-	-
(Amateurs)	31,00 x 25,00	1,00 2,00	35,00 x 27,00	-	-	-	L=5,00(W) H=2,00(W)	-	-
Football-tennis	-	-	-	18,00 x 9,00	1,00 2,00	22,00 x 11,00	1,30	-	-
Sepaktakraw	18,00 x 9,00	2,00 2,00	22,00 x 13,00	12,00 x 6,00	2,00 2,00	16,00 x 10,00	1,10	-	-
Handball	27,00 x 12,00	3,00 3,00	33,00 x 18,00	27,00 x 12,00	1,50 1,50	30,00 x 15,00	-	L=3,00 H=2,00	-
Badminton	13,40 x 6,10	2,00 2,00	17,40 x 10,10	13,40 x 6,10	1,50 Except. 0,30	16,40 x 10,10	1,55	-	reg > 7,00 nat > 7,00 int > 9,00
Beachminton®	12,30 x 3,80	0,45 0,70 1,50	14,30 x 4,70 15,30 x 5,20	12,80 x 3,80	0,30 0,35	13,00 x 4,40	1,28	-	reg > 5,20 nat > 6,50 int > 9,00
Basket-ball	12,00 (Distance entre paniers)	-	-	15,00 x 8,00	1,00	15,00 x 10,00	-	(Distance entre paniers) 12,00	-
Tennis (pour un seul court)	18,00 x 9,00 18,00 x 6,00	3,00 3,00 3,00 3,00	24,00 x 15,00 24,00 x 12,00	18,00 x 9,00 18,00 x 6,00	3,00 3,00 3,00 3,00	24,00 x 15,00 24,00 x 12,00	1,50 1,50	-	reg > 7,00 nat > 9,00 int > 9,00
Jeu de balle au tambourin® (pour un seul terrain de jeu)	24,00 x 11,00 24,00 x 7,50	1,00 1,00 2,00 2,00	28,00 x 13,00 28,00 x 9,50	18,00 x 9,00 18,00 x 6,00	1,00 2,00 1,00 2,00	22,00 x 11,00 22,00 x 8,00	2,10 jusqu'à 2,15	-	-

® Signifie qu'il s'agit d'une appellation protégée.
1) Un sport de masse peut être pratiqué en régional à partir d'une hauteur de salle de 5,50 m.

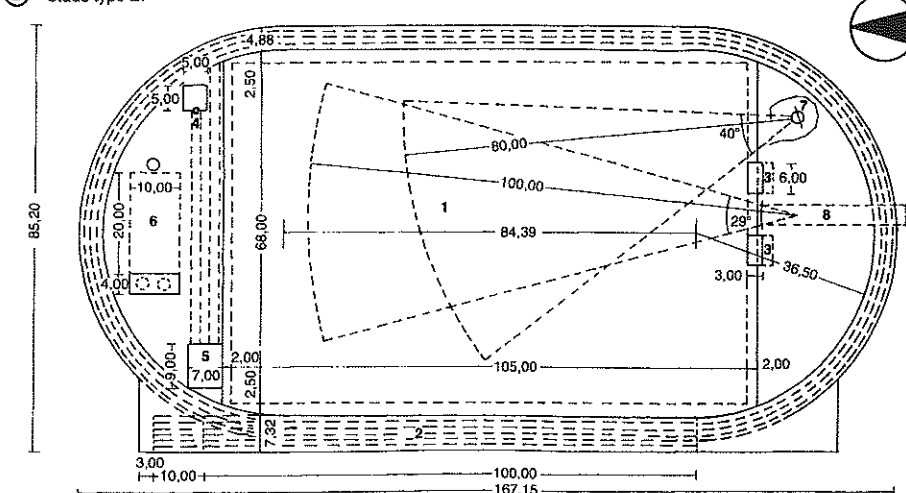
7 Dimensions des terrains pour sports pratiqués sur le sable.



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.

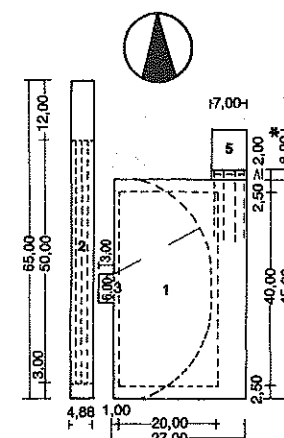
Sport
Loisirs

4-6 couloirs pour les pistes de courses en ligne et de haies droites.

1 installation de saut en hauteur, élan vers le nord,
1 aire pour le lancer de poids, lancer vers le nord,

1 installation d'entraînement au lancer de poids, lancer vers l'est,
1 aire pour le lancer de poids, lancer vers l'ouest.

④ Piste d'élan centrale.



⑤ Petit terrain de jeux combiné.

INSTALLATIONS POUR L'ATHLÉTISME

⑧ Dimensions des pistes.

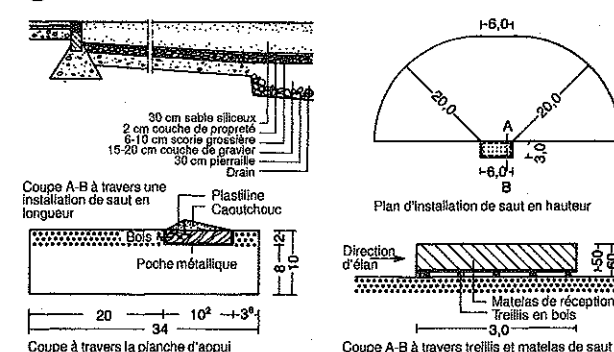
⑧ Dimensions des plaques.

Remarque : Une marge de ± 3 mm sur la hauteur standard correspondante est tolérée.

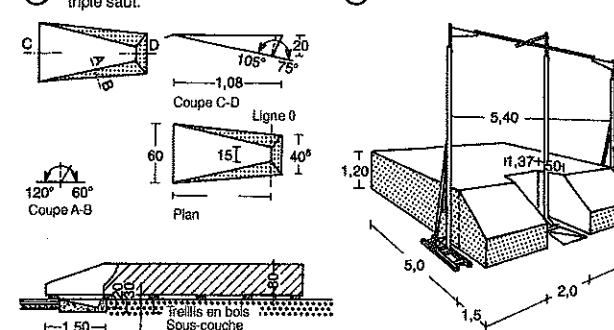
⑨ Piste de courses de haies (fig. 1).

⑩ Dimensions des installations de saut (fig. 6 et 7).

⑩ Dimensions des installations de saut (fig. 6 et 7).

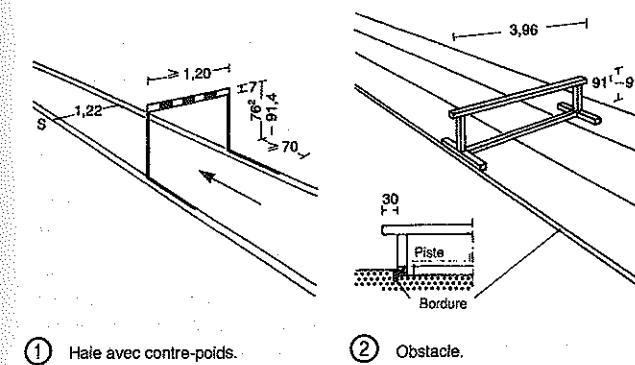


⑪ Installation de saut en longueur et ⑬ Installation de saut en hauteur



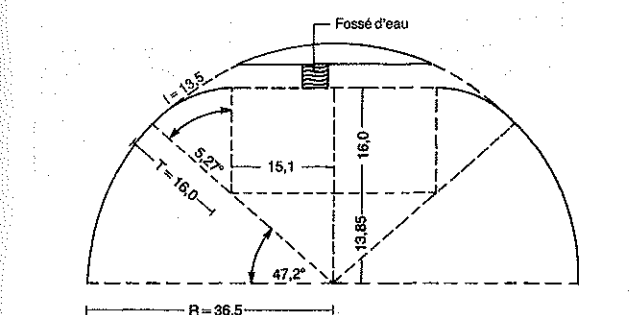
⑫ Installation de saut à la perche.
Coupe E-F

⑭ Portique de saut à la perche
matelas de réception.

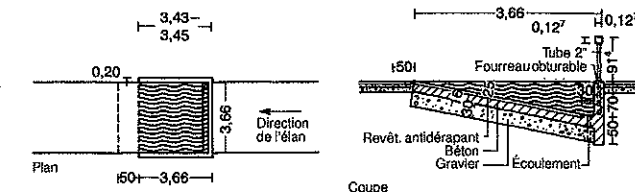


① Hale avec contre-poids.

② Obstacle

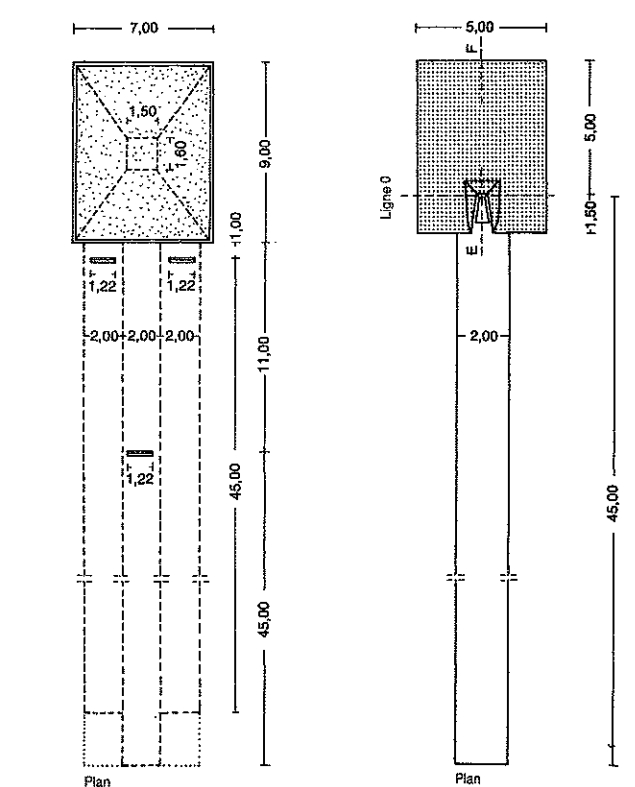


③ Piste de course d'obstacles avec rayon de transition de 16 m et fossé d'eau



④ Piste de course d'obstacles, fossé d'eau.

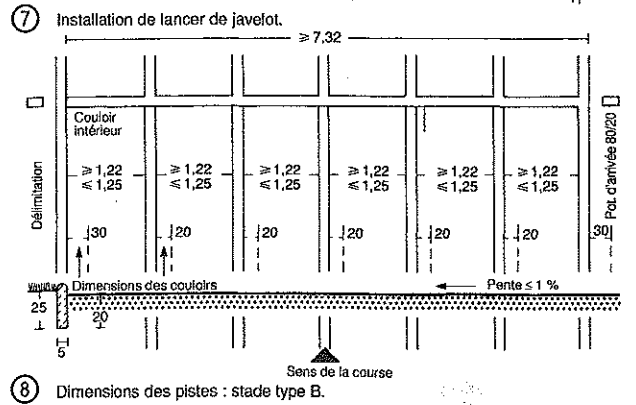
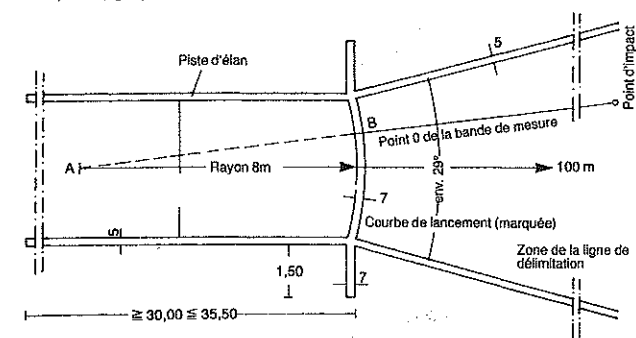
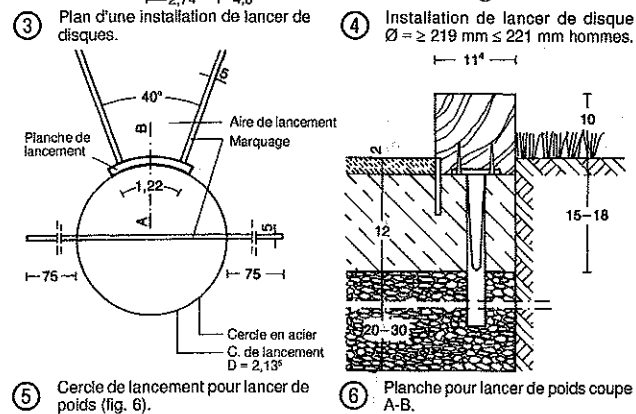
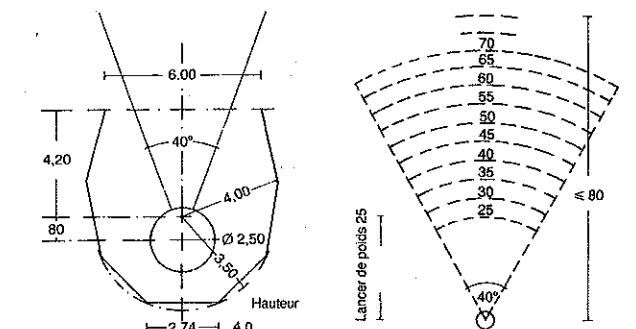
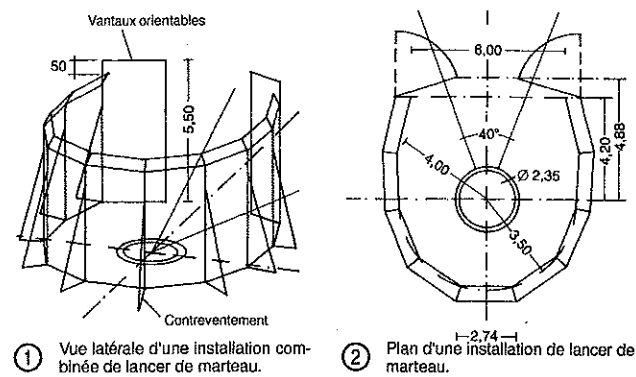
⑤ Piste de course d'obstacles, fossé d'eau



⑥ Installation de saut en longueur et triple saut.

⑦ Installation de saut à la perche (fig. 12)

TERRAINS DE SPORT INSTALLATIONS POUR L'ATHLÉTISME



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⁾	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 m ²
2 petits terrains 27 x 45 m	2 430 m ²
1 terrain d'entraînement	4 500 m ²
2 terrains de loisirs	250 m ²
1 pelouse de jeux et gymnastique	1 000 m ²
1 aire d'entraînement	1 400 m ²
Surface utile totale	env. 20 000 m ²

Exemple II : 7 000 habitants

1 stade type D	10 554 m ²
1 grand terrain 70 x 109 m	7 630 m ²
2 petits terrains 27 x 45 m	2 430 m ²
aires de loisirs	3 000 m ²
1 pelouse de jeux et gymnastique	1 000 m ²
1 piste d'entraînement	2 300 m ²
1 piste pour patins à roulette	800 m ²
Surface utile totale	env. 28 000 m ²

Exemple III : 7 000 habitants

1 stade type B	14 000 m ²
1 grand terrain 70 x 109 m	7 630 m ²
3 petits terrains 27 x 45 m	3 645 m ²
1 aire de jeux et gymnastique	1 000 m ²
1 aire d'entraînement	1 400 m ²
Surface utile totale	env. 28 000 m ²

Exemple IV : 15 000 habitants

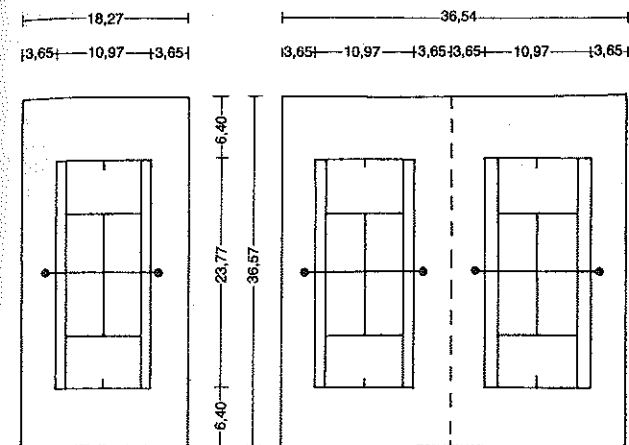
1 stade type B	14 000 m ²
3 grands terrains 70 x 109 m	22 890 m ²
7 petits terrains 27 x 45 m	8 505 m ²
surfaces de jeux et de loisirs	6 000 m ²
1 piste d'entraînement	3 300 m ²
1 aire d'entraînement	1 400 m ²
1 terrain de jeux d'entraînement	1 000 m ²
2 pelouses de jeux et gymnastique	2 000 m ²
Surface utile totale	env. 60 000 m ²

Exemple V : 20 000 habitants

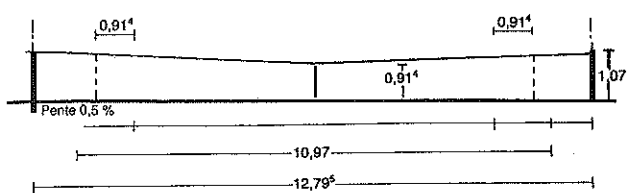
1 stade type B	14 000 m ²
1 grand terrain en combiné	8 400 m ²
4 grands terrains 70 x 109 m	30 520 m ²
10 petits terrains 27 x 45 m	12 150 m ²
surfaces de loisirs	6 000 m ²
1 piste d'entraînement	3 300 m ²
1 aire d'entraînement	1 400 m ²
1 terrain de jeux d'entraînement	1 000 m ²
2 pelouses de jeux et gymnastique	2 000 m ²
Surface utile totale	env. 80 000 m ²

10 Exemples de programmes pour zones d'attraction de 5 000 à 20 000 habitants.

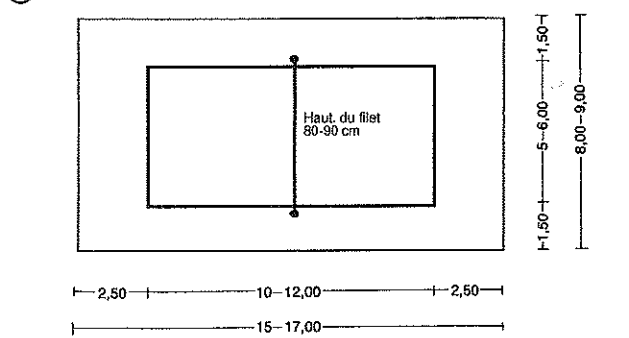
TERRAINS DE SPORT COURTS DE TENNIS



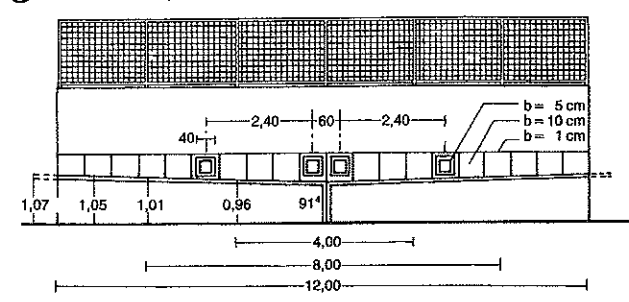
1 Court de tennis pour tournois.



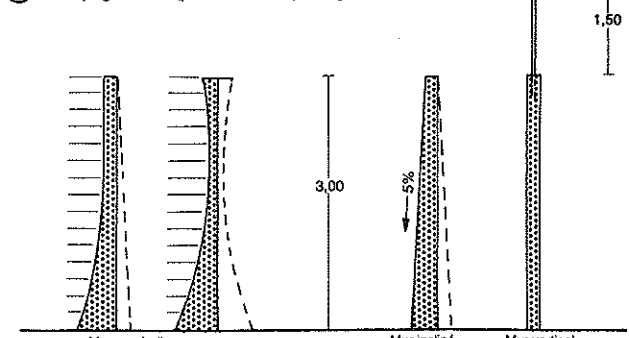
2 Le filet.



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 :

$$\text{Courts nécessaires (T)} = \frac{\text{Nombre d'habitants} \times 3}{100 \times 30}$$

Surface nécessaire pour les courts

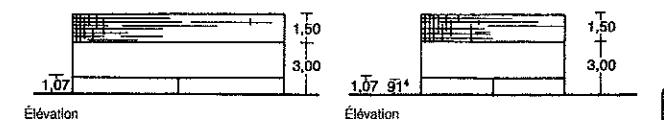
Valeur de base : par terrain de tennis, 20 m² de surface nécessaire pour les courts pour enfants (fig. 3).

Besoins en places de parking : fonctionnement normal (sans spectateurs), 4 places pour voitures par court de tennis.

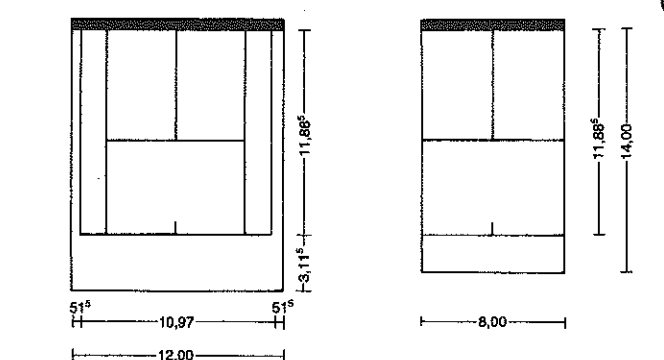
Dimensions du terrain : surface nette (surface utilisable pour le sport) identique au court de tennis et aux surfaces de mur d'entraînement, et de jeu pour enfants. Par expérience, on prend une surface de terrain comptant 60 % à 80 % d'ajout à la surface nette. Orienter si possible les courts nord-sud, 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 sans 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.



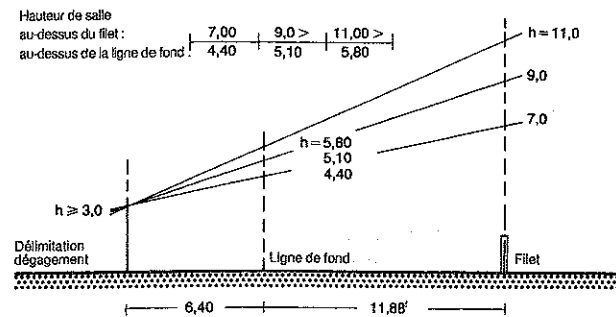
6 Mur d'entraînement (double) dimensions recommandées pour les murs de tennis + aires de jeu devant le mur.



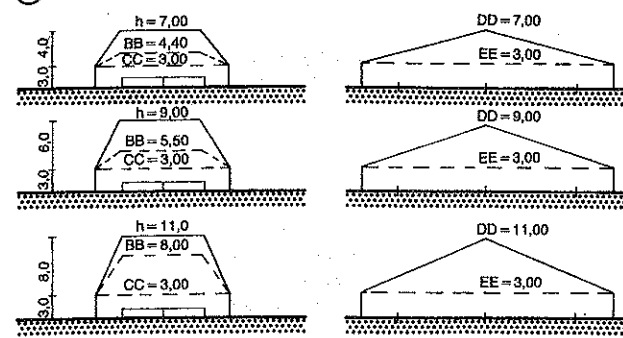
7 Mur d'entraînement (simple).

Sport
Loisirs

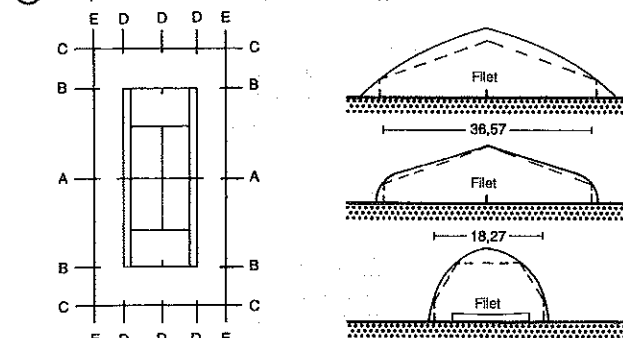
TERRAINS DE SPORT COURTS DE TENNIS



① Hauteur des salles.

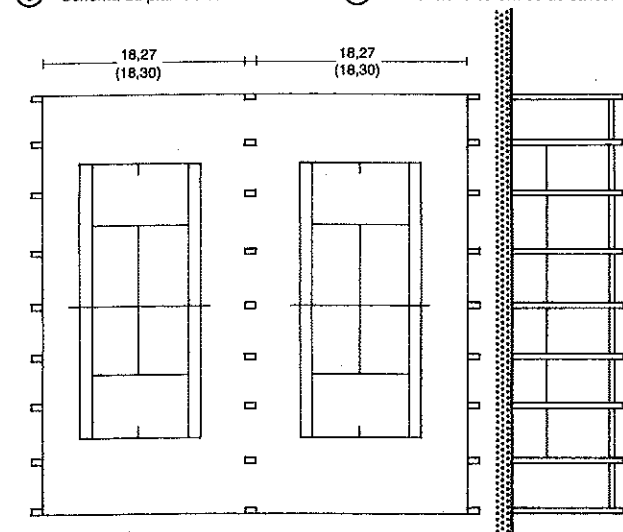


② Coupes transversales et longitudinales des types de salle.

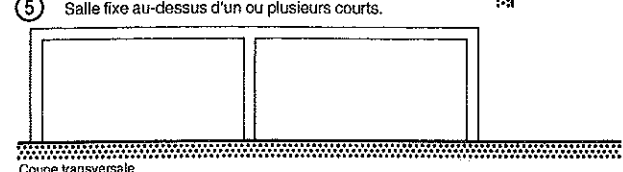


③ Schéma du plan de base.

④ Dimensions et formes de salles.



⑤ Salle fixe au-dessus d'un ou plusieurs courts.



Coupe transversale

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 salles : 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 :

$$\text{Salle de tennis 2 courts } \frac{ST2C}{(S+D)} \\ (2 \times 18,30) \times (1 \times 36,60) = 36,60 \times 36,60$$

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 :

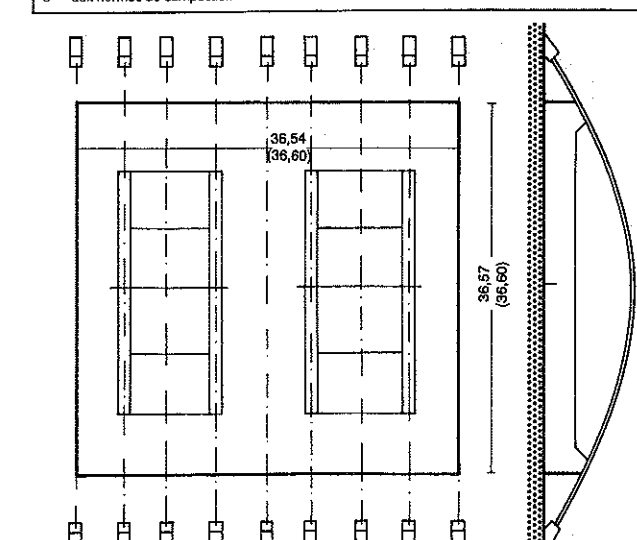
1. sur deux courts, compétition en « simple »
2. sur un court, compétition en « double »
3. sur deux courts comme installation d'entraînement de loisirs, 2 simples ou 1 simple/1 double.

En tenant compte des possibilités d'économies, on obtient la taille suivante : $\frac{ST3C}{(1S+1D)}$ soit 32,40 x 36,60 m.

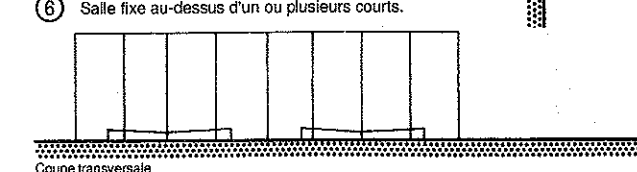
Ce qui donne sous forme de tableau :

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 Econom.	2	2	2	33,90	36,60	2S/1S/1D	2D/2S
3	3	3	3	54,90	36,60	3S/3D	—
3 Econom.	3	3	3	49,50	36,60	3S/2D	3D/3S
2a	2	1	1	33,90	36,60	1S/1D	—
2a Econom.	2	1	1	32,40	36,60	1S/1D	—

C* = aux normes de compétition



⑥ Salle fixe au-dessus d'un ou plusieurs courts.



Coupe transversale

TERRAINS DE SPORT GOLF MINIATURE

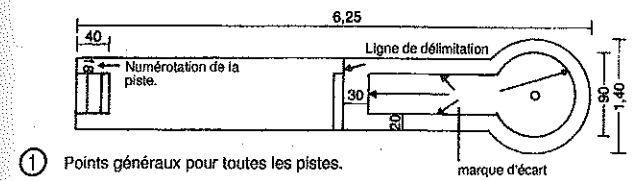
Le terrain de golf sur pistes est composé de 18 pistes clairement délimitées (à l'exception du tir magistral) qui doivent être numérotées et correspondre à la réglementation de leur système. Pour une piste adaptée à la compétition il faut :

- 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,

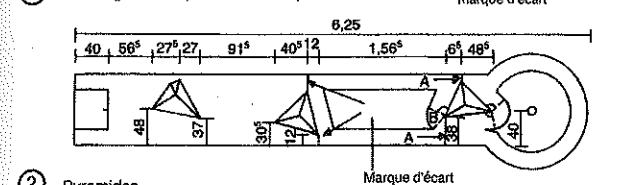
le cas échéant d'autres parties spécifiques au système et/ou marquages.

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).

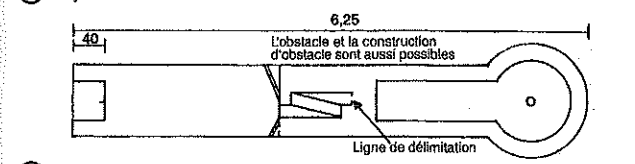
Si la délimitation de la piste n'est pas déterminée par des bandes, elle doit être marquée autrement (à l'exception du tir magistral). Les bandes doivent être conçues de telle sorte qu'elles permettent un jeu calculé. Doter chaque piste d'une marque pour le coup d'envoi. Le marquage doit être normalisé 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.



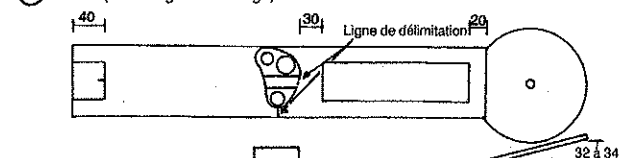
① Points généraux pour toutes les pistes.



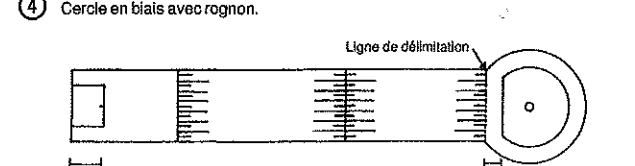
② Pyramides.



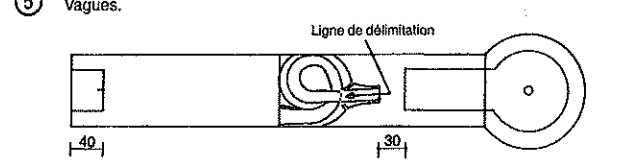
③ Salto (avec angle de barrage).



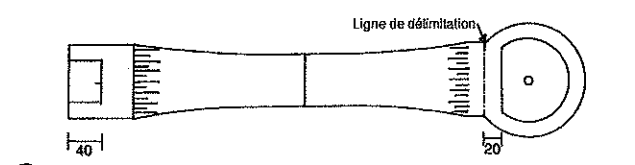
④ Cercle en bois avec rognon.



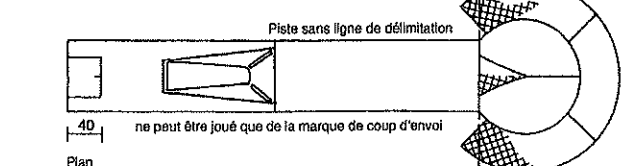
⑤ Vagues.



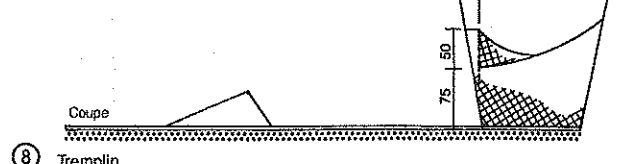
⑥ Boucle couchée.



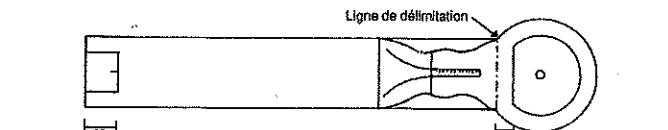
⑦ Passerelle.



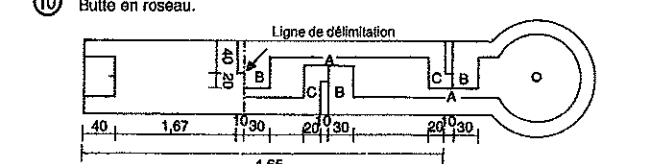
⑧ Tremplin.



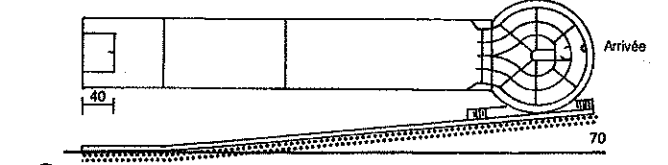
⑨ Bascule avec traverse.



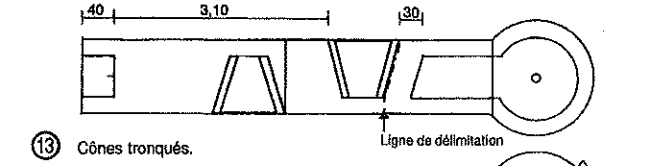
⑩ Butte en roseau.



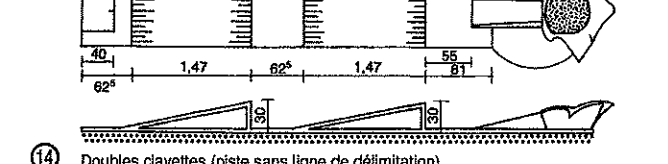
⑪ Piste droite avec obstacles décalés.



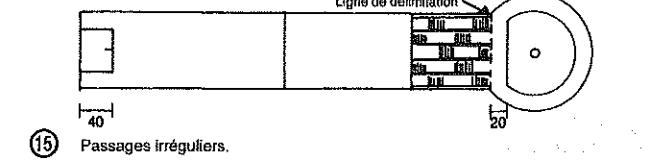
⑫ Labyrinthe.



⑬ Cônes tronqués.



⑭ Doubles clavettes (piste sans ligne de délimitation).



⑮ Passages irréguliers.

TERRAINS DE SPORT GOLF MINIATURE

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 minigolf 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. 377, fig. 1).

Minigolf

Réalisé par le suisse Boggi au début des années 1950, 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).

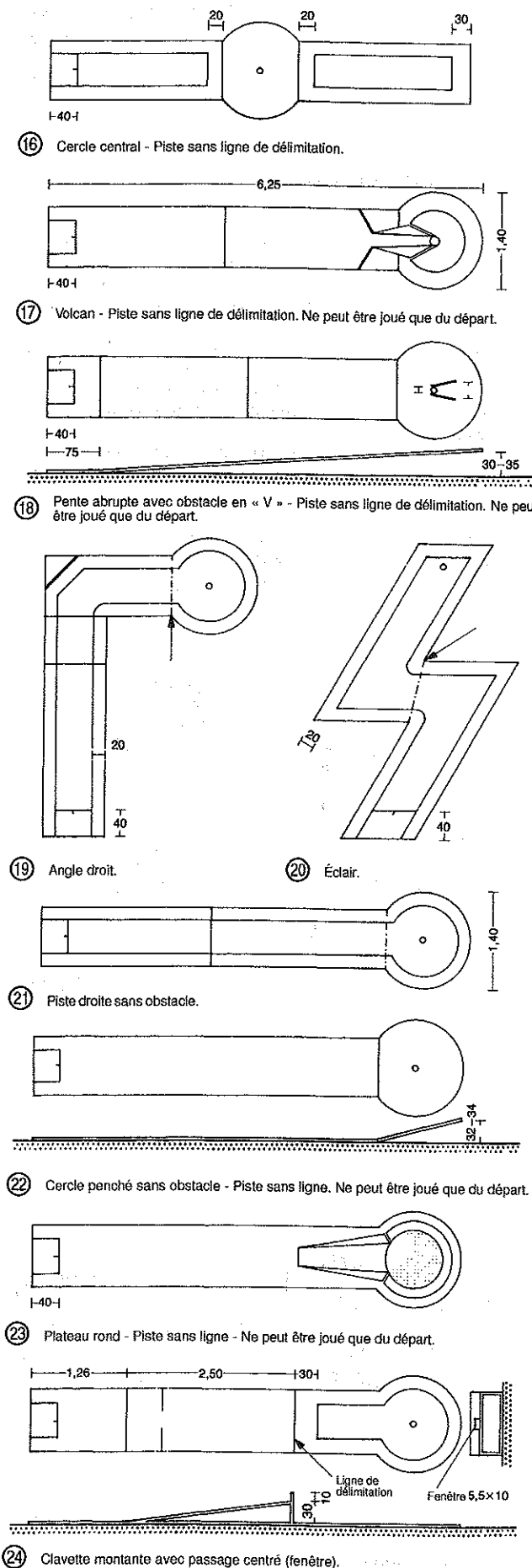
Golf étoile

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 golfs 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.



TERRAINS DE SPORT TERRAINS DE GOLF

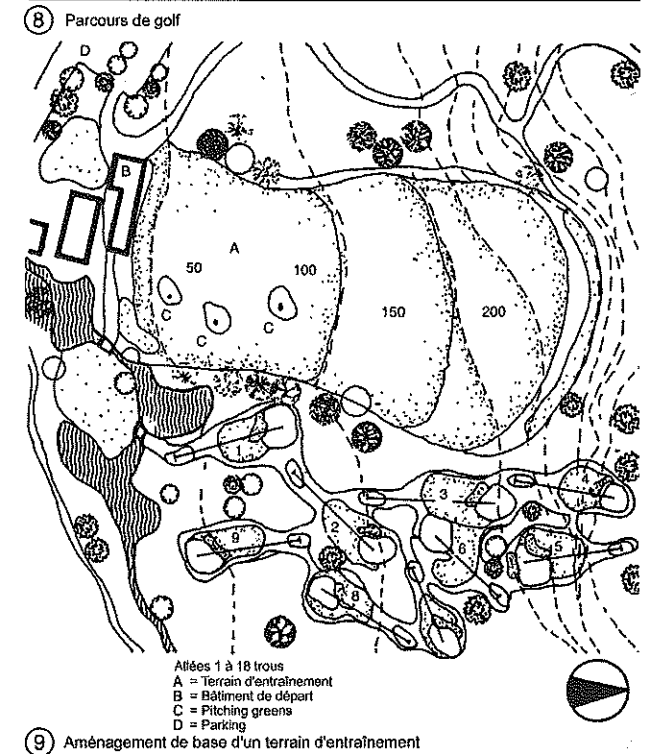
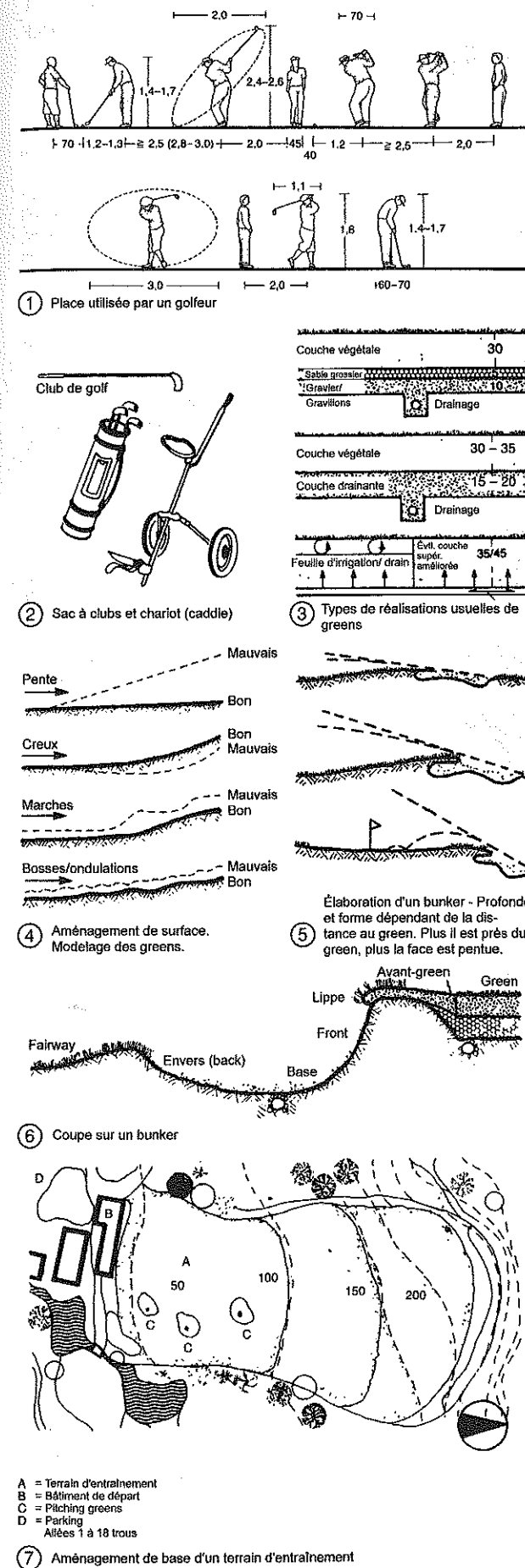
Les parcours se situent le plus souvent sur un terrain accidenté faiblement pentu entre des bois, clairsemés ou parsemés de bouquets d'arbres, avec des obstacles naturels (ruisseaux, étangs), des tranchées et collines ou dans les dunes au bord de la mer. La taille des terrains est fonction du nombre 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 golfier, 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.

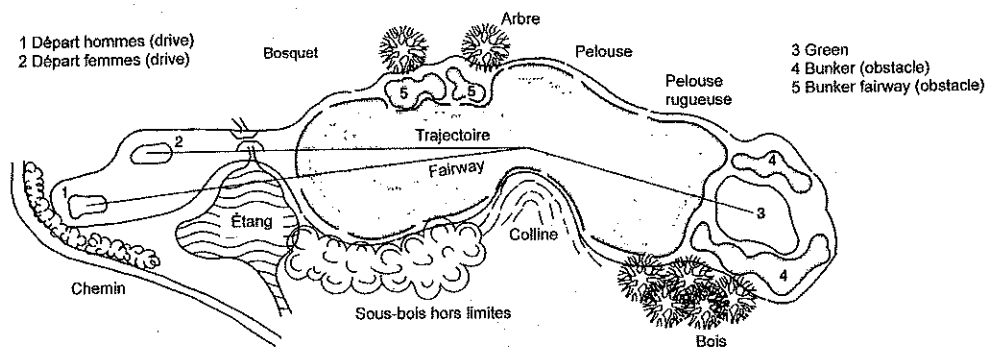
La conception d'un terrain de golf doit toujours partir du principe que la finalité est un terrain de 18 trous, c'est-à-dire qu'une surface d'au moins 55 ha (mieux 60 ha) doit être à disposition à longue échéance. Pour qu'il y ait la possibilité sur les parcours à 18 trous de ne faire qu'un demi-parcours (9 trous), le premier coup de départ et le 9^e green ainsi que le 10^e coup de départ et le 18^e green doivent se trouver autant que possible à proximité du club house (fig. 5).

Par	Longueur des parcours	
	Pour messieurs	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

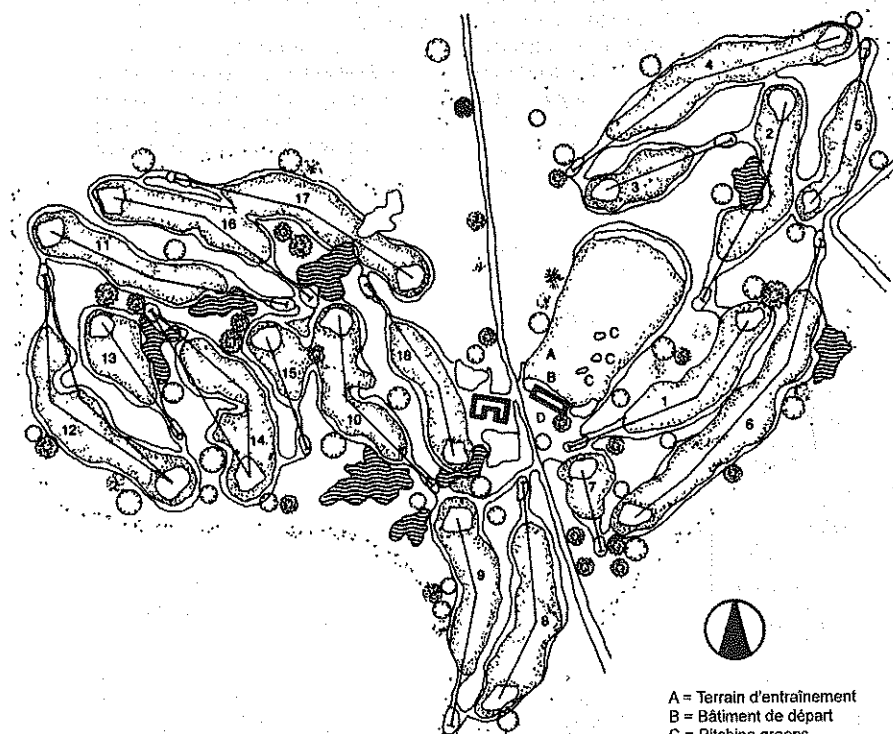


A = Terrain d'entraînement
B = Bâtiment de départ
C = Pitching greens
D = Parking
Allées 1 à 18 trous

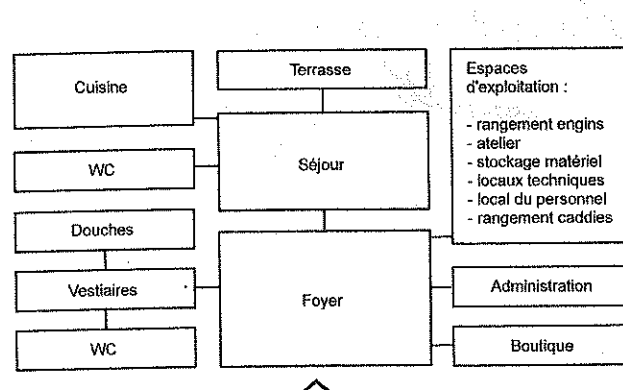
A = Terrain d'entraînement
B = Bâtiment de départ
C = Pitching greens
D = Parking



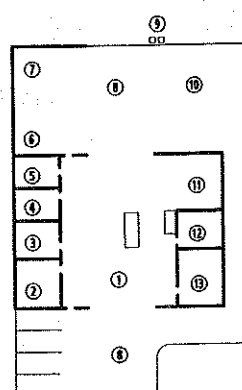
1 Éléments d'un terrain de golf



2 Taille réglementaire d'un terrain de compétition de 18 trous



3 Organigramme d'un « Club House »



4 Exemple de fonctionnement d'un bâtiment d'entretien

TERRAINS DE SPORT TERRAINS DE GOLF

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 ha. Il doit comprendre un terrain d'entraînement, un green de rapproche et un terrain de neuf trous (par 3) (fig. 1).

On différencie les longueurs suivantes pour les différents parcours et le par qui en résulte.

Les longueurs standard reconnues pour les terrains de golf se situent entre standard 60 pour une longueur de 3 749 m et standard 74 pour une longueur de 6 492 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 m à 50 m de large et de 100 m 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 m² à 600 m². Les avant-greens ne sont pas habituels partout. Largeur minimale : 2,5 m

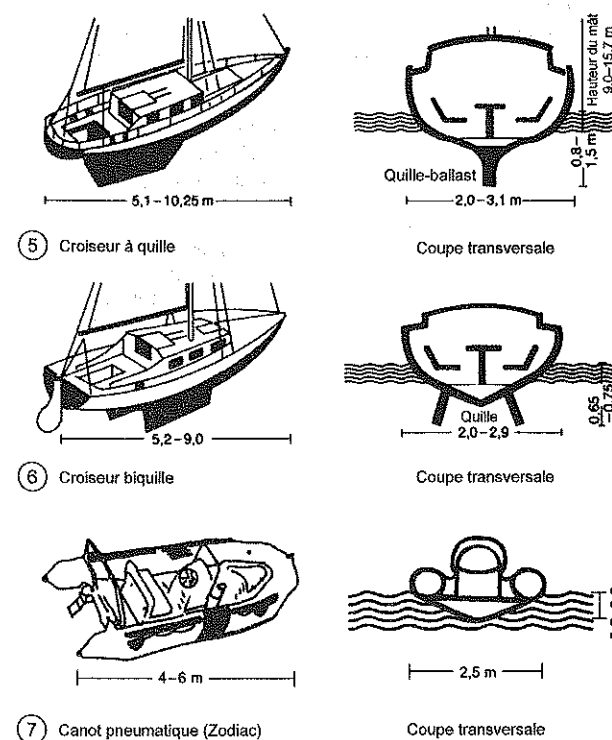
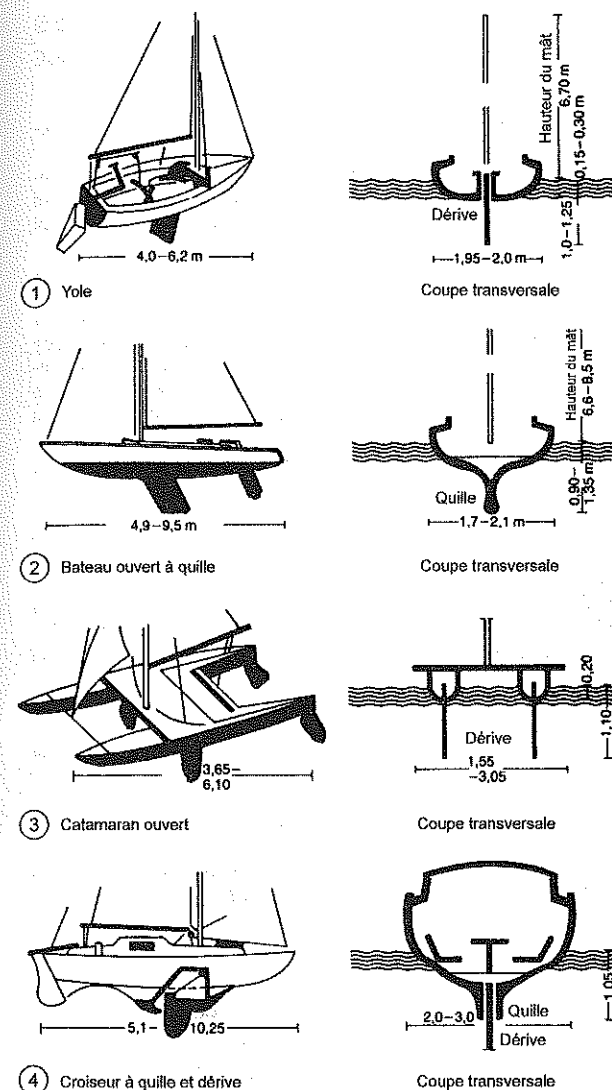
Roughs de hauteur variable au bords des fairways et répartis sur tout le terrain. Les bunkers, obstacles artificiels les plus construits ont le désavantage de ressembler à des corps étrangers dans certains paysages.

INSTALLATIONS SPORTIVES SPORT NAUTIQUE ET PORTS DE PLAISANCE

Catégories et types de bateaux

Les compétitions de régates impliquent des courses par classes de bateaux. C'est à partir de cette classification que les bateaux sont unifiés et définis dans toutes leurs dimensions, catégorie par catégorie. Chaque pays a ses propres catégories, les catégories internationales répondent à une unification internationale réglementée par l'Union mondiale des régates à Londres. Cette association décide des catégories homologuées pour les courses olympiques (fig. 8).

La profondeur des eaux dans les ports de plaisance dépend de la hauteur des tirants d'eau des bateaux accueillis. Elle est en général de 1,25 m pour les dériveurs et de 4-5 m pour les bateaux lestés. Il est favorable de pouvoir maintenir un niveau d'eau constant dans les ports, tant pour la sécurité des bateaux que celle des infrastructures bâties.

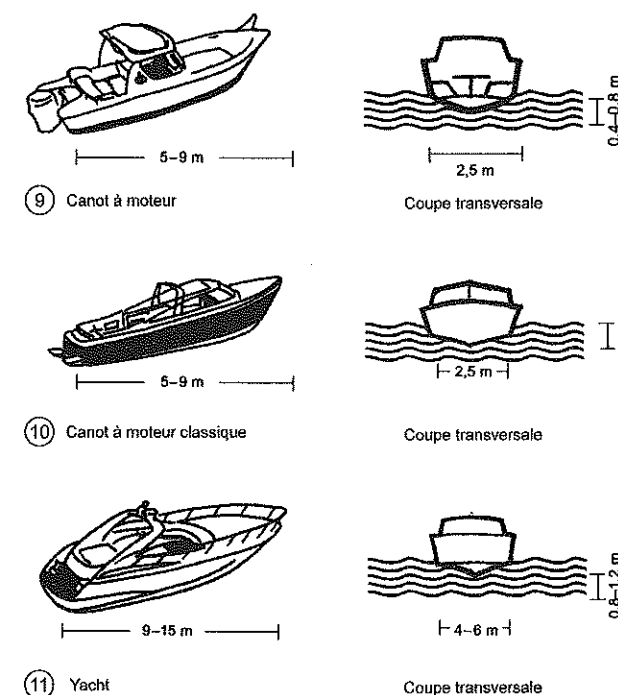


Classes internationales de voiliers (type (équipement) 1-3 personnes)	Unité (U) ou classe de construction (C)	Dimensions longueur/largeur (m)	Tirant d'eau (m)	Surface voilure 3 (spinnaker) (m ²)	Signes distinctifs des voiliers
Finn-Dinghi ⁽¹⁾ (1)	U	4,50/1,51	0,85	10	Deux lignes bleues superposées en forme de vague
Flying Dutchman (2)	U	6,05/1,80	1,10	15 (S)	Lettres FD noires
Star ⁽¹⁾ (2)	U	6,90/1,70	1,00	28	Étoile à 5 branches rouge
Tempest	U	6,69/2,00	1,13	22,93 (S)	Lettre T noire
Dragon (3)	U	8,90/1,90	1,20	22 (S)	Lettre D noire
Soling (3)	U	8,15/1,90	1,30	24,3 (S)	Lettre S noire (oméga)
Tornado ⁽¹⁾ (2)	U	6,25/3,05	0,80	22,5 (S)	Lettre T avec 2 parallèles noires
470 ⁽¹⁾ (2)	U	4,70/1,58	1,05	10,66 (S)	Chiffre 470 noir
5,50-m-Jacht	C	8,50/1,95	1,35	28,8	Chiffre 5,50 noir
Yngling ⁽¹⁾ (2)	U	6,35/1,75	1,05	14	Lettre Y noire
49 ⁽¹⁾ (2)	U	4,99/1,7 (2,3)	1,50	21,2 (S)	Chiffre 49 noir
Pirate (2)	U	5,00/1,62	0,85 +	10 (S)	Sabre rouge
Optimist ⁽¹⁾ enfants et adol.	U	2,30/1,13	0,77 +	3,33	Lettre O noire
Cadet (2)	U	3,32/1,27	0,74 +	5,10 (S)	Lettre G noire
OK-Jolle (1)	U	4,00/1,42	0,95	8,50	Lettre O bleue
Olympia-Jolle (2)	U	5,00/1,66	1,06 +	10	Cercle rouge
420 Jolle (2)	U	4,20/1,50	0,95 +	10 (S)	Chiffre 420 noir oblique

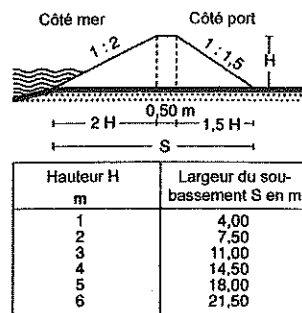
⁽¹⁾ Classes olympiques

+ Avec dérive

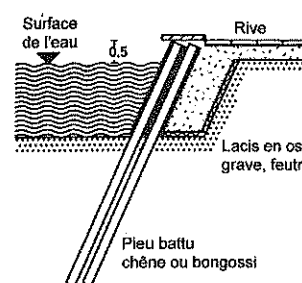
8 Tableau des catégories de voiliers avec leurs données et dimensions



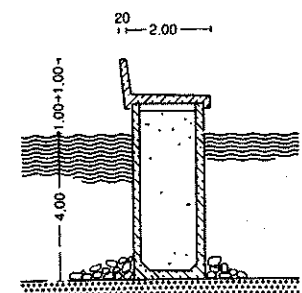
Sport
Loisirs



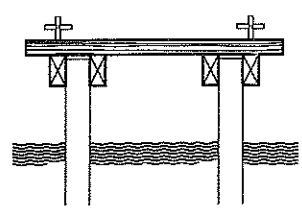
1 Coupe sur môle et jetée



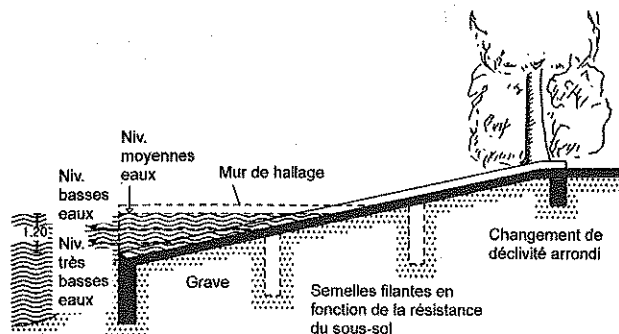
3 Pieux battus - bois



5 Caisson en éléments préfabriqués de béton armé avec remplissage de sable

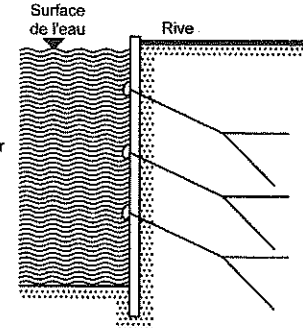


7 Ponton fixe sur pilotis en bois ou en béton

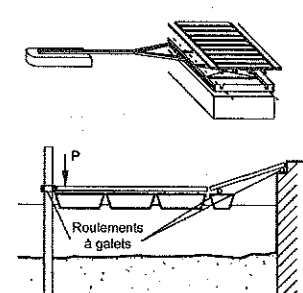


9 Coupe sur rampe avec slip

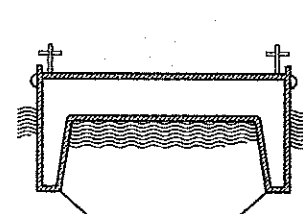
2 Roseaux avec au moins 2 nœuds de végétation



4 Palplanche - métal



6 Coupe sur un ponton flottant. Stabilité du bord : P min. 2,5 kN



8 Ponton flottant en béton, également approprié comme brise-lames

INSTALLATIONS SPORTIVES SPORT NAUTIQUE ET PORTS DE PLAISANCE

Constructions portuaires

Les ouvrages de protection contre la houle et les vagues sont importants pour les marinas.

Môles : Ils peuvent être en palplanches métalliques profilées et emboîtées les unes aux autres ou en pierres entassées (fig. 2 à 4). Des caissons en éléments préfabriqués de béton armé sont plus rarement employés (fig. 5).

Il est possible de réaliser des môles flottants sous forme de caissons de béton, formant ponton (fig. 8).

Palplanches : Elles offrent pour un faible volume construit une protection durable des rives. Elles sont constituées de plaques laminées d'acier, aux bords profilés et emboîtées les unes aux autres, battues à l'aide d'outils de percussions. Elles peuvent également être construites en bois ou en matières plastiques. Elles sont quasiment étanches et elles peuvent être de grande envergure et fortement résistantes aux forces de l'eau comme celles du terrain qu'elles contiennent.

Il faut veiller à la protection des bateaux qui y sont amarrés. Il est à noter que la rouille des palplanches métalliques peut être inesthétique pour des marinas (fig. 4).

Pieux : Ils peuvent être en tubes métalliques, dans certains cas remplis de béton, ou en bois. Leur longueur doit être au moins trois fois leur longueur d'immersion, cependant en fonction de la nature des fonds. Ils servent aussi à l'amarrage des bateaux et à la fixation de pontons.

Dans les ports maritimes, la durée des pieux de bois est d'environ 15 ans, celle des pieux métalliques est d'environ 35 ans. Ces variables dépendent de conditions locales qu'il est nécessaire de consulter avant travaux.

Talus : Ils contribuent au renforcement des rives, ils sont composés de pierres entassées ou de béton, une couverture végétale et arborisée favorise leur maintien.

Leurs pentes sont dépendantes de leurs hauteurs, de la nature des sols et des conditions de mise en œuvre (fig. 2 et 3).

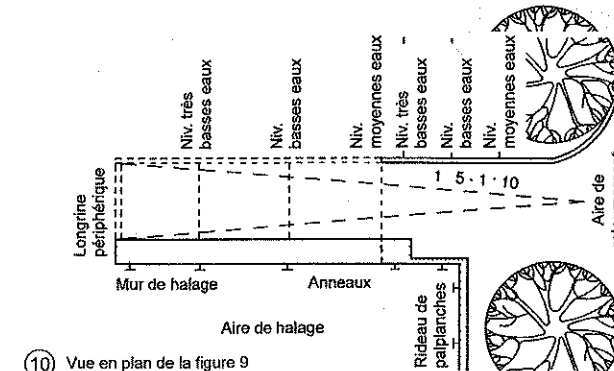
Treillages et levages

Les grues de levage de bateaux peuvent être fixes aux abords de locaux techniques ou mobiles. Pour les grues mobiles il faut veiller à construire des zones de roulement stables et prévoir les surfaces de girations nécessaires, accessibles aux véhicules de transports adaptés à la taille des bateaux à tirer ou à charger. Le renforcement des rives dans ces zones de mouvements se fait à l'aide de palplanches battues à la verticale, de manière à permettre aux bateaux d'accoster au plus près des lieux de levage.

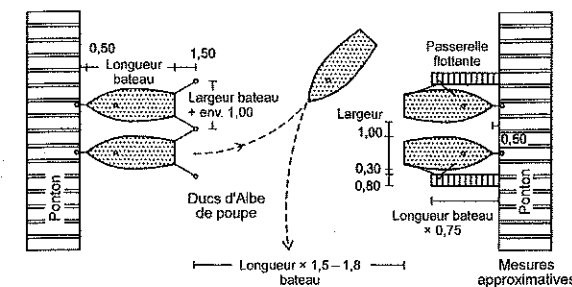
Trémie mobile de levage : Elle est une structure de contention des bateaux à lever et à roulettes pour les déplacements horizontaux sur terre ferme (voir p. 383, fig. 9).

Halage : Il est constitué d'une rampe pour la mise à l'eau comme pour la sortie de l'eau des bateaux. Les petits bateaux et les moyens peuvent être sortis à la main, les plus grands nécessitent des véhicules de traction, des remorques, voire des treuils (fig. 9 et 10).

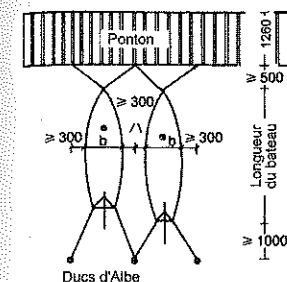
Matériaux de construction : Les choix des matériaux et des détails de construction des éléments au contact de l'eau sont soumis à des contraintes spécifiques de solidité et de durabilité. La corrosion est une donnée importante, compte tenu de la salinité de l'eau des lieux maritimes. La résistance aux vents et l'étanchéité aux eaux sous l'effet du vent sont à considérer de près pour les bâtiments. De même que leur isolation thermique en hiver comme en été.



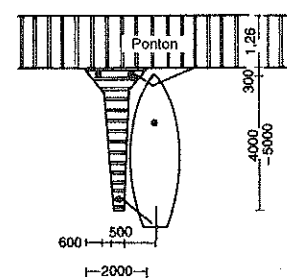
10 Vue en plan de la figure 9



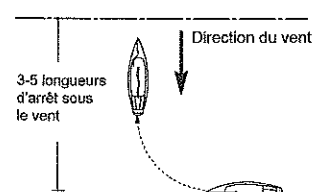
1 Espace de manœuvres entre pontons



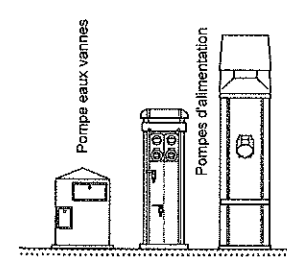
2 Amarrage de bateaux : amarrage de bateaux entre ponton et ducs d'Albe



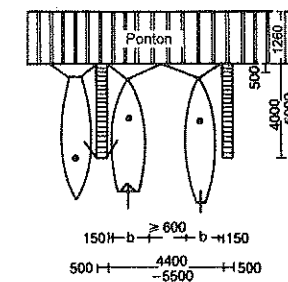
4 Amarrages des bateaux : amarrage des bateaux entre jetée et passerelle en forme d'Y



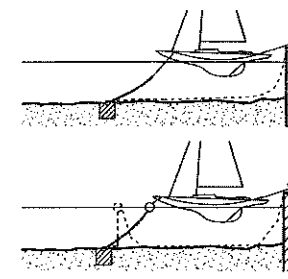
6 Manœuvre d'arrêt contre le vent



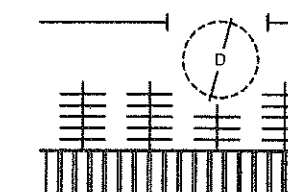
8 Eaux vannes, eaux fond de cale et eaux usées. Alimentation en courant et eau, câble TV et connexion internet



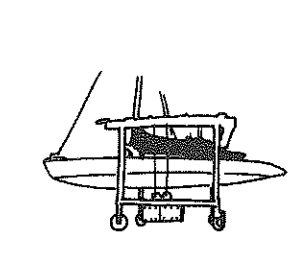
3 Amarrage de bateaux : amarrage en diagonale des navires, ponton et passerelle



5 Amarrage avec ou sans bouée



7 D = diamètre de l'aire de giration dans le port (= 35-60 m)



9 Travellift pour déplacement dans l'aire portuaire et pour mise à l'eau et sortie

INSTALLATIONS SPORTIVES SPORT NAUTIQUE ET PORTS DE PLAISANCE

Planification des places de mouillages

Les places de mouillages de bateaux doivent toujours avoir le plus long côté dans le sens de la direction du vent, leurs tailles correspondent aux types de bateaux. L'amarrage se fait à la proue ou à la poupe. Lorsque les places sont réservées à des bateaux sans moteur (ports de régates), prévoir assez de place pour le freinage et les manœuvres. Les voiliers s'arrêtent face au vent et ont besoin d'une distance entre 3 et 5 fois leur longueur pour s'arrêter (fig. 6).

Dès l'entrée dans l'aire d'amarrage il est nécessaire de prévoir un cercle de retournement mesuré sur la plus grande longueur des bateaux accueillis au mouillage. Cette dimension est nécessaire pour l'entrée et la manœuvre du bateau en cas de vent tempétueux, le diamètre de ce cercle se situe entre 35 et 60 m (fig. 7).

Pontons

Le choix des systèmes de pontons dépend de la sollicitation exercée par la surcharge et par les chocs des bateaux. Les pontons fixes structurellement ancrés sont fragilisés par les marées (voir p. 382, fig. 7).

Les pontons flottants sont d'autant plus appropriés en cas de niveaux de plan d'eau changeants. (voir p. 382, fig. 6)

L'amarrage à un crochet, avec ou sans bouée est courant dans les eaux du sud. (fig. 5)

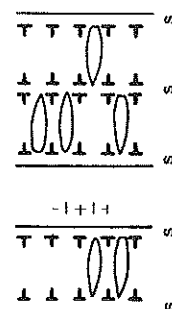
La profondeur du plan d'eau dans le port est de 1,8 fois la hauteur du plus grand tirant d'eau parmi les bateaux accueillis. L'équipement des places d'amarrages comprend une prise électrique, un robinet d'eau et un écoulement d'eaux usées. Des installations de fixations telles que bollards, crochets et anneaux doivent être construites de dimensions suffisantes. Prévoir des revêtements de pontons antidérapants, des mains courantes ainsi qu'un éclairage. Prévoir également des poubelles en nombre suffisant.

Taille des places de mouillages

La dimension est dépendante de la taille des bateaux. Un port de plaisance devrait pouvoir accueillir une gamme de bateaux de tailles variables, si possible en les regroupant par catégories dimensionnelles. De même faut-il prévoir quelques places pour des super-yachts (longueur supérieure à 21 m). Le mouillage et les manœuvres de mouillage doivent pouvoir se faire dans des conditions satisfaisantes.

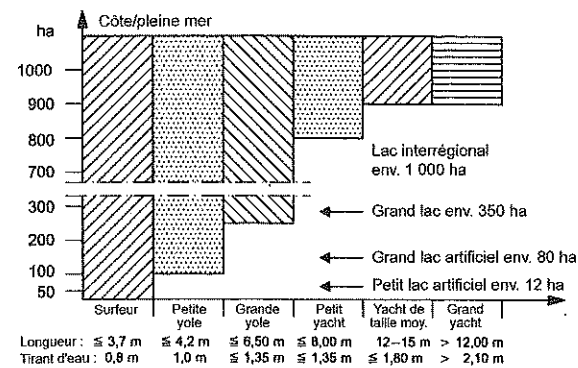
Marinas sèches

Lorsque les plans d'eau portuaires n'offrent pas beaucoup de place, il est possible de parquer les bateaux sur terre ferme. Ils doivent cependant être en mesure d'être mis à l'eau en moins d'une demi-heure. Ces marinas sont équipées de voies d'accès auprès de chaque place d'entreposage, avec le même type d'équipement qu'une place d'amarrage dans l'eau (prise électrique, un robinet d'eau et un écoulement d'eaux usées). Le rapport entre surface au sol et surface aquatique est d'environ 80/20. Les coûts d'investissement pour une marina sèche représentent 40 % de ceux d'une marina totalement lacustre.

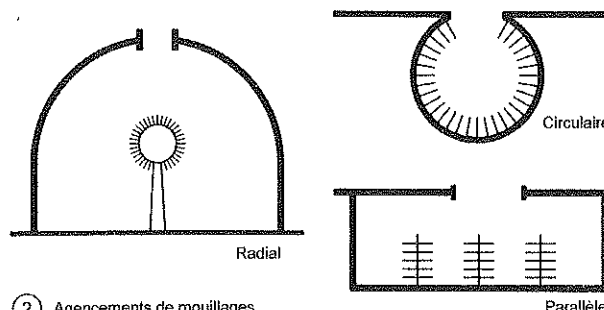


10 Taille des mouillages à terre de différentes classes internationales de voiliers

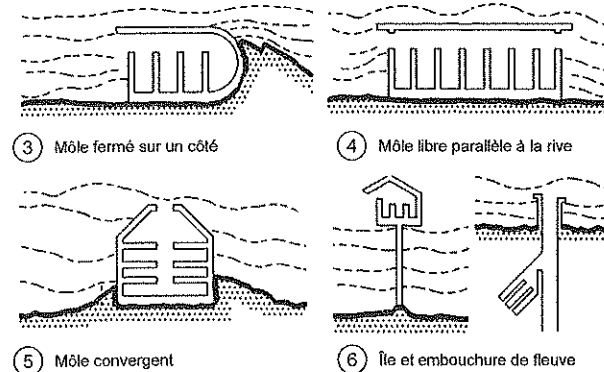
Catégories de bateaux	Grandeur de mouillage nécessaire		Distance de sécurité (S)	Largeur de passage nécessaire (F)
	Longueur (L)	Largeur (l)		
Finn	4,50	3,00	≈ 1,00	5,00
Flying Dutchman	6,00	3,00	≈ 1,00	6,50
Star	7,00	3,50	≈ 1,50	7,50
Dragon	9,00	4,00	≈ 2,00	9,50
Classe 5,50 m	10,50	4,00	≈ 2,00	11,00



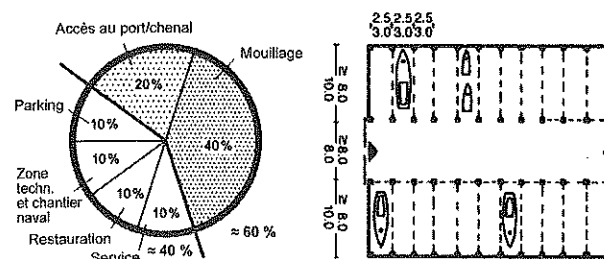
1 Relation taille du plan d'eau - taille de l'embarcation



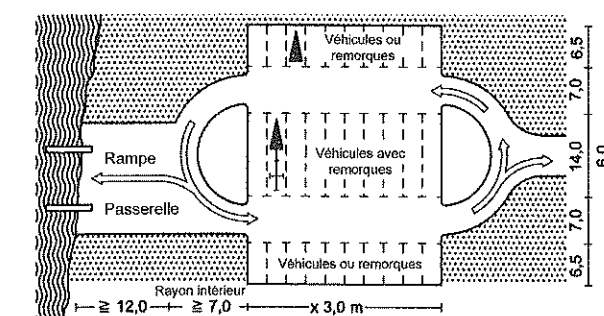
2 Agencements de mouillages



5 Môle convergent



7 Infrastructure de port de plaisance



9 Parcage de bateaux sur terre

INSTALLATIONS SPORTIVES SPORT NAUTIQUE ET PORTS DE PLAISANCE

La planification d'une marina nécessite une étude de faisabilité préalable et le dépôt de diverses demandes d'autorisation, tant à propos des rives qu'à propos des plans d'eau. Une marina a toujours une destination pour des activités de temps libre et touristiques. On observe une spécialisation des marinas, telles que marina technique, marina avec événements, marina simple zone portuaire, citymarina, minimarina, marina sèche, etc.

Choix du lieu

Assurer la protection des bateaux. Garantir les accès par terre comme par l'eau. Si possible ne pas implanter une marina sur un site isolé mais au sein d'une ville d'une certaine importance, en lien avec des services, des facilités et des attractions touristiques et urbaines.

Capacités

La taille minimale du plan d'eau dépend du type de bateau utilisé, éviter les conflits sportifs et écologiques, éviter la sur fréquentation du plan d'eau. En moyenne, seuls 20 % à 30 % des bateaux au mouillage naviguent simultanément sur le plan d'eau. Prendre en compte le facteur de simultanéité : rapport du nombre total de bateaux au mouillage sur le nombre moyen de bateaux navigants. Détermination de la surface techniquement nécessaire à chaque type de bateau et de l'écart suffisant avec les autres bateaux. Les conditions générales déterminant la capacité limite du plan d'eau dépendent de deux catégories de variables, les variables indépendantes : taille du plan d'eau, morphologie de la rive, direction et hauteur de la houle ; et les variables dépendantes : taille/longueur des bateaux, vitesse, importance des manœuvres.

Types d'installations

Forme de port rectangulaire (fig. 2), de préférence pour les ports de plaisance de taille moyenne (100 à 400 mouillages), môle principal courant parallèlement le long de la rive, le môle est fermé sur un côté, l'orientation par rapport à la direction du vent dominant et à la houle doit être favorable.

Môle de forme libre, parallèle à la rive (fig. 4), non accessible, il n'offre qu'une protection partielle, le port est ouvert des deux côtés, concevable uniquement pour les rives épargnées par les dépôts de sédiments et ne nécessitant pas de conditions de protection renforcées. Éventuellement réalisable dans les eaux intérieures, nuisance de la réflexion des vagues heurtant la rive à travers le port et contre le côté intérieur du môle.

Môles convergents (fig. 5), deux môles s'étirent depuis la rive puis convergent à l'entrée du port en forme d'entonnoir, très difficile au niveau de la réalisation et des techniques de construction, ne convient qu'à des lieux aux conditions naturelles très propices, forme idéale pour un port de plaisance côtier bien protégé.

Port traité comme une île (fig. 6), confronté à un rivage fragile, ou en raison d'une eau peu profonde ou bien de problèmes d'espace. En fonction du lieu, il est possible de créer un port de plaisance soit en forme d'île, soit construit sur des pontons.

Organisation d'une marina par secteurs

Cette zone doit être attractive et fonctionnelle. L'équipement de chaque place comprend une prise de courant, une arrivée d'eau, une bouche d'évacuation des déchets fécaux, une évacuation des déchets et une bouée de sauvetage.

Zone de service technique : Rampe de halage, grue, atelier, approvisionnement énergétique, réparation (avec protection contre les diverses pollutions).

Zone de restauration : Avec terrasse orientée vers le plan d'eau.

Zone de service : Poste de responsable du port, douches, toilettes, information (facilement repérable).

Zone de parking : En sécurité et facile d'accès aux voitures et aux véhicules de tractage (fig. 9).

Parcage des bateaux sur terre

En saison froide, les bateaux peuvent hiverner dans des halles ou à l'extérieur. Prévoir des chevalets ou des ossatures de contention résistant aux vents tempétueux, en tenant compte d'une distance de sécurité entre bateaux (fig. 8).

Des aires suffisantes sont à prévoir pour les mouvements de transport des bateaux sur le sol. Une surface pouvant être fermée doit être à disposition des véhicules de tractage.

Prévoir des aires de mouvement sous la grue (diamètre d'au moins 18 m) et devant les rampes de halage. Selon l'importance des marinas, ces aires sont bétonnées ou asphaltées.

INSTALLATIONS SPORTIVES SPORT NAUTIQUE ET PORTS DE PLAISANCE

Types de marinas

Marina journalière : Flottante sur le plan d'eau, exclusivement pour le mouillage des bateaux lors d'un événement ponctuel.

Citymarina, minimarina / accueil promeneurs en bateau (fig. 1) : Localisation dans une ville balnéaire attractive ; exclusivement pour nuitées de touristes nautiques, service minimum.

Marinas olympiques et pour régates (fig. 3) : Flamme olympique, hélicoptère, atelier / mesures et chronométrages, service météo, service médical et contrôle antidopage, bureau des compétitions, service de sécurité, salon de VIP, places de travail pour la presse, grues, place de nettoyage. Zone de mouillage : bateaux catégorie Star et Yngling. Zone de parcage sur terre : bateaux catégorie 49, Tornado, 470, Laser, Finn, Europ Star et Yngling (tous équipés d'une place pour container de matériel), local dépôt des surfs. Place pour navettes, vestiaires, sanitaires, WC public et pour les équipes, centre d'information et de communication (pour les débats des équipes, les organisateurs officiels, pour la retransmission des courses, bistro). Parking, places de parking et de mouillage pour les responsables et entraîneurs, aire mixte.

Marinas avec place de mouillage : Possible aux abords d'une ville ; exclusivement pour le mouillage des bateaux sans autres services. Adapté pour des clubs et associations nautiques.

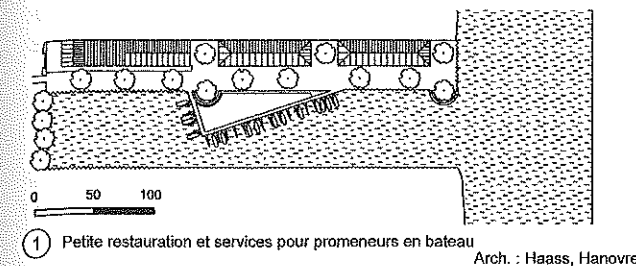
Marinas pour touristes : Service du port, office, aire de mouillage, locaux sanitaires, magasins, atelier, restaurant.

Marinas pour clubs et associations : Local du club, terrasse, place de parc, accès, chemins et passerelles, places de mouillage et places sèches pour bateaux, atelier de réparation.

Marinas sèches (fig. 2) : Aux abords d'une ville, voire dans une zone artisanale ; surtout en lien avec un service adapté de mise à l'eau (grue et travellift). Divers services ne demandant pas de promiscuité au plan d'eau.

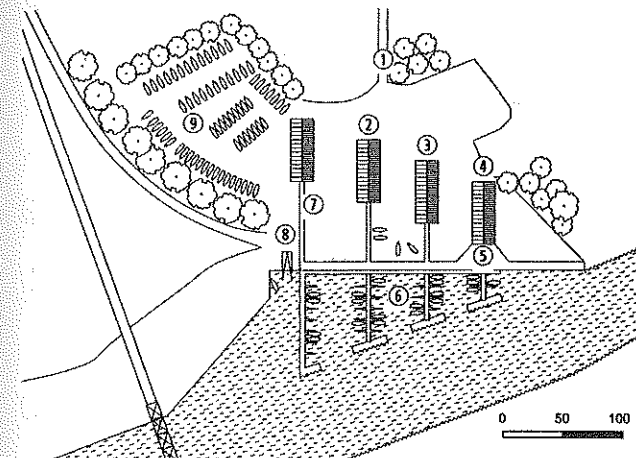
Marinas techniques : Possible dans un quartier industriel ; exclusivement pour des services techniques comme les grues, atelier de réparation, service d'hivernage, fabrication de bateau, rénovation, etc.

Marinas d'hiver : Possible dans un quartier artisanal ; exclusivement pour l'hivernage de bateaux à entreposer dans une halle comme à l'extérieur. Observer des distances suffisantes entre bateaux. Prévoir des distances de sécurité pour les dépôts de matériels et produits inflammables (laques, peintures, résines, etc.).



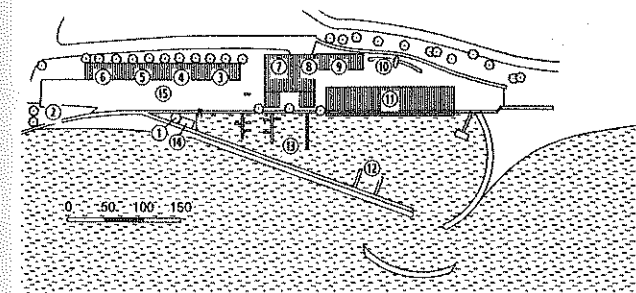
1 Petite restauration et services pour promeneurs en bateau

Arch. : Haass, Hanovre



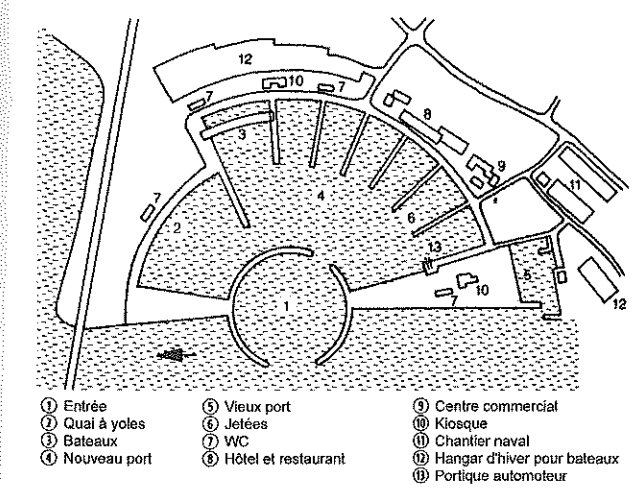
2 Marina sèche sur un bras de rivière

Arch. : Haass, Hanovre



3 Port olympique de voiliers, Travemünde

Arch. : Haass, Hanovre



4 Exemple d'un port de plaisance

Tâche/fonction	Contraintes	Construction
1. Surf. de transport pour remorques, attelages	- suffisamment large - rayon de giration pour attelages - résistant aux charges - évacuation des eaux de sols	- sous-œuvre hors gel - évacuation des eaux usées - couche résistante en béton
2. Aires de parcage bateaux	- dimensions suffisantes - résistant aux charges - ancrages pour baches	- sous-œuvre hors gel - couche de surface hydrofuge - créer des points d'ancrages, par ex. anneaux
3. Accès routiers, voie de secours	- largeurs min. régl. routière - résistant aux charges - rayon de giration des véhicules - évacuation des eaux de sols	- sous-œuvre hors gel - évacuation des eaux de sols - couverture pavée, asphaltée ou bétonnée
4. Aires de parking véhicules	- dimensions suffisantes - résistant aux charges - bonne lisibilité des affectations	- sous-œuvre hors gel - couche de surface hydrofuge - marquage des places
5. Voies piétonnières et cyclables	- largeur entre 1,5 et 2,5 m - séparation du trafic véhicules - sécurité et visibilité - évacuation des eaux de sols	- sous-œuvre hors gel - couche de surface hydrofuge - évacuation des eaux de sols

5 Surfaces trafic, fonctions et mise en œuvre

INSTALLATIONS SPORTIVES SPORT NAUTIQUE ET PORTS DE PLAISANCE

Marinas pour super-yachts

On désigne par super-yachts les bateaux de plaisance de plus de 21 m / 70 ft de longueur. Au-delà de 30 m, ces yachts nécessitent des équipages professionnels. Ces bateaux exigent une attention particulière lors de la planification de marinas, que ce soit dans le cas d'une extension d'une marina existante ou lors d'un nouveau projet d'une marina autonome.

Leur implantation exige un lieu très sélectif offrant des équipements touristiques de première importance, tels qu'une liaison aéroportuaire proche ainsi que la proximité d'une métropole. En Europe, c'est principalement la mer Méditerranée qui se prête à de telles implantations. Ces super-yachts exigent de grandes surfaces pour leur amarrage et leurs mouvements portuaires, ainsi qu'un niveau élevé d'équipements et d'accueil.

Il est aussi primordial de trouver des fonds marins d'une profondeur de 8-9 m minimum dans la zone portuaire.

Le concept de marina pour super-yachts correspond aux exigences d'un hôtel 5 étoiles, en offrant un service 24 h sur 24, autant sur le plan technique que sur le plan de l'accueil des personnes.

Ces exigences se retrouvent dans la répartition des fonctions, en veillant à la séparation entre les zones réservées aux équipages et celles des services.

La sécurisation des bateaux et des personnes nécessite des mesures appropriées.

Notamment par la présence permanente d'un service de sécurité, de vidéosurveillance, de systèmes de verrouillages électroniques, comme un éclairage adéquat des zones les plus importantes.

Sécurisation des marinas

Les installations de sécurité dans les marinas servent à protéger les bateaux, les équipements portuaires et les personnes contre les dégâts de la nature et contre la criminalité, tels que le vandalisme ou le terrorisme.

Mesures actives :

- la localisation et l'accessibilité visuelle des bateaux amarrés
- les alarmes installées sur chaque bateau
- les alarmes disposées sur chaque ponton et portique d'accès aux bateaux

Mesures passives :

- vidéosurveillance de la zone d'amarrages
- éclairage nocturne permanent
- service de sécurité et de garde
- dispositif d'intervention en cas d'avarie, plan de sécurité
- management de sécurité

Le côté faisant face au front de mer des marinas et accessible au public doit pouvoir être équipé d'un bureau portuaire protégé, en activité 24 h sur 24. L'ensemble des composantes d'une marina doit être signalisé et réglementé par des mesures de police.

Chaque marina organise un plan en cas d'avarie, lequel permet toute intervention de sécurisation en cas d'urgence. Le personnel doit y être formé et procéder à des exercices bi-annuels de comportement et d'intervention lors de cas de sinistres.

Durabilité

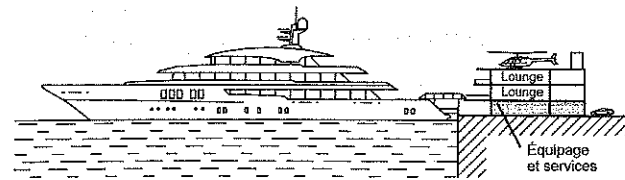
Afin de réduire les nuisances d'environnement, les marinas doivent mettre en œuvre des moyens pour le protéger. De même en prenant des mesures d'économie d'énergie.

La géothermie, les forces du vent et de l'eau, le photovoltaïque, la thermique solaire, etc. peuvent être pris en compte dans chaque marina. Une marina astucieusement conçue lui permet d'être autonome en énergie.

Des dispositions adéquates doivent protéger autant les fonds marins que les sols, notamment dans les choix des matériaux mis en œuvre et au contact de l'eau.

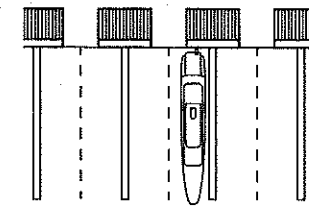
Le respect de l'environnement est à observer dans les choix techniques et technologiques pour l'ensemble des divers domaines fonctionnels d'une marina, ils observeront les variables de zonages comme les variables saisonnières en adaptant des moyens de régulation des consommations énergétiques.

Des moyens de transports collectifs distribuant les marinas seront à privilégier plutôt que les transports individuels tels que navettes ou taxis privés, à l'aide aussi de plans horaires d'économie d'énergie, par exemple de minuit à 6 heures, ainsi que des taxations progressives selon les consommations d'énergie, etc.



① Coupe sur une marina pour super-yachts avec position de l'accueil de l'équipage et de l'approvisionnement Arch. : Haass, Hannover

Yachts	10-21 m	30-80 ft
Super-yachts petite taille	21-30 m	80-100 ft
Super-yachts taille moyenne	30-60 m	100-200 ft
Grands super-yachts	Au-delà de 60 m	Au-delà de 200 ft

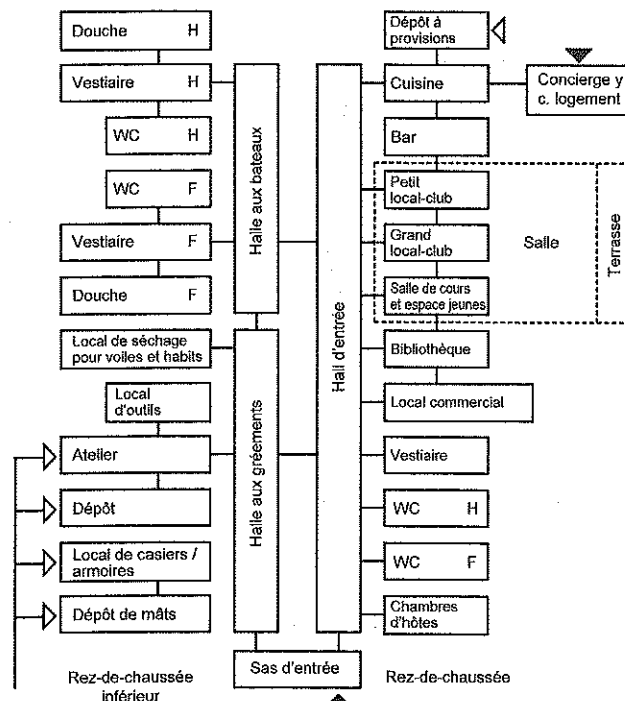


② Catégories de super-yachts selon leur taille

③ Schéma en plan d'une marina pour super-yachts avec position de l'accueil de l'équipage et de l'approvisionnement

Services	Points d'accès des yachts	Capacités
Électricité		380 V 36, 65 125 A, servi par l'équipage
Eau potable		Min. 50 l/min, servi par l'équipage
Eaux usées		Pompées et évacuées dans station ext., servi par l'équipage
Carburants		Diesel/essence, servi par la marina

④ Exigences et positions usuelles des alimentations / évacuations des super-yachts



⑤ Schéma de fonctionnement d'un club-house

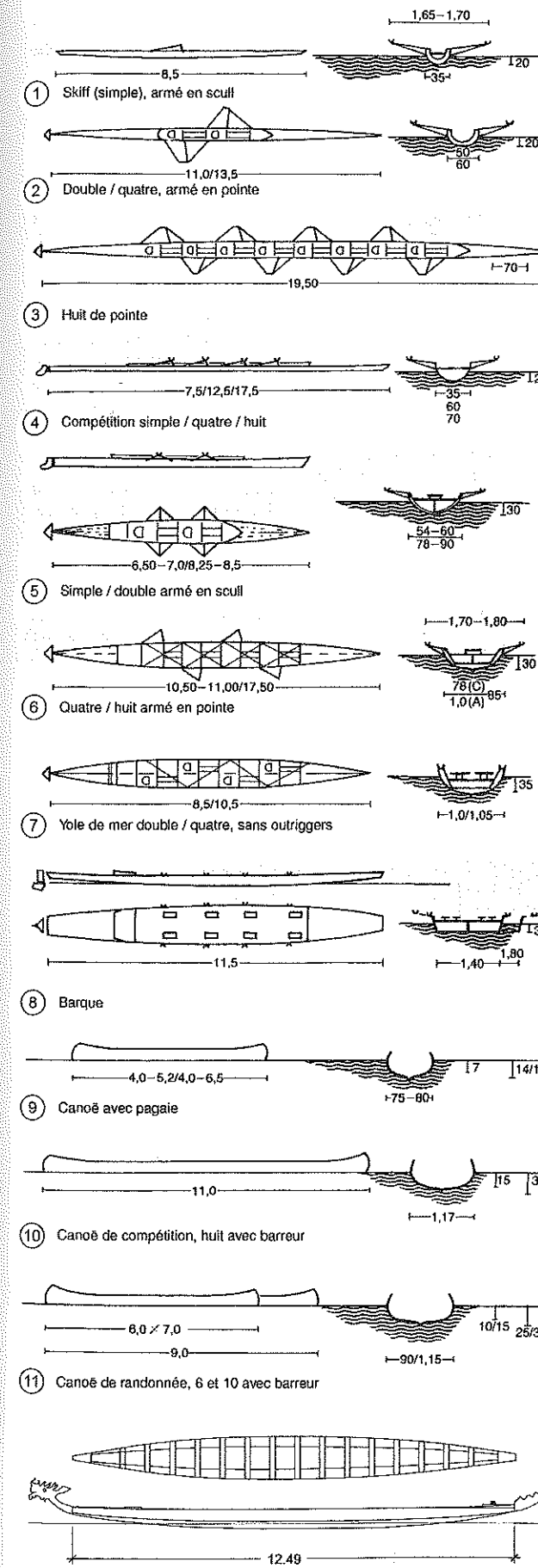
INSTALLATIONS SPORTIVES AVIRONS

AVIRONS

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 présées 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 $\geq 2,50 \times 2,75$ m. Largeur du hangar $\geq 6,00$ m. Longueur du hangar adéquate 30 m, hauteur du hangar si possible 4,0 m (fig. 15). 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. 17). S'il s'agit d'un huit, alors dimension du bassin $12,60 \times 7,60$ 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.



⑬ Kayak avec double rame, simple / double

⑭ Quatre

⑮ Coupe sur hangar à bateaux

⑯ Portails à bateaux tous les 2,00-2,50 m

⑰ Bassin bilatéral pour avirons

INSTALLATIONS SPORTIVES

NAUTISME

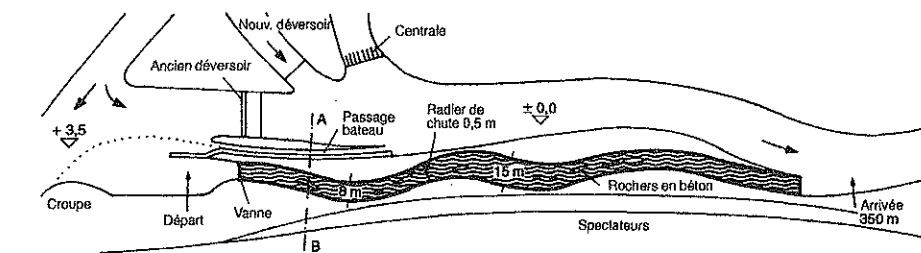
Exigences pour les parcours d'entraînement des régates pour le canoë et le slalom.

Installations naturelles

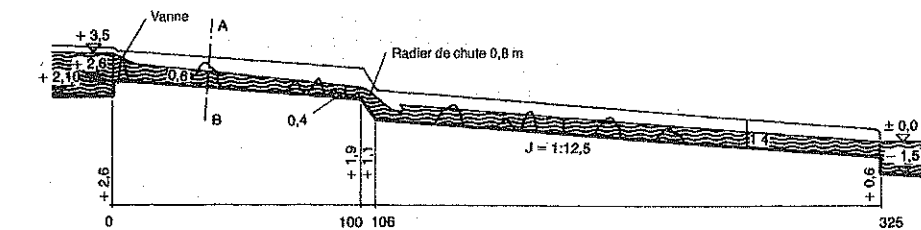
Elles se situent sur des parcours abrupts (1 : 100 et plus de pente) : des voies d'eau nationales qui ne servent pas au trafic général ou des rivières similaires d'au moins 10 m³/s de débit (naturel ou contrôlé par un barrage en amont), également dans les remous de moulins ou de centrales, 8 m de large, avec ou sans obstacles (construction de portes) (fig. 3).

Installations artificielles

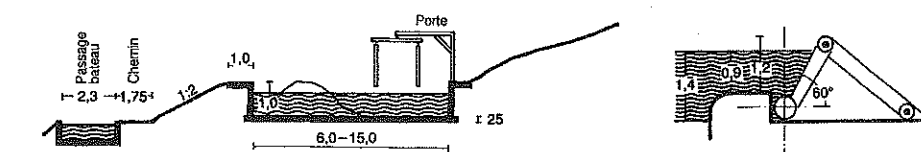
Installation olympique de 550 m de long. Rigole de béton armé avec obstacles sous forme de rochers en béton sur une dénivellation de 6 m, rayon de chute, jusqu'à 32 portes, répondent aux exigences des parcours de régates et d'entraînement pour les avirons et le canoë (fig. 5).



① Parcours de régate pour le slalom en canoë

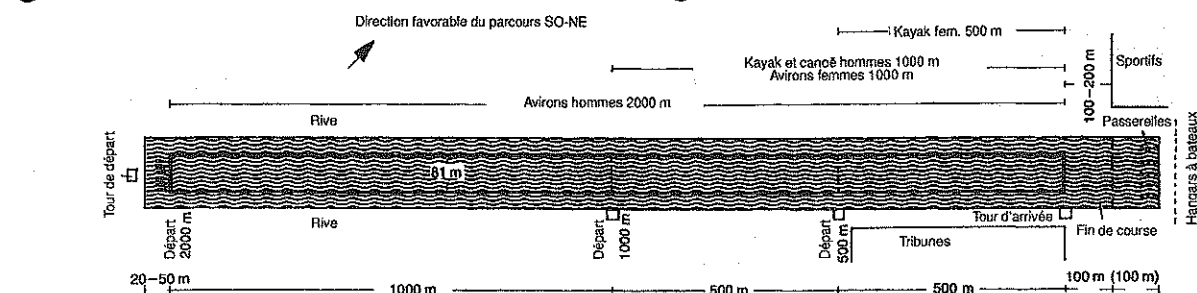


② Coupe longitudinale

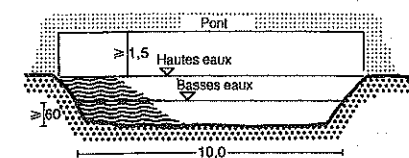
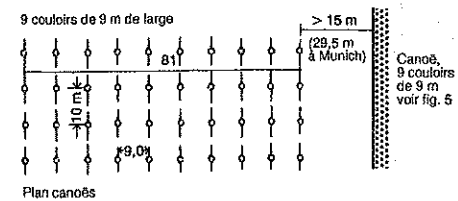
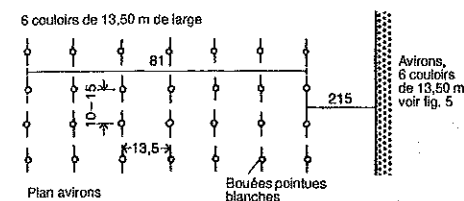


③ Coupe transversale A-B

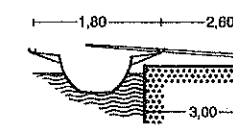
④ Vanne de retenue d'eau.



⑤ Parcours de régate Munich (dimensions internationales) pour avirons et canoës

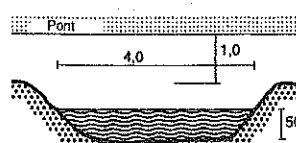


⑥ Chenal



⑦ Appontement

⑧ Chenal pour sport de randonnée, niveau minimal



⑨ Pour sport de randonnée, normal

INSTALLATIONS SPORTIVES

CENTRES ÉQUESTRES ET MANÈGES

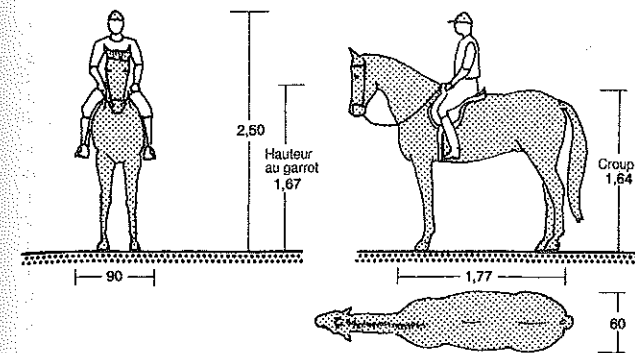
Le centre équestre doit se trouver autant que possible à proximité d'un terrain d'équitation.

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 préférables. Déclivité de la pente des bâtiments et des manèges et carrières moins de 10 %.

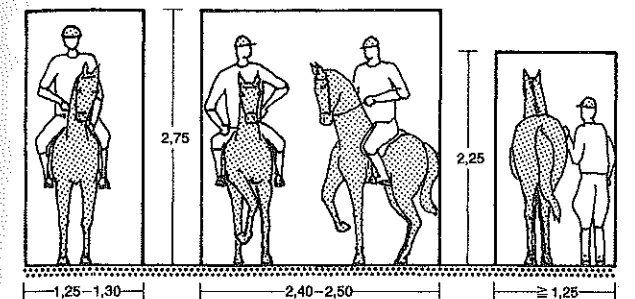
La sellerie doit si possible avoir la forme d'un grand rectangle, avec beaucoup de surface murale et une largeur de 4,0 à 4,5 m. Les selles sont accrochées sur trois rangées décalées les unes au-dessus des autres (fig. 8). La sellerie et le local avec les produits d'entretien doivent pouvoir être chauffés 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 $\geq 20^\circ$.

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 1 000 m² environ suffisante pour 10 chevaux. Souvent deux chevaux par jour et semaine.



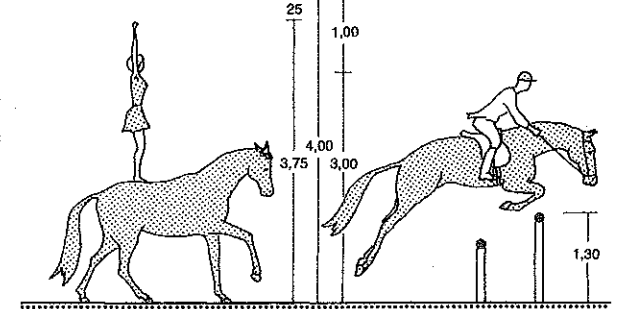
① Dimensions du cheval et du cavalier.



② Entrée d'un cheval monté.

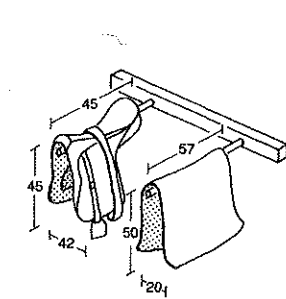
③ Portail / passage dans l'écurie.

④ Cheval et cavalier.

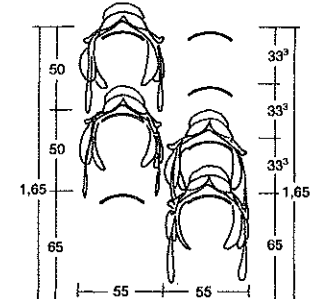


⑤ Espace pour voltige.

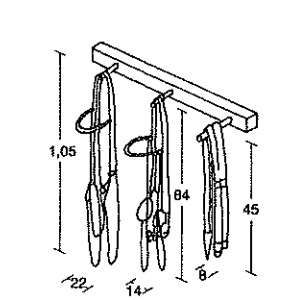
⑥ Espace pour manège.



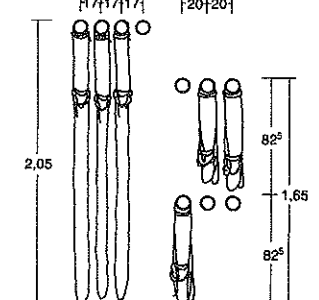
⑦ Selle avec couverture.



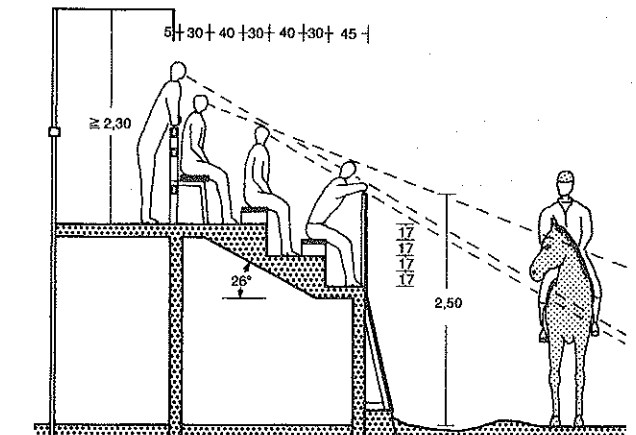
⑧ Mur d'accrochage des selles.



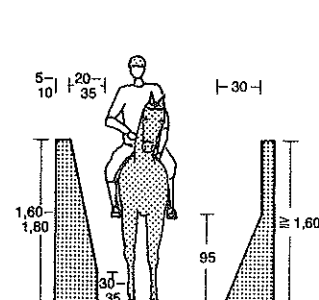
⑨ Brides.



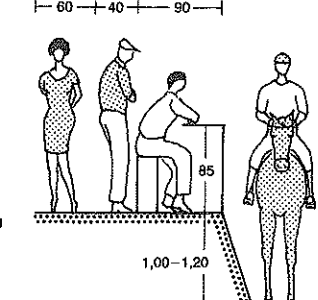
⑩ Mur à bridons.



⑪ Tribunes avec pourtour.



⑫ Profils de bandes.

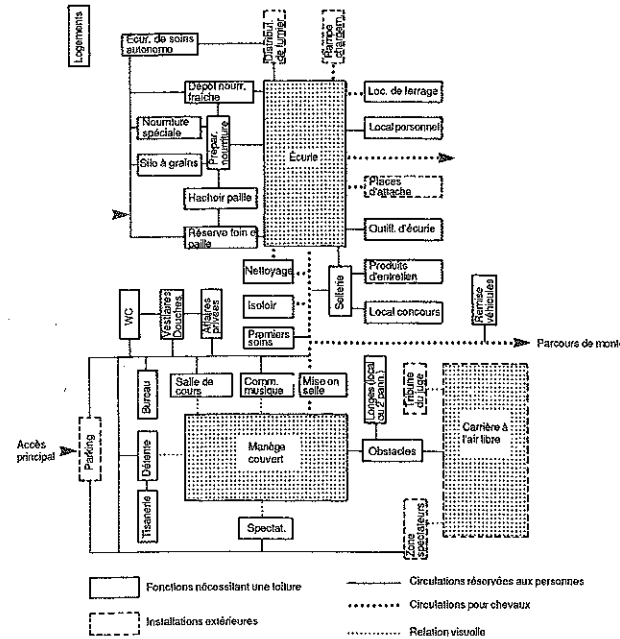


⑬ Passage périphérique pour spectateurs.

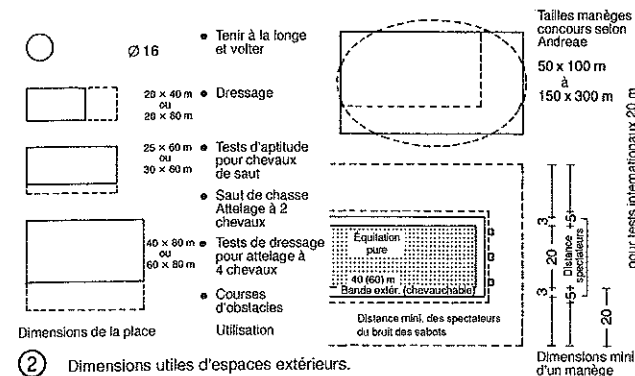
INSTALLATIONS SPORTIVES CENTRES ÉQUESTRES ET MANÈGES

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'écurier 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).

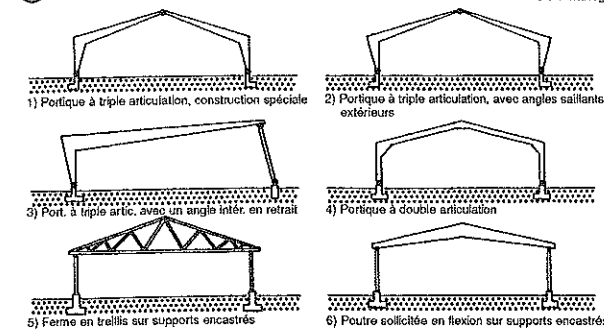
Pour les dressages à partir de la catégorie M et les tests d'aptitudes multiples, une surface d'équitation de 20 x 60 m est exigée. La surface annexe d'équitation doit avoir en plus une bande extérieure latérale d'équitation de $\geq 3,0$ m et à l'entrée $\geq 5,0$ m pour que la piste ait une taille 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.



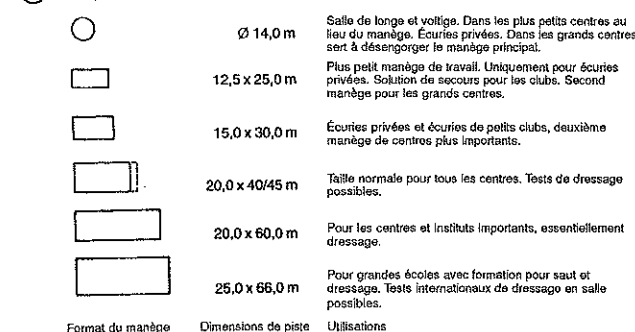
1 Schéma des relations internes entre les espaces d'un centre équestre.



2 Dimensions utiles d'espaces extérieurs.



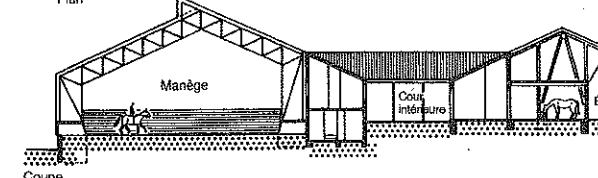
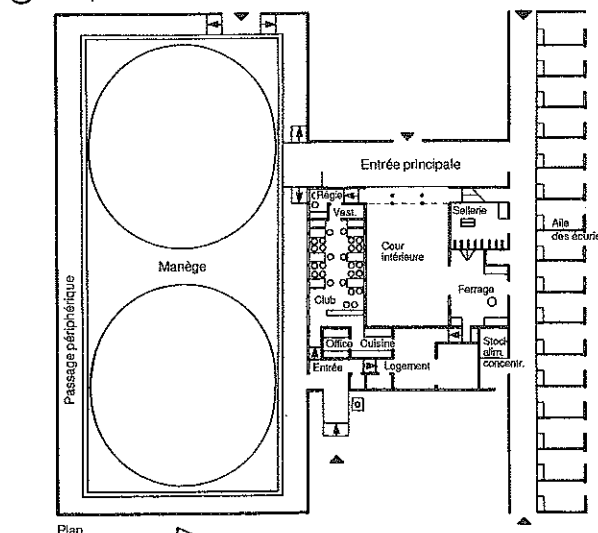
3 Coupes transversales.



4 Dimensions intérieures de manèges

Produits entreposés	Équivalence de 100 kg (en m²)	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

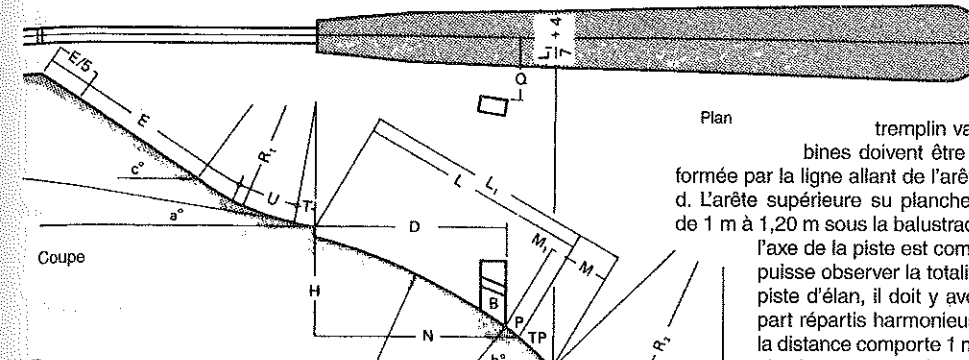
5 Entrepôt.



6 Centre équestre à Gerolstein/Eifel.

Arch. : Schnitzler

INSTALLATIONS SPORTIVES TREMPINS DE SAUT À SKI



1 Skizze für den Bau von Sprungschanzen

- 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)
L = Distance de P à B
L₁ = Distance entre l'arête du tremplin P et B
L = 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
R₁ = Rayon de l'arc de la piste d'élan jusqu'au plateau du tremplin
R₂ = Rayon de l'arc du saut jusqu'à la piste de fin de course
R₃ = 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

2 Signification des signes employés

Moyens et grands tremplins												
E	L					9-12°			8-10°			- a
c	c	c	U	T	Vo	H/N	0,56	0,54	0,52	0,50	0,48	b
62	52	44	8,8	4,8	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.

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	i
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°	

4 Mesures.

Exemple : En fonction du terrain les données suivantes sont attribuées pour L₁ 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.

La distance de la balustrade de la cabine la plus basse du jury à l'horizontale d située à travers de tremplin va de D tan 16° à D tan 20°. Les cabines doivent 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 est compris entre 7° et 10°, afin que le jury puisse observer la totalité du saut et de la réception. Sur la piste d'élan, il doit y avoir le plus possible de point de départ répartis harmonieusement sur une longueur E/5, dont la distance comporte 1 m à la verticale. Le point de départ le plus bas se trouve à E-E/5. La largeur minimale de la piste de saut est K=L₁/7+4m.

Remarques

Toutes les pentes sont indiquées dans l'ancienne répartition (360°). Quand les passages sont paraboliques (R₁ et R₂) sont les plus petites courbures de ces paraboles. Pour la piste d'élan naturelle, les parties les utilisées doivent 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 de la piste de saut jusqu'à la piste de fin de course. Celle-ci permet la fabrication du profil exacte de la neige, surtout pour une grande quantité de neige. En règle générale, les tremplins dont la longueur est supérieure à 50 m ne sont pas construits pour une vitesse de moins de 21 m/s, pour ceux dont la longueur est supérieure à 90 m, ils ne sont pas agréés par la FIS (à l'exception du vol à ski).

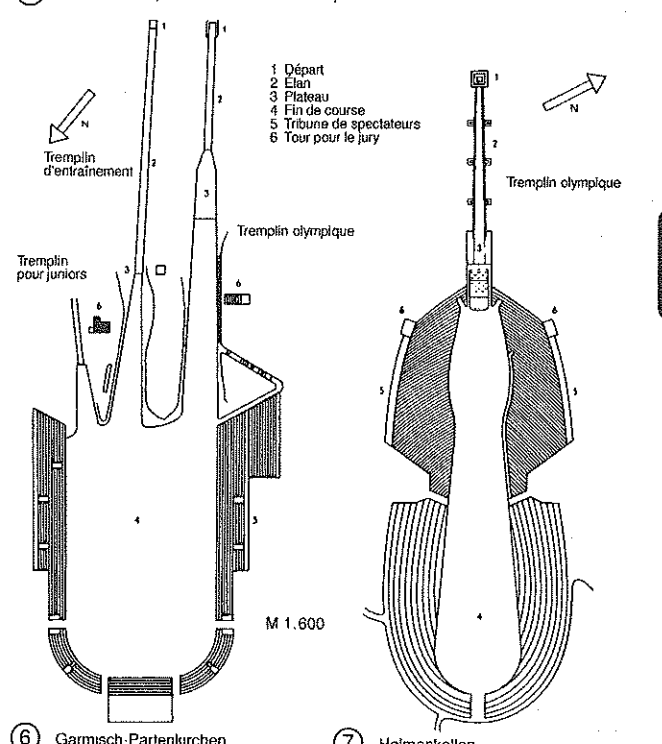
Normes pour les parties les plus importantes d'un tremplin

H/N = 0,48 jusqu'à 0,56

Le point normalisé d'un tremplin est ainsi défini :

- P = L - 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
M₁ = 0 à 0,2 Vo
R₁ = 0,12 Vo² à 0,12 Vo² + 8 m
R₂ = 0,14 Vo² à 0,14 Vo² + 20 m
R₃ = Un profil de l'avancée est choisi, correspondant le mieux à la courbe de vol
T = 0,22 Vo
U = 0,02 Vo²
A = 4 à 5 Vo pour fin de course horizontale
D = 0,5 à 0,7 X L, à l'arête intérieure de la tour
Q = 0,25 à 0,50 x L₁

5 Définition du point normalisé d'un tremplin.



6 Garmisch-Partenkirchen

7 Holmenkollen

INSTALLATIONS SPORTIVES

PATINOIRES

Pour patinage, hockey sur glace (tir sur glace) 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. 3 et 4) 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).

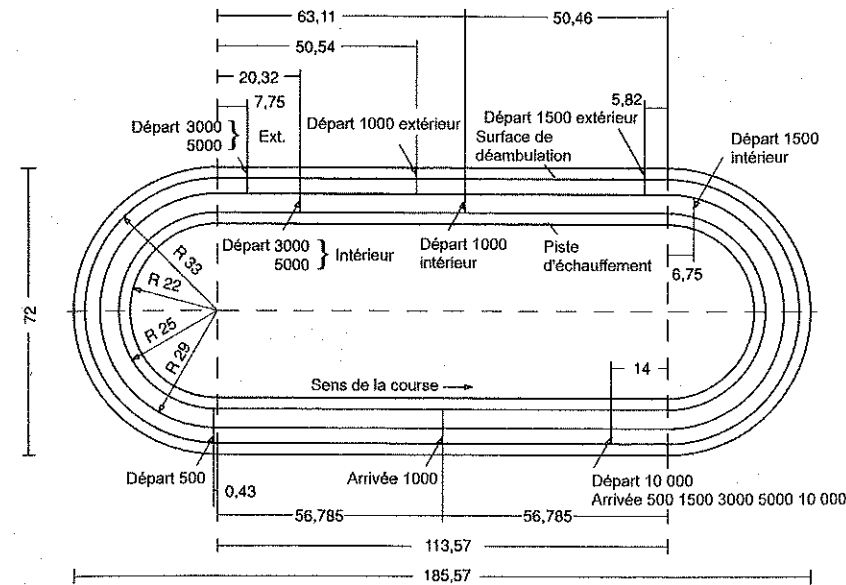
Piste de vitesse normalisée de longueur supérieure à 300 m, quelquefois 333,5 m, normalisée 400 m, comptée à 50 cm du bord intérieur de la piste. Rayons de courbure piste intérieure ≥ 25 m, croisements ≥ 70 m. La patinoire doit comporter deux pistes (fig. 2).

Piste de vitesse 400 m
2 x parties droites = 2 x 111,94 = 223,89 m

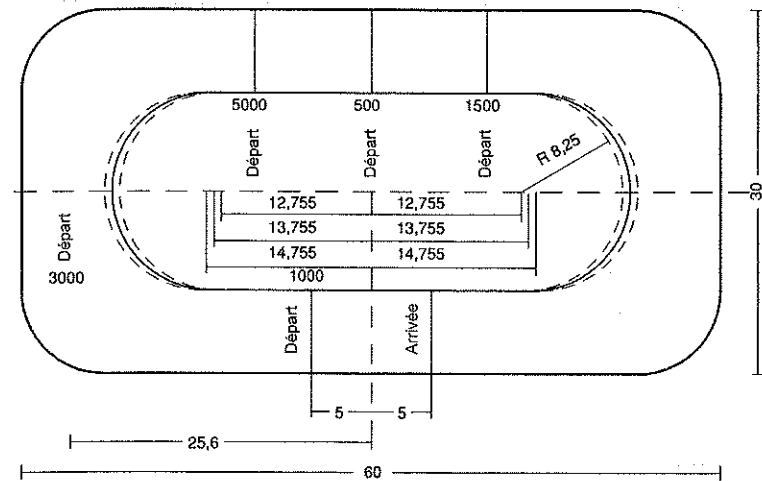
Piste de bob avec virages fortement relevés à l'aide de blocs de glace. Installer si possible les spectateurs à l'intérieur de la courbe, sinon édifier devant eux des murs de protection en neige ou en bottes de paille.

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.

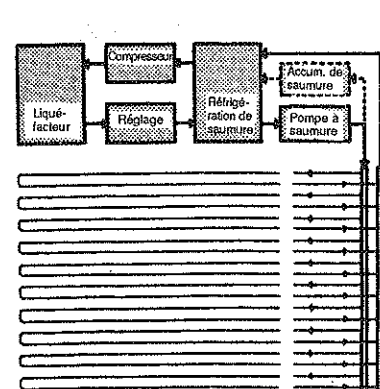
Piste de lancer (fig. 5).



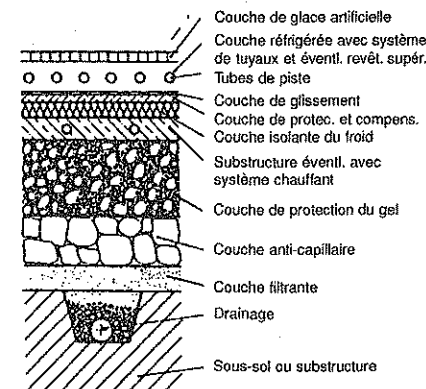
① Piste normalisée pour patinage de vitesse (Long track) avec marques de repérages.



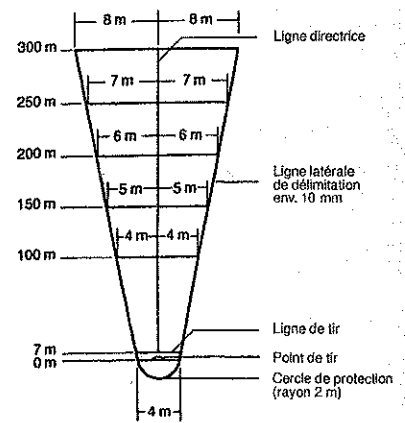
② Surface pour patinage de vitesse sur piste courte (Short track).



③ Patinoire artificielle. Schéma d'une installation de réfrigération (fonctionnant à la saumure).



④ Disposition des tubes.



⑤ Piste de lancer.

INSTALLATIONS SPORTIVES

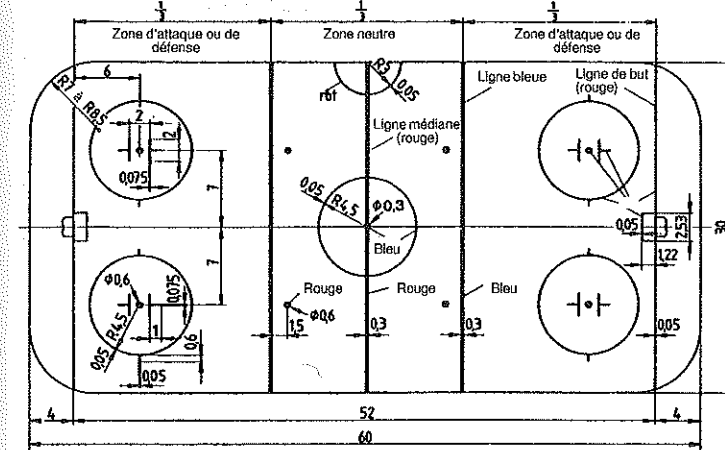
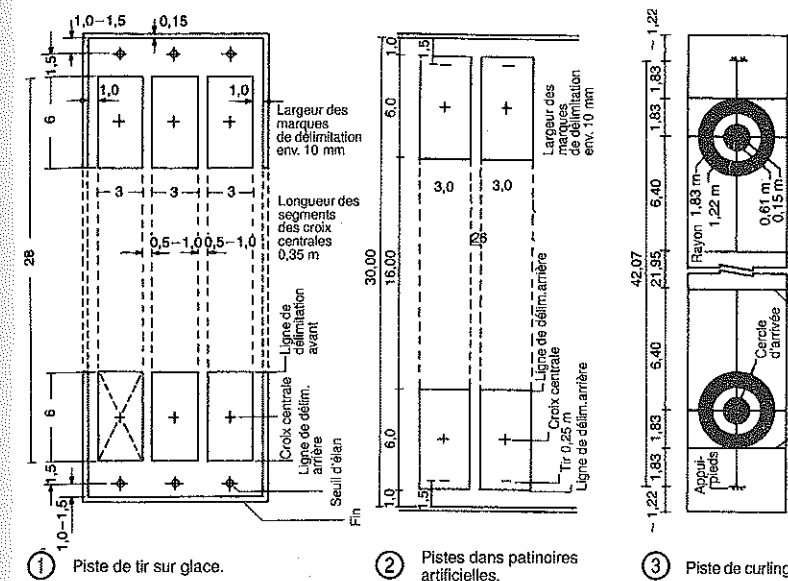
PATINOIRES

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.

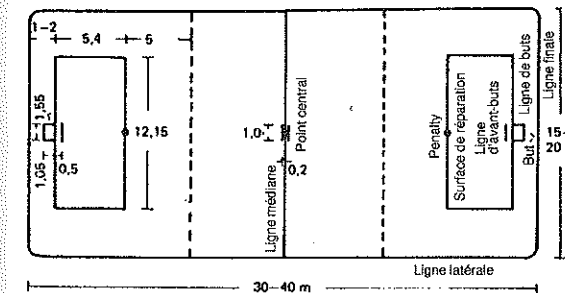
Curling (fig. 3) : longueur de la piste 42 m ; cercle d'arrivée / de visée (Tee) diamètre 3,65 m. Jusqu'au centre du cercle d'arrivée 38,85 m. Raccourci à 29,26 m sur mauvaise glace. Pierre de curling : poids $\approx 19,958$ kg. Circonférence $\approx 91,4$ cm, hauteur au moins 1/8 de la circonférence.

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).

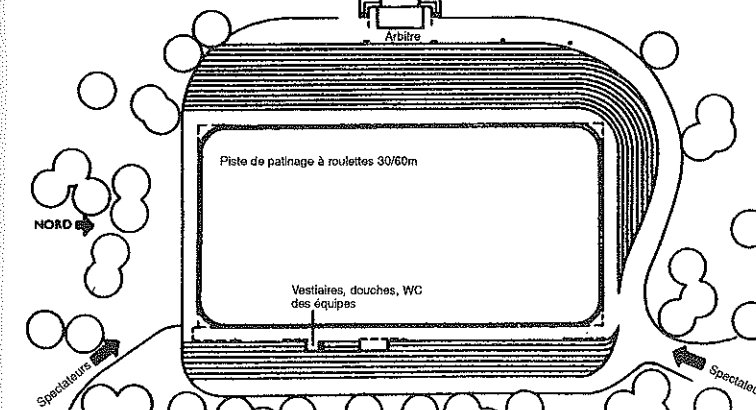
Patinage artistique : surface rectangulaire $\geq 56 \times 26$ m, $\leq 30 \times 60$ m. Combinaison de patinoire à roulettes en été et patinoire sur glace en hiver. Système de tubes réfrigérants 2,5 à 5 cm sous la surface de la piste (impossible avec Terrazzo) (fig. 6).



④ Hockey sur glace.



⑤ Terrain de hockey sur roulettes.



⑥ Patinoire artificielle et piste de patins à roulettes.

PISTES DE PATINS À ROULETTES

- Pistes de sport
 - Hockey sur roulettes 15 x 30 à 20 x 40 m
 - Patinage artistique 25 x 50 m
- 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).

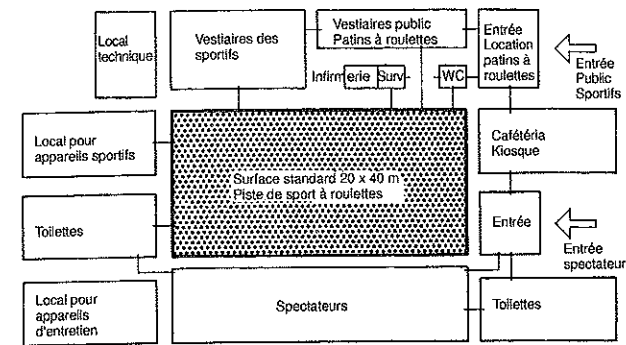
Constructions

- Plaques de fibres-ciment, 15 mm ; posé sur bois ou lit de sable.
- 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.
- 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).
- Chape en ciment avec agrégats 1 à 10 mm.
- Terrazzo meulé, ≈ 15 mm, bande de joint en laiton, alliage léger ou plastique, uniquement pour les pistes intérieures.
- Pistes en asphalte coulé, sous-structure fixe comme d'habitude.

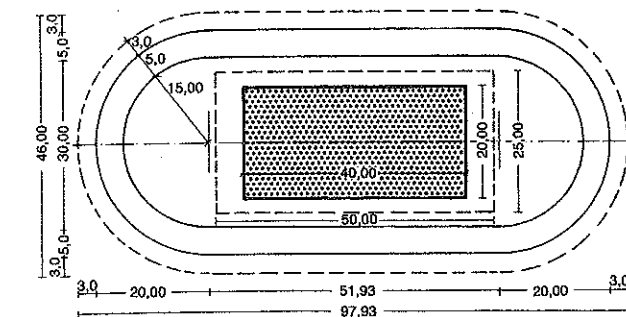
Sport
Loisirs

Sport
Loisirs

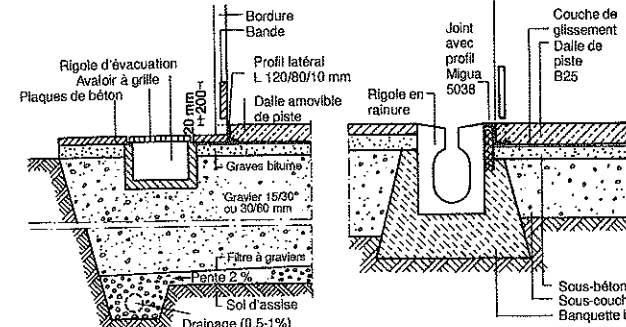
INSTALLATIONS SPORTIVES PISTES DE PATINS À ROULETTES



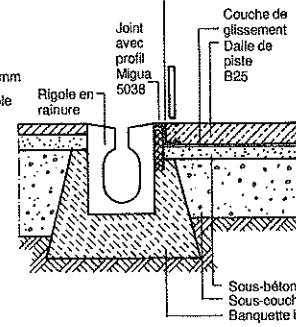
1 Schéma du fonctionnement d'une piste de vitesse pour patins à roulettes.



2 Dimensions d'une piste de vitesse de patins à roulettes de 200 m avec surface intérieure standard de 20 x 40 m.

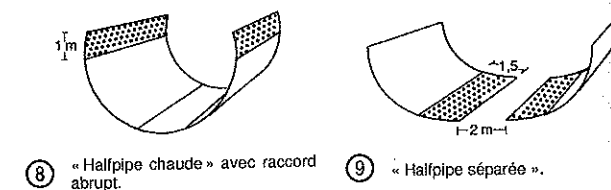


3 Exemple d'une structure en couches avec drainage pour sol cohérent.



4 Bordure d'une dalle de piste sans point fixe et sans interruption vers pourtour.

5 Possibilités d'utilisation et dimensions des surfaces de sport.

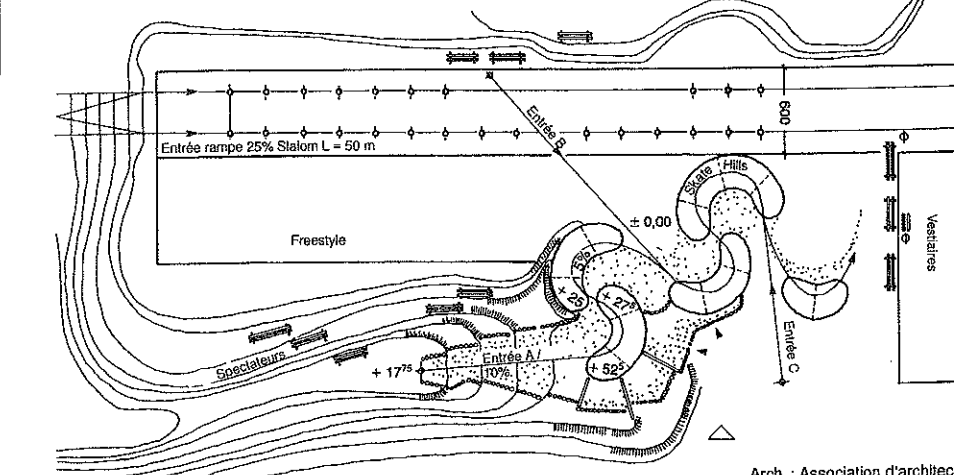


8 « Halfpipe chaude » avec raccord abrupt.

9 « Halfpipe séparée ».

6 Piste de skate amovible « halfpipe fermée ».

7 « Longue halfpipe ».



10 Installation pour skateboard à Munich-Ostpark.

Arch. : Association d'architectes
Franke/Mühlbauer/Schmidhuber,
Munich

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 combinées de 2 moitiés de cuves (fig. 6 à 9). Un seul type de mise en œuvre pour halfpipe.

INSTALLATIONS SPORTIVES CYCLO-CROSS ET VTT

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.

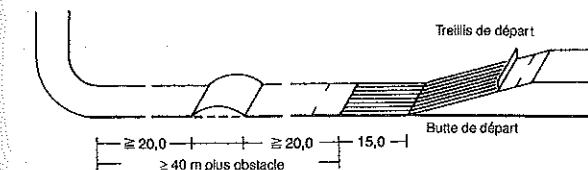
Piste C, piste B, piste A nationale, piste A internationale.

Piste C : longueur minimale 200 m. Largeur de la butte de départ 5 m, 4 couloirs de départ.

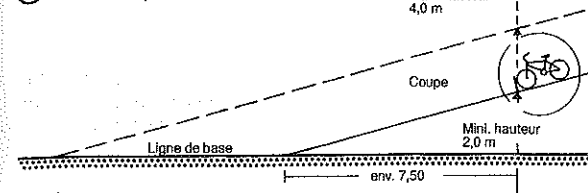
Piste B : 250 m, largeur de la butte 7 m, 6 couloirs de départs. Temps de parcours minimal 30 secondes.

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.

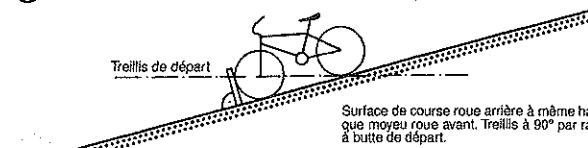
Piste A internationale : longueur minimale 300 m, largeur butte de départ 9 m, 8 couloirs de départ. Revêtement fixe dans la ligne droite de départ. Le temps de parcours doit pouvoir être atteint par coureur moyen de 15 ans. Les marquages latéraux ne doivent pas être en matériaux fixes (pierres, béton, bois ou similaires). Protection suffisante par pneus de voitures ou bottes de paille. Délimitations fixes d'une distance mini de 1 m. Séparation avec les zones pour spectateurs par bandes volantes. À 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.



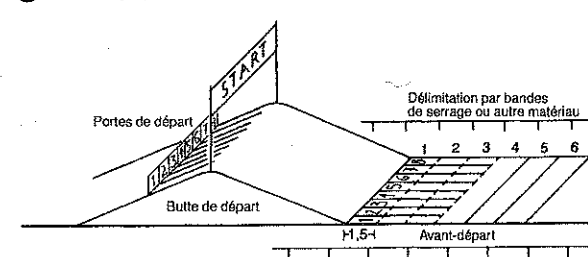
1 Butte de départ.



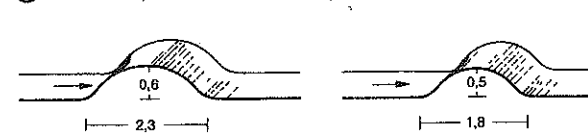
2 Hauteurs de la butte de départ.



3 Détail (fig. 2).

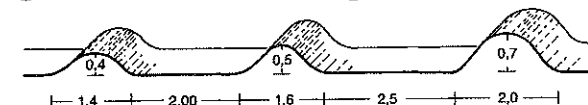


4 Butte de départ avec zone d'avant-départ.

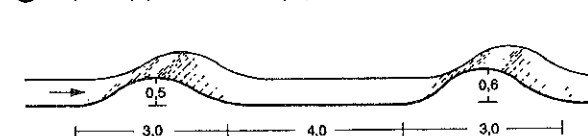


5 Speed Jump.

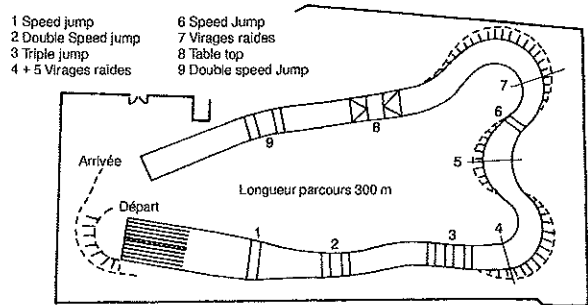
6 Speed Jump.



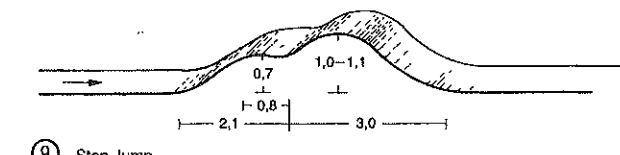
7 Triple Jump (ou combinaison triple).



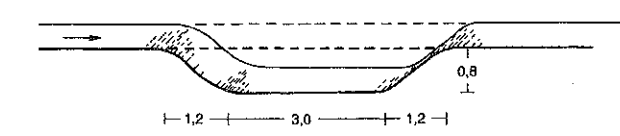
8 Double speed Jump.



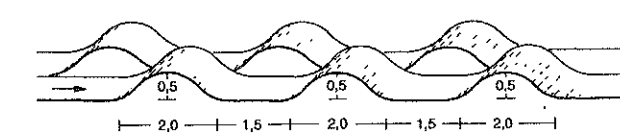
13 Piste de la coupe du monde 1987 à Bordeaux.



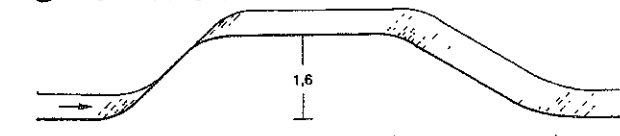
9 Step Jump.



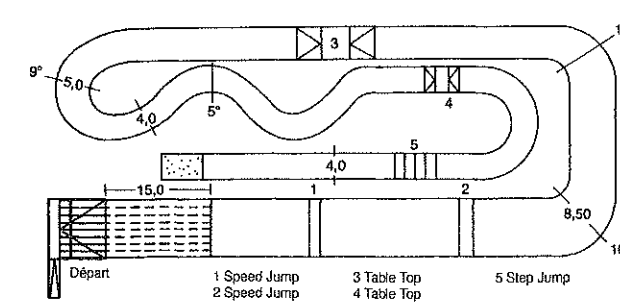
10 Canon Jump.



11 Mogul Jump (Moguls).



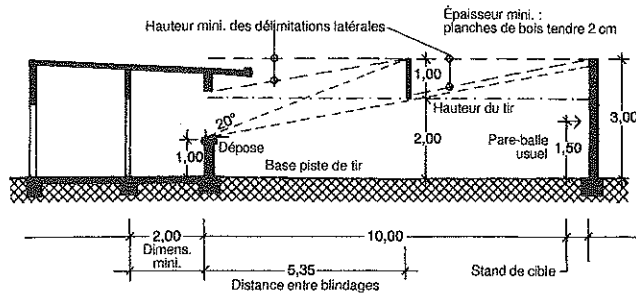
12 Table Top.



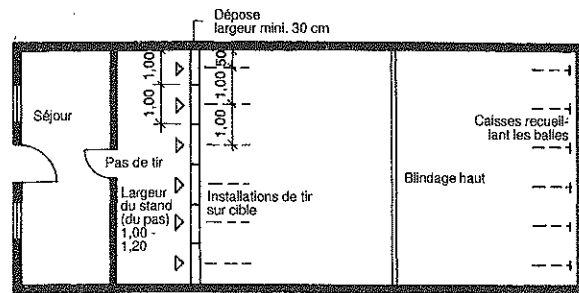
14 Piste de VTT du IFMA 1984 à Cologne.

Sport
Loisirs

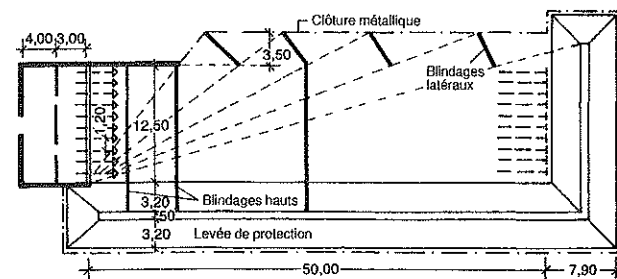
SALLES DE SPORT
STANDS DE TIR



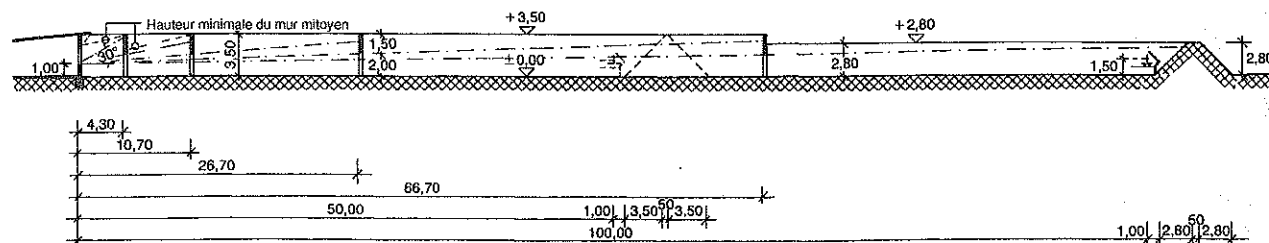
① Coupe (fig. 2).



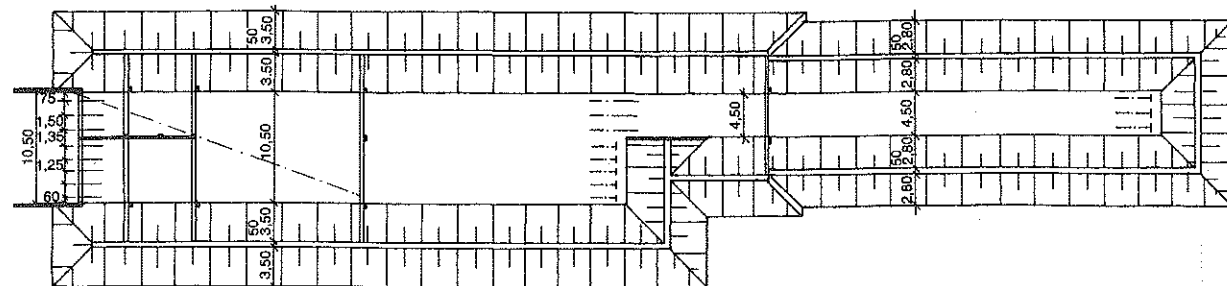
② Stand pour pistolet à air comprimé (et CO₂) stand de tir couvert, couloir de tir à l'air libre.



③ Stand de petit calibre pour tir sur cible.



④ Coupe transversale (fig. 5).



⑤ Stand combiné 100 m pour tous calibres et stand 50 m pour petits calibres.

Les stands de tir sont de préférence situés en forêt, dans un vallon fermé par un ruisseau 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).

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.

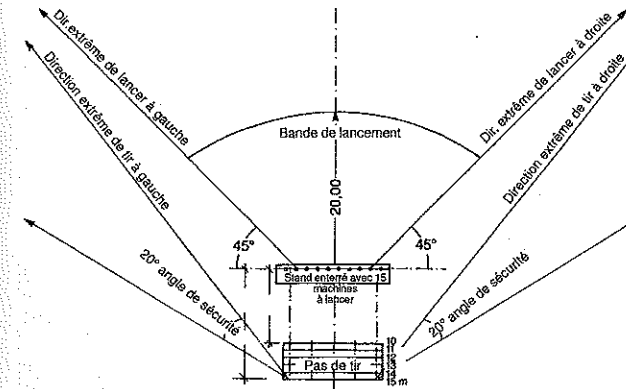
Tir avec armes à canon se chargeant par la bouche : conditions nationales.

Concours nationaux : x = pour les homes, xx = pour femmes et hommes, xxx = uniquement pour femmes.

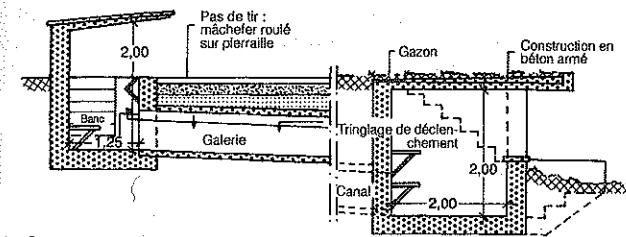
Outre le permis de construire, il faut obtenir une autorisation spécifique en raison des nuisances éventuelles occasionnées par le bruit.

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.

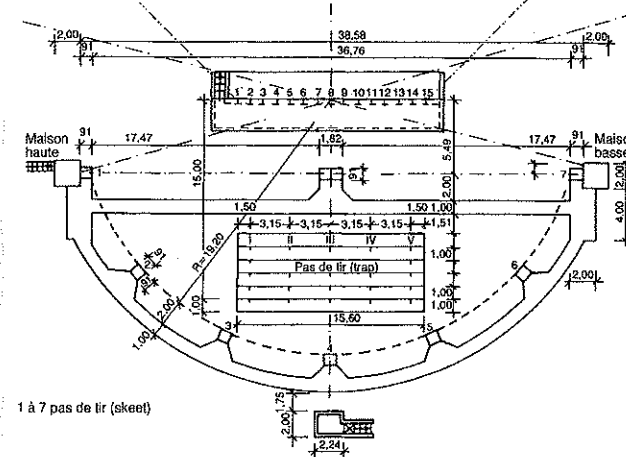
SALLES DE SPORT
STANDS DE TIR



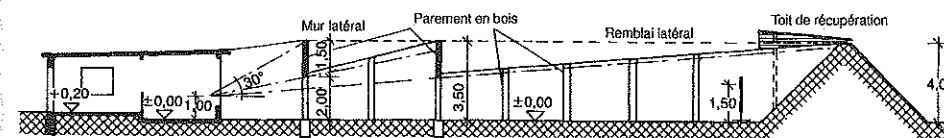
① Stand de tir aux pigeons d'argile.



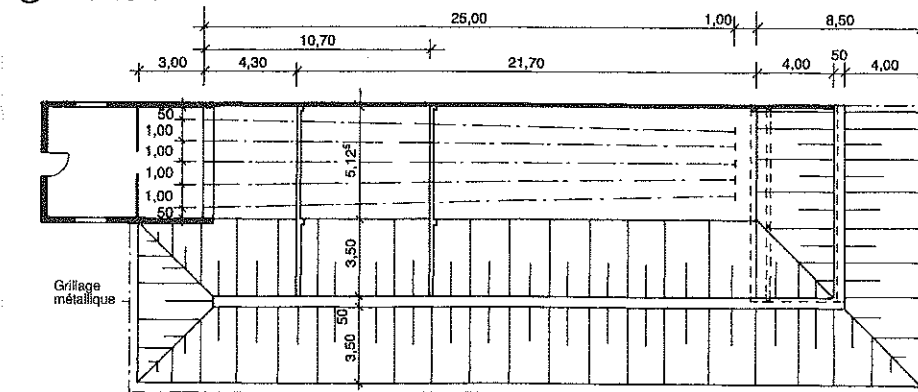
② Coupe sur un stand de tir aux pigeons d'argile.



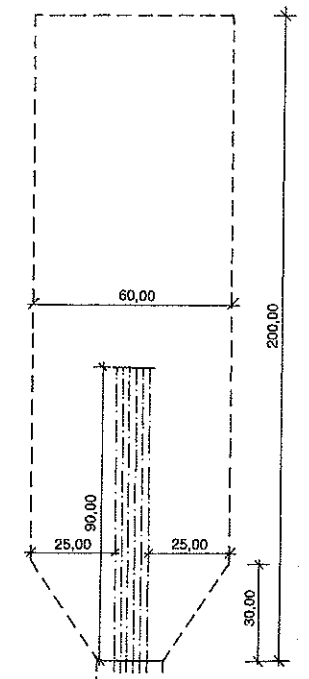
③ Stand de tir combiné (trap et skeet).



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 CO₂, 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 des 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 règlements 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 règlements ? 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.

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 ²⁾ séparable en 3 parties (15 x 27) ³⁾	1 215	Badminton Basket-ball Football Handball Hockey Volley-ball	12 3 1 1 1 3	5 ⁴⁾ 1 1 1 1 1
Salle quadruple	27 x 6 x 7 ²⁾ séparable en 4 parties (15 x 27) ³⁾	1 620	Badminton Basket-ball Football Handball Hockey Volley-ball	16 4 1 1 1 4	7 ⁴⁾ 2 1 1 1 1 1
le cas échéant aussi salle double	22 x 44 x 7 ²⁾ séparable en 2 parties (22 x 28 + 22 x 16 ou 22 x 26 + 22 x 18) ³⁾	968	Badminton Basket-ball Football Handball Hockey Volley-ball	6 1 1 1 1 3	5 ⁴⁾ 1 1 1 1 1 1
Salles de jeu					
Salle simple	22 x 44 x 7 ²⁾	968	Badminton Basket-ball Football Handball Hockey Volley-ball	6 1 1 1 1 3	5 1 1 1 1 1
Salle triple	44 x 66 x 8 ²⁾ séparable en 3 parties (22 x 44) ³⁾	2 904	Badminton Basket-ball Football en salle 20 x 40 30 x 60 Handball Hockey Volley-ball	24 1 1 1 1 1 9	15 4 ⁴⁾ 3 3 3 3 3
Salle quadruple	44 x 88 x 9 ²⁾ séparable en 4 parties (22 x 44) ³⁾	3 872	Badminton Basket-ball Football en salle 20 x 40 40 x 80 Handball Hockey Volley-ball	32 5 ⁴⁾ 1 1 1 1 12	25 ⁴⁾ 4 4 4 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.

Type de salle	Entrée m²	Vestiaires (mini. 20 m²) ²⁾	Douches (mini. 15 m²) ³⁾	Toilettes		Entraîneur ⁴⁾ (mini. 12 m² ; sans fonction de premiers soins mini. 8 m²)	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	Nombre minimal	m² minimum ⁵⁾	m² minimum ⁵⁾	Nombre minimal	Nombre
					D H					
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.

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 parcage 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.

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 règle.
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.

SALLES DE SPORT POUR GYMNASTIQUE ET JEUX

Locaux annexes en plus de l'entrée (p. 398, 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. Garde-

robe pour artistes, pièce poly-

valente 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'entre-

tien d'équipement pour appa-

reils 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 assu-

ré par une personne extérieure

ou un entretien centralisé pour

lequel les machines sont em-

portées et rapportées, on peut

se passer du dernier local cité.

Type de sport	Surface de sport utile nette				Zone supplé- mentaire sans obstacle sur les		Surface de sport brute sans obstacles mesures standard		Hauteur libre de la salle
	Dimensions autorisées		Dimensions standard						
	Longueur	Largeur	Long.	Largeur	côtés latéraux	côtés frontaux	Long.	Largeur	
	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⁾

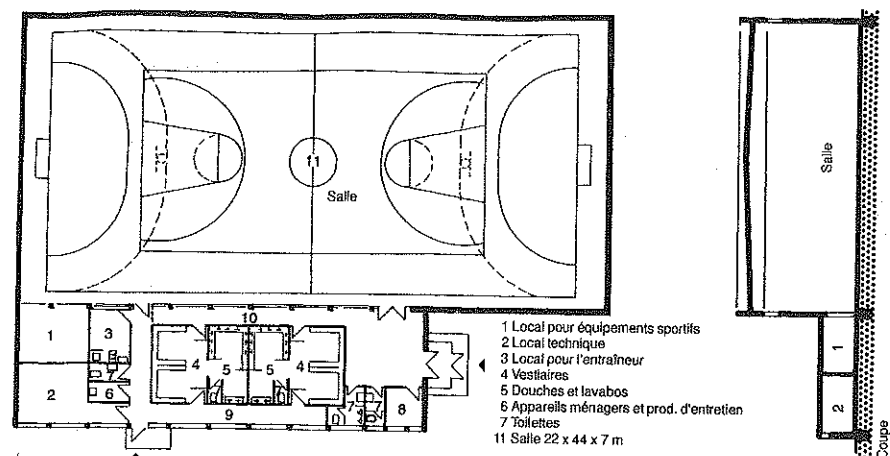
- ¹⁾ Chiffres entre parenthèses : dimensions recommandées ; ²⁾ pour une rencontre nationale 7 m suffisent ; ³⁾ pour des installations avec spectateurs jouxtant le terrain si possible 2 m ; ⁴⁾ place supplémentaire nécessaire pour table du chronométrateur et bancs de repos (éventuellement dans le local 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.

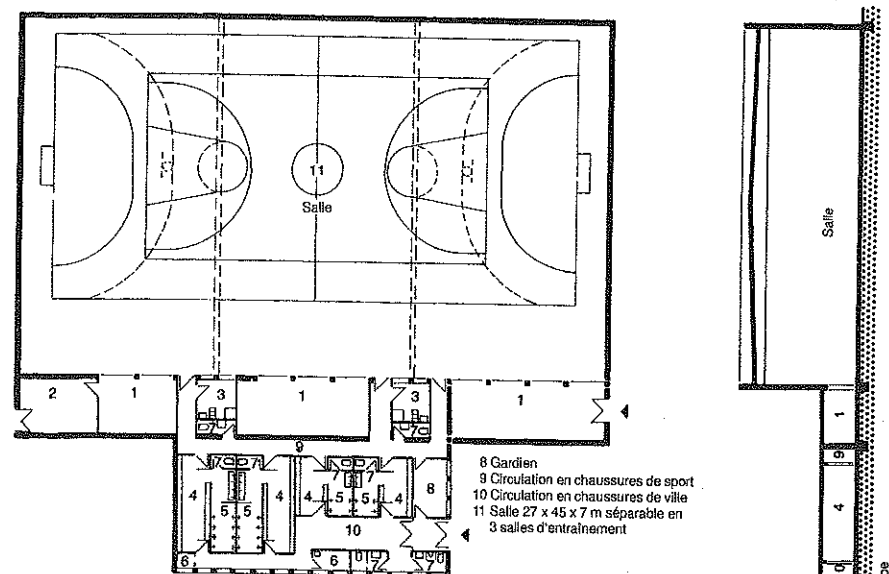
Équipement	Zone de sport total sans obstacles ¹⁾ long. x largeur x hauteur (en m)	Distance de sécurité ²⁾ (en m)			
		latérale	à l'avant	à l'arrière	entre appareils
Gymnastique au sol	14 x 14 x 4,5	-	-	-	-
Cheval d'arçons	4 x 4 x 4,5	-	-	-	-
Cheval à sauter	36 ³⁾ x 2 x 5,5	-	-	-	-
Anneaux fixes ⁴⁾	8 x 6 x 5,5	-	-	-	-
Barres parallèles	6 x 9,5 x 4,5	4,5 ⁵⁾	4 ⁶⁾	3 ⁶⁾	4,5
Barres fixes	12 x 6 x 7,5 ⁷⁾	1,5	6	6	-
Barres asymétriques	12 x 6 x 5,5	1,5	6	6	-
Poutre	12 x 6 x 4,5	-	-	-	-
Anneaux libres ⁴⁾	18 x 4 x 5,5	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⁾	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.

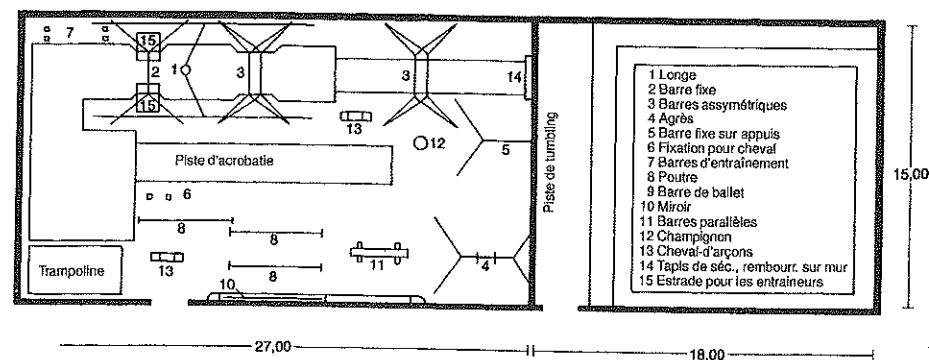
② Zone sans obstacles et distances de sécurité des équipements sportifs incorporés.



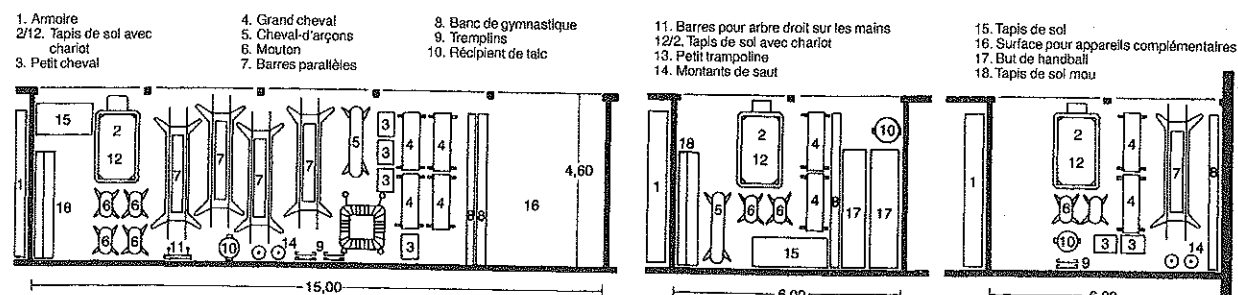
① Plan schématique d'une salle de sport.



② Plan schématique d'une salle de sport triple.



③ Salle 15 x 27 m avec gymnastique au sol 15 x 18.

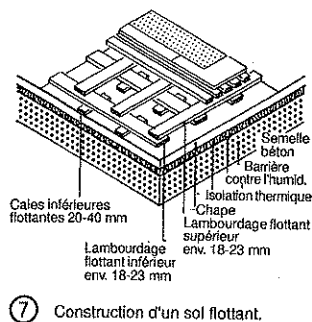


④ Aires de rangement pour grands équipements dans les locaux pour équipements sportifs des salles de sport 15 x 27.

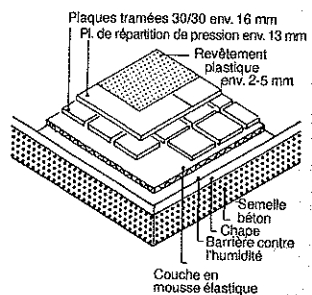
⑤ Local pour équipements.

⑥ Local pour équipements.

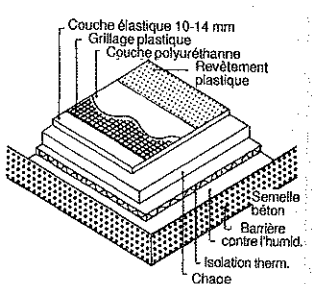
SALLES DE SPORT POUR GYMNASTIQUE ET JEUX



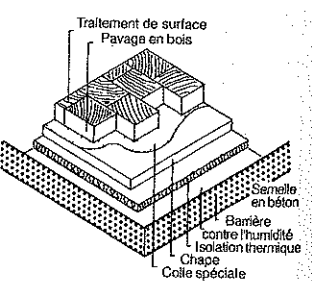
⑦ Construction d'un sol flottant.



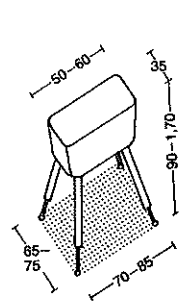
⑧ Construction d'un sol élastique.



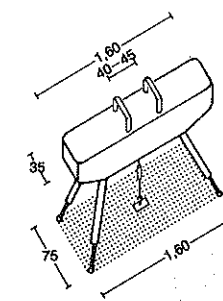
⑨ Construction d'un sol élastique.



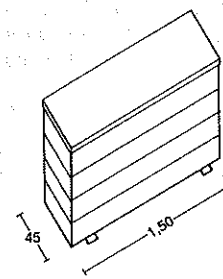
⑩ Construction d'un pavage en bois posé sous pression avec traitement de surface.



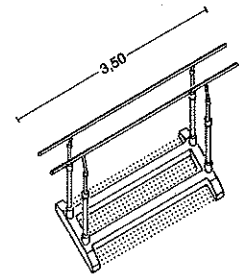
① Mouton.



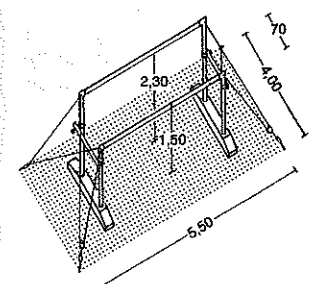
② Cheval d'arçons.



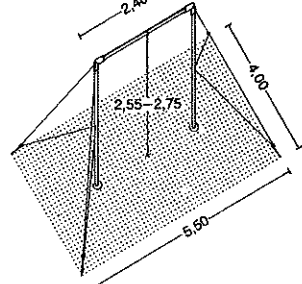
③ Plinths de saut.



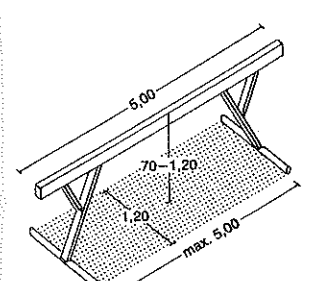
④ Barres parallèles.



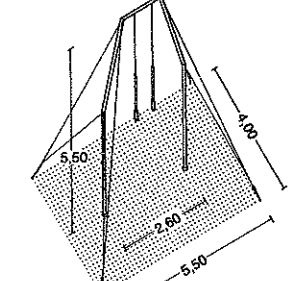
⑤ Barres asymétriques.



⑥ Barre fixe.



⑦ Poutre.

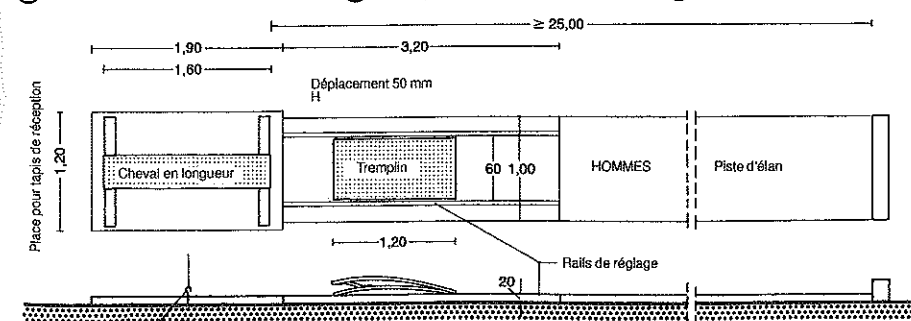
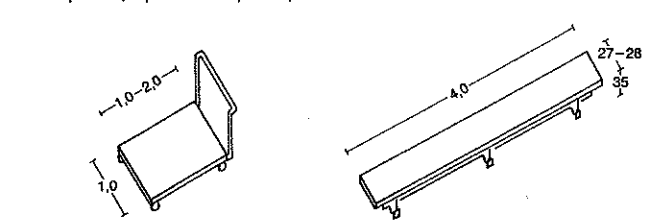


⑧ Portique à anneaux.

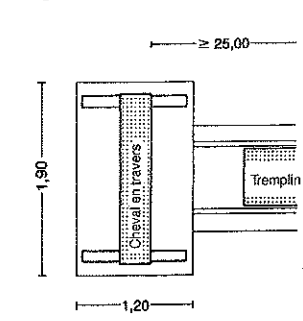
⑪ Chariot à tapis.

⑫ Banc de gymnastique.

⑩ Podium de compétition, surface nécessaire, dimensions des différentes parties du podium, répartition des places pour arbitres.

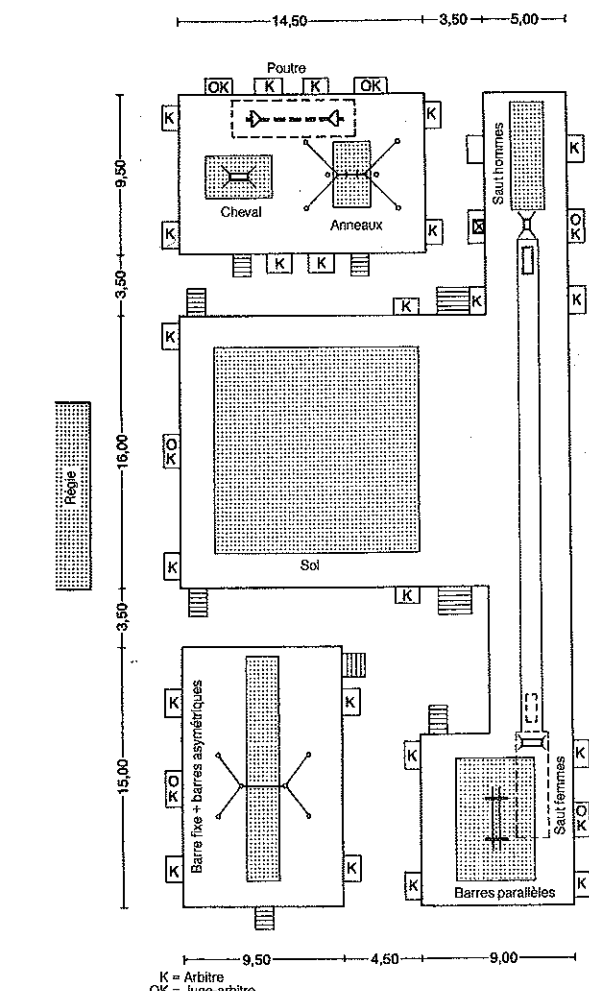


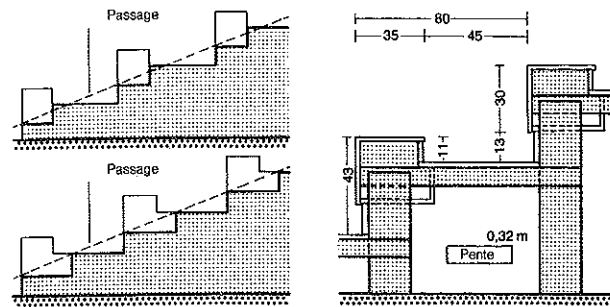
⑨ Installation de saut de cheval pour hommes.



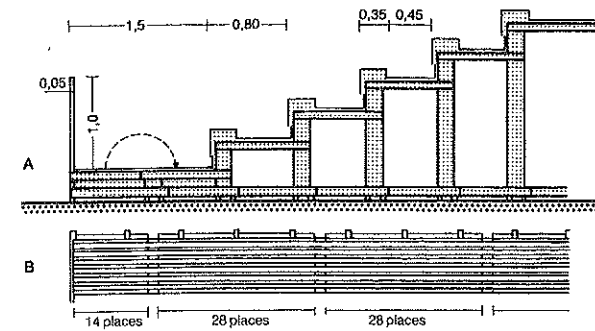
⑬ Installation de saut de cheval pour femmes.

SALLES DE SPORT POUR GYMNASTIQUE ET JEUX

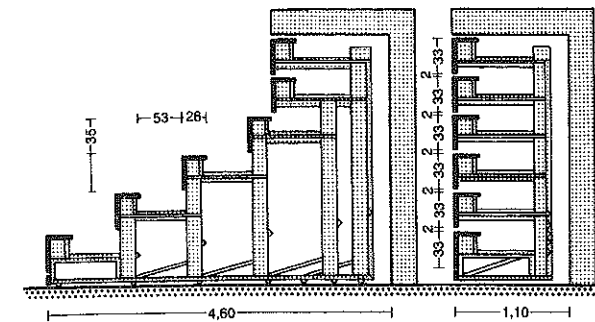




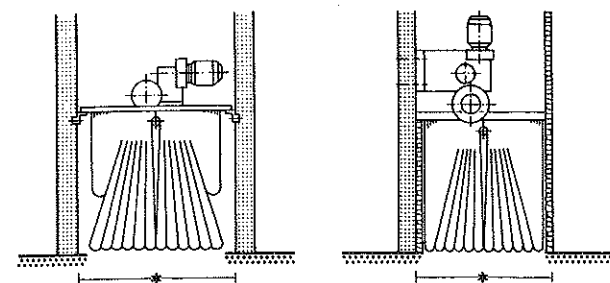
1 Coupe schématique sur passage entre gradins. 2 Coupe sur une rangée de gradins avec passage à l'arrière.



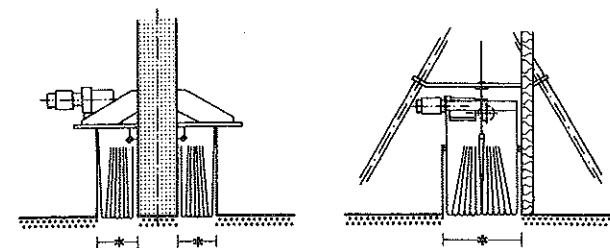
3 A Tribune avec accès inférieur. B Tribune avec accès supérieur.



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.



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.

* La largeur dépend de la hauteur de la salle et de l'épaisseur du matériau.

SALLES DE SPORT

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.

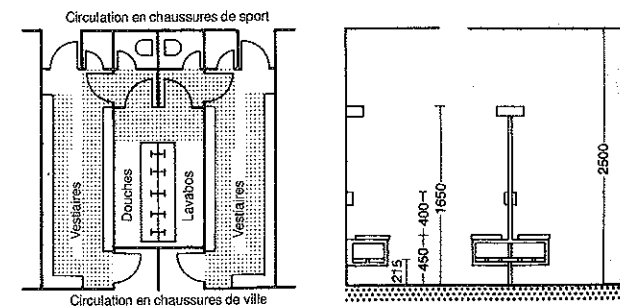
Protéger les places pour les spectateurs derrière les buts avec des filets mobiles, ainsi que les places pour spectateurs dans les étages et galeries lors des entraînements de jeux de balles. Pour les pièces « entrée, vestiaires, sanitaires, entraîneur, salles de sport annexes et salle », la séparation 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).

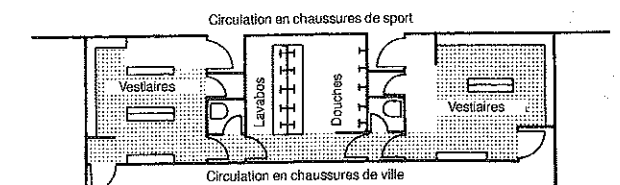
Une pièce pour l'entraîneur doit se trouver à proximité des vestiaires. Local premiers soins au même niveau que la salle de sport, peut être intégré à la pièce de l'entraîneur.

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 de 1 m de hauteur, mesure prise à partir du passage.

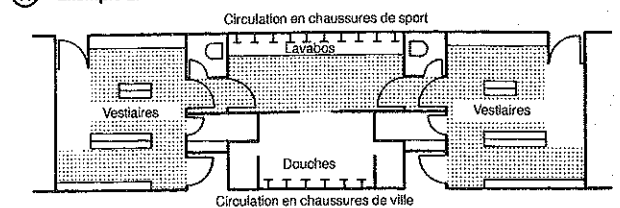
La configuration des plafonds et murs se raccordant au rideau de séparation doit être telle qu'une fois le rideau baissé, il n'y ait pas de ponts sonores (fig. 5 à 8).



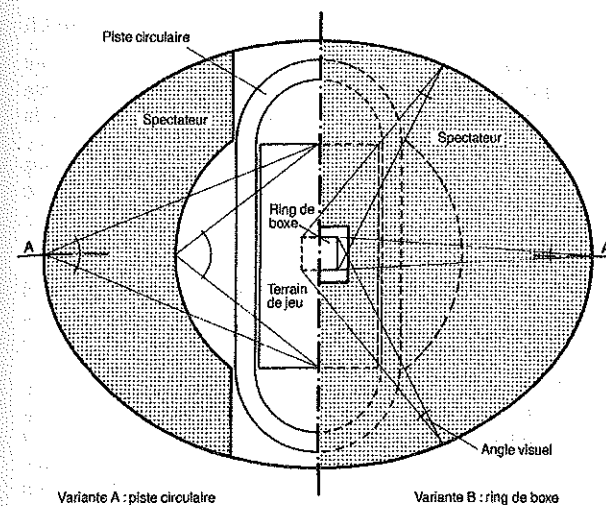
9 Exemple 1.



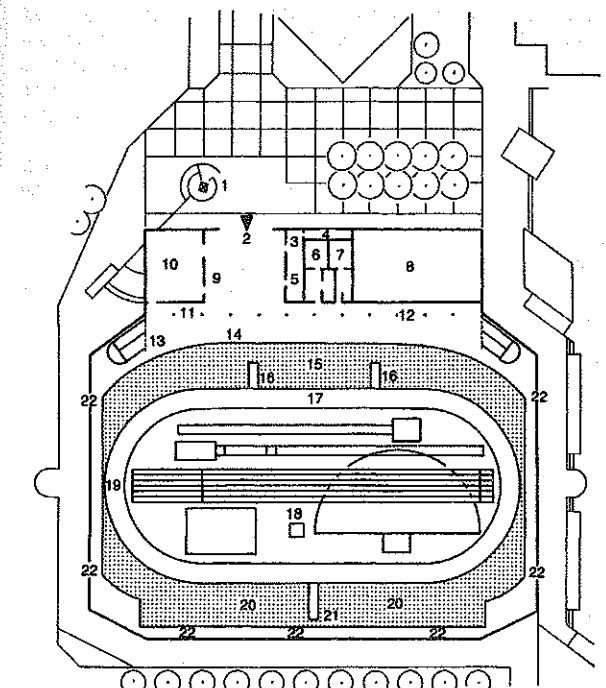
10 Exemple 2.



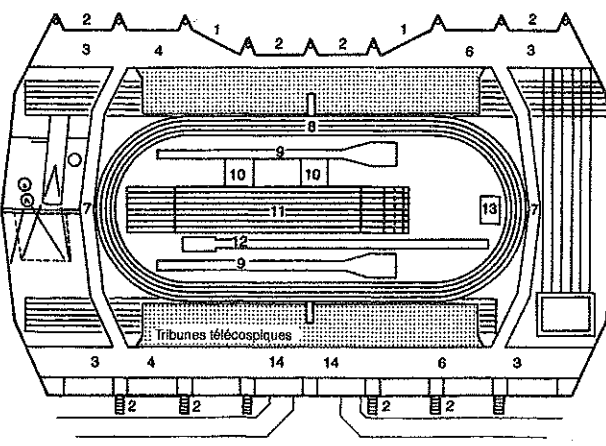
11 Exemple 3. Trois solutions proposées pour la zone des vestiaires et des sanitaires (sol recouvert de grilles en PVC).



12 Système de répartition des spectateurs



13 Plan de la salle de l'Europe à Karlsruhe Arch.: Schmitt, Kasimir, Blanke



14 Plan de la salle d'athlétisme Dortmund Esq. et plan: Hochbauamt Dortmund

SALLES DE SPORT

IMPLANTATION

- Légende de la figure 2**
- ▲ - accès immédiat
 - ▽ - évént. 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)

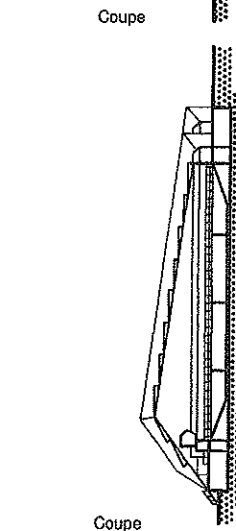
1. tennis, 2. handball, 3. athlétisme, 4. boxe, 5. sport scolaire. Des rideaux de séparation résistants aux balles, avec filets sur les côtés avant divisent la surface intérieure en quatre unités de la taille d'une salle de sport scolaire. En comptant la salle d'échauffement devant la zone d'entraînement, 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.

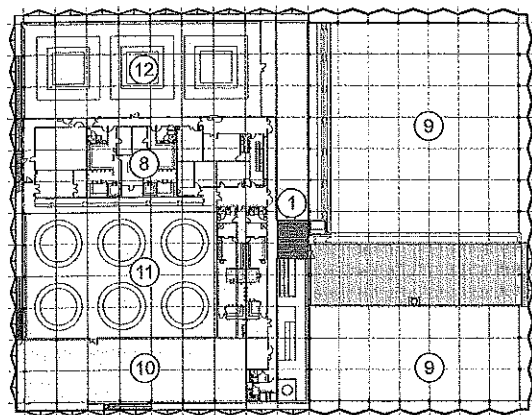
- Légende de la figure 3**
- Plan du niveau d'entrée
- 1 Entrée des sportifs
 - 2 Entrée et foyer pour les spectateurs
 - 3 Administration
 - 4 Caisses
 - 5 Vestiaires
 - 6 Toilettes hommes
 - 7 Toilettes femmes
 - 8 Pièce à l'air libre / salle d'échauffement
 - 9 Informations
 - 10 Cours et séjours
 - 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

- 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 règle

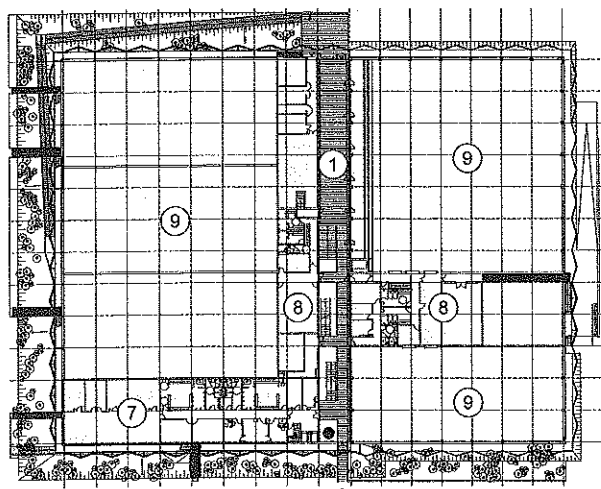


Coupe

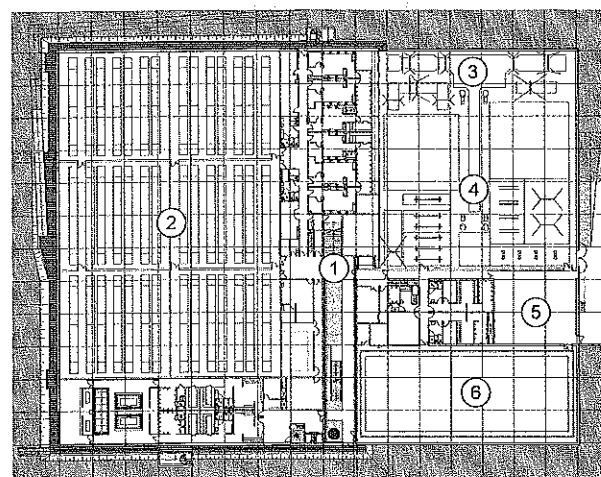
Coupe



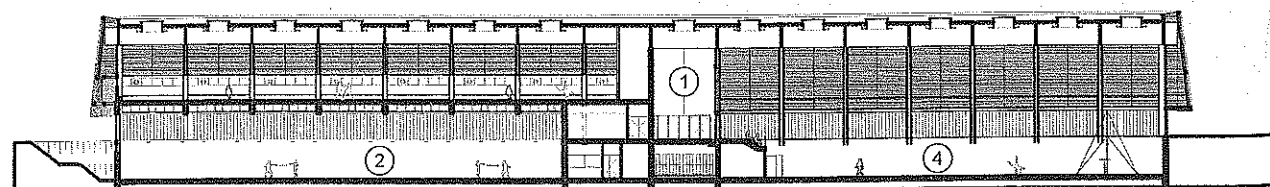
Plan niveau haut



Plan rez-de-chaussée



Plan niveau bas



Coupe longitudinale

SALLES DE SPORT

EXEMPLE

L'évolution des pratiques sportives a conduit au renouvellement de l'architecture des équipements qui leur sont dédiés. Les salles sportives multifonctionnelles cèdent ainsi la place à des salles de sport spécialisées, édifiées dans un bâtiment commun.

Cette tendance vise à répondre de manière précise aux besoins particuliers d'espaces propres à chaque discipline sportive avec leurs services d'accompagnements ainsi qu'aux conditions d'entraînement des sportifs, suivant un contrôle rigoureux des ambiances (lumière, température, bruit).

L'Institut national du sport et de l'éducation physique (INSEP) rassemble sur un campus de 30 ha, dans le bois de Vincennes, tous les équipements nécessaires à l'entraînement des équipes olympiques et à la formation des athlètes et des cadres sportifs.

La création d'un nouveau pôle sportif de 12 500 m² permet de rassembler différentes activités (gymnastique, escrime, lutte, taekwondo, musculation, hydro-récupération) dans un bâtiment compact et sous une toiture unique qui couvre uniformément salles d'évolution, espaces servants, bureaux et rue intérieure. Pour ne pas dépasser la hauteur maximale de 12 m, le bâtiment est partiellement enfoui dans le terrain naturel, permettant ainsi de répondre à l'exigence de grande hauteur sous plafond de certaines activités sportives.

Le programme se développe sur quatre niveaux de part et d'autre de la rue intérieure. Au niveau bas (-3,50 m), se trouvent les salles d'escrime et les salles de gymnastique bénéficiant de toute la hauteur du volume, ainsi que l'espace d'hydro-récupération. Les trois autres niveaux forment des étages partiels avec de grands vides correspondant aux hauteurs libres nécessaires à certaines disciplines. Au rez-de-chaussée, se situent l'accueil et les bureaux administratifs ainsi que les locaux d'entraînement à la performance. Au premier étage, se trouvent les salles d'entraînement de la lutte et du taekwondo et la salle de musculation commune. Le dernier étage regroupe quelques bureaux et des salles de repos.

La structure de l'édifice est constituée d'une charpente moisée en bois lamellé-collé qui forme une grille de poutres orthogonale, portée par des doubles poteaux ancrés dans le socle en béton. Pour couvrir le grand volume de la salle de gymnastique, la grille de poutres franchit une portée de 43 m sur des poteaux d'une hauteur de 10,70 m.

Disposées sur une trame carrée de 6 m, poutres principales et secondaires donnent à la structure l'apparence d'un plafond à caissons. Au centre de chacun d'eux se trouve un lanterneau qui diffuse la lumière naturelle ; il est entouré des équipements techniques pour la gestion des ambiances lumineuses et climatiques (luminaires, panneaux radiants de chauffage et de rafraîchissement). Le revêtement intérieur des murs de façade est réalisé en lames de bois non jointives devant un panneau acoustique absorbant.

L'éclairage naturel a fait l'objet d'une recherche de lumière parfaitement homogène sur l'ensemble des aires d'évolution et a conduit à équiper toutes les baies de verre légèrement dépoli que complète l'éclairage zénithal.

Institut national du sport et de l'éducation physique (INSEP) à Paris 12^e
Arch. : Dusapin-Leclercq

- | | |
|----------------------------------|---------------------------------|
| ① Rue intérieure | ⑦ Salle d'aide à la performance |
| ② Salle d'escrime | ⑧ Bureaux |
| ③ Salle d'hydro-récupération | ⑨ Vide sur salles de sport |
| ④ Salle de gymnastique | ⑩ Musculation |
| ⑤ Salle de danse | ⑪ Salle de lutte |
| ⑥ Salle de gymnastique rythmique | ⑫ Salle de taekwondo |

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.

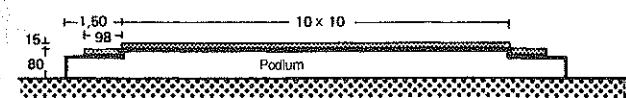
Plus grand diamètre des disques inférieur à 450 mm.

Poids des disques pour levage d'une main : 15 kg.

Poids des disques pour levage des deux mains : 20 kg.

Judo

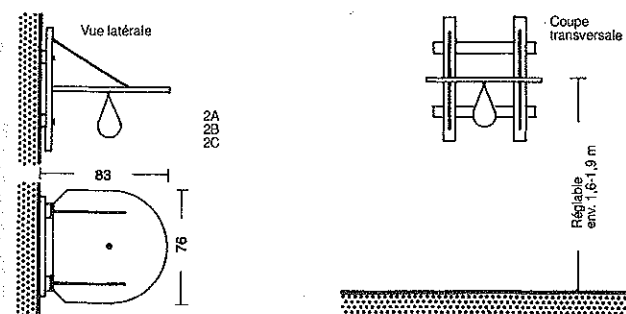
Il faut prévoir une surface de combat comprise entre 6 x 6 m et 10 x 10 m ou bien plus de 6 x 12 m, recouverte d'un tatami souple et rebondissant. La surface de combat doit être supérieure à 10 x 10 m pour les championnats nationaux et les compétitions internationales. Les matelas rembourrés ne sont 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).



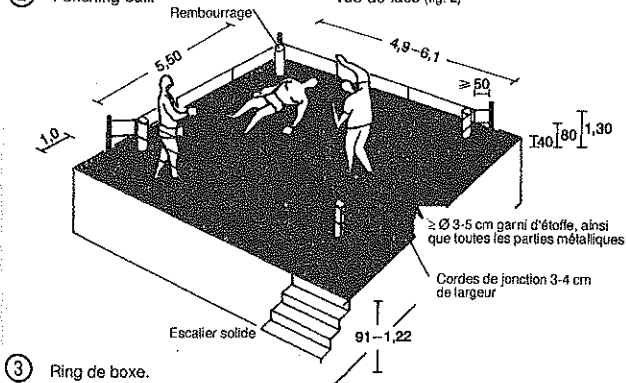
① Surface de combat installée sur un podium pour judo.

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 côté de 1 m de large sont courants. Dimension totale du podium : 7,5 x 7,5 m à 8 x 8 m.



② Punching-bali.



③ Ring de boxe.

SALLES DE SPORT

SALLES MULTISPORTS

Badminton

Le court double est normalisé, le court simple n'est utilisé que faute de place.

Distance latérale entre courts $\geq 0,3$ m

Entre courts et délimitation de la salle $\geq 1,5$ m

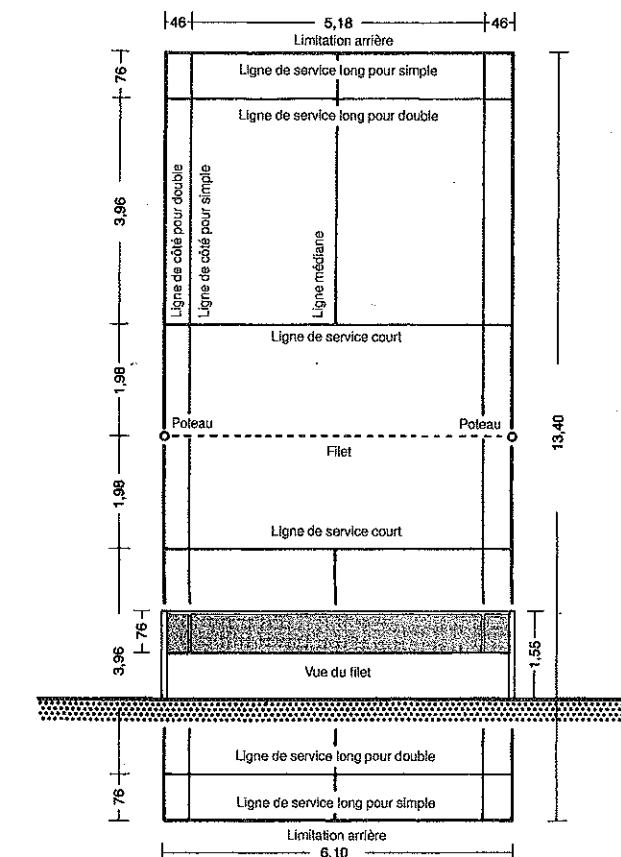
Distance arrière entre courts $\geq 1,3$ m

Couloir de sécurité, sur le côté suivant les cas 1,25 m

Coul. de sécurité devant et fond du terrain suivant le cas 2,50 m

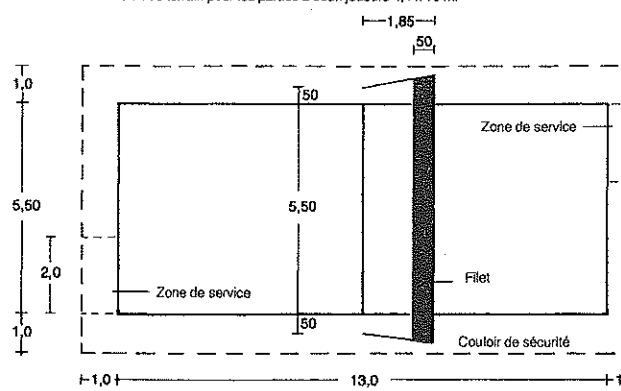
Placer les spectateurs derrière la ligne de démarcation.

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.

SALLES DE SPORT

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 6×12 m et pour les compétitions internationales 7×14 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.	

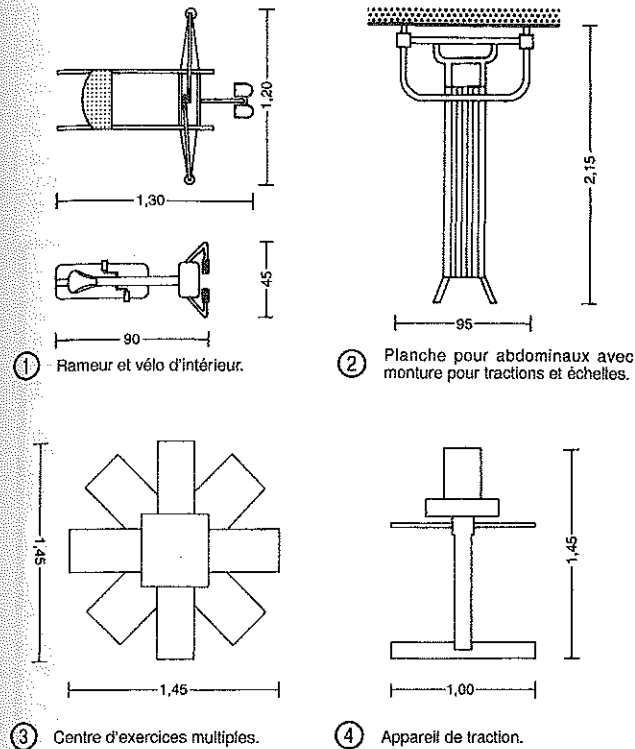
Du côté où passent les garçons et où se tiennent les spectateurs, il faut prévoir de la place pour les chaises et les tables des consommateurs (voir les Restaurants).

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.

Dimensions habituelles en cm		I	II	III	IV	V	VI
Dim. intérieures (surf. de jeu)	A	285×142 ^b	230×115	220×110	220×100	200×100	190×95
Dimensions extérieures	B	310×167 ^b	255×140	245×135	225×125	225×125	215×120
Encombrement		575×432 ^a	520×405	510×400	500×395	490×390	480×385
Poids en kg		800	600	550	500	450	350

SALLES DE SPORT
SALLES DE GYMNASTIQUE ET DE MUSCULATION



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 (soulevor) (barre libre 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

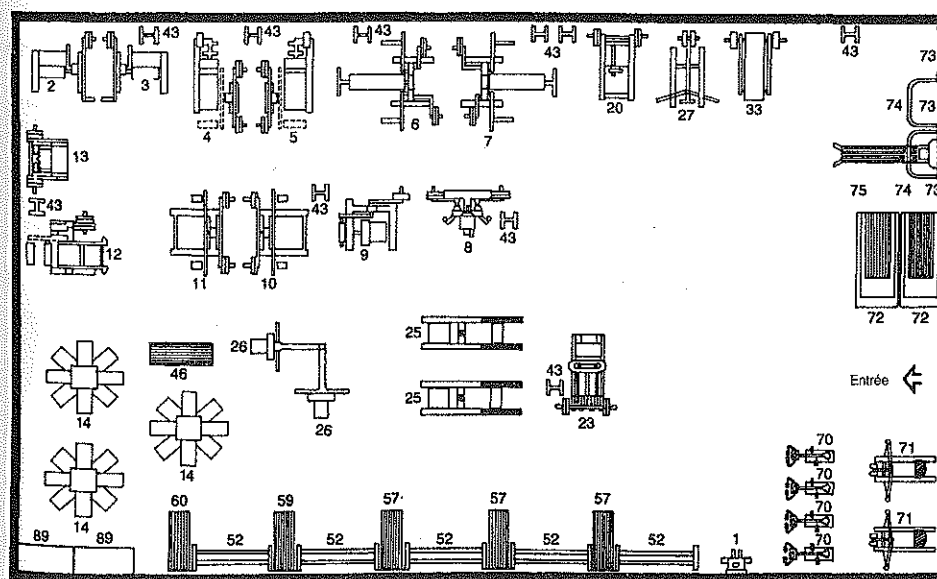
⑤ Répartition des appareils en différents domaines.

Zone	Salle de musculation			Liste des appareils
	40m ²	80m ²	200m ²	
A		2/3*	1	1 Handroller
			2	2 Station pour biceps
		4/5*	3	3 Station pour triceps
			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 (2x)		14 (3x)	14 Centre d'exercices multiples
B			20	20 Appareil de pression
			23	23 Appareil de pression des jambes
		25	25 (2x)	25 Station abdominaux
		26	26 (2x)	26 Appareil de traction
			27	27 Appareil de suspension fléchie
			33	33 Dorsaux haltères au sol
C	46 (2x)	43 (4x)	43 (10x)	43 Petit support de disque
		46 (2x)	46	46 Banc d'entraînement
D	50	50	50 (3x)	50 Haltères en bracelet
	51	51	51 (3x)	51 Haltères courts
	52	52	52 (5x)	52 Support pour haltères courts **
			53	53 Barre pour haltères d'exercice
	56			56 Banc pour pousser
	57		57 (3x)	57 Banc oblique I
	58			58 Banc oblique II
			59	59 Banc allround
	60	60	60	60 Banc d'entraînement multiple
	61			61 Haltère compact
	62			62 Support pour haltères**
E	70 (3x)	70	70 (4x)	70 Vélo ergométrique
	71 (2x)	71 (3x)	71 (2x)	71 Rameur
	72		72 (2x)	72 Tapis roulant
	73	73 (2x)	73 (3x)	73 Echelles
	74	74 (2x)	74 (2x)	74 Monture pour tractions
	75	75	75	75 Planches pour abdominaux
		78		78 Punching-ball
	79 (2x)	79 (2x)	79 (3x)	79 Expander-impander
	80 (2x)	80 (2x)	80 (2x)	80 Corde à sauter
	81 (2x)	81 (2x)	81 (3x)	81 Deuser-band
	82 (2x)	82 (2x)	82 (3x)	82 Haltères pour les doigts
	83 (2x)	83 (2x)	83 (3x)	83 Appareil Ball
		85 (3x)	85 (3x)	85 Haltères hydrauliques
	89	89	89 (2x)	89 Armoire pour appareils

* Les appareils 2 et 3, 4, 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.



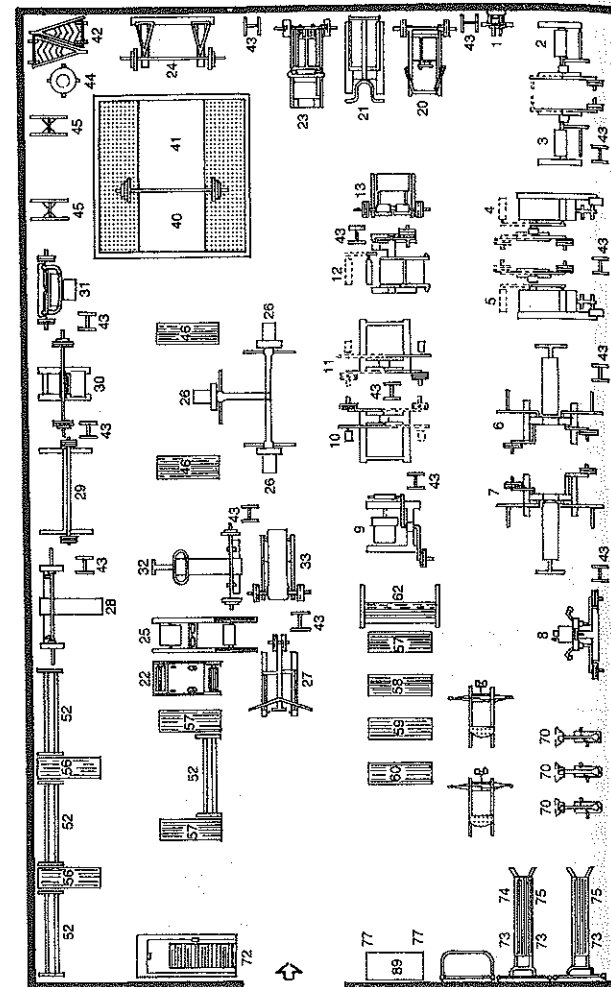
⑥ Exemple d'une salle de musculation d'environ 200 m².

- 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
- 82 Monture pour tractions
- 85 Plancher pour abdominaux
- 89 Armoire pour appareils

SALLES DE SPORT

SALLES DE GYMNASTIQUE ET DE MUSCULATION

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.



② Exemple d'une salle de remise en forme de 200 m².

70	Vélo d'intérieur	Endurance, coordination appareils n° 70 à 76	40/90
71	Rameur		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 deuter		
82	Haltères pour doigts		
83	Appareil ball		
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

Do-mai-nes	App. N°	Désignation de l'appareil	Mouvements	Surface de rangement en cm
A	1	Handroller	Plier la main, tendre la main	135/135
	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 cas
B	20	Appareil de pression I	Tendre le bras à l'horizontale (position debout)	120/140
	21	Appareil de pression II	Tendre le bras à la verticale et/ou entraî. 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 le 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 exers. avec les poids appropriés)	200/100
C	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
	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
D	46	Banc d'entraînement		40/120
	47	Disques entiers en caoutchouc (10, 15, 20, 25 kg)		140/130
	48	Disques avec rebords en caoutchouc vulcanisé (15, 20, 25 kg)		185
	49	Disques en fonte (1,25; 2,50; 5, 10, 25, 50 kg)		200
	50	Haltères au poing	Différents exercices pour une ou plus. articulations avec haltères au poing, compacts et longs	
	51	Haltères courts		140
	52	Support pour haltères courts		40/120
	53	Barre d'haltères d'exercices		40/120
	54	Barre de flexion des genoux (rembourrée)		40/120
	55	Barre		40/120
	56	Banc de pression amovible		
	57	Banc incliné I		
	58	Banc incliné II		
	59	Banc tout autour		
	60	Banc d'entraînement multifonctionnel (réglable en 12 positions)		
	61	Haltères compacts		
	62	Support pour haltères		145/80

① Liste des instruments d'entraînement pour mise en condition et musculation.

SALLES DE SPORT

HALLS D'ESCALADE

Les structures artificielles d'escalade permettent la pratique de l'escalade tout au long de l'année, indépendamment des conditions climatiques.

Grandeur et forme des halls variables, dépendant du concept de l'exploitant et de la surface du terrain à bâtir (jusqu'à 2 500 m² de surface utile).

Il est utile de concentrer les fonctions annexes afin de dégager un maximum de surface à destination de l'escalade. L'entrée avec accueil et caisse peut être complétée par une cafétéria et un comptoir de vente d'équipement d'escalade.

Équipement sanitaire comparable à celui d'un centre de remise en forme. Il est souhaitable de compléter l'équipement par un bain vapeur-sauna avec un espace repos-détente, si possible aussi complété par une installation de remise en forme.

Atteindre un haut ratio de lumière naturelle et n'utiliser la lumière artificielle qu'en éclairage indirecte afin d'éviter l'éblouissement à ceux qui escaladent et à ceux qui assurent. Les murs d'escalade, selon les recommandations du constructeur, doivent être régulièrement soumis à un entretien par un agent qualifié.

Types de murs d'escalade

1. Le mur « Boulder » ou pan d'escalade

On y grimpe sans corde et sécurité à une hauteur permettant le saut au sol. Les grimpeurs se déplacent à l'horizontale (technique transversale) ou grimpent de courtes séquences vers le haut. Le mur peut être escaladé sans surveillance. Devant le mur doit être aménagé une zone de réception permettant d'amortir les sauts, avec un matériel de réception adapté (tapis-matelas), conforme à la norme Afnor XP P90-311.

2. Le mur d'escalade

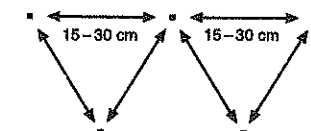
Il suppose la présence de points d'assurage pour une sécurisation par corde du fait de sa grande hauteur. Les grimpeurs principalement montent et sont assurés du bas par un partenaire, ou bien descendent en rappel de façon autonome.

Sur ce type de mur, on peut s'entraîner dans la partie basse et le mur doit être sécurisé pour empêcher l'escalade non surveillée. Jusqu'à une hauteur de 2,50 m, aucune prise ne devrait pouvoir être atteinte. Lorsque le mur d'escalade est situé dans un hall de sport, il convient de maintenir en vigueur la réglementation afférente à l'activité sportive dans les halls de sport (par exemple la protection contre les impacts de balles.)

Les murs d'escalade, par leur façonnage et l'état de surface, s'apparentent à la roche naturelle ; la coloration peut être variable et souvent basé sur un système de coloration international. Les dimensions et la forme sont variables. La hauteur du mur d'escalade dans un cadre sportif va jusqu'à 18 m, exceptionnellement jusqu'à 30 m.

Mise en oeuvre du mur d'escalade par des entreprises spécialisées qui proposent des murs par systèmes d'éléments préfabriqués ou de conception libre avec surfaces sculptées.

La structure du mur est en métal ou en bois, autoportante ou rattachée à la structure du hall, le parement pouvant être réalisé en divers matériaux. (1) Sur ces types de murs d'escalade peuvent être vissés des inserts de prises ou saillies d'appui interchangeables. Les prises d'escalade sont réalisées avec un mélange de résines et sable ; elles sont généralement fixées au mur par une vis à tête cylindrique M. 10. Les formes varient en dimensions et en couleurs. La combinaison de plusieurs couleurs par parcours permet différentes voies sur une même partie de mur. En fonction du niveau de difficulté, le nombre de prises devrait pouvoir varier. Il est souhaitable de différencier les domaines pour débutants des autres catégories de grimpeurs. Les domaines pour enfants devraient être séparés.



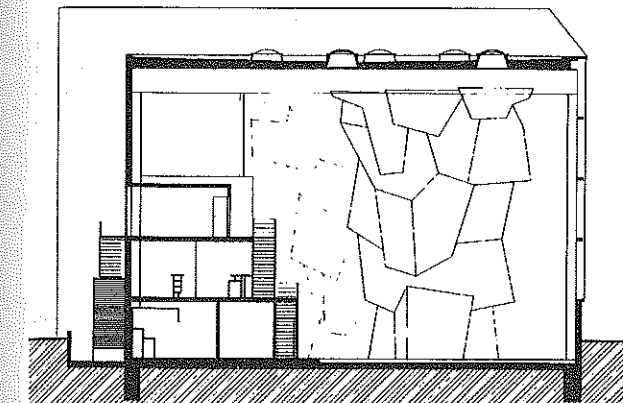
④ Trame des tenons en décalage ou en carré.

Niveau d'escalade	Enfants et adolescents	Adultes débutants	Équipement normal	Entraînement
Tenons/m ²	8-10	4-8	3-5	>10

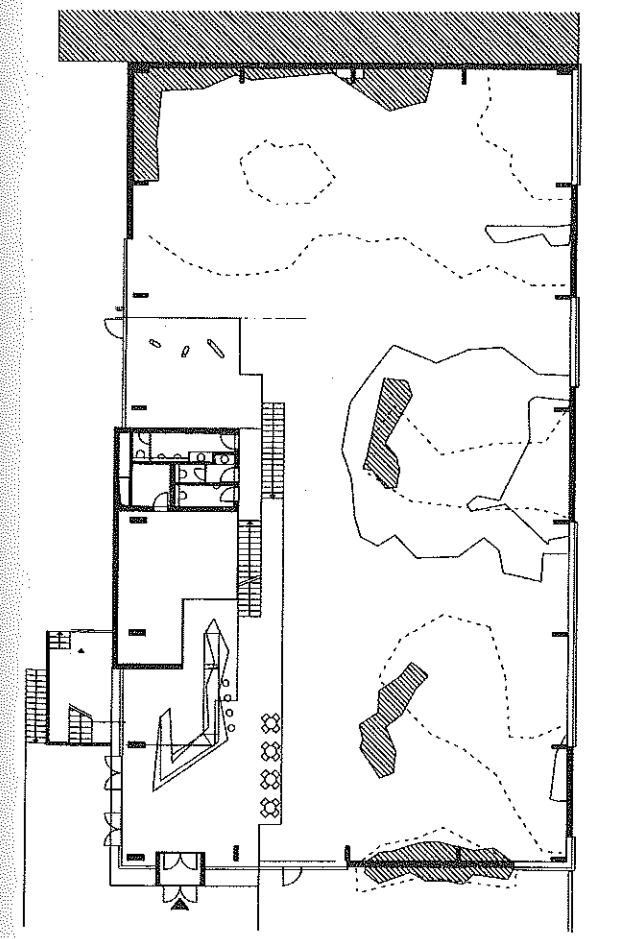
⑤ Nombre de tenons au m² selon groupe d'utilisateurs.

Types de construction	Description	Caractéristiques
Béton massif (coffré, banché)	Éléments de béton regroupés, dressés avec modénature positive et négative	Anguleux Saillant Prises (tenons) supplémentaires Possibilités de relief multiples
Béton projeté	Une armature en maillage de fer est recouverte de béton projeté	Formes organiques Tenons peuvent être appliqués ultérieurement Uniquement en aménagement extérieur
Construction en bois	Des plaques de bois avec ou sans revêtement (traitement de surface) sont vissées directement sur un mur du bâtiment ou sur une construction en échafaudage.	Pourvu de nombreux trous percés Possibilité de tenons noyés ou en relief Economique
Résine armée de fibres de verre	Des plaques en résine armée ou des formes géométriques variables sont vissées directement sur un mur du bâtiment ou sur une construction en échafaudage.	Aspect nature possible Polyvalent Possibilité de tenons vissés noyés ou en relief. Probl. en tant que déchet après usage.

① Types de construction des murs d'escalade.

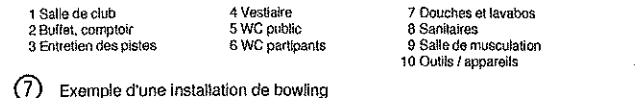
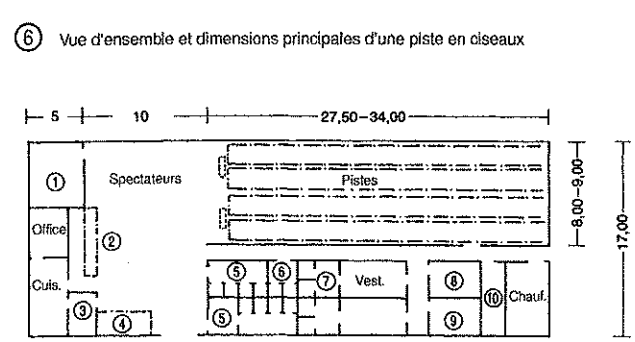
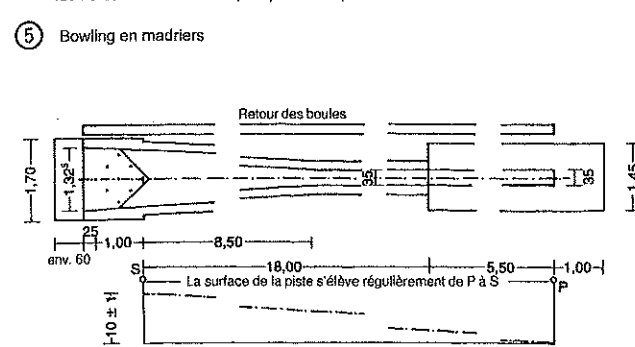
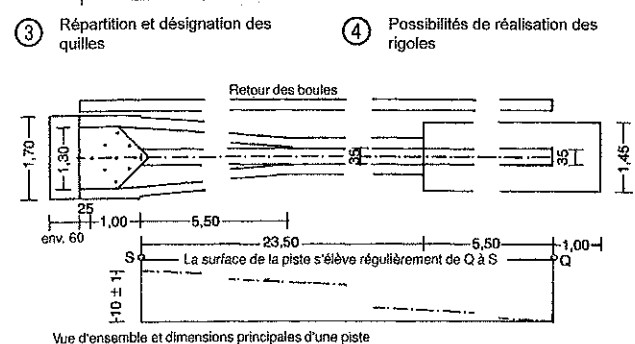
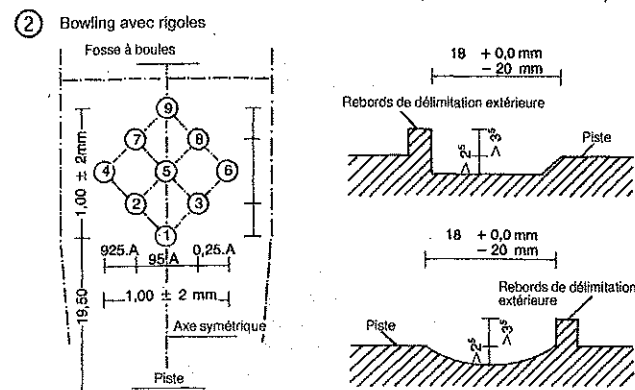
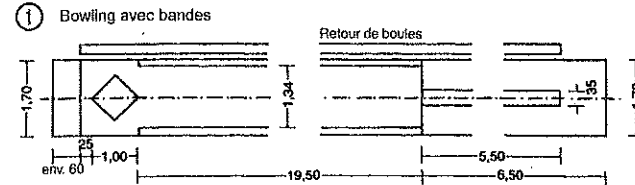
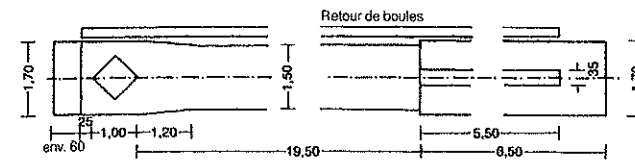


③ Hall d'escalade Magic Mountain à Berlin Arch. : Gantz Weber Architekten



③ Hall d'escalade Magic Mountain à Berlin Vue en plan RDC Arch. : Gantz Weber Architekten

SALLES DE SPORT BOWLING



- Chaque piste de bowling comprend les zones suivantes :
- 1 Zone d'élance dans laquelle après quelques pas d'élance 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.

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'élance 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.

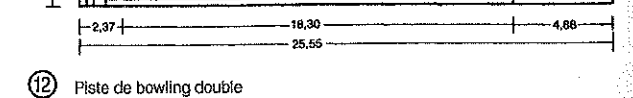
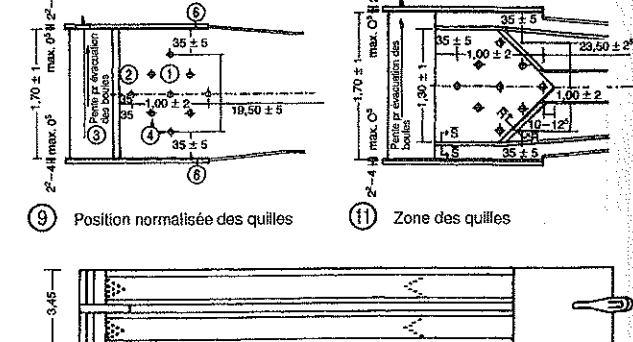
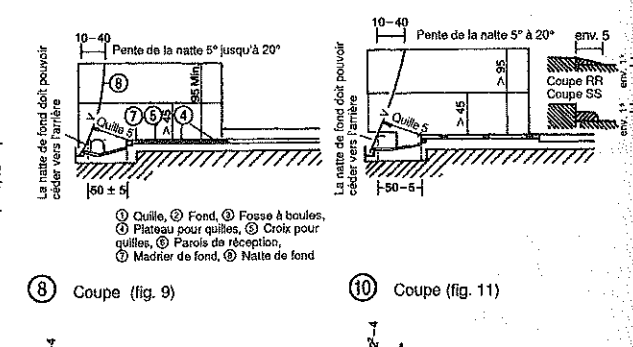
Piste de bowling (fig. 12)
Zone d'élance d'une piste de bowling dans toute la largeur (104,1 m à 106,5 m) en parquet finement poli. Allée en parquet poli ou laqué. Boules de bowling 21,8 cm de diamètre. Poids minimal 7 257 g et trois trous pour les doigts.

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.



PISCINES PISCINES PUBLIQUES COUVERTES

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 de 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.

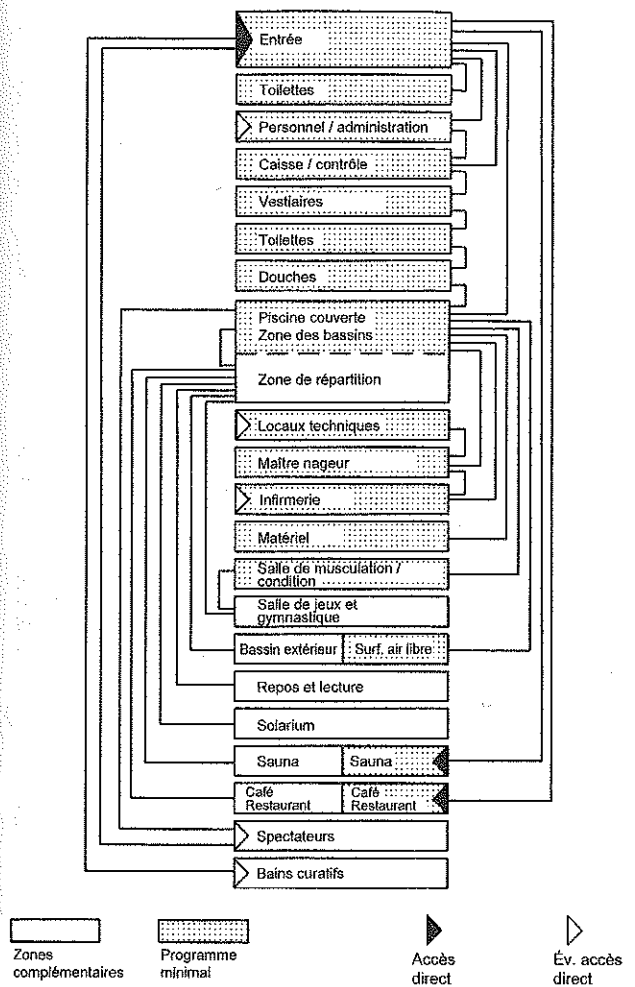
Surface du terrain (sans les places de parking)
Pour les piscines couvertes, 6-10 m² par mètre carré de la surface d'eau prévue. Pour des surfaces d'eau importantes, une plus petite valeur est suffisante. Pour surfaces à l'air libre supplémentaires (terrasses, solariums, gazon), 10 à 20 % en plus de 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	Type de bassin	Unités de planification						Installation de plongeoirs	Facteurs de mesure du programme (volumes et surface)		Surface du terrain (sans surface d'encombrement)		
		Unité de base		Alternative 1		Alternative 2			Unités indicatives	Unités d'étude			
		Taille du bassin (m ou m²)	S (m²)	Taille du bassin (m ou m²)	S (m²)	Taille du bassin (m ou m²)	S (m²)						
Habitants	a)							a)			[m²]		
1	2	3		4			5		6	7	8	9	
jusqu'à 5 000	selon les données locales												
5000 à 10000	VB PB	10,00 x 25,00 jusqu'à 15	250 15 265						1B + 3B	150	2	2500	
10000 à 20000	VB NSB PB	10,00 x 25,00 8,00 x 12,50 jusqu'à 20	250 100 20 370	12,50 x 25,00 10,00 x 12,50 jusqu'à 20	313 125 20 395	1B + 3P 8,00 x 12,50 jusqu'à 20	100 20 433			3000 200	3	jusqu'à 3500	
20000 à 30000	VB NSB SPB ⁴⁾ PB	12,50 x 25,00 8,00 x 12,50 jusqu'à 25	313 100 25 438	12,50 x 25,00 8,00 x 16,66 jusqu'à 25	313 133 25 471	1B + 3P o. 1B + 3B + 1P + 3P + 5P 8,00 x 12,50 10,60 x 12,50 jusqu'à 25	313 100 133 571			250	3 4	3500 à 4000	
30000 à 40000	VB NSB SPB ⁴⁾ PB	21,50 x 25,00 8,00 x 12,50 10,60 x 12,50 jusqu'à 30	313 100 133 576	12,50 x 25,00 8,00 x 16,66 10,60 x 12,50 jusqu'à 30	313 133 133 609	1B + 1P Comb. + 3B + 3P Comb. 5P 8,00 x 16,66 12,50 x 11,75 jusqu'à 30	417 133 147 727			300	4	4000 à 4500	
40000 à 50000	VB NSB SPB ⁴⁾ PB	16,66 x 25,00 8,00 x 16,66 12,50 x 11,75 jusqu'à 35	417 133 147 732	16,66 x 25,00 8,00 x 16,66 16,90 x 11,75 jusqu'à 35	417 133 199 784					2 x 1B, 2 x 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 plongeur).													

Remarques : ^{a)} Le cas échéant pour les besoins scolaires utilisation accrue ; ^{b)} Abréviations : PB = Bassin pour plongeurs ; VB = Bassin pour nageurs ; NSB = Bassin non nageurs ; SPB = Bassin pour plongeurs ; P = Plate-forme ; 1-10 = Points de plongée en mètres ; ^{c)} Dimensions en tenant compte des mesures individuelles de sécurité technique ; grandeur des bassins = largeur des bassins (côté plongeurs) x longueur du bassin (sens du plongeur).

2 Unités de planification pour piscines couvertes

PISCINES COUVERTES

PISCINES COUVERTES

PISCINES PISCINES COUVERTES

Domaine du bassin : types de bassins et dimensions.

Bassins	Larg. (m)	Long. (m)	Prof. d'eau ou remarques	Hauteur libre min. du local
Pataugeoire	15 à 25	25 m ²	0,00-0,40/0,80	2,50 m
Bassin non nageurs (fig. 1)	8,00	12,50	0,60/0,80 à 1,35 m	3,20 m
Bassin variable (fig. 2)	10,00	16,66	pour sols réglables	
	8,00	25,00	0,30 à 1,80 m	
	10,00	50,00	dans la partie nageurs : 1,80 m	4,00 m
	12,50		dans la partie plongeurs : profondeur mini. de l'eau	
Bassin nageurs	16,66	25,00		4,00 m
	21,00	50,00		
Bassin à vagues	12,50	mini.	Prof. de l'eau au départ : 0,00 m (si marche maxi. 0,30 m)	4,00 m
	16,66	33,00	Prof. de l'eau à l'arrivée : en fonction de l'utilisation du bassin et du type de machine à vagues	
	21,00			
	25,00			

Pourtour du bassin - Les plages sont en principe au même niveau que l'eau.	Larg. (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 plongeurs :	4,50
(derrière le plongeur 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 plongeur, 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 m ² au-dessus de 300 m ²	minimum 1,25 minimum 1,50

Hauteur sous plafond autour du bassin :	2,50 m
Local du maître nageur	2,50 m
Infirmerie	2,50 m
Local matériel	2,50 m
Surface nécessaire : mini. 6 m ²	
Surface nécessaire : mini. 8 m ²	
jusqu'à 450 m ² surface d'eau mini. 15 m ²	
au-delà de 450 m ² surface d'eau mini. 20 m ²	
Salle de détente pour compétiteurs :	2,50 m
6 couloirs de natation = 30 m ² , 8 = 50 m ² , 10 = 70 m ²	
Salle de cours et d'association : 30 à 60 m ²	2,50 m

Install. pour spectateurs	2,50 m
Tribunes pour spectateurs : 0,5 siège pour 1 m ² de surface de l'eau utilisée pour le sport.	
Surface nécessaire : pour 1 siège 0,5 m ² y compris circulation	
Vestiaires pour spectateurs : 0,025 m ² pour 1 m ² 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).	
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.	

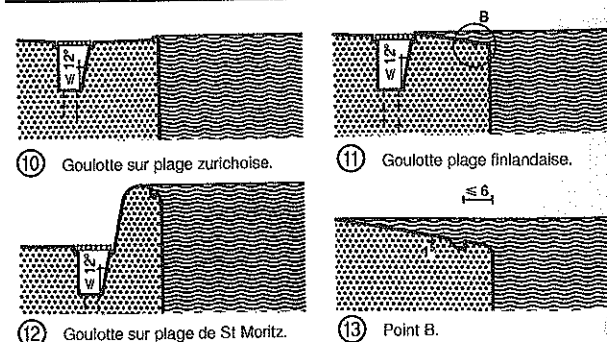
Poste de travail pour les médias pour la télévision

Restauration (café, restaurant)

Surface nécessaire par distributeur automatique : 0,5 à 0,8 m²
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.

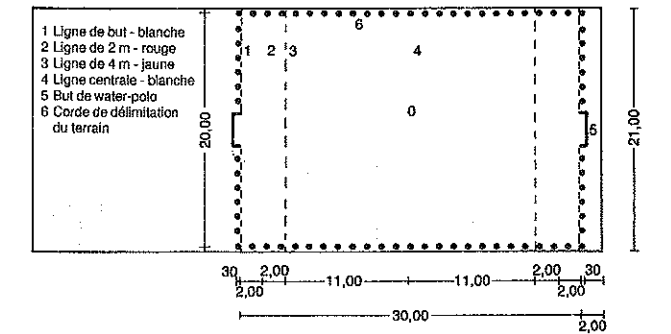


10 Goulotte sur plage zurichoise. 11 Goulotte plage finlandaise.

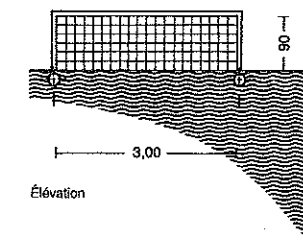
12 Goulotte sur plage de St Moritz. 13 Point B.

PISCINES PISCINES COUVERTES

Les plongeurs servent aux scolaires et au sport de compétition. La plate-forme est la partie fixe du plongeur 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 plongeurs 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.

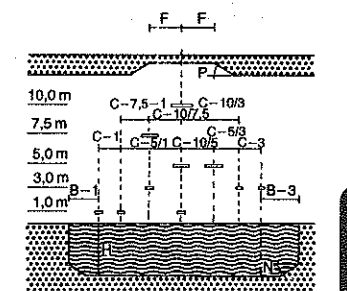


4 Surface de water-polo.

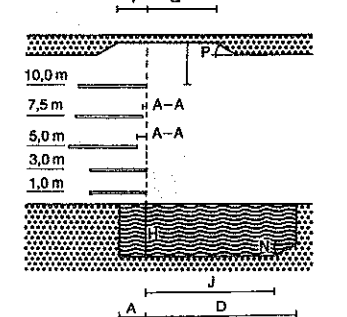


5 But de water-polo.

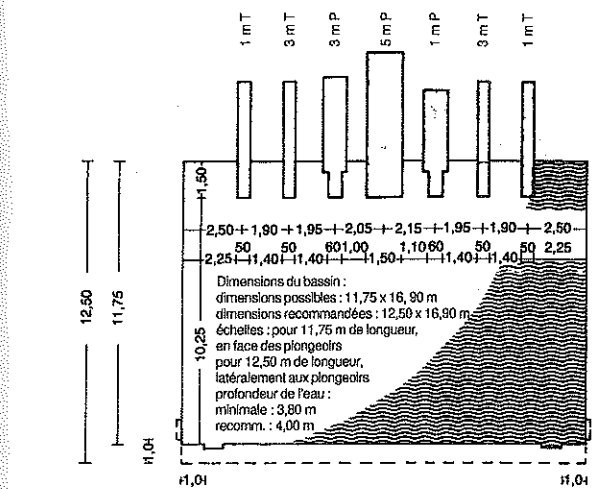
6 But de water-polo.



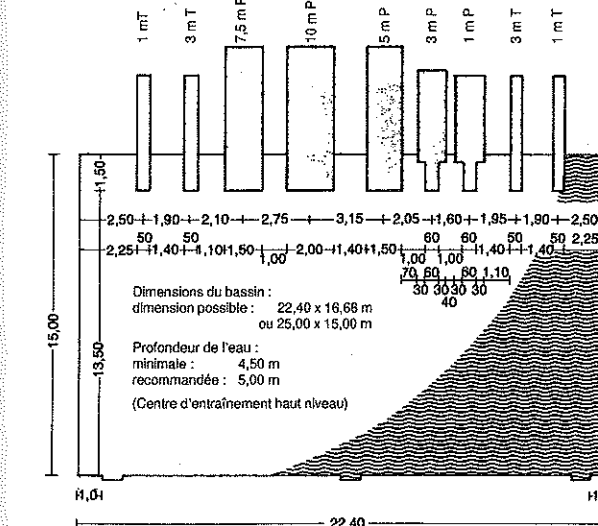
7 Coupe transversale.



8 Coupe longitudinale.



1 Installation de plongeurs 1 à 5 m (complète) T = tremplin, P = plate-forme.

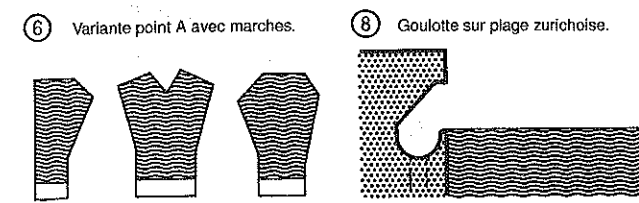
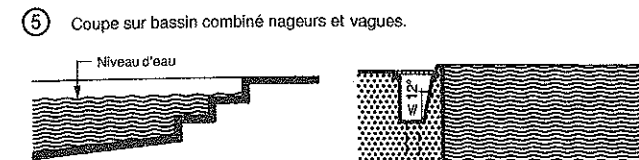
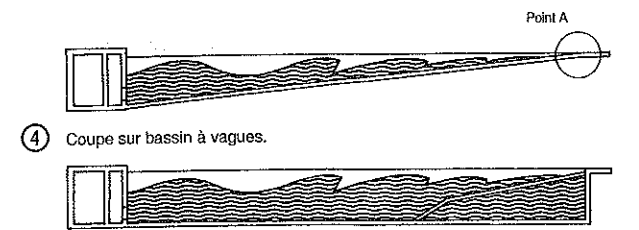
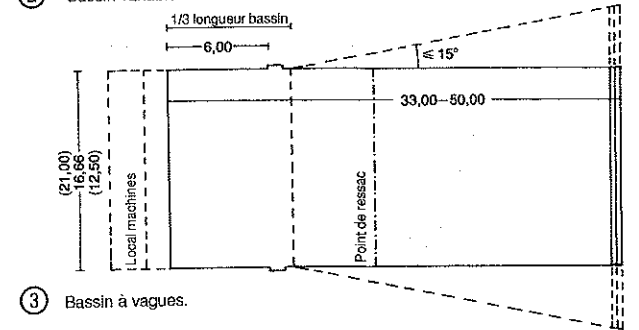
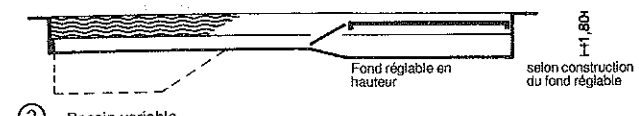
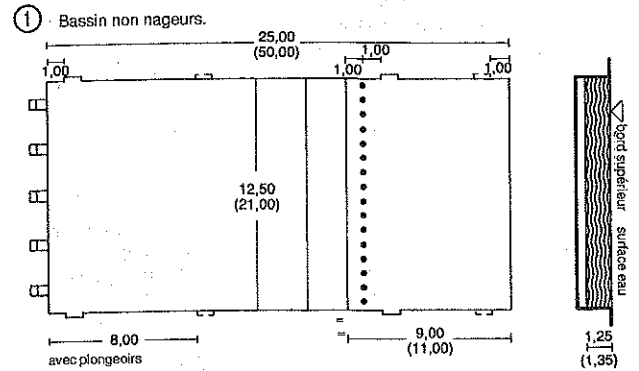
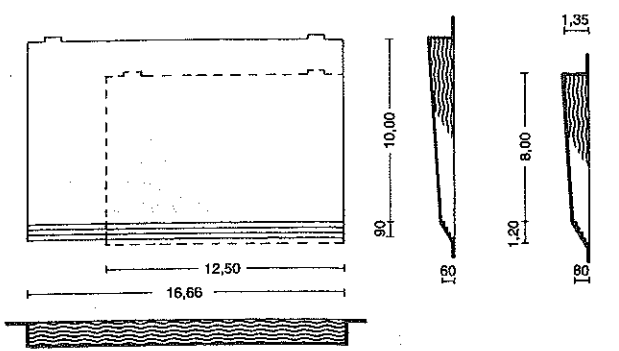


2 Installation de plongeurs 1 à 10 m (complète).

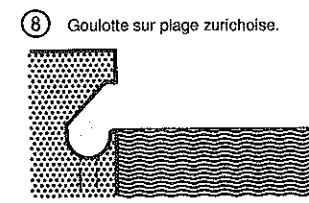
	Longueur/Largeur	Plongeur 1 m 4,80/0,50	Plongeur 3 m 4,80/0,50	Pl-forme 1 m 4,50/0,60	Pl-forme 3 m 5,00/0,60	Plate-forme 5 m 6,00/1,50	Plate-forme 7,5 m 6,00/1,50	Plate-forme 10 m 6,00/2,00
A de l'aplomb au mur du bassin	comp. dessin dim. mini. dim. recom.	A-1 1,50 1,50	A-3 1,50 1,50	A-1 1,50 1,50	A-3 1,50 1,50	A-5 1,50 1,50	A-7,5 1,50 1,50	A-10 1,50 1,50
A de l'aplomb à la plate-forme du bas	comp. dessin dim. mini. dim. recom.	- - -	- - -	- - -	- - -	A-5/1 1,25 1,25	A-7,5/3 1,25 1,25	A-10/5 1,25 1,25
B de l'aplomb au mur du bassin	comp. dessin dim. mini. dim. recom.	B-1 2,50 3,00	B-3 3,50 3,00	B-1 2,30 2,30	B-3 2,80 2,80	B-5 4,25 4,25	B-7,5 4,50 4,50	B-10 5,25 5,25
C d'aplomb à l'aplomb	comp. dessin dim. mini. dim. recom.	C-1 1,90 2,40/3,00	C-3 1,90 2,40/3,00	C-3/1 1,90 2,40/3,00	- - -	C-5/3B 2,10 2,10	C-7,5/1P 2,45 2,45	C-10/5 2,75 2,75
D de l'aplomb au mur avant du bassin	comp. dessin dim. mini. dim. recom.	D-1 9,00 9,00	D-3 10,25 10,25	D-1 8,00 8,00	D-3 9,50 9,50	D-5 10,25 10,25	D-7,5 11,00 11,00	D-10 13,50 13,50
E de l'aplomb au plafond	comp. dessin dim. mini. dim. recom.	E-1 5,00 5,00	E-3 5,00 5,00	E-1 3,00 3,00	E-3 3,00 3,00	E-5 3,00 3,00	E-7,5 3,00 3,00	E-10 3,40 3,40
F toit dégagé vers l'arr. et des deux côtés de l'aplomb	comp. dessin dim. mini. dim. recom.	F-1 2,50 2,50	F-3 2,50 2,50	F-1 2,75 2,75	F-3 3,00 3,00	F-5 2,75 2,75	F-7,5 3,00 3,00	F-10 3,40 3,40
G toit dégagé de l'aplomb vers l'avant	comp. dessin dim. mini. dim. recom.	G-1 5,00 5,00	G-3 5,00 5,00	G-1 5,00 5,00	G-3 5,00 5,00	G-5 5,00 5,00	G-7,5 5,00 5,00	G-10 5,00 5,00
H profondeur de l'eau à l'aplomb	comp. dessin dim. mini. dim. recom.	H-1 3,40 3,80	H-3 3,80 4,00	H-1 3,40 3,40	H-3 3,80 3,80	H-5 3,80 4,00	H-7,5 4,10 4,10	H-10 4,50 4,50
J zone de sécurité (prof. de l'eau) de l'aplomb vers l'avant	comp. dessin dim. mini. dim. recom.	J-1 6,00 6,00	J-3 6,00 6,00	J-1 6,00 6,00	J-3 6,00 6,00	J-5 6,00 6,00	J-7,5 6,00 6,00	J-10 6,00 6,00
L zone de sécurité (prof. de l'eau) de l'apl. vers les 2 côtés	comp. dessin dim. mini. dim. recom.	L-1 2,25 2,25	L-3 3,25 3,25	L-1 2,05 2,05	L-3 2,55 2,55	L-5 3,75 3,75	L-7,5 3,75 3,75	L-10 4,50 4,50
P angle maximal d'inclinaison du plafond								

3 Dimensions des plongeurs (fig. 7 et 8).

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.



6 Variante point A avec marches. 7 Forme variable du bassin.



8 Goulotte sur paroi de Wiesbaden. 9 Goulotte sur paroi de Wiesbaden.

PISCINES DE PLEIN AIR

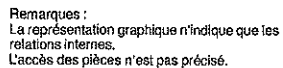
Les piscines de plein air sont utilisées principalement pendant les périodes de loisirs et dans les zones aménagées à cet effet. Dans une zone d'attraction à faible densité, le besoin en surface d'eau par habitant est de 0,15 m², et il est de 0,05 m² dans une zone d'attraction à haute densité. Cette 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.

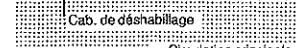
Locaux pour le personnel : jusqu'à 2 000 m² de surface d'eau : 10 m² ; au-dessus de 2 000 m² : 20 m².



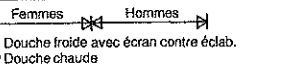
① Schéma de répartition des locaux et surfaces.



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.

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	Unités de planification		Plongeoirs	Facteur de mesure du programme (volume et surface) Unités de valeur	Surface du terrain (sans encombrement) (m²)
		Grandeurs des bassins	Surface d'eau (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 250 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 loisir.					

¹⁾ Abréviations : PB = patageoir, 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).

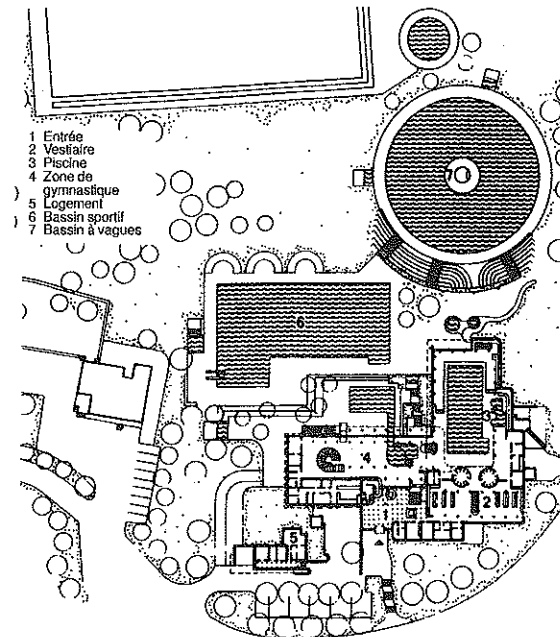
PISCINES COUVERTES ET DE PLEIN AIR

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.

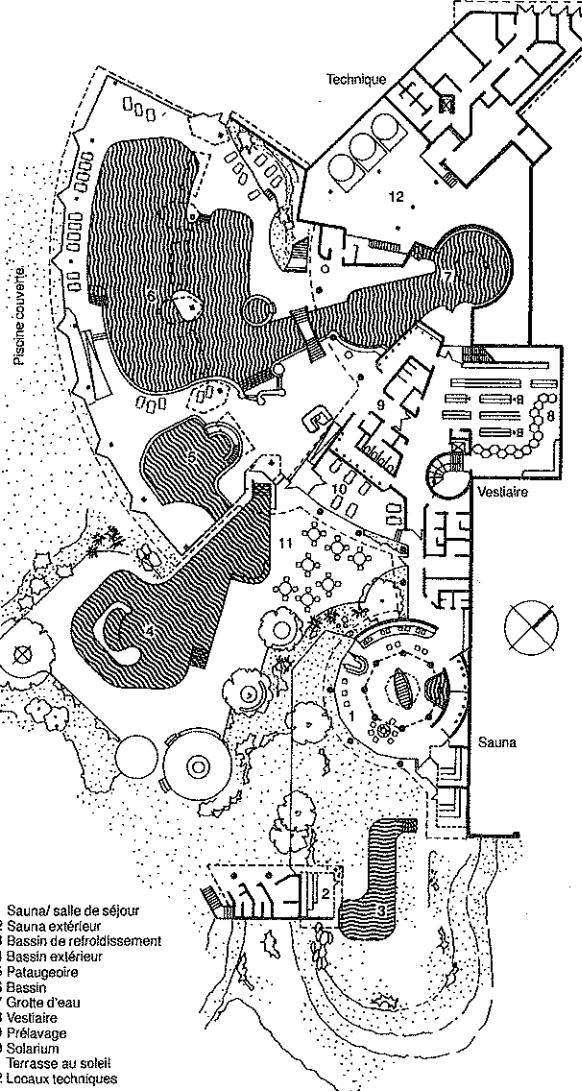
Les nécessités diverses suivant les saisons impliquent des surfaces d'eau intérieures et extérieures de tailles différentes. Il faut différencier l'utilisation en été, en hiver et pendant les saisons intermédiaires (avant-saison et arrière-saison). Les types de fonctionnement suivants peuvent entrer 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.



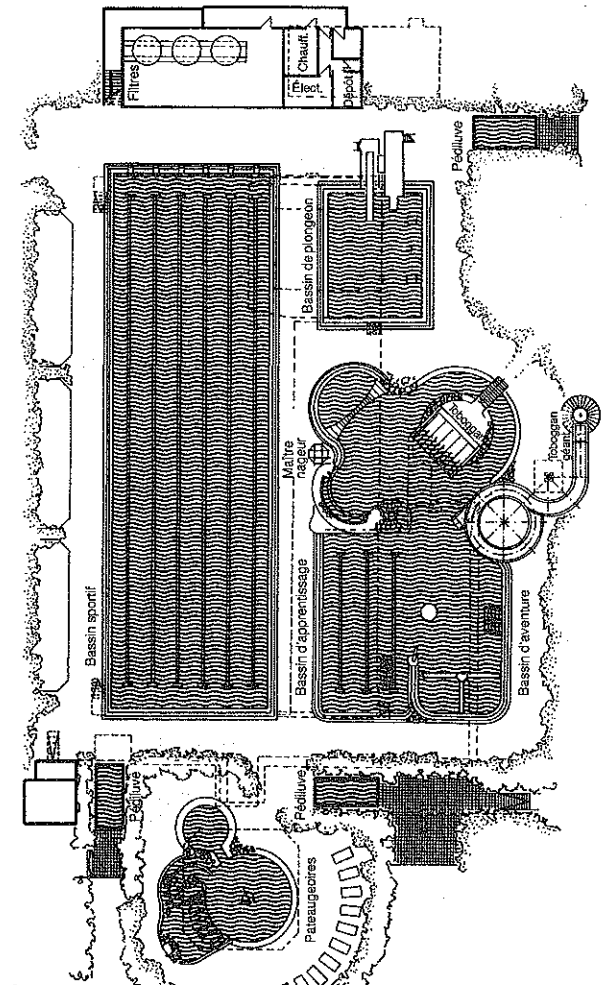
① Le Wellenberg Oberammergau.

Arch. : P. Seifert



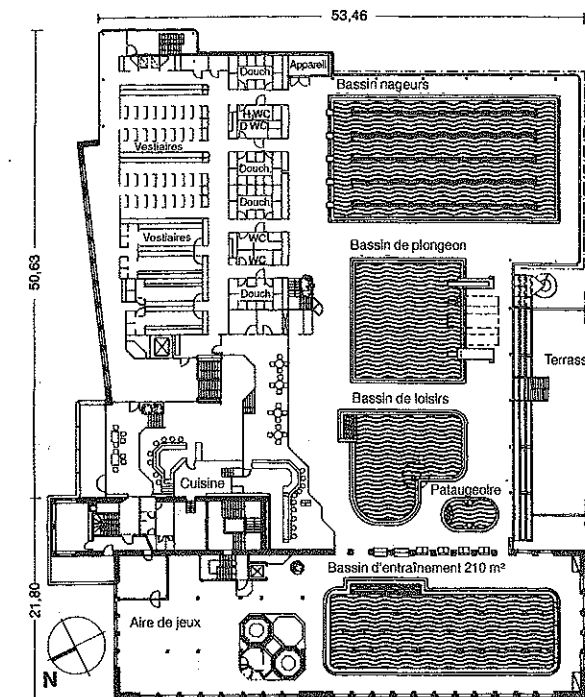
② Piscine du parc de loisirs Heveney.

Arch. : Aichele, Fiedler, Heller

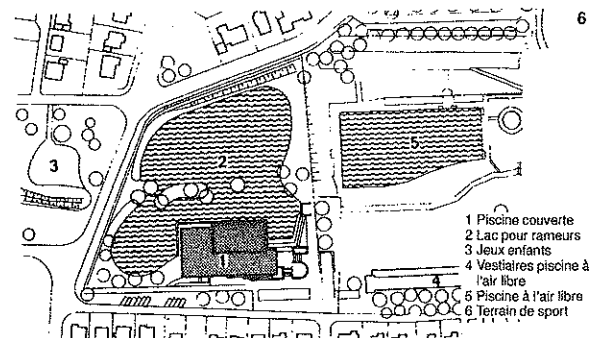


③ Piscine en plein air Bad Driburg.

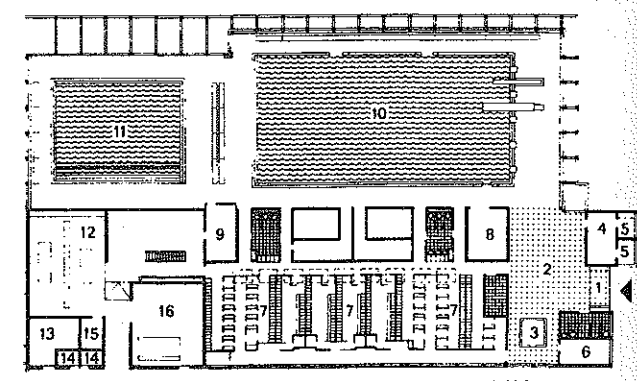
Arch. : Geller + Müller



1 Piscine municipale de Trèves. Arch. : Möller, Karnaiz & Bock

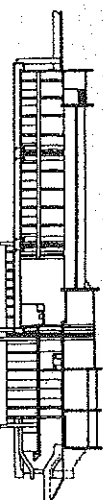


2 Piscine couverte et à l'air libre à Stuttgart. Arch. : J. Welz

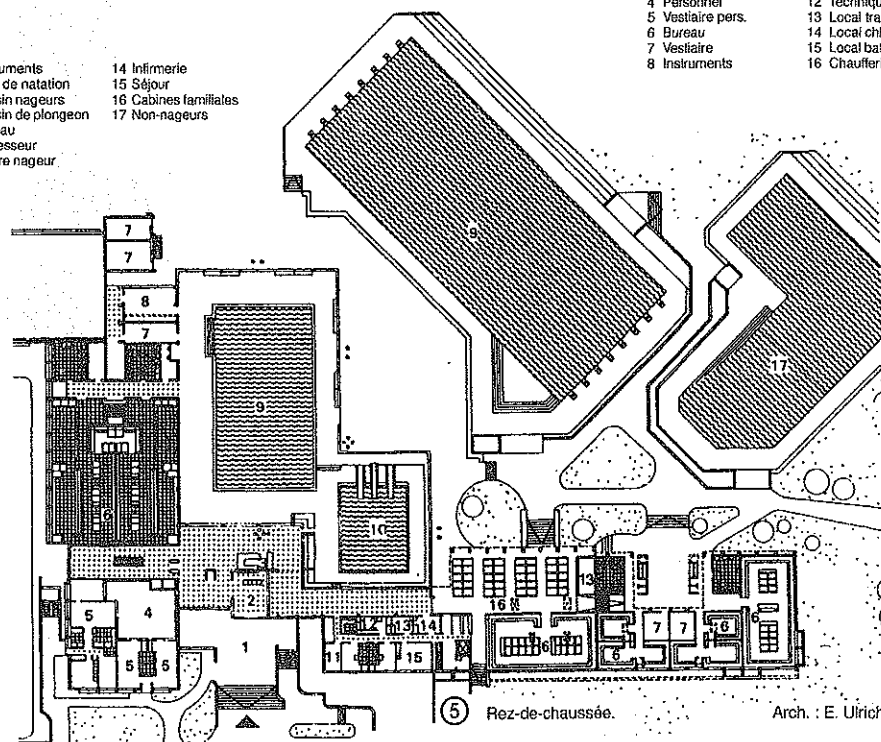


3 Plan de la piscine couverte.

- 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

PISCINES

PISCINES COUVERTES ET DE PLEIN AIR

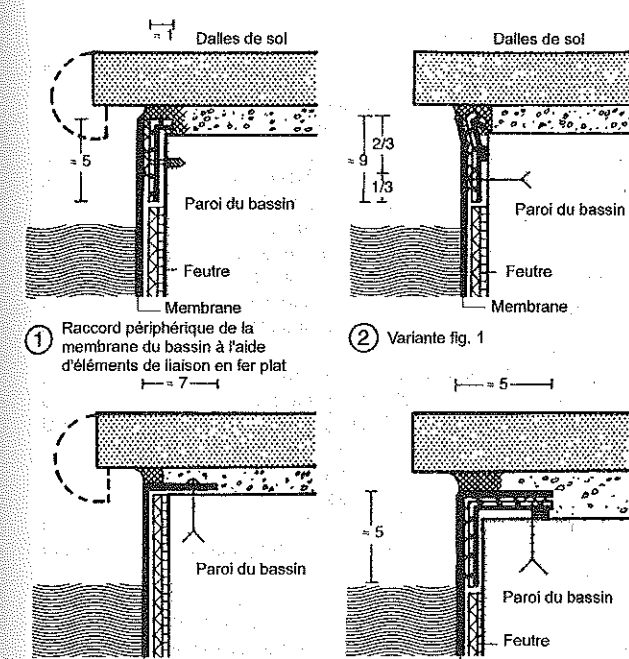
Principes généraux

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.

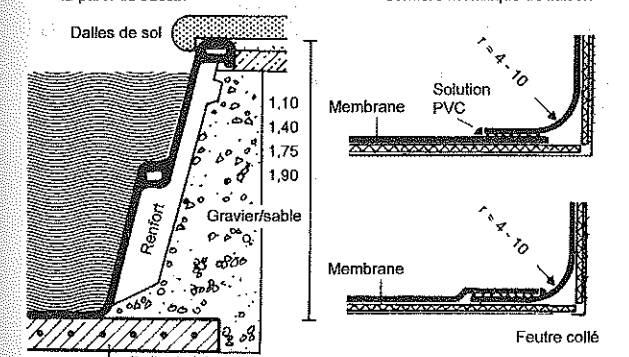
Il faut essayer de créer une relation entre la partie couverte et la partie à l'air libre. Meilleur rendement en demi-saison. Surveillance centrale et combinaison technique avantageuse. Zone de séjour avec restauration et autant que possible lien visuel avec les deux types de bassins.

L'accès à la piscine à l'air libre se fait par le hall d'entrée de la piscine couverte. Lors d'une affluente massive, il peut aussi se faire par l'entrée couverte, les caisses et le système de contrôle devraient si possible servir les deux accès.

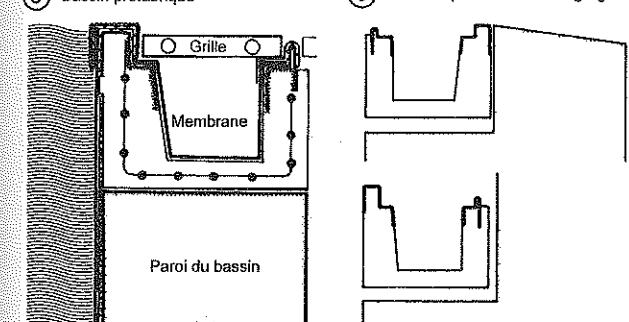
La proximité des bassins de piscine couverte et à l'air libre facilite une utilisation variable. Le lien entre les deux types de piscines, dans lequel il faut inclure le bassin extérieur non nageurs, peut s'effectuer par un passage où l'on peut nager, une entrée couverte avec rayonnement thermique ou une entrée fermée, de façon que le baigneur puisse atteindre un bassin extérieur sans contact avec l'air frais extérieur.



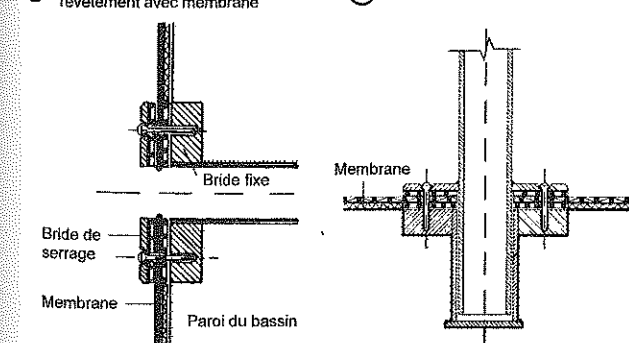
1 Raccord périphérique de la membrane du bassin à l'aide d'éléments de liaison en fer plat



2 Variante fig. 1



3 Membrane fixée directement sur la paroi du bassin



4 Raccord périphérique à l'aide d'une cornière métallique de liaison

PISCINES

PISCINES COUVERTES ET DE PLEIN AIR

Bassins avec membrane d'étanchéité : Des bassins de toutes formes et de toutes tailles peuvent recevoir ce revêtement, dans le cadre d'une construction neuve ou d'une rénovation (fig. 1 à 6). Pour sécuriser les escaliers, marches ou pataugeoires, on utilise des revêtements avec une surface à relief, structurée. Contre les infiltrations, les raccords à brides s'avèrent efficaces (fig. 9 et 10).

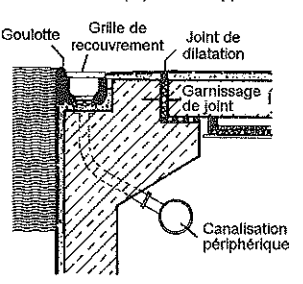
Pour la vidange du bassin : une pente régulière du sol de 5 %, au plus 10 %. Pour une soudure réussie des lés d'étanchéité, l'utilisation de profils de liaison en fer plat garantit les soudures des lés d'étanchéité (fig. 1 à 6).

Bassins préfabriqués monoblocs : l'implantation est conditionnée par le site. Dans ce cas, des grilles de dimensions sont préétablies.

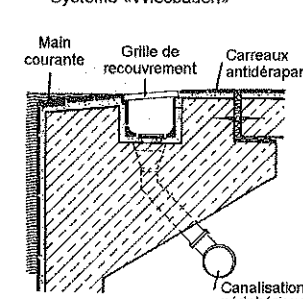
	Humidité relative de l'air				
	50%	60%	70%	80%	90%
Température de l'air	20°C	25°C	30°C	35°C	40°C
	R	M	R	M	R
24°C	21	13	0	0	0
26°C	48	53	21	163	0
28°C	294	269	218	163	143
30°C	96	104	66	31	36
32°C	378	353	302	247	227
34°C	157	145	123	81	89
36°C	471	446	395	339	320

Quantité spécifique d'eau évaporée (g/m²h) pour une piscine couverte : bassin inoccupé (R) et occupation maximale (M) selon Kappler

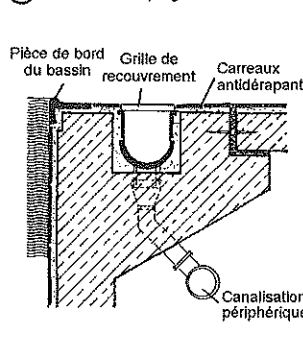
Exemple : température de l'eau 27 °C, seuil en service 36 mbar (30 °C/84 % hum.), seuil au repos 28 mbar (30 °C/65 % hum.)



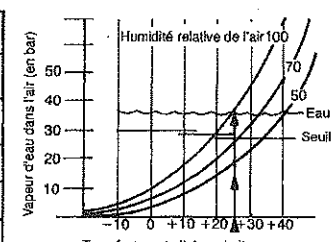
11 Bord supérieur du bassin avec goulotte à débordement. Système «Wiesbaden»



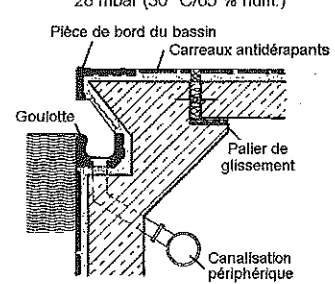
12 Goulotte de trop-plein. Système «Wiesbaden»



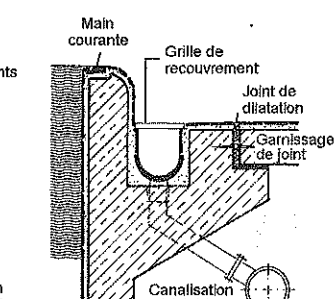
13 Goulotte sur plage finlandaise



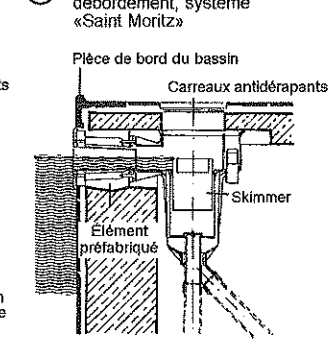
Seuil d'évaporation dans une piscine couverte : bassin occupé (ligne sup.), au repos (ligne inf.). Exemple : température de l'eau 27 °C, seuil en service 36 mbar (30 °C/84 % hum.), seuil au repos 28 mbar (30 °C/65 % hum.)



14 Système de goulotte à débordement, système «Saint Moritz»



15 Goulotte sur plage à débordement avec pièce de bord du bassin et conduite d'écoulement



16 Aspiration superficielle (skimmer)

REMISE EN FORME, AQUATHÉRAPIE

SAUNAS

Le sauna est un local indépendant ou aménagé à l'intérieur d'un bâtiment dans lequel on prend un bain de chaleur sèche à une température comprise entre 70 °C et 100 °C, pour son bien-être et sa santé. La pratique du sauna est une tradition sociale et familiale très développée en Scandinavie et surtout en Finlande.

Le phénomène de sudation dans un air chaud et sec, avec beaucoup de vapeur d'eau pure à intervalles réguliers en versant de l'eau sur des pierres chauffées, par alternance de sécheresse et d'humidité amène une forte tension de la peau. On la favorise encore en entrecoupant le bain chaud par des douches ou bain froids, suivis de massage et de repos.

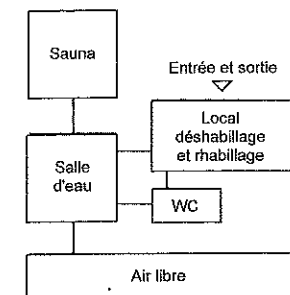
Toutes sortes de dimensions et de formes (rondes, hexagonales, octogonales...) sont possibles pour les saunas. Il faut prévoir une pièce pour se rafraîchir (douche, jet d'eau, bassin d'immersion) ainsi qu'un lieu de repos. Cette zone doit être équipée de sièges et sans y prévoir d'activités physiques. Pour les saunas publics, prévoir en plus de l'espace de repos, un vestiaire et une salle de massage.

Un poêle chauffe le sauna ; il est électrique ou à bois. Le poêle chauffe des pierres spéciales dans un réceptacle situé à l'intérieur du sauna.

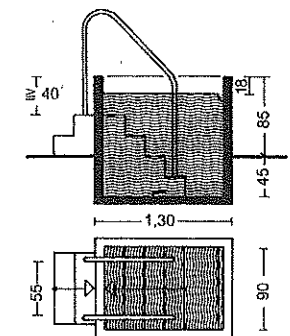
Un bassin d'immersion est appréciable après un passage au sauna, (fig. 3 et 4). Sa profondeur maximum est de 1,20 m. Le bain de pieds chaud est une composante importante des séances de sauna. Des petits bassins avec des sièges y sont nécessaires (fig. 2).

Température ambiante : dans les vestiaires de 20 °C à 22 °C, dans la salle de douche avant entrée de 24 °C à 26 °C, dans la salle pour se rafraîchir (eau froide) moins de 18 °C à 20 °C, dans les salles de repos et de massage de 20 °C à 22 °C.

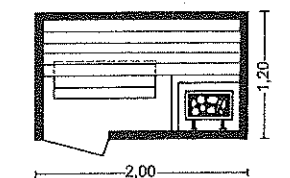
Humidité de l'air : à 100 °C : 2-5 % d'humidité, à 80 °C : 3-10 % d'humidité, à 70 °C : 5-15 % d'humidité, à 60 °C : 8-28 % d'humidité.



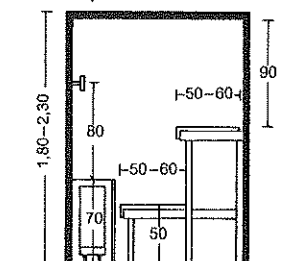
1 Schéma de fonctionnement d'un sauna privé



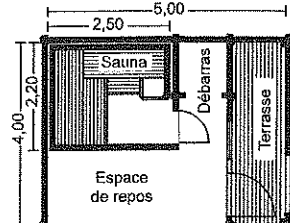
3 Bassin d'immersion



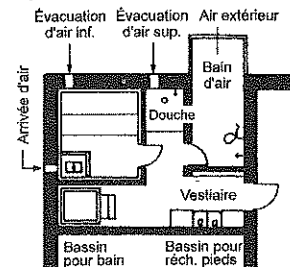
5 Sauna pour 1 pers. couchée et 2 pers. assises



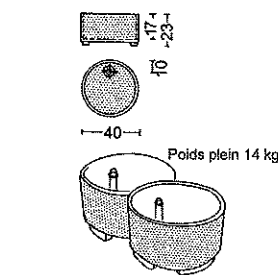
7 Coupe transversale



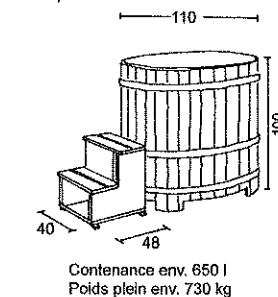
9 Sauna dans cabane en rondins



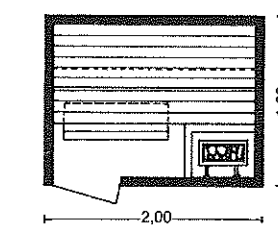
11 Sauna dans une maison



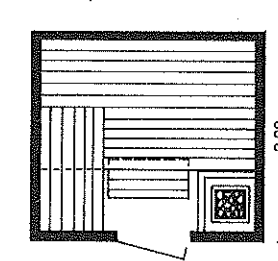
2 Petits bassins pour bain de pieds chaud



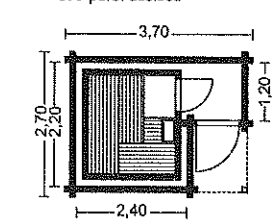
4 Baquet d'immersion en bois



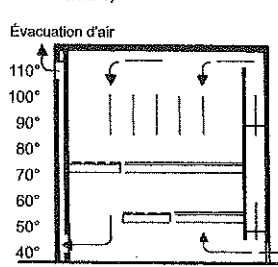
6 Sauna pour 2 pers. couchées et 3 pers. assises



8 Sauna pour 3 pers. couchées et 5 pers. assises



10 Sauna de jardin (cabane en rondins)



12 Coupe transversale d'un sauna avec chauffage indirect (Bemberg)

- 1 Douche
- 2 Bain de vapeur
- 3 Technique
- 4 Sauna
- 5 Lampes UV
- 6 Coin pour s'asseoir et se reposer

13 Sauna d'environ 30 m² en sous-sol, pour 4 à 6 personnes

- 1 Sauna
- 2 Salle de massage et de toilette
- 3 Vestiaire
- 4 Véranda
- 5 Bücher
- 6 Placard
- 7 Fournneau
- 8 Chaudière
- 9 Baquet

14 Sauna

- 1 Coin pour s'asseoir et s'allonger
- 2 Sauna
- 3 Douche
- 4 Bassin d'immersion
- 5 Bain de pieds
- 6 WC
- 7 Lampes UV
- 8 Échelle
- 9 Vélo avec compteur

15 Sauna d'environ 35 m² indépendant, pour 4 à 6 personnes

REMISE EN FORME, AQUATHÉRAPIE

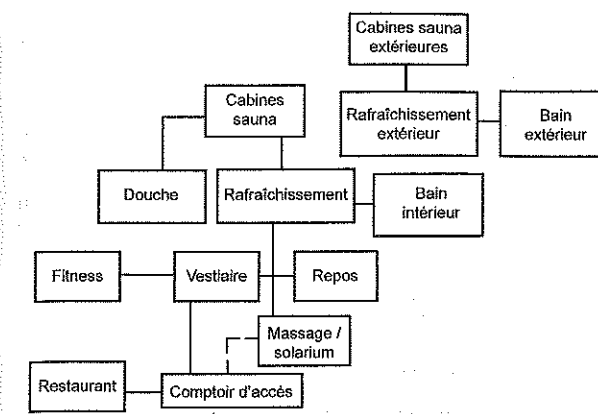
SPA

Spa est le terme désigné pour des installations de santé et de bien-être. Dans ce domaine on trouve des installations de sauna, de massage, un solarium, des moyens de détente et de repos, des équipements de fitness et d'entraînement physique, y compris une piscine couverte et/ou ouverte.

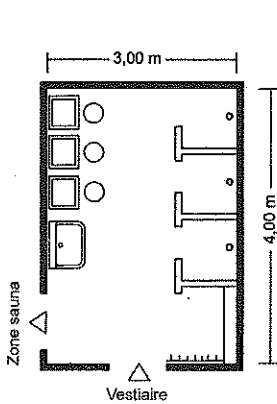
Une installation de sauna ouverte au public (tailles III et IV, fig. 10) dispose de (fig. 9) : vestiaire, espace de douche prise avant l'entrée dans le sauna, cabines de sauna, zone de repos et détente, et des espaces complémentaires pour le personnel, l'enregistrement, la caisse, un local sanitaire pour le personnel et les clients. Dans les spas, on voit de plus en plus d'équipements complémentaires pour le fitness, en lien avec une piscine et un lieu de petite restauration.

L'espace de douche avant l'entrée dans le sauna sert à laver et préparer le corps (fig. 2 et 3).

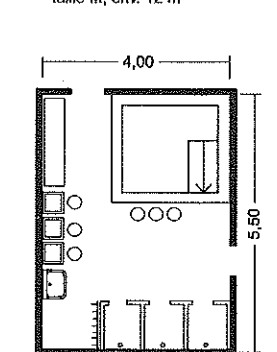
L'espace de rafraîchissement sert au refroidissement du corps après une séance de sauna, soit à l'aide d'air frais, soit à l'aide d'eau froide, par jet d'eau, par douche, par immersion dans un bassin ou encore dans un pédiluve à eau tempérée (fig. 4 à 9).



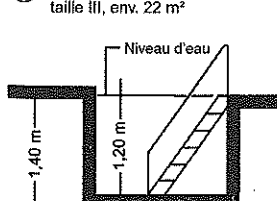
1 Schéma des fonctions d'un sauna



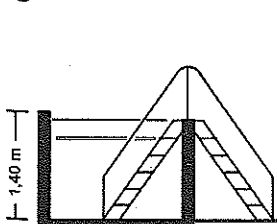
2 Espace douche et ablutions, taille III, env. 12 m²



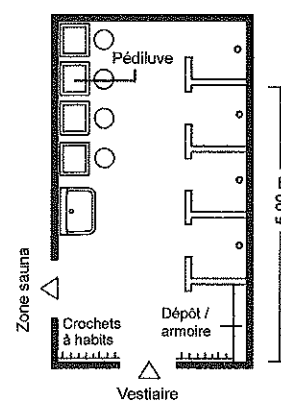
4 Espace de rafraîchissement, taille III, env. 22 m²



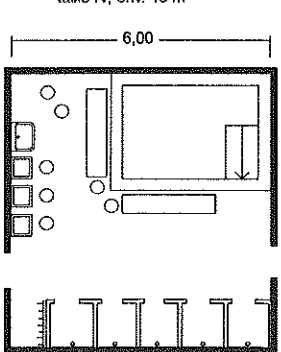
6 Bassin de rafraîchissement enterré



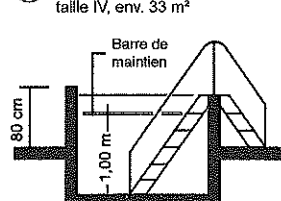
8 Bassin de rafraîchissement hors sol



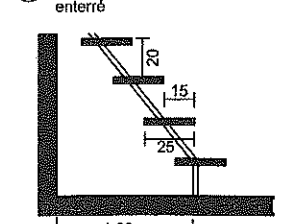
3 Espace douche et ablutions, taille IV, env. 15 m²



5 Espace de rafraîchissement, taille IV, env. 33 m²



7 Bassin de rafraîchissement demi-enterré



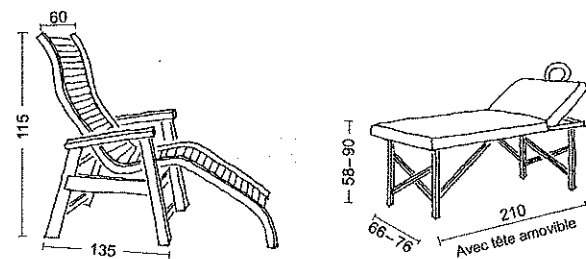
9 Marches d'escalier à l'intérieur du bassin

Taille	Nb. places assises	Type d'usage
I	2-4	Individuel ou familial
II	4-5	Faminal
III	6-10	Professionnel
IV	11-15	Professionnel plus important

Type de pièce	Taille	Taille moyenne de la pièce en m²	Surface du sauna en m²
Sauna individuel		1,0-4,0	0,85-0,80
Sauna	I	1,0-4,0	0,85-0,80
	II	7,0-11,0	0,87-1,10
	III	12,0-17,0	1,10-1,13
	IV	17,5-21,0	1,15-1,05
Salle fraîche	II	16,0	2,0
	III	22,0	1,83
	IV	30,5	1,81
	IV	17,0	1,0
Coin aspersion	II	9,0	1,25
	III	12,0	1,0
	IV	17,0	1,0
	IV	34,0	2,0
Vestiaire	II	16,0	2,0
	III	24,0	2,0
	IV	34,0	2,0
	IV	27,0	1,60
Salle de repos	II	13,2	1,65
	III	18,0	1,50
	IV	27,0	1,60

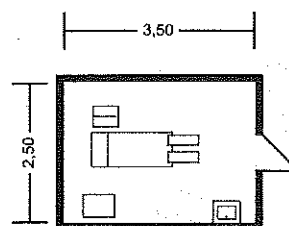
Dimensions des locaux	Taille			
	I	II	III	IV
Nombre de places par sauna	2-3	4-5	6-10	10-15
Surface utile en m²	1,7-2,2	2,4-4,0	5,0-10,0	8-13
Taille de la cabine en m² par personne	1,7-2,3	1,2-1,6	2,0-2,4	1,8-2,0
Hauteur des lampes (en m)	2,00	2,10	2,40	2,40

10 Dimensions nécessaires pour différents saunas

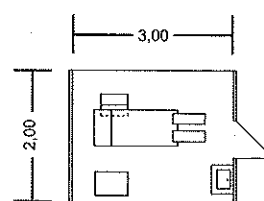


1 Siège ergonomique, en position fauteuil, longueur en position couchette : 1,70-1,90 m

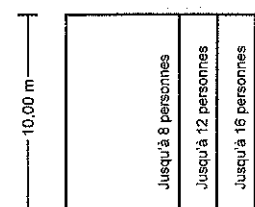
2 Table de massage à tête amovible



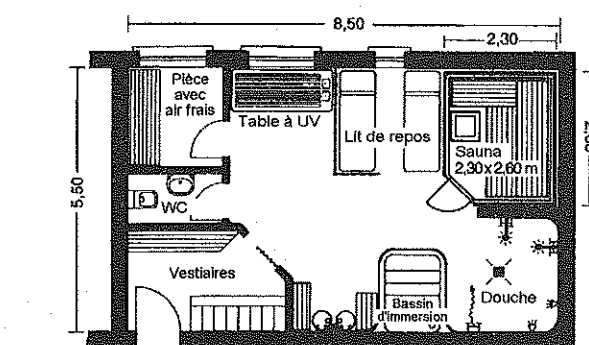
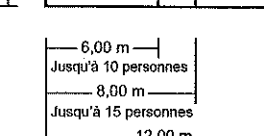
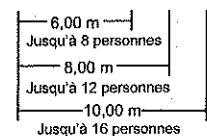
3 Espace de massage 8,75 m², clos par parois en dur



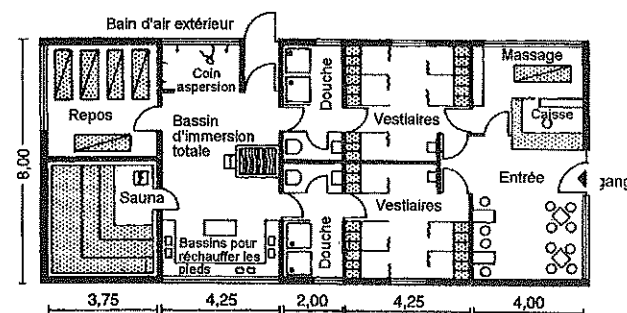
4 Cabine de massage 6,00 m², à rideaux de séparation



5 Dimensions des bassins de sauna pour nager ou pour petits mouvements (selon capacités d'utilisation)



6 Sauna dans un hôtel 5,50 x 8,50 m



7 Plan d'un sauna pour 30 personnes

REMISE EN FORME, AQUATHÉRAPIE SAUNAS / BIEN-ÊTRE

Espace de relaxation

Il sert de lieu de détente en alternance à des expositions en sauna et en fin de sauna. Il doit être bien ventilé et offrir une vue sur l'extérieur, prévoir une bonne absorption phonique dans les choix des matériaux de surfaces afin d'assurer une tranquillité et une détente parfaites.

Solarium : Chaque place de repos nécessite une surface d'environ 0,80 m x 2,00 m. Le passage entre deux places nécessite 0,40 m de largeur.

Types de bassins et dimensions (fig. 5)

Bassins jacuzzis : Ils servent à la détente et au repos, 1,00 m maximum de hauteur d'eau.

Bassins d'exercices : Pour la détente, la reconstitution, la gymnastique aquatique, la relaxation, la santé préventive, 1,50 m maximum de hauteur d'eau et surface variable entre 25 et 60 m².

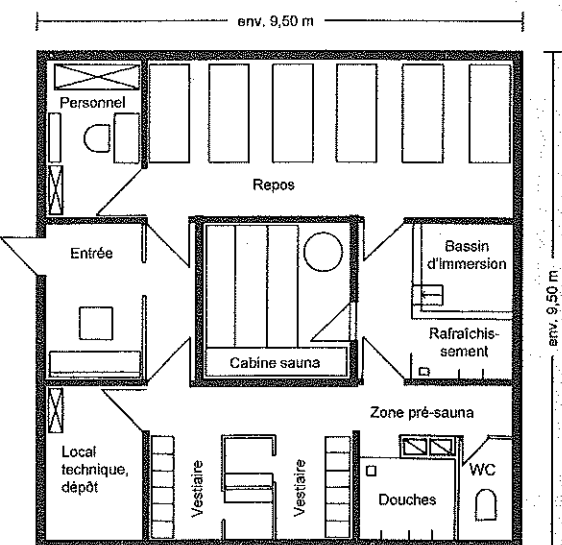
Bassins d'eau salée : Eau contenant du sel, au minimum 5,5 g de sodium et 8,5 g de chlore par litre.

Bassins minéraux : Eau contenant des minéraux, au minimum 1 g par litre.

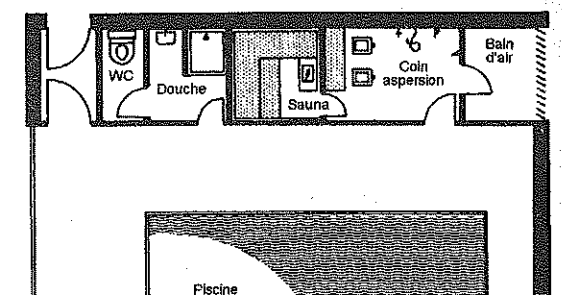
Bassins thermaux : Eau d'une température naturelle de plus de 20 °C. Ces bassins ne servant pas à nager, ils peuvent être réalisés selon des formes variées, en lien avec leur usage.

Surface de la cabine de sauna (m²)	Surface de l'ouverture de l'apport d'air (cm²)	Surface de l'ouverture de l'évacuation d'air (cm²)
5	100	70
10	150	105
15	200	140
20	250	175

8 Dimensions des ouvertures de ventilation en rapport avec la surface d'une cabine de sauna



9 Plan d'une unité de sauna avec douche avant exposition et local de rafraîchissement après exposition, pour environ 12 personnes, env. 90 m²



10 Sauna et piscine couverte

SALLES DE JEU DÉTAILS DE CONCEPTION

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).

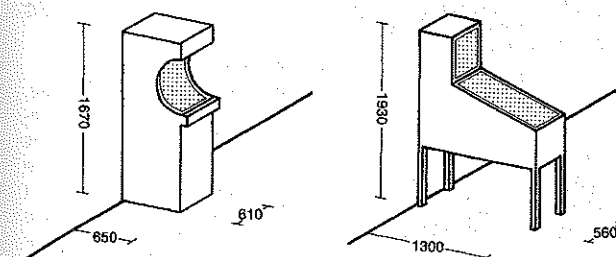
On comptabilise dans la surface de base les débarras, les couloirs, les toilettes, les vestibules et les escaliers à l'exception du perron.

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.

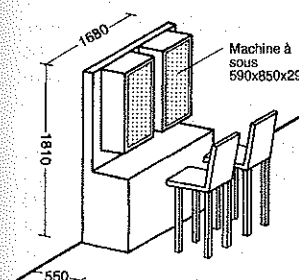
Autres jeux uniquement si le gain est financier. Des jeux sans nécessité d'autorisation ne peuvent être organisés dans des salles de jeux. Des salles de jeux annexes peuvent disposer d'installations sanitaires communes (fig. 9).

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.

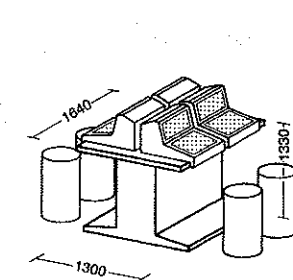


1 Jeu vidéo.

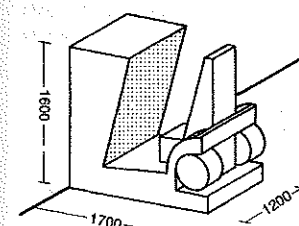
2 Flipper.



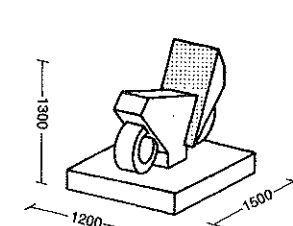
3 Stands de machines à sous.



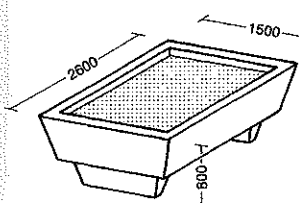
4 Jeu de cartes.



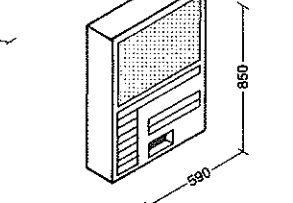
5 Simulateur de conduite.



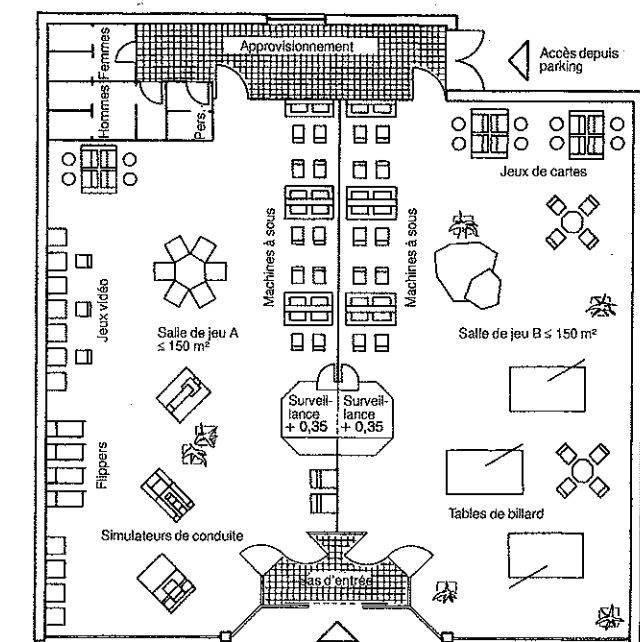
6 Simulateur de conduite.



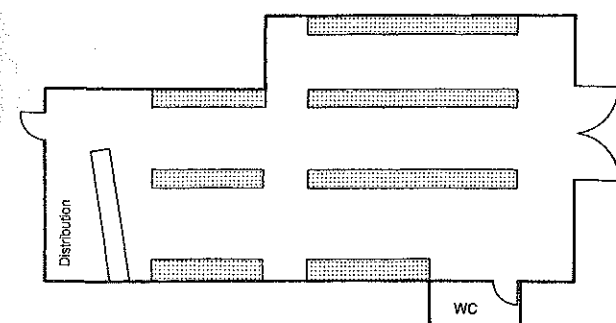
7 Table de billard.



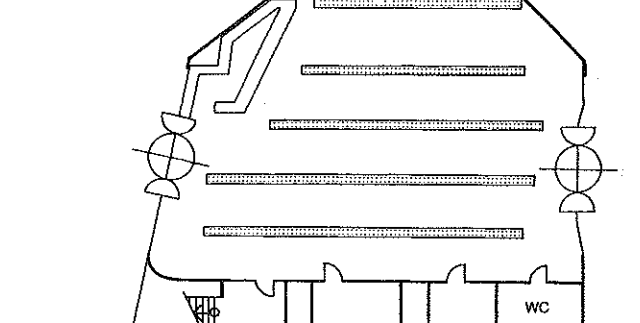
8 Machine à sous.



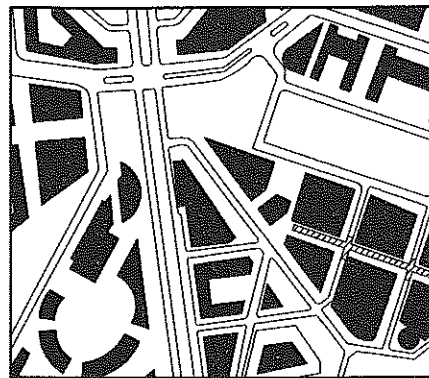
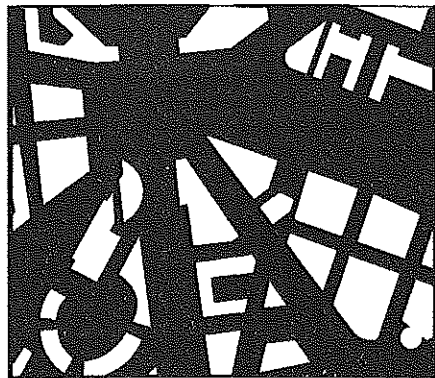
9 Plan d'une salle de jeu A + B.



10 Salle de jeu « Pachinko » au Japon.



11 Salle de jeu « Pachinko » au Japon.



ROUTES ET RUES

RUES

Conception

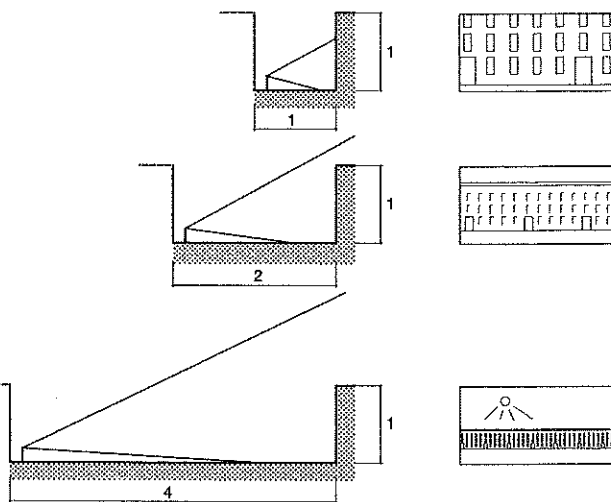
Les rues et le bâti qui les délimite, forment l'espace de la rue. La présentation de ces espaces dans les vues en plan est rendue très lisible par un poché noir pour les rues et les places alors que le bâti reste blanc (fig 1). La distance et la hauteur de bâtiments situés en vis-à-vis influencent l'effet d'espace de la rue. Conditionné par l'angle de vue d'environ 45°, l'effet d'espace varie, pouvant être fermé ou clos, en tranchée, en forme de place, ouvert (fig 2). La conception des espaces de rues, outre leur finalité de résoudre les problèmes de circulation et de réseaux de distribution, permet de leur donner une identité, de créer un repérage urbain et de proposer une qualité propre au lieu. L'identité naît d'une mise en valeur de caractéristiques locales et de relations à la topographie, par des points de vue ou des perspectives. Des lieux qui ne peuvent être confondus améliorent l'orientation et favorisent des possibilités d'identification. Outre les façades d'immeubles, ce sont les arbres qui sont le facteur le plus fort de création d'espace. Ils permettent même la délimitation de l'espace de la rue vers le haut. Les arbres peuvent conduire le regard, créer une échelle de grandeurs et combler des vides (fig 5).

- 1 Les espaces urbains et de rues sont rendus lisibles lorsque l'espace est poché noir, étant donné que l'œil perçoit les surfaces noires comme étant des ensembles cohérents, alors que le blanc est perçu comme étant une réservation.

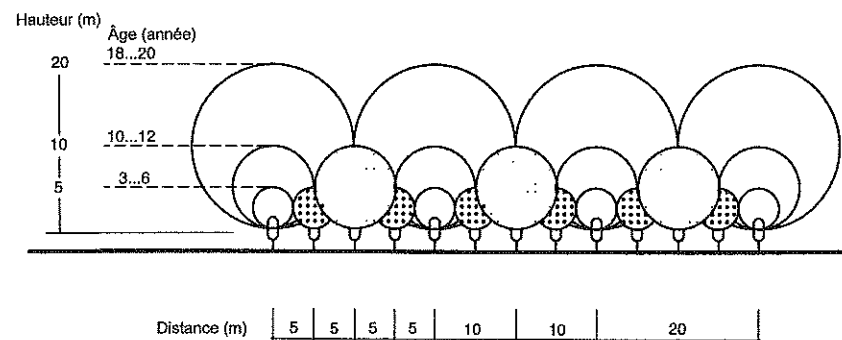
Le ratio d'éléments limitatifs d'espace se trouvant dans le champ de vision produit le caractère ouvert ou fermé dans l'espace de rue. De même, la perception des détails de modénature façonnant la forme est dépendante de la distance au bâtiment. (page 50)

À partir de la formule en page 50, il est possible d'établir la relation entre la distance d'un piéton (d'un observateur) au bâtiment et l'échelle de représentation du bâtiment. Le degré d'élaboration du détail d'une échelle peut être mis en rapport avec la distance entre l'observateur et l'objet considéré. La relation de l'échelle à la distance se retrouve globalement dans la formule :

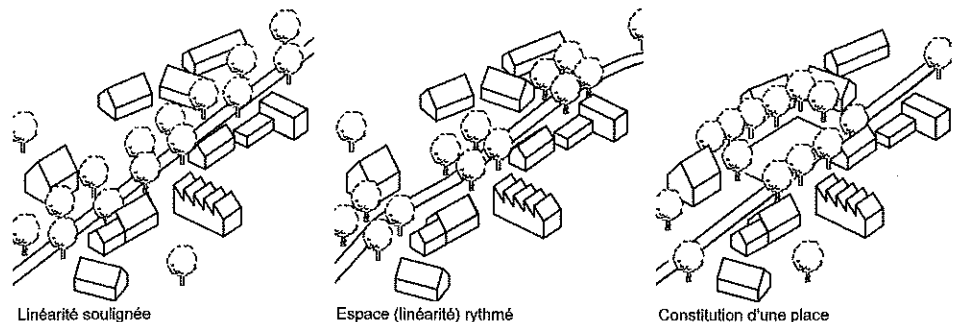
Éch. 1 : 100 120 à 170 m
Éch. 1 : 50 50 à 80 m
Éch. 1 : 20 10 à 20 m



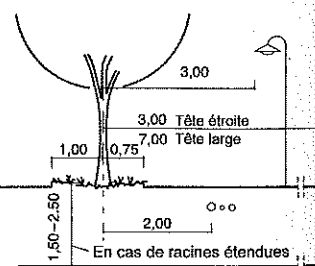
- 2 Le rapport de largeur par hauteur détermine l'effet de l'espace de rue.



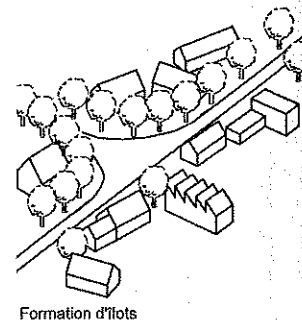
- 3 Dans le choix des distances à établir entre des plants, il convient de tenir compte de la place exigible dans le développement de grands arbres.



- 5 Articulation d'un espace disparate par des arbres.



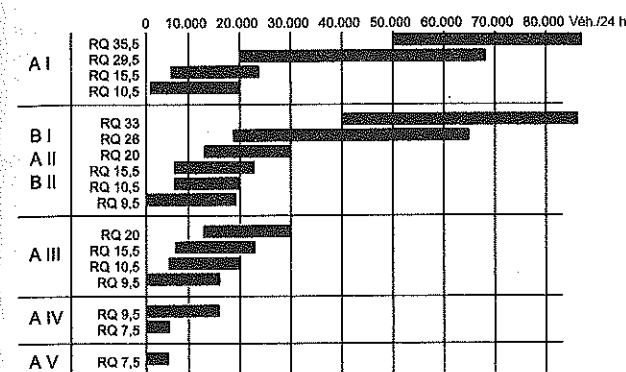
- 4 Distance des arbres à d'autres éléments (de mobilier) d'équipement urbain.



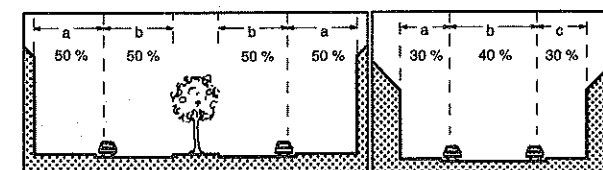
Groupe de catégories	Degré du type de liaison	À l'intérieur de zones bâties				
		Terrains non construits		Terrains bâtis		
		Liaison ou voirie		Accès	Occupation du lieu	
		A	B	C	D	E
Liaison routière à grand espace	I	A I	B I	C I	D I	E I
Voie de communication inter-régionale/régionale	II	A II	B II	C II	D II	E II
Voie de liaison de communes	III	A III	B III	C III	D III	E III
Voie desservant une zone à viabiliser	IV	A IV	B IV	C IV	D IV	E IV
Voie secondaire de liaison	V	A V	-	-	D V	E V
Cheminement de liaison	VI	A VI	-	-	-	E VI

RAS-Q, RAS-L EAHV 1993 EAE 1985/86

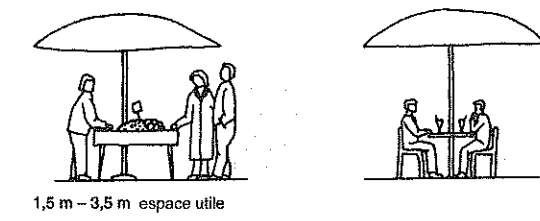
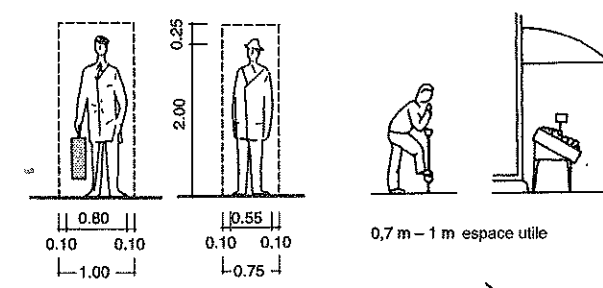
- 1 Tableau pour la définition (détermination) des catégories de rues (de voies)



- 2 Tableau de détermination du prospect (de la section transversale) de voies non bâties.



- 3 Rapport d'espace souhaitable entre surfaces automobiles et espaces piétons.



- 4 Dimensions de base pour les divers usages en zone piétonne.

ROUTES ET RUES

RUES

Classification

En tant que partie d'un réseau de circulation, la signification d'une rue dépend de sa fonction à l'intérieur de la structure du réseau. Dans la classification des rues, outre leur situation à l'intérieur ou à l'extérieur d'une agglomération, on distingue entre voirie libre de construction et voirie construite, puis en fonction de l'accessibilité aux propriétés placées le long de la voie.

Voie libre de construction

Ces voies servent presque exclusivement à la circulation des véhicules. Leur dimensionnement s'établit en fonction des vitesses moyennes prévues, de la nature des liaisons et de leur catégorie. Le tableau 1 répartit les types de voies en catégories. En fonction du nombre de véhicules attendus, on peut définir la section de la rue (voir p. 426, fig. 1).

Voie construite

Ces voies font partie du domaine public, qui, à côté des liaisons de circulation, assurent divers usages. Depuis les déplacements motorisés, les rues sont marquées par les exigences du trafic. Le projet urbain et les interventions relatives au trafic ont pour but d'obtenir un rapport équilibré entre le trafic routier et les autres fonctions importantes de l'espace de la rue. Ce sont par exemple :

- **aires de communication** : se promener, flâner, se reposer, manifester... ;
- **aires de jeux** : rouler en vélo ou en roller, jouer à la balle, jouer à cache-cache ;
- **usage commercial** : étals de marché, terrasses de cafés et de restaurants ;
- **espaces verts** : production d'oxygène, fixation de la poussière et de la pollution, amélioration du microclimat.

Éléments constitutifs de la coupe d'une rue

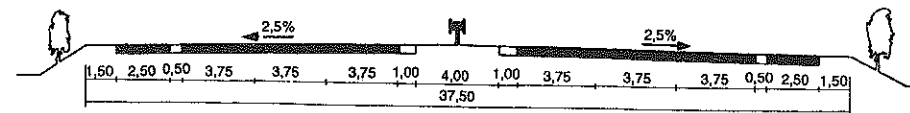
Les différents usages de l'espace de la rue servent de base à sa conception. L'espace de circulation est dimensionné à partir d'un espace latéral utile aux usagers en plus de la voie de circulation elle-même, déterminée en fonction de la vitesse. Conjointement avec un espace de sécurité qui ne doit être encombré d'aucun obstacle fixe, il en découle la délimitation de l'espace libre de la rue (voir p. 427). Pour la définition du profil de l'espace de la rue, il existe des recommandations pour le tracé des voies principales de circulation et pour le tracé de voies de dessertes, soit une quantité de critères qui devraient permettre une adaptation différenciée de l'espace disponible aux différents besoins.

Les critères de différenciation importants sont :

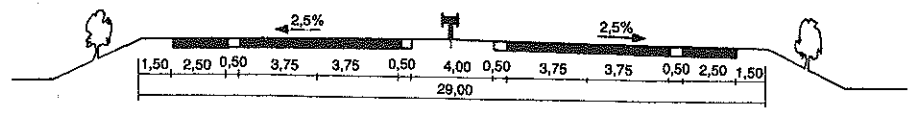
- les **types de zones** sont différenciées en périmètres de centre ville, quartiers en bâti ancien proche du centre ville, quartiers d'habitation (résidentiels), zones industrielles et commerciales, et en hameaux villageois (zones rurales) ;
- la **nature des voies de liaison** : routes principales de circulation, voies de dessertes principales, voies de dessertes pour riverains, voies pour riverains ;
- les **besoins en parcs et espaces verts** ;
- la **nature et la fréquence du transport en commun de proximité** ;
- les **types d'utilisation des aires piétonnes** : à côté d'aires de circulation piétonnes elles proposent des espaces pour des fonctions sociales et de communication des espaces de rues.

Après évaluation de ces facteurs il sera arrêté quels gabarits de véhicules et à quelles vitesses ces véhicules pourront emprunter ces rues. Des différents cas considérés résultera la largeur exigible des voies (voir p. 427).

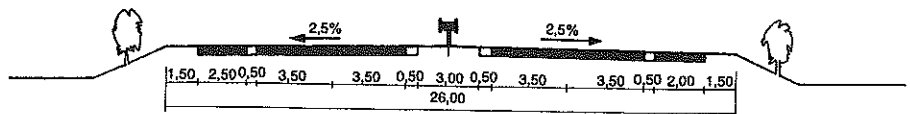
ROUTES ET RUES AUTOROUTES



① Coupe transversale normalisée sur une autoroute à six voies (RQ 37,50) à 6 ms.

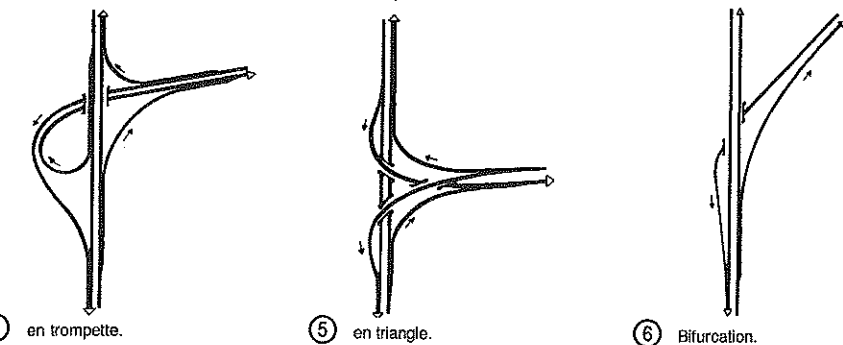


② Coupe transversale normalisée sur une autoroute à quatre voies (RQ 29,00, RQ 26) à 4 ms.

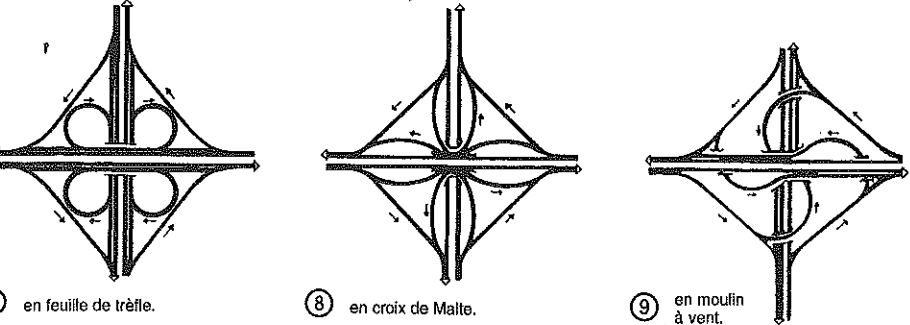


③ Coupe transversale normalisée sur une autoroute à quatre voies (RQ 29,00, RQ 26) à 4 ms.

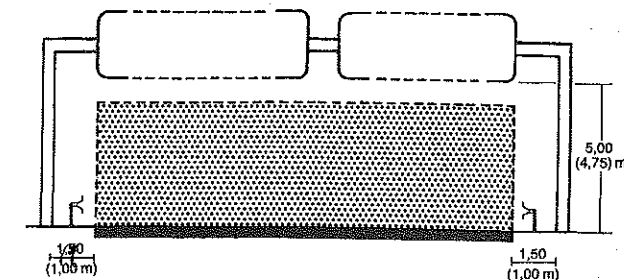
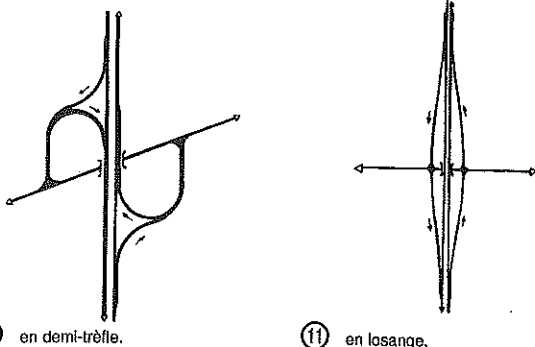
Échangeurs d'autoroute (trois branches)



Échangeurs d'autoroute (quatre branches)



Bretelles de raccordement d'autoroute (quatre branches)



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).

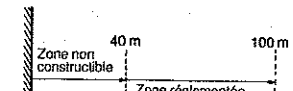
Les autoroutes sont reliées entre elles sans surélévation, par des nœuds de jonction à trois branches (fig. 4 à 6) ou à quatre branches (fig. 7 à 9) et équipées de bretelles pour l'accès et la sortie (fig. 10 à 11). Lors de la conception d'une nouvelle autoroute, l'aspect écologique occupe une place 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).

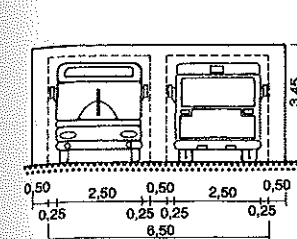
Les zones réglementées pour constructions ou modifications importantes d'une construction s'étendent à une distance de 40 à 100 m depuis le bord de la chaussée stabilisée de l'autoroute.

L'interdiction de construire s'applique à tout type de superstructure jusqu'à 40 m depuis le bord de la chaussée stabilisée (fig. 13).

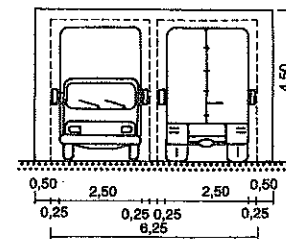


⑬ Interdiction de construire/construction réglementée.

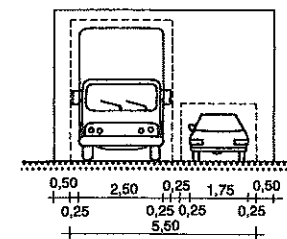
ROUTES ET RUES ESPACE NÉCESSAIRE À VITESSE RÉDUITE (50 KM/H)



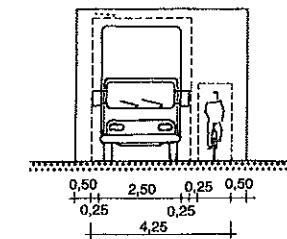
① Autocar / autocar.



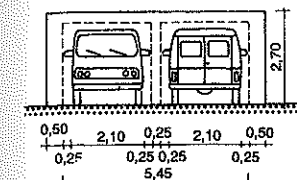
② Camion / camion.



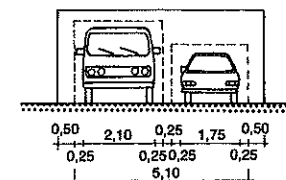
③ Camion / voiture.



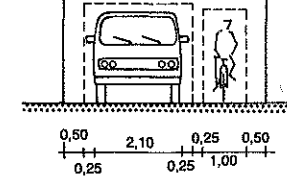
④ Camion / vélo.



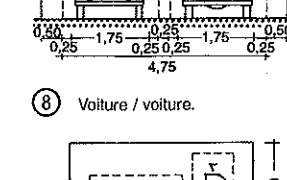
⑤ Camionnette / camionnette.



⑥ Camionnette / voiture.

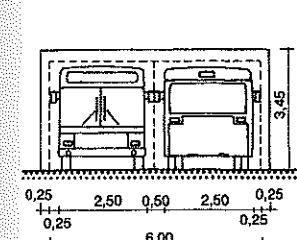


⑦ Camionnette / vélo.

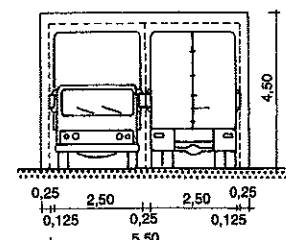


⑧ Voiture / voiture.

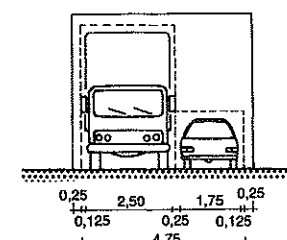
ESPACE NÉCESSAIRE À VITESSE RÉDUITE (moins de 40 KM/H)



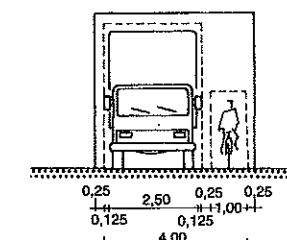
⑩ Autocar / autocar.



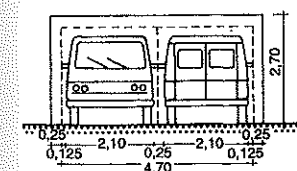
⑪ Camion / camion.



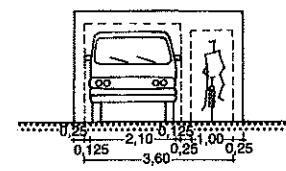
⑫ Camion / voiture.



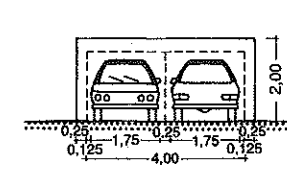
⑬ Camion / vélo.



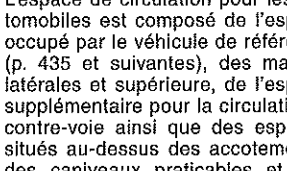
⑭ Camionnette / camionnette.



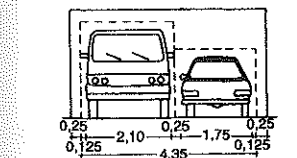
⑮ Camionnette / vélo.



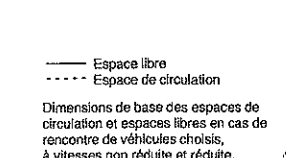
⑯ Voiture / voiture.



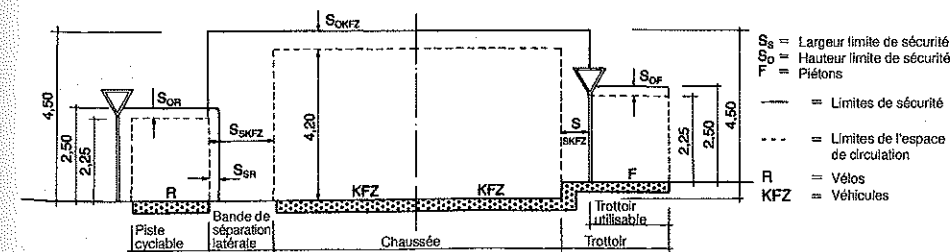
⑰ Voiture / vélo.



⑰ Camionnette / voiture.



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. 435 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 caniveaux 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 surpasseur. 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 0,25 m.

Circulation
Transports

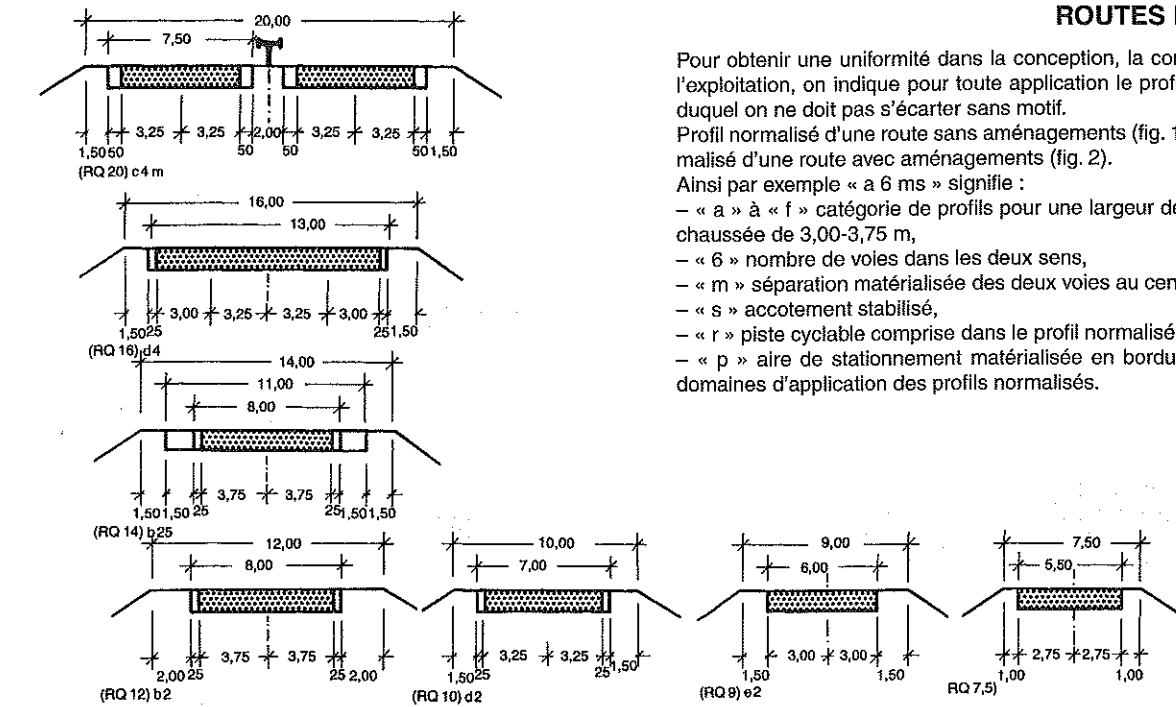
ROUTES ET RUES

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.

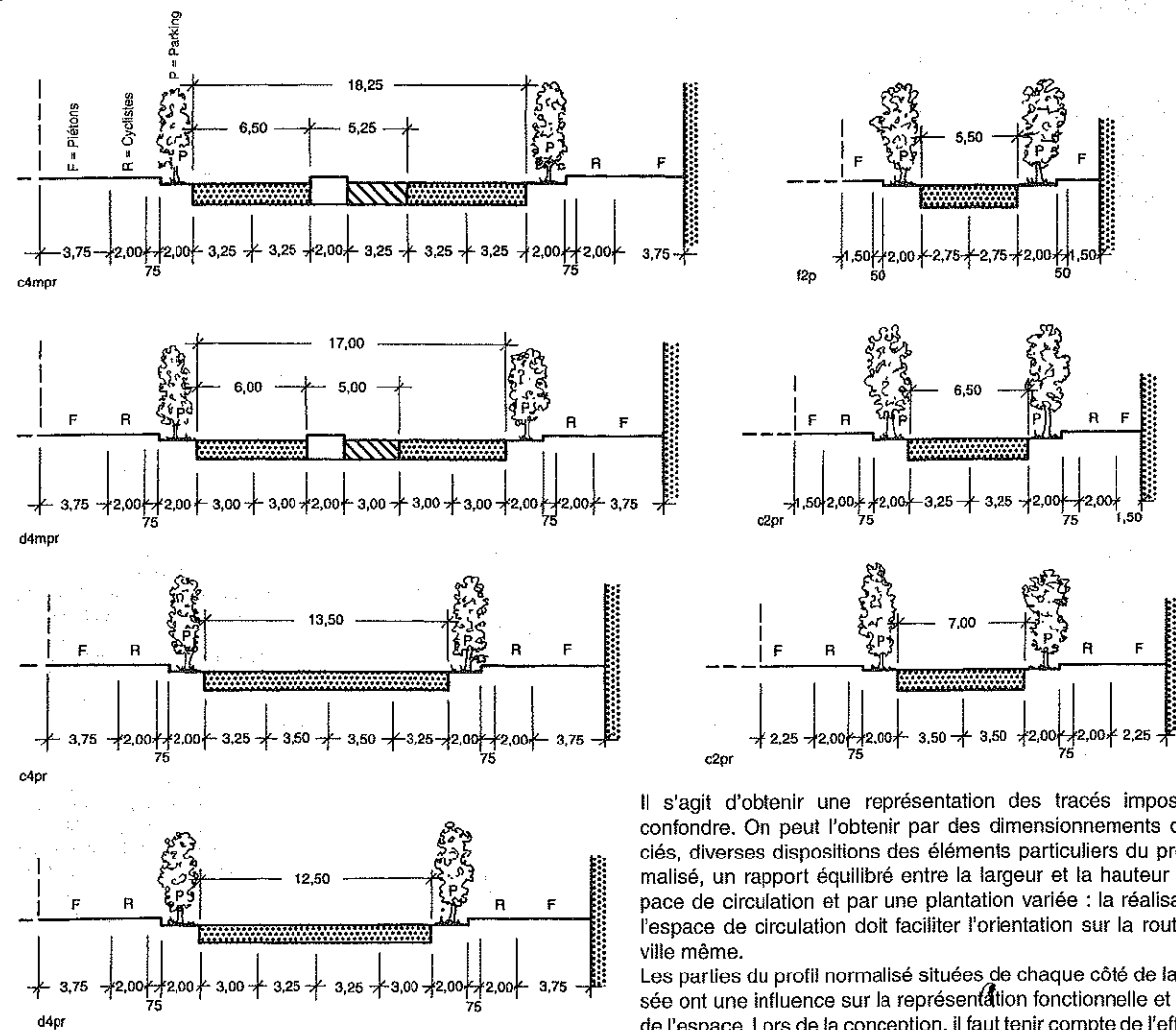
Profil normalisé d'une route sans aménagements (fig. 1). Profil normalisé d'une route avec aménagements (fig. 2).

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,
- « 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.



① Profil transversal normalisé d'une route sans aménagements extérieurs.



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.

ROUTES ET RUES EMBRANCHEMENTS ET INTERSECTIONS

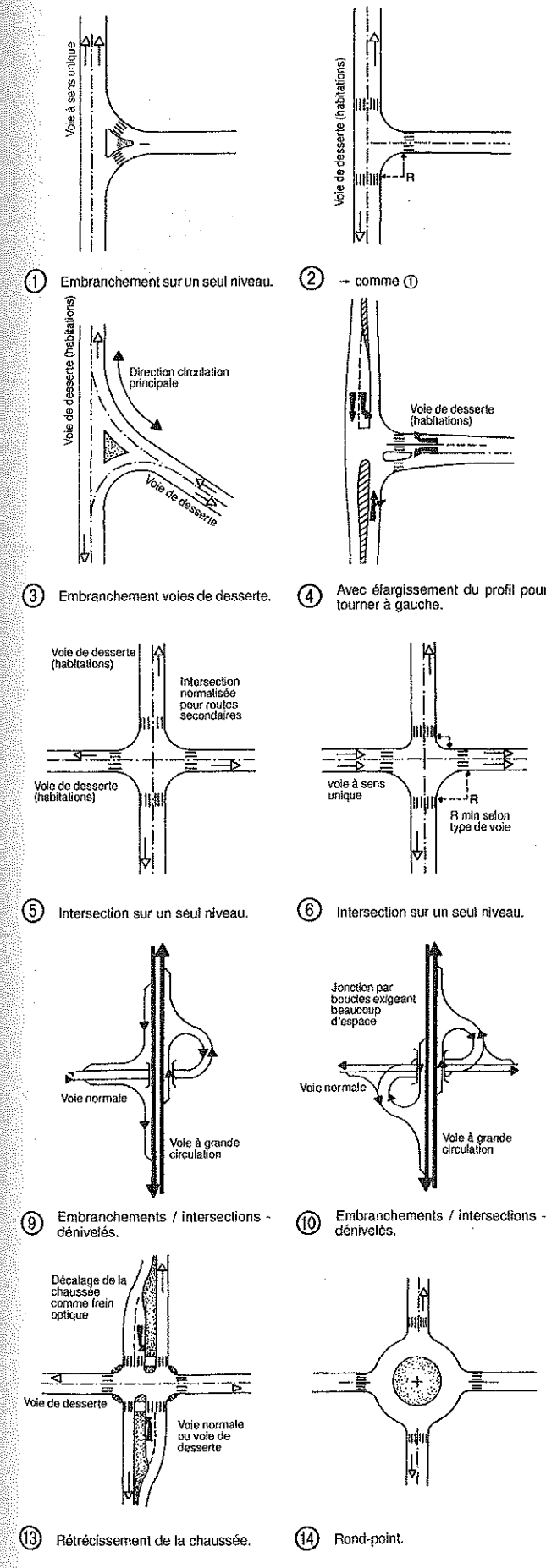
Dans certains pays, on opte rarement pour la solution des ronds-points (fig. 14 et 15). Dans d'autres pays, on les utilise fréquemment, étant donné la réduction du risque d'accidents graves qu'ils introduisent.

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).

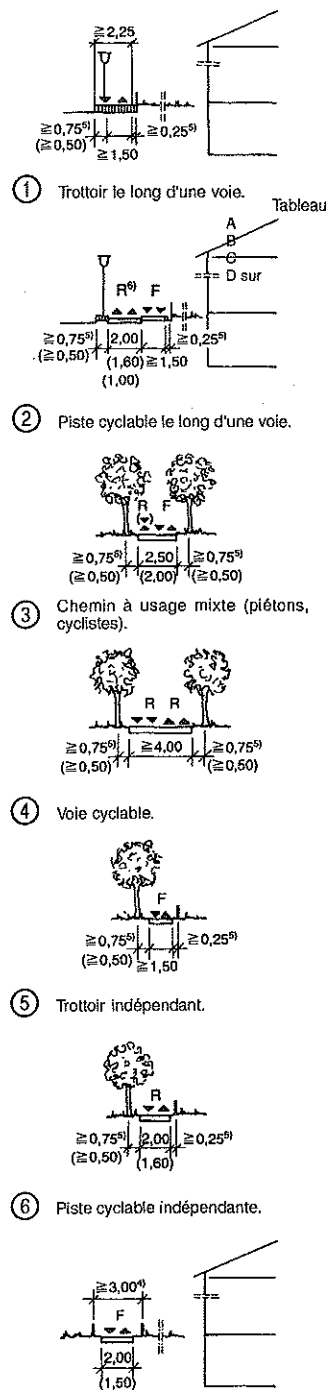
Les points de jonction des routes à deux voies sont d'habitude sur un seul niveau (avec ou sans feux).

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. 426 : Autoroutes).



Coups transversaux¹⁾
(Les valeurs entre parenthèses
sont des valeurs minimales pour
certaines zones de constructions)



Remarques:
1) De petites variations en largeur peuvent s'avérer nécessaires en fonction des dimensions des dalles.
2) $S_{max} = 0,5\%$ (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

1-7 Zones de circulation pour piétons et cyclistes.

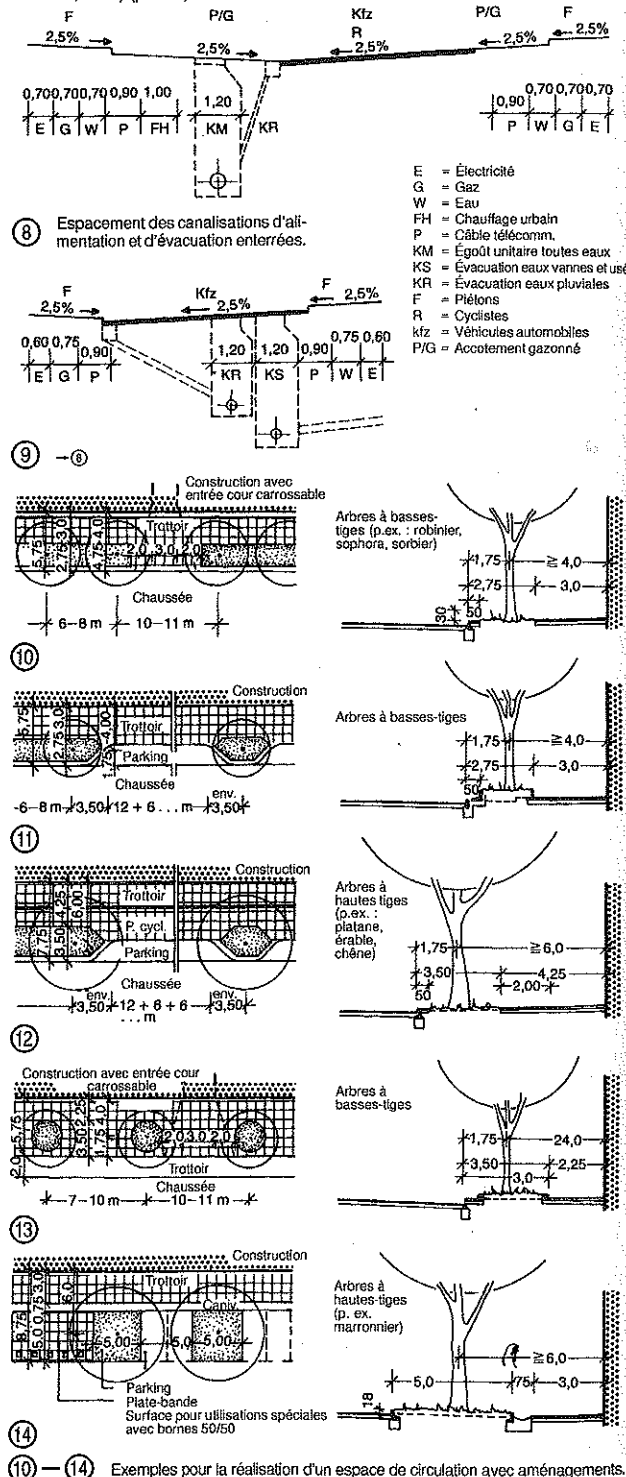
Valeurs des éléments d'étude				
R _{min} [m]	S _{max} [%]	H _{min} [m]	H _{max} [m]	Haut. libre min [m]
10 (2) ²⁾	6 (12) ³⁾	30	10	2,50
10 (2) ²⁾	3 (4 sur <250m) ⁴⁾ (8 sur <30m) ⁵⁾	30	10	2,50
10 (2) ²⁾	3 (4 sur <250m) ⁴⁾ (8 sur <30m) ⁵⁾	30	10	2,50
10 (2) ²⁾	6 (12) ³⁾	30	10	2,50
10 (2) ²⁾	3 (4 sur <250m) ⁴⁾ (8 sur <30m) ⁵⁾	30	10	2,50
10 (2) ²⁾	6 (12) ³⁾	30	10	3,50 (2,50)

1) Rayon de raccordement dans des zones de jonction.
2) Dans des cas exceptionnels
3) Abbréviations pour les figures 1 à 7.
F = Piétons
R = Cyclistes
R_t = Rayon du tournant
S = Pente longitudinale
H_t = Rayon de la courbe de raccordement au point haut
H_b = Rayon de la courbe de raccordement au point bas

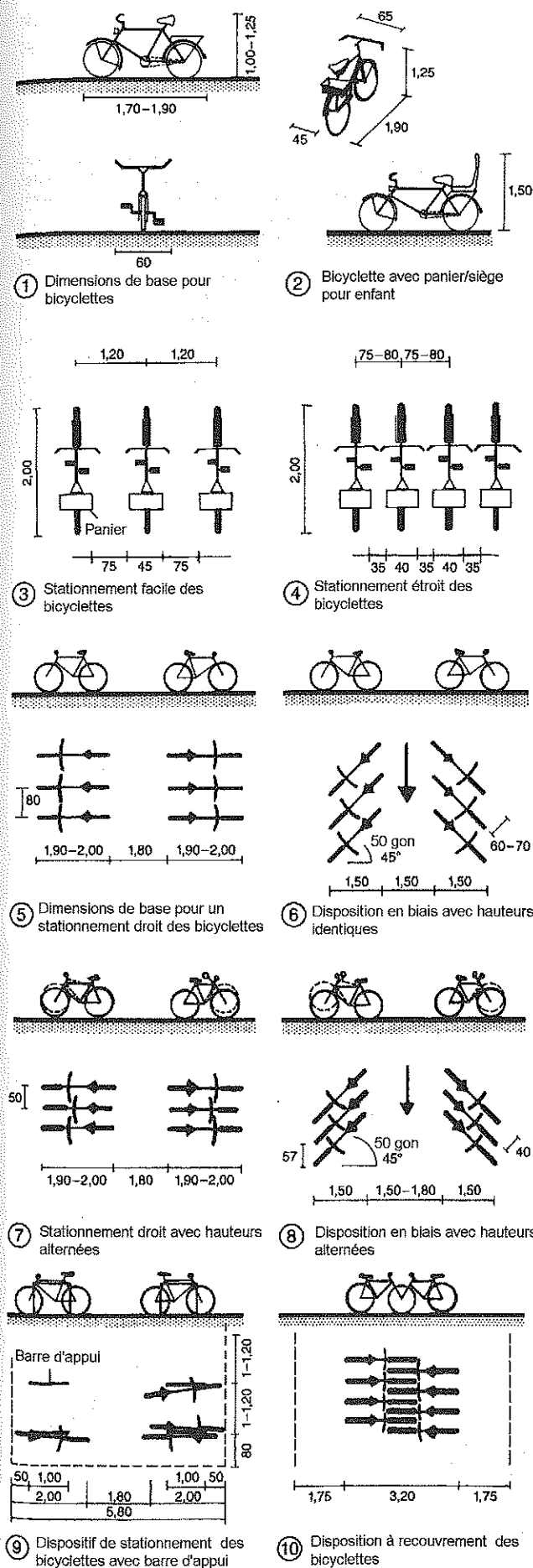
ROUTES ET RUES ZONES DE CIRCULATION POUR LES PIÉTONS ET LES CYCLISTES

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. 432).



10-14 Exemples pour la réalisation d'un espace de circulation avec aménagements.



ROUTES ET RUES CIRCULATION À BICYCLETTE

Dimensions de base des bicyclettes (fig. 1 et 2) : Tenir compte des papiers et des sièges d'enfants. Bicyclettes pour position allongée jusqu'à 2,35 m de long et tandems jusqu'à 2,60 m de long. Remorque pour bicyclette avec timon, environ 1,60 m de long et 1,00 m de large. Autres bicyclettes spéciales pour handicapés et pour transport de charges.

Rechercher un stationnement facile (fig. 3) : Un emplacement trop étroit entraîne des risques de blessures, de salissures et de dégâts en mettant l'antivol, en chargeant la bicyclette, en la rentrant ou la sortant de son emplacement.

Pour une répartition en deux rangées, une disposition avec recouvrement des roues économise de la surface. Par contre, une disposition avec alternance de hauteurs pose des problèmes de dégâts matériels (fig. 12).

Rechercher un nombre judicieux d'emplacements à partir des valeurs indicatives et du droit relatif aux constructions (fig. 11).

Un appui pour bicyclette doit assurer un soutien sûr, même si elle est chargée. Attacher, aussi souvent que possible, avec seulement un cadenas à étrier, ceinturant ensemble le dispositif de rangement, la roue avant et le cadre. À ce sujet les appuis de cadre sont très pratiques (fig. 9). Traverse intermédiaire pour les bicyclettes d'enfants.

Appuis de cadre généralement avec utilisation des deux côtés. Alors distance entre appuis de 1,20 m (fig. 9).

Largeur du couloir d'accès de 1,80 m (fig. 7 à 9). Prévoir des couloirs transversaux. Disposition d'ensemble la plus claire possible et orientation facile.

Surfaces de rangement supplémentaires pour remorques de bicyclettes et bicyclettes spéciales selon les besoins.

Appuis de bicyclettes sans possibilités convenables d'attache, seulement dans les espaces intérieurs avec peu de personnes autorisées à l'accès.

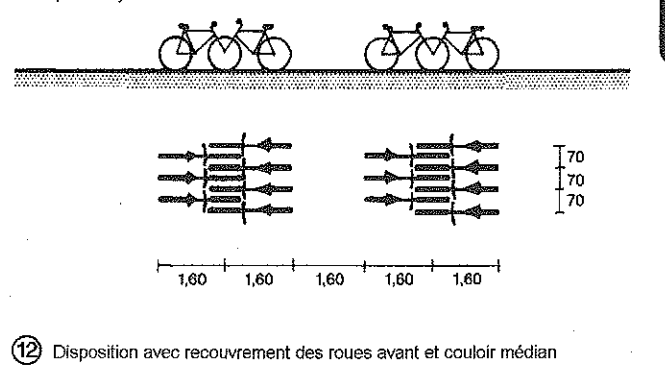
Prévoir un toit et un éclairage pour les parkings à bicyclettes de plusieurs heures.

Le stationnement doit être proche du lieu à atteindre, facilement trouvable, avec un accès facile et un contrôle des usagers. Il est utile de surveiller les parkings à bicyclettes lors de grandes manifestations, près des gares, des piscines en plein air et des centres commerciaux. L'implantation d'un parc à bicyclettes peut être réalisée en transformant un parking pour voitures.

Appartements	1 par 30 m ² de surface totale
Visiteurs d'appartements privés	1 par 200 m ² de surface totale
Foyers d'étudiants	1 par lit
Écoles de formation générale	0,7 par place de formation
Universités populaires	0,5 par place assise
Salles de conférences	0,7 par place assise
Bibliothèques	1 par 40 m ²
Restaurants universitaires	0,3 par place assise
Lieux de travail	0,3 par place de travail
Magasins pour articles de consommation courante	1 par 25 m ² de surface de vente
Centres commerciaux	1 par 80 m ² de surface de vente
Boutiques pour services périodiques	1 par 35 m ² de surface de vente
Bureaux pour services périodiques, cabinets de consultation	0,2 par nombre de clients présents ensemble
Stades, palais des sports, piscines	0,5 par vestiaire
Lieux de réunion d'importance plus que locale	1 pour 20 places
Autres lieux de réunion	1 pour 7 places
Restaurants locaux	1 pour 7 places assises
Brasseries	1 pour 2 places assises

En cas de plusieurs utilisations simultanées d'une construction, les chiffres exprimant les besoins doivent être additionnés

11) Valeurs indicatives pour la recherche du nombre de places de stationnement pour bicyclettes



Circulation
Transports

ROUTES ET RUES

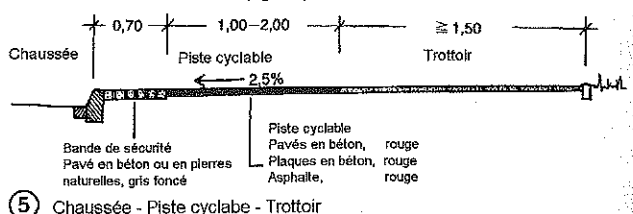
CIRCULATION À BICYCLETTE

Circulation rapide dans un sens à partir de 1,40 m de large, mieux 1,60 m. Largeur de 1,60 m à 2,00 m pour dépasser et croiser à vitesse réduite. Des largeurs de 2,00 m à 2,50 m conviennent mieux quand des cyclistes utilisent la piste cyclable avec des remorques.

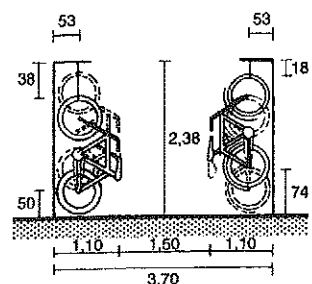
Les dimensions de base relatives aux espaces de circulation pour cyclistes se définissent à partir d'une largeur de base de 1,60 m et de la hauteur des cyclistes (fig. 10) ainsi que de la liberté de mouvement nécessaire dans différentes situations.

Ne pas aménager de façon trop étroite les passages entre les supports de bicyclettes. Largeur de passage au moins de 1,50 m, de préférence 2,00 m. Interrompre tous les 15 m avec un couloir. Largeur du passage pour un support à étages au minimum 2,50 m. Plus le support est long, plus large doit être le passage. Largeur du passage au minimum de 1,50 m jusqu'à une longueur de 10 m, de 1,80 m jusqu'à 15 m et de 2,20 m jusqu'à 25 m.

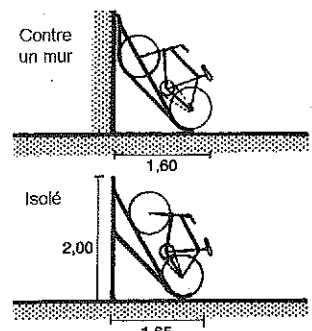
Compartment de sécurité pour bicyclettes (bike-safe) de un à trois étages pour 15 à 42 bicyclettes. Surface de base 4 m x 4 m et hauteur au-dessus du sol de 5 m (fig. 14).



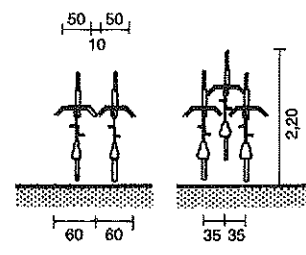
5 Chaussée - Piste cyclable - Trottoir



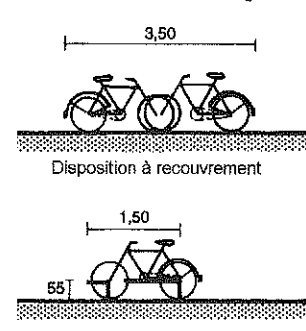
1 Support mural pour bicyclettes



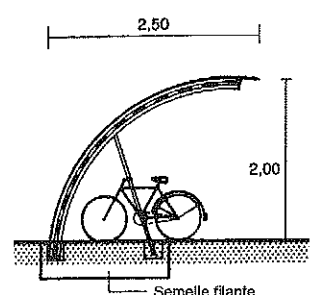
3 Dispositif incliné



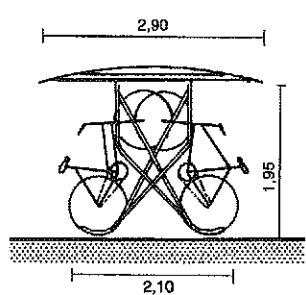
2 L'une à côté de l'autre



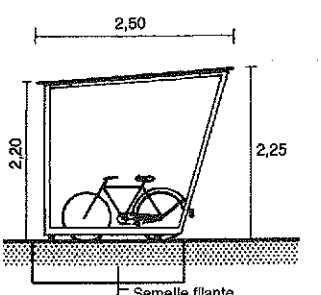
4 Avec appui pour cadre



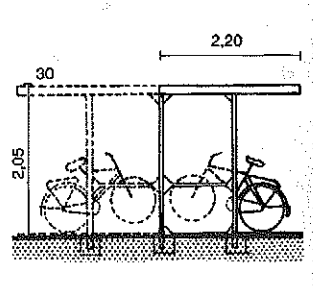
6 Abri en arceau contre les intempéries



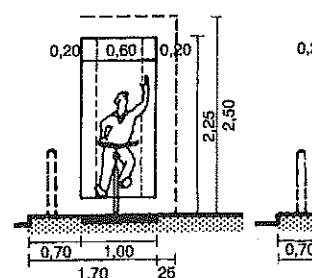
7 Abri en arceau avec double ratelier



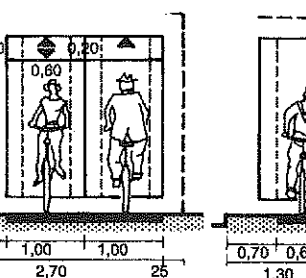
8 Abri avec cadre en tubes



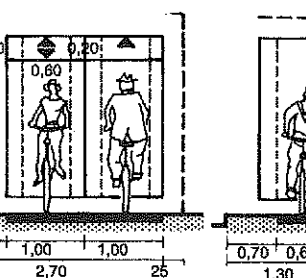
9 Ratelier à bicyclettes couvert



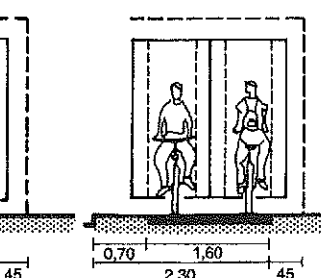
10 Largeurs des pistes cyclables.



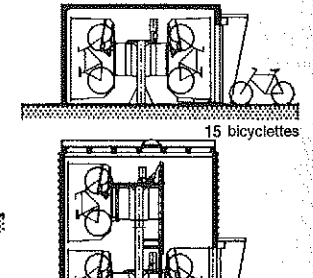
11 Piste cyclable avec bande végétale du côté de la chaussée. Bonne solution



12 Solution optimale



13 Bande végétale nécessaire pour circulation dans les deux sens

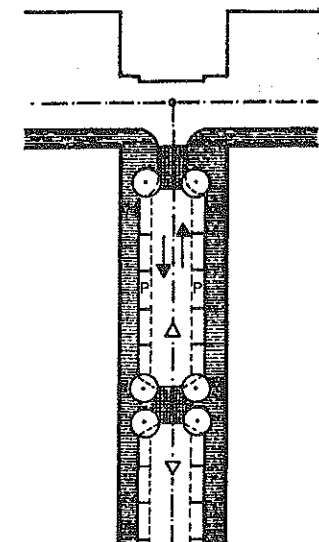


14 Compartiment de sécurité pour bicyclettes (bike-safe)

Circulation Transports

ROUTES ET RUES

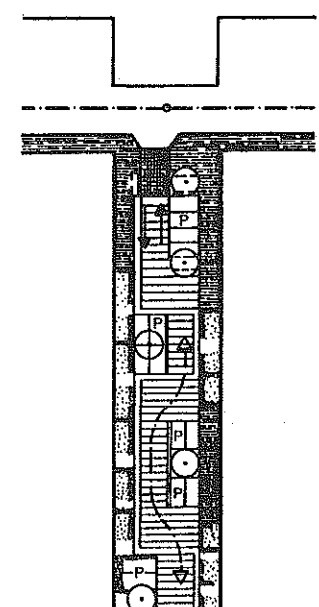
AMÉLIORATION DE LA CIRCULATION



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.

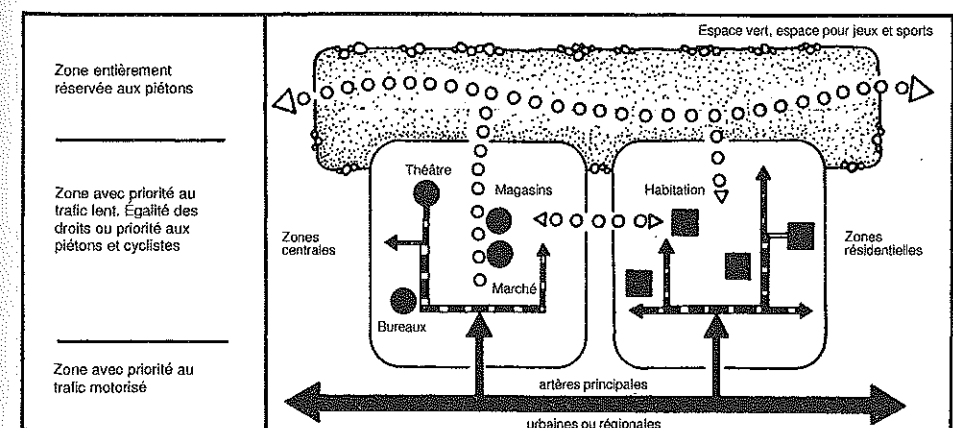
On conduit, stationne et marche sur une surface commune (surface mixte) - utilisation multiple de toute la surface de la rue possible - limitation de la vitesse à 20 km/h («rouler au pas») - réorganisation complète de tout l'espace routier selon les besoins des habitants «rue résidentielle».

4 Aménagement d'une rue, Proposition B (fig. 1).

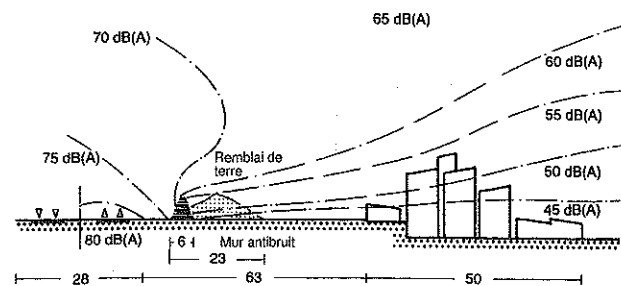
Circulation Transports

Nr.	Mesures à prendre	Effets recherchés							Ensemble des mesures
		Suppression du trafic étranger	Réduction de la vitesse	Affirmation de la fonction d'habitation	Mieux sécurité pour piétons et enfants	Plus d'espaces pour piétons et riverains	Réduction du bruit du trafic	Appel au respect « motivation positive »	
A	Voies sans issue	●●	○		○				●●●
1	Voies en boucle	●					○		●●●
2	Voies à sens unique	●				○			●●●
B	Changements de matériaux pour la chaussée		●						●●●
1	Rétrécissement du profil	●	●●		●		●		●●●
2	Restructuration optique de l'espace	●	●●	●●	●		●	●	●●●
3	Ralentisseurs	●	●●		●				●●●
4	Réorganisation du stationnement		●●		●				●●●
5	Pavement	●	●●	●●	●	●●	●●	●●	●●●
C	Panneaux « zone résidentielle »	●	●	●●	●●		●	●	●●●
1	Limitation à 30 km/h		●		●		●		●●●
2	Modification des priorités	○	●		○				●●●
3									●●●

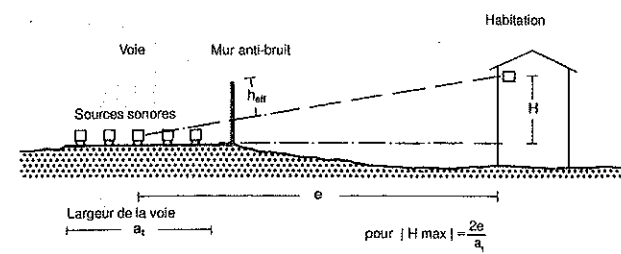
1 Amélioration de la circulation dans les rues des zones résidentielles / vue d'ensemble des mesures et de leurs effets.



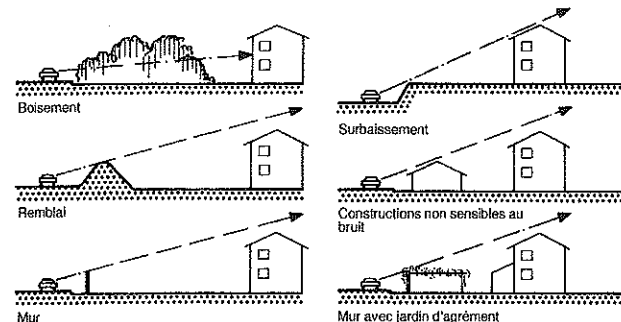
2 Représentation schématique de l'attribution des priorités de circulation.



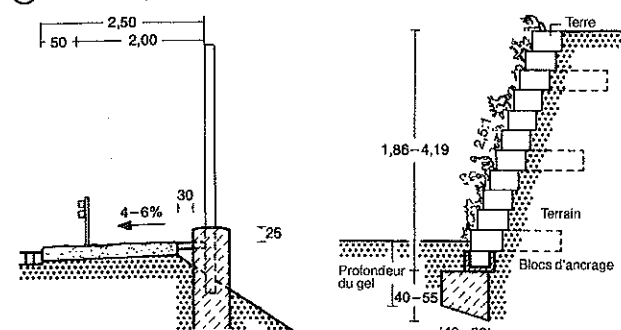
① Courbes d'intensité sonore. Effet sur le niveau sonore d'un remblai de terre ou d'un mur antibruit.



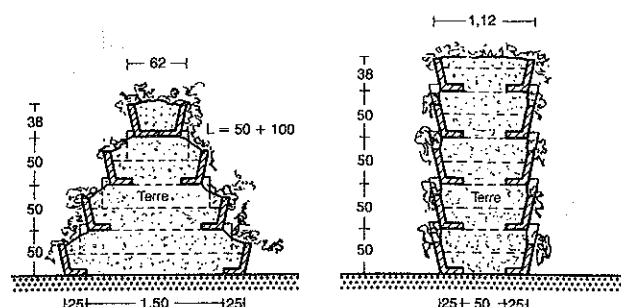
② Diagramme pour détermination de la hauteur d'un mur antibruit.



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.

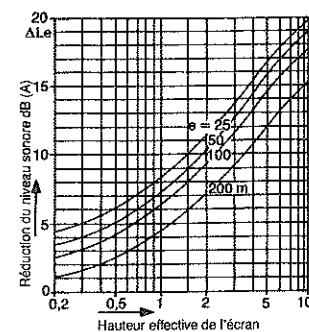
⑥ Pyramide antibruit (éléments en béton préfabriqués).

ROUTES ET RUES ZONE DE CIRCULATION

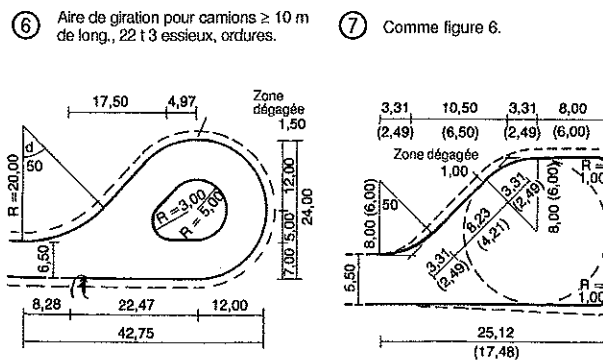
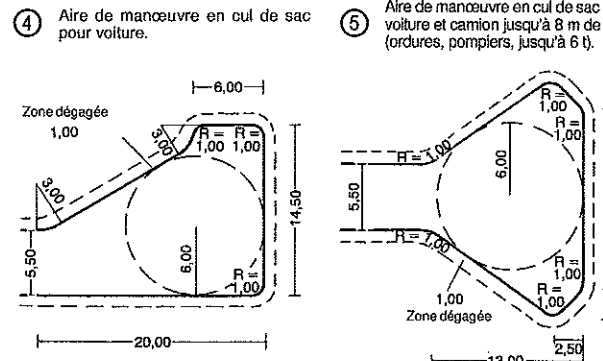
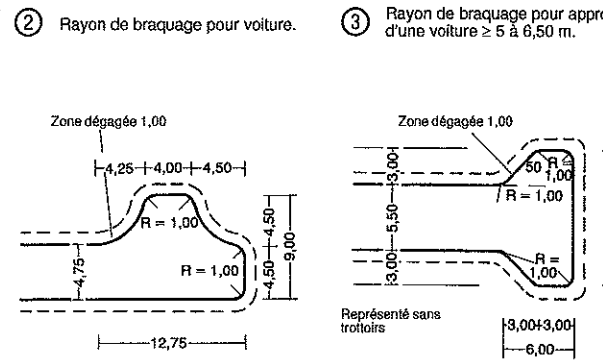
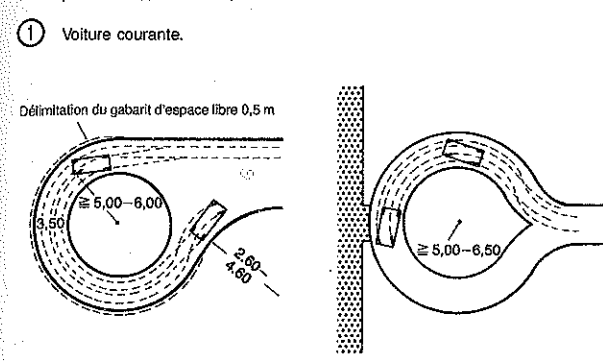
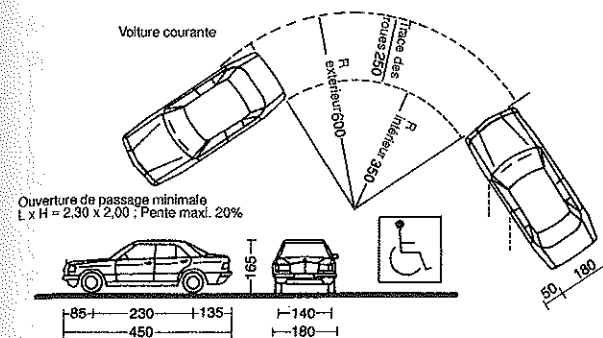
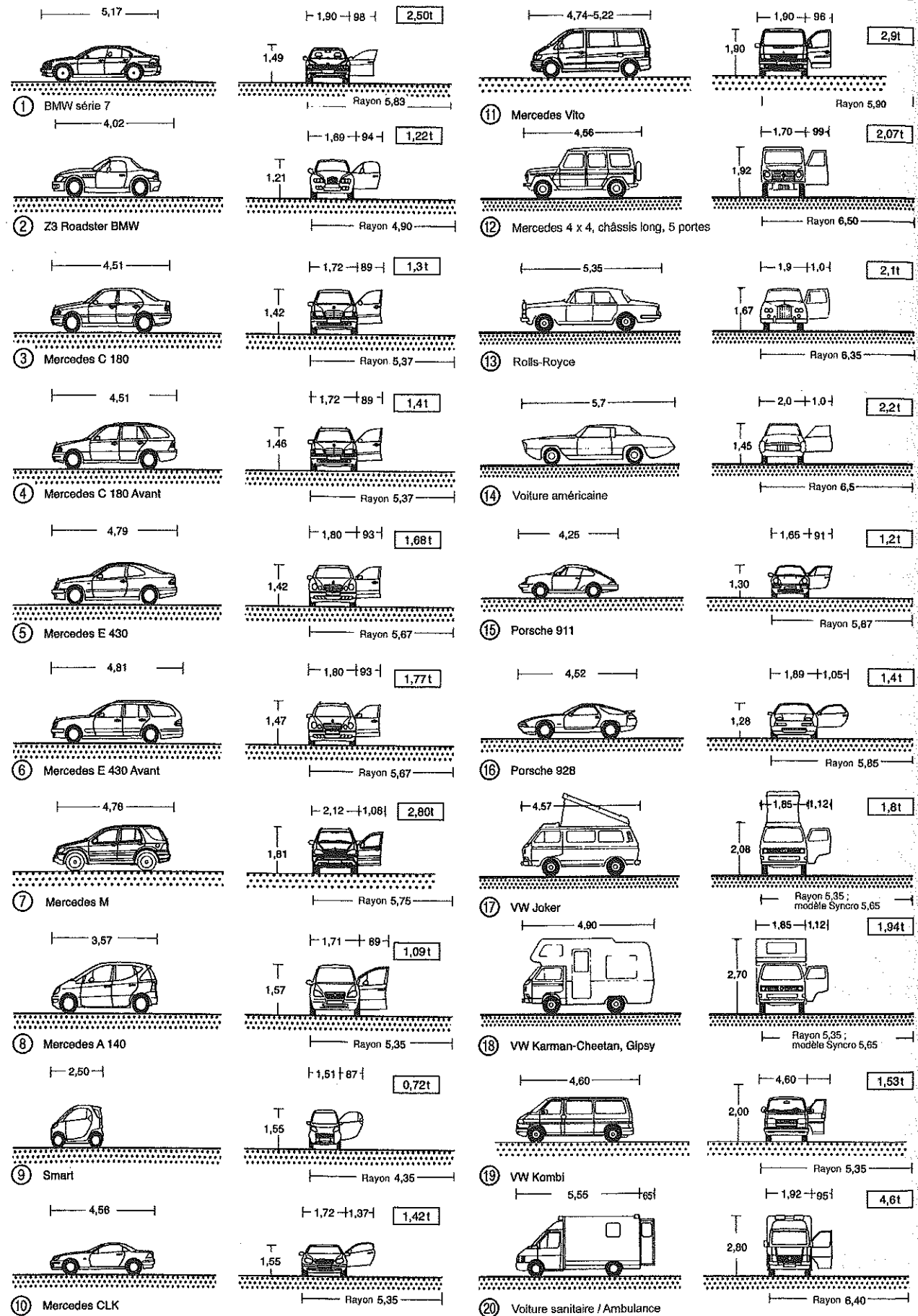
Protection antibruit

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 LA, R, STR et constitue dans le domaine du trafic routier une unité d'isolation acoustique.



ROUTES ET RUES DIMENSIONS DES VÉHICULES



10. Données de base pour véhicules.

ROUTES ET RUES VÉHICULES LÉGERS

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.

Type de véhicule	Longueur (m)	Largeur (m)	Hauteur (m)	Rayon de braquage (m)
Motocyclette	2,20	0,70	1,00 ^a	1,00
Voiture particulière	4,70	1,75	1,50	5,75
- dimensions voiture courante	3,60	1,35	1,35	5,00
- petite voiture	5,00	1,90	1,50	6,00
Camion	4,50	1,80	2,00 ^a	6,00
- dimensions camion	6,00	2,10	2,20 ^a	6,10
- camion 7,5 t	7,00	2,50	2,40 ^a	7,00
- camion 16 t	8,00	2,50	3,00 ^a	8,00
- camion 22 t (+ 16 t)	10,00	2,50	3,00 ^a	9,30
Camion à ordures ménagères	7,64	2,50	3,30 ^a	7,80
- dimensions véhicule 2 essieux	1,45	2,50	3,30 ^a	9,25
- dimensions véhicule 3 essieux	6,80	2,50	2,80 ^a	9,25
Camion de démantèlement (avec remorque)	9,50	2,50	4,00 ^a	9,75
Autobus standard 1	11,00	2,50 ^a	2,95	10,25
Autobus standard 2	11,40	2,50 ^a	3,05	11,00
Dimensions véhicule-Autobus	11,00	2,50 ^a	2,95	11,20
Dimensions véhicule-Autobus articulé	17,25	2,50 ^a	2,95	10,50+11,25
Dimensions véhicule-Train routier	18,00	2,50 ^a	4,00	12,00 ^a
Remorque	Dim. max. / spécific. du Serv. des Mines	2,50	4,00	
Véhicule simple à 2 essieux	12,00	2,50 ^a	4,00	12,00
Véhicule simple à plus de 2 essieux	12,00	2,50 ^a	4,00	
Semi-remorque	15,00	2,50 ^a	4,00	
Autocar articulé	18,00	2,50 ^a	4,00	
Camion avec remorque	18,00	2,50 ^a	4,00	

Remarques : ^a hauteur de la cabine du conducteur ; ^b hauteur totale avec conducteur env. 2,00 m ; ^c avec rétroviseur extérieur ; ^d sans rétroviseur extérieur ; ^e rayon de braquage selon le maximum autorisé par le Service des Mines.

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).

VÉHICULES LÉGERS

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.

Technical drawings of a car showing side, front, and top views with dimensions and labels.

Side View: Shows the car's profile. Dimensions include \bar{U} (front overhang), A (wheelbase), and \bar{U} (rear overhang). Total length is L .

Front View: Shows the car's front. Dimensions include B (width) and $1,21$ (height to the top of the hood). The label "Dégagement" is present.

Top View: Shows the car from above. Dimensions include 25 (front overhang), $1,80$ (inner width), $2,30$ (outer width), and 25 (rear overhang). Total width is $4,50$. Total length is $5,00$.

Dimensions and Labels:

- $L = 4,50$ m
- $B = 1,80$ m
- Saillie avant $\bar{U} = 0,85$ m
- Saillie arrière $\bar{U} = 1,35$ m
- Entraxe des essieux $A = 2,30$
- Empattement $b = 1,30$ m
- Hauteur $H = 1,65$ m
- Poids $G = 2,0$ t ± 20 kN

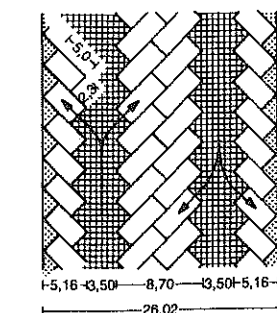
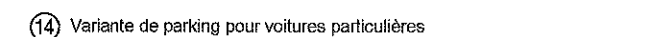
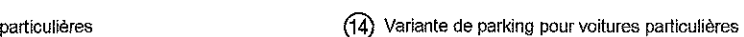
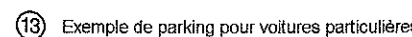
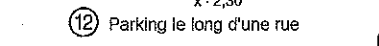
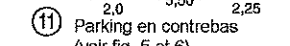
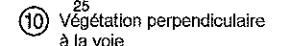
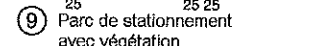
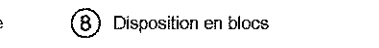
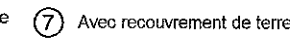
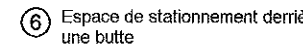
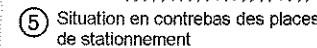
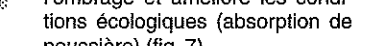
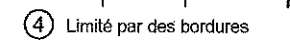
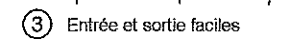
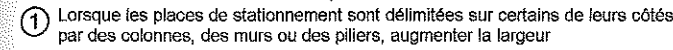


Diagram illustrating a car's position relative to a vertical line. The top part shows a car to the left of a dashed line with a distance of 1.10, and to the right of the dashed line with a distance of 1.10. The bottom part shows a car to the left of a solid line with two distance ranges: 20-30 and 40-50.

⑬ Butées transversales et butoirs

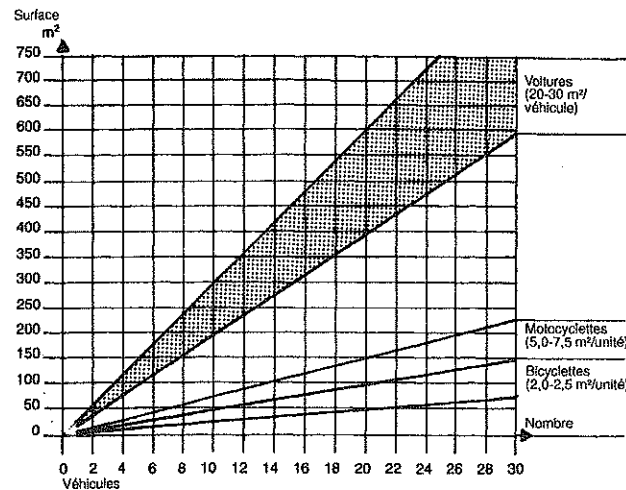
VÉHICULES LÉGERS

Lorsque les places de stationnement sont délimitées sur certains côtés, augmenter leur largeur de 0,10 m (fig. 1 à 3) sauf pour les ponts élévateurs mécaniques et les garages automatiques. Lorsqu'ils sont séparés par une bordure en maçonnerie vers un trottoir, une piste cyclable ou une bande de séparation, la bordure est utilisée comme butoir (fig. 4 et 6). Les exemples des figures 5 à 8 montrent comment des places de stationnement peuvent être intégrées de façon créative dans leur environnement sans nuire à leur fonction. Elles peuvent être placées totalement en contrebas ou en partie ou pourvues d'un toit végétalisé afin d'augmenter les espaces verts. La végétation n'a pas seulement une qualité esthétique mais elle produit aussi de l'ombrage et améliore les conditions écologiques (absorption de poussière) (fig. 7).

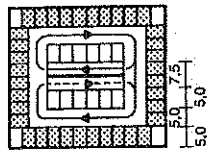


STATIONNEMENT, PARKING

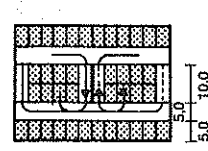
PARKINGS COUVERTS



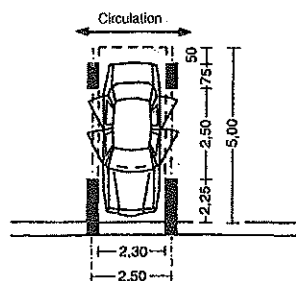
1 Surfaces nécessaires pour dispositions de stationnement, y compris surfaces de desserte.



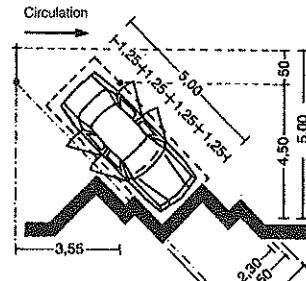
2 Rampe longitudinale.



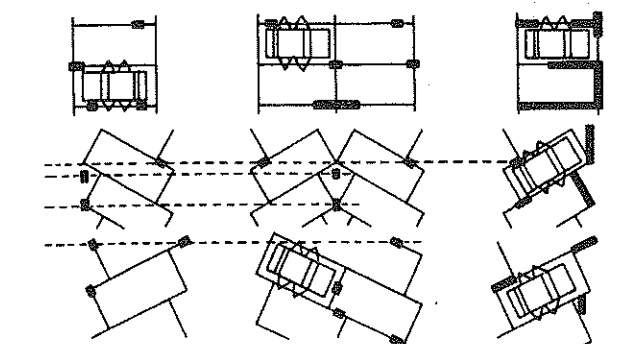
3 Rampe transversale.



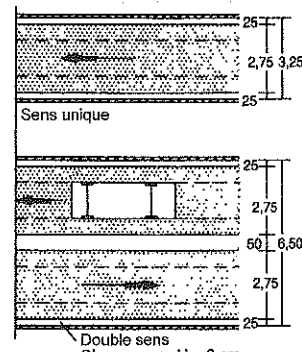
4 Emplacement possible des piliers, disposition à 90°.



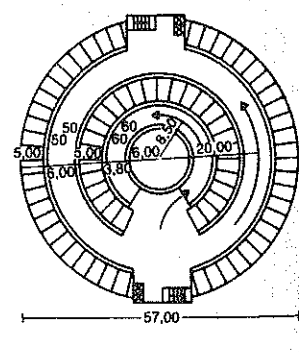
5 Disposition à 45°.



6 Emplacement possible des poteaux.



7 Largeur mini. des rampes droites.



8 Rampe circulaire avec stationnement.

Double sens
Chasse-roue H = 8 cm

9 Ramps :
changement de pentes.

10 Tour avec rampe circulaire
à l'angle de l'immeuble

11 Vue schématique en plan
(voir fig. 2)

12 Demi-rampe avec circulation
à sens unique

13 Contrôle d'entrée

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

33

34

35

36

37

38

39

40

41

42

43

44

45

46

47

48

49

50

51

52

53

54

55

56

57

58

59

60

61

62

63

64

65

66

67

68

69

70

71

72

73

74

75

76

77

78

79

80

81

82

83

84

85

86

87

88

89

90

91

92

93

94

95

96

97

98

99

100

101

102

103

104

105

106

107

108

109

110

111

112

113

114

115

116

117

118

119

120

121

122

123

124

125

126

127

128

129

130

131

132

133

134

135

136

137

138

139

140

141

142

143

144

145

146

147

148

149

150

151

152

153

154

155

156

157

158

159

160

161

162

163

164

165

166

167

168

169

170

171

172

173

174

175

176

177

178

179

180

181

182

183

184

185

186

187

188

189

190

191

192

193

194

195

196

197

198

199

200

201

202

203

204

205

206

207

208

209

210

211

212

213

214

215

216

217

218

219

220

221

222

223

224

225

226

227

228

229

230

231

232

233

234

235

236

237

238

239

240

241

242

243

244

245

246

247

248

249

250

251

252

253

254

255

256

257

258

259

260

261

262

263

264

265

266

267

268

269

270

271

272

273

274

275

276

277

278

279

280

281

282

283

284

285

286

287

288

289

290

291

292

293

294

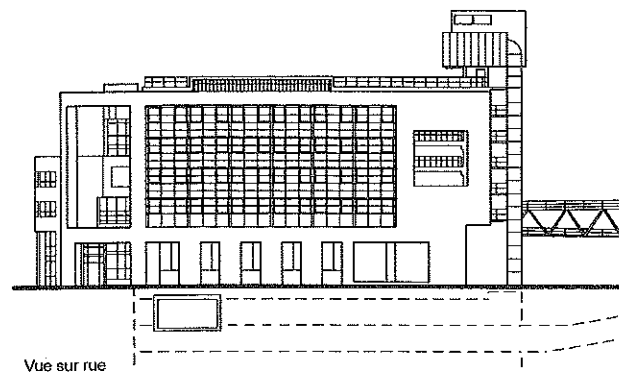
STATIONNEMENT, PARKING PARKINGS COUVERTS

Les garages de surface inférieure à 100 m² sont considérés comme petits garages, ceux de surface comprise entre 100 et 1 000 m² 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 de 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.

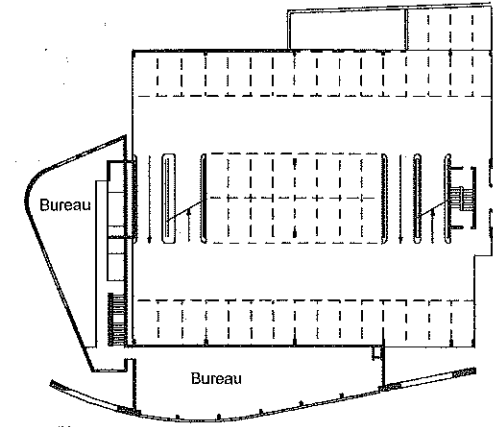
Pour camionnettes : 2,50 m. Les garages ouverts ont l'avantage d'avoir des ouvertures non fermables donnant directement sur l'extérieur, disposées de sorte à assurer une aération transversale même en cas de protection contre les intempéries (surface des ouvertures = un tiers de la surface totale des murs).

Parking de conception ingénieuse à Genève sous le Rhône, entrées et sorties à proximité du pont du Rhône. 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. 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 clair.

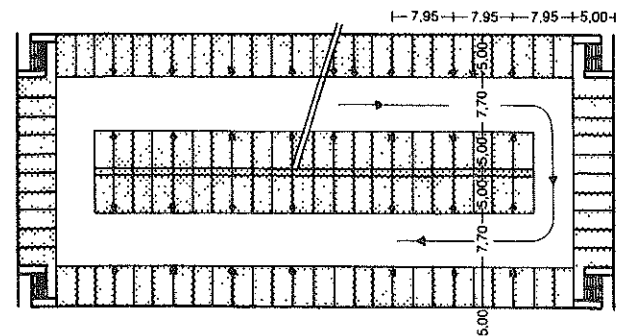


Vue sur rue



Plan d'étage

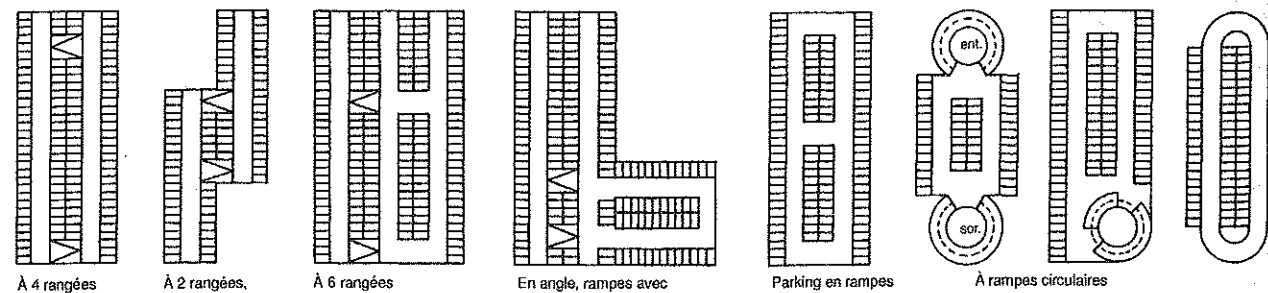
1 Bâtiment de parking avec surface de bureaux additionnelle en façade.
Arch. : Kister, Scheithauer, Gross.



2 Plan d'un parking en étages avec rampes de circulation.

Nombre indicatif des installations sanitaires	
Personnel d'entretien et de surveillance :	1 WC, 1 lavabo, 1 évier
Pour 50 à 100 places de stationnement :	Femmes : 1 WC, 1 lavabo
	Hommes : 1 WC, 1 lavabo, 1-2 urinoirs

3 Tableau de l'équipement sanitaire d'un grand garage.



A 4 rangées

A 2 rangées, en quinconce

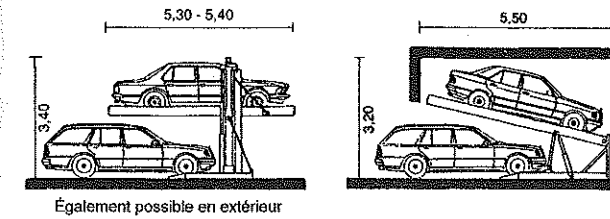
A 6 rangées

En angle, rampes avec circulation en sens unique

Parking en rampes

A rampes circulaires

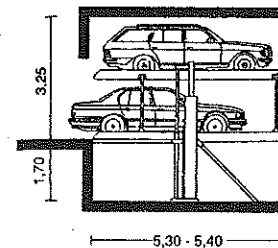
4 Plans avec dispositions de rampes.



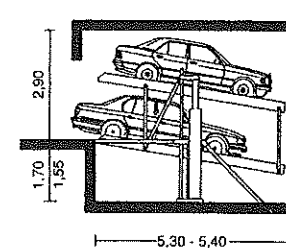
Egalement possible en extérieur

1 Parking avec élévateur. Stationnement dépendant des deux véhicules

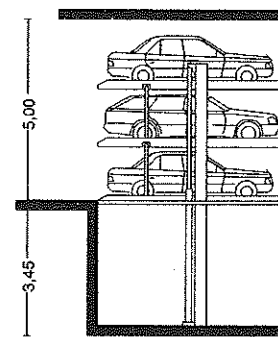
2 Incliné mais sans fosse. Stationnement dépendant des deux véhicules



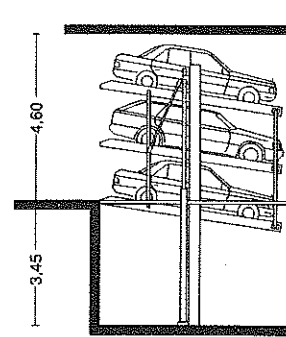
4 Stationnement indépendant avec 2 à 4 niveaux superposés



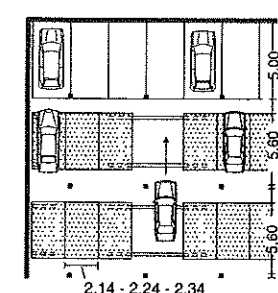
5 Stationnement incliné limitant l'encombrement



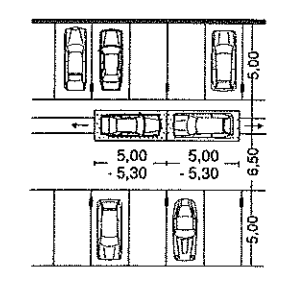
7 3 places de stationnement accessibles en position horizontale



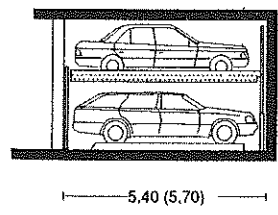
8 3 places de stationnement accessibles en position inclinée



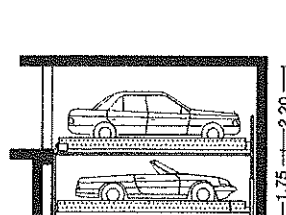
10 Parking sur plateaux coulissant latéralement



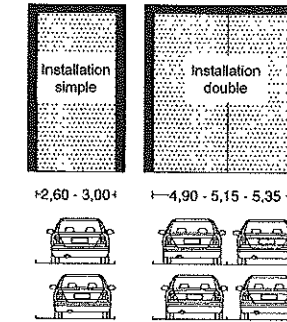
11 Parking sur plateaux coulissant longitudinalement



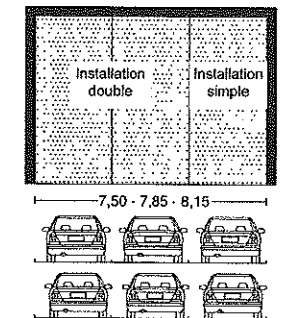
13 Combilift (voir fig. 16)
Parking à plates-formes combinées sur 2 niveaux



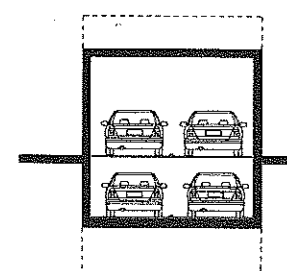
14 Combilift (voir fig. 17)
Parking à plates-formes combinées et fosse sur 2 niveaux



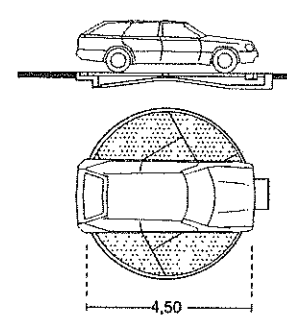
3 Plan - Coupe



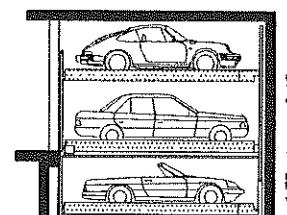
6 Plan - Coupe



9 Stationnement sur plate-forme élévatrice, installation double (voir fig. 3 et fig. 6)



12 Plateau pivotant à 360°



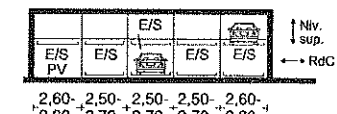
15 Combilift (voir fig. 18)
Parking à plates-formes combinées et fosse sur 3 niveaux

STATIONNEMENT, PARKING GARAGES ET PARKINGS

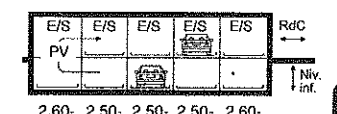
Parking avec élévateur (fig. 1 à 9) : Deux voitures peuvent être parkées l'une au-dessus de l'autre grâce à une plate-forme mobile à commande électrique (fig. 1 et 2) ou hydraulique (en cas de coupure de courant). Garages avec élévateur pouvant contenir jusqu'à 3 voitures (fig. 7), système utilisé pour les garages en bande dans les cours ou les parkings à plusieurs niveaux, commandé à partir d'un pupitre chez le gardien. Charge 2 500 kg/place. Pente maximale 14 % pour voies d'accès et de sortie. En extérieur, seules les installations à plates-formes horizontales sont autorisées.

Parkings avec plateaux coulissants (fig. 10 et 11) : les véhicules sont placés sur des plateaux dont le glissement, actionné depuis un pupitre qui permet de libérer l'accès. Déplacement longitudinal (fig. 11) : le déplacement des plateaux se fait par simple pression sur un bouton, on rouler sur ceux inoccupés. Déplacement transversal (fig. 10) : utilisé dans les parkings de grande profondeur, il permet d'aménager les places sur 2 rangées ou plus, disposées les unes derrière les autres et où la surface de circulation est excessive : une rangée est fixe et des plateaux coulissent transversalement pour rendre accessible chacune des places situées derrière.

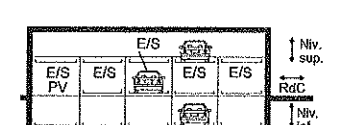
Parkings à plates-formes combinées (fig. 13 à 18) : Système conjugué à la fois le déplacement vertical et le latéral des plates-formes de stationnement des niveaux supérieurs et inférieurs ; le maintien d'un emplacement vide à ce niveau permet la mobilité de l'ensemble.



16 Vue de face (voir fig. 13)



17 Vue de face (voir fig. 14)



18 Vue de face (voir fig. 15)

PV : place vide E/S : Entrée / Sortie

STATIONNEMENT, PARKING GARAGES ET PARKINGS

Ascenseur pour voitures/parking avec ascenseur (fig. 1 et 2) : nombre de places de stationnement en moyenne de 8 à 30 sur 1 à 2 niveaux.

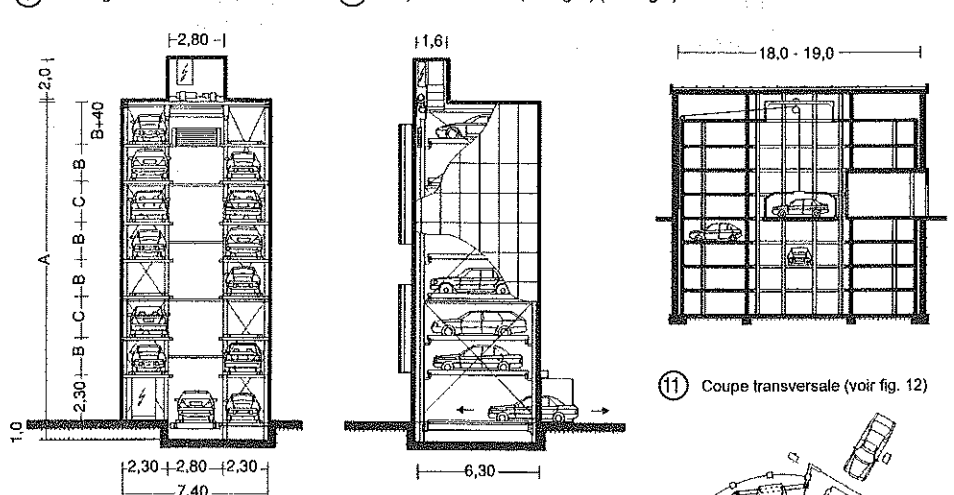
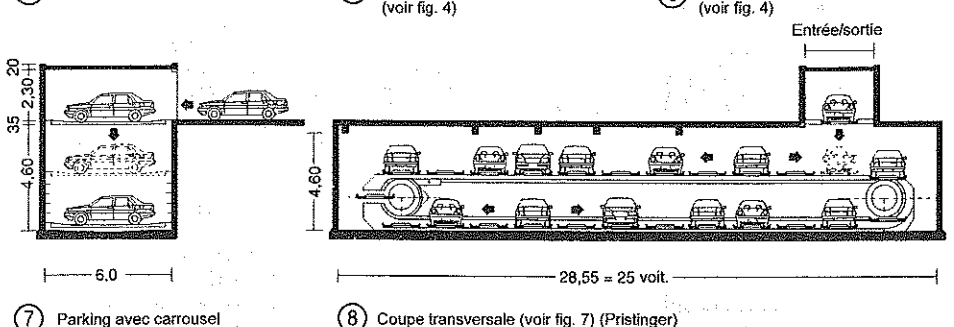
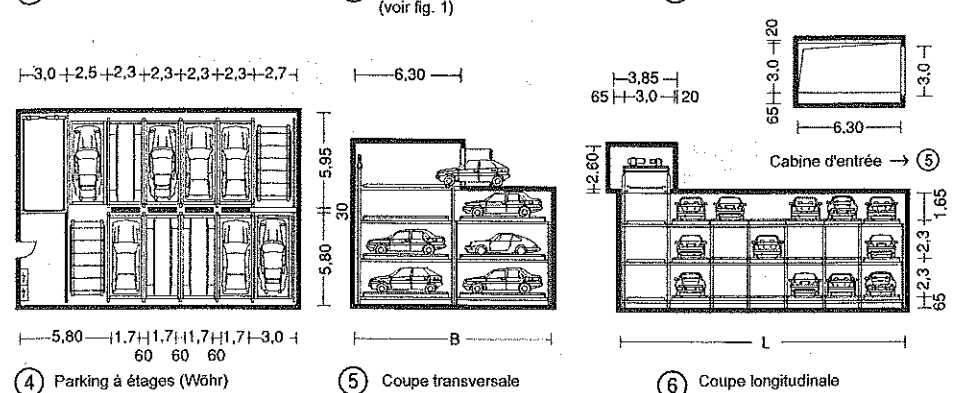
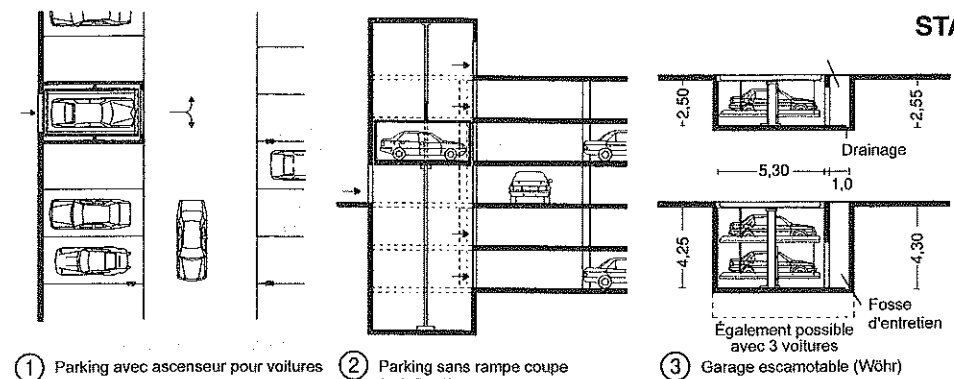
Garage-tour entièrement mécanisé (fig. 9 et 10) : Garage-tour idéal pour parcelle vacante entre deux constructions, pour 10 à 40 places de stationnement. Au choix souterrain ou en surface.

Parking à étages (fig. 6) : approprié aux grands équipements, ce système est néanmoins coûteux. En théorie possibilité de développement aussi bien en hauteur qu'en plan.

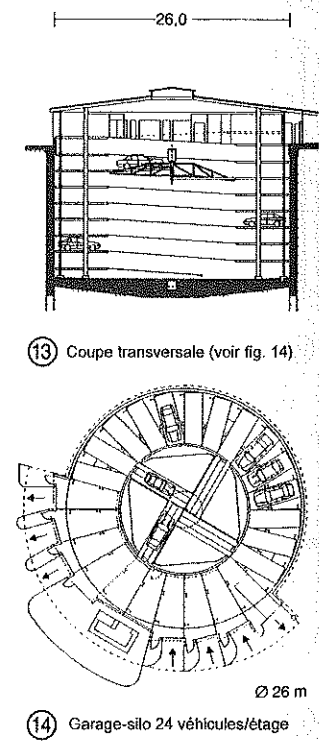
Parking avec carrousel (fig. 7 et 8) : se rencontre aussi bien dans un type de construction verticale qu'horizontale.

Garages-silos (fig. 11 à 14) : les places de stationnement se trouvant à l'intérieur sont disposées en cercle, environ 10 véhicules par niveau. 10 à 12 niveaux de stationnement, possible le plus souvent en souterrain. Les places de stationnement sont desservies par un monte-charge pivotant ou bien les places pouvant elles-mêmes tourner sont alimentées par un monte-charge se déplaçant verticalement.

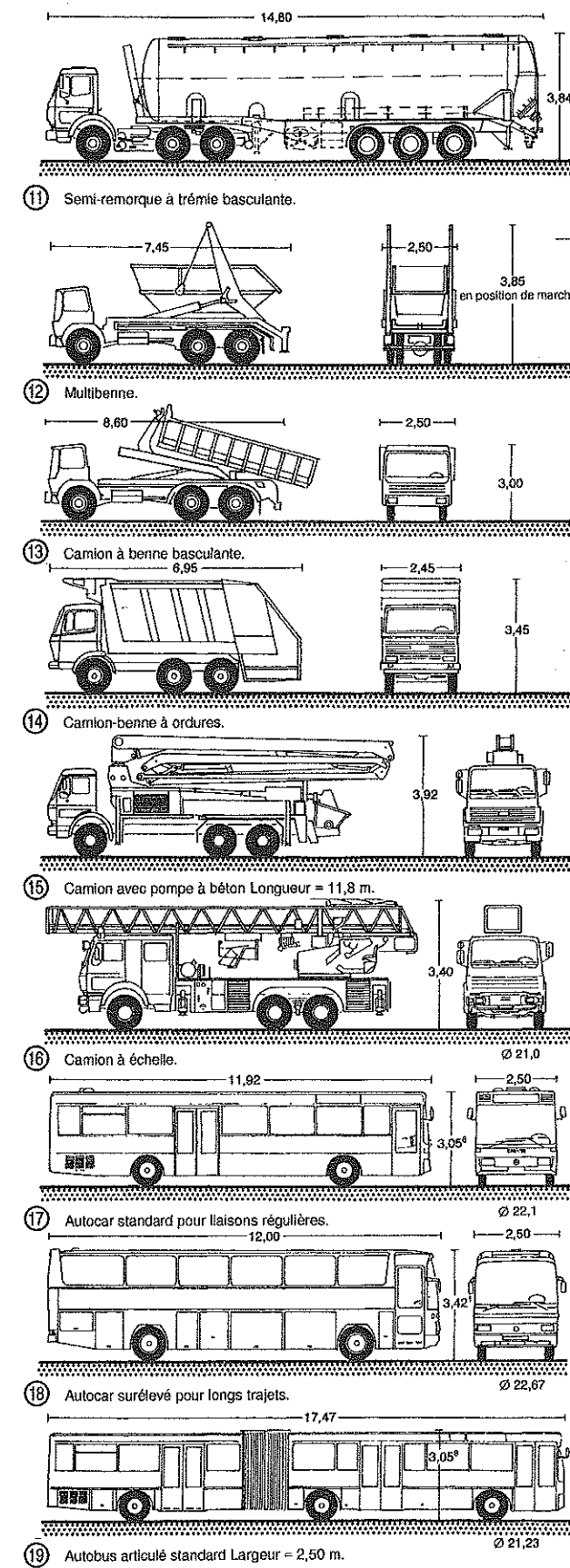
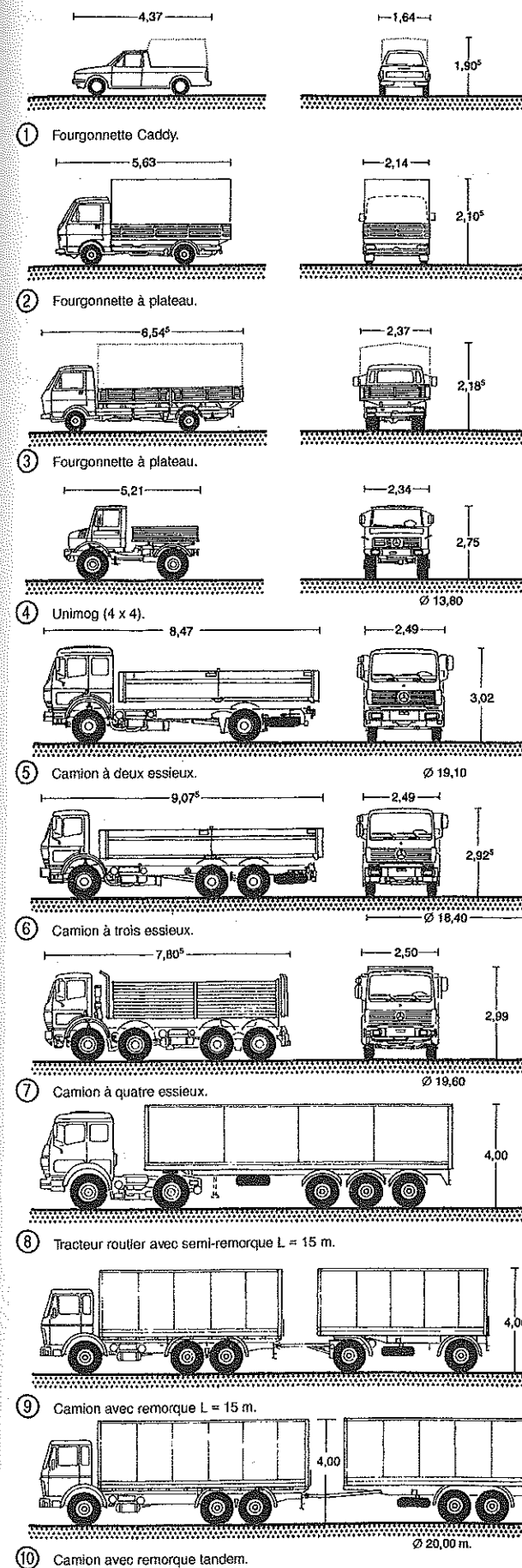
Parking avec translateur/parking à niveaux (fig. 4 à 6) : sur un ou plusieurs niveaux un espace de stationnement comptant de 6 à 24 places se dégage par déplacement en cadence à la fois longitudinalement et transversalement.



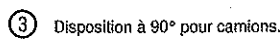
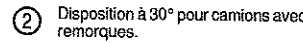
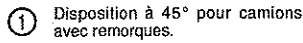
Niv. stationnement	Places de stationnement	Voiture jusqu'à Haut. 175 cm B = 188 cm C = 208 cm
2	5	646 cm
3	7	854 cm
4	9	1042 cm
5	11	1230 cm
6	13	1438 cm
7	15	1626 cm
8	17	1814 cm



STATIONNEMENT, PARKING DIMENSIONS DES VÉHICULES LOURDS



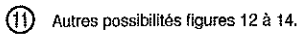
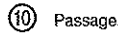
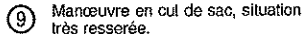
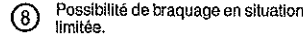
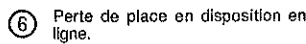
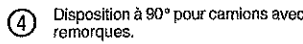
STATIONNEMENT, PARKING
VÉHICULES LOURDS



Parkings et rayon de 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.



Zone dégagée pour l'entrée et la sortie.		
Longueur du véhicule a	Largeur de l'emplacement b	Zone dégagée c
Camion 22 t 10,00	3,00	14,00
	3,65	13,10
	4,25	11,90
Camion en disposition isolée 12,00	3,00	14,65
	3,65	13,50
	4,25	12,80
Semi-remorque 15,00	3,00	17,35
	3,65	15,00
	4,25	14,65

⑰ Tableau pour figures 15 et 16.

STATIONNEMENT, PARKING
AIRES DE SERVICE, RESTOROUTES

Avec l'augmentation du transport routier par camions et les exigences de repos envers les chauffeurs de poids lourds, on observe une augmentation du besoin de récupération et de restauration en marge des autoroutes, ce qui nécessite de plus grandes aires de parking et des infrastructures en conséquence.

Aires de service

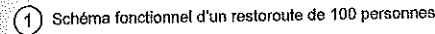
Les aires de service et leurs infrastructures sont gérées par les sociétés concessionnaires d'autoroutes. Elles sont directement connectées aux voies autoroutières avec accès spécifiques. Aux côtés des stations-service se regroupent une diversité d'unités de service prises en charge par diverses gérances. Selon leur taille, elles accueillent des équipements de restauration depuis le petit débit de boissons/sandwichs, en passant par le restaurant, le magasin d'approvisionnement alimentaire, jusqu'à l'hébergement hôtelier pour les plus grandes.

Aires de repos et de parking

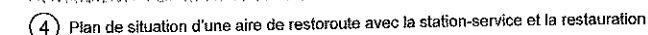
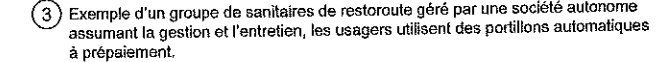
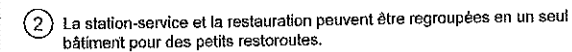
Ce sont aussi des aires de repos, elles se trouvent aussi à proximité des voies autoroutières, cependant accessibles par le réseau routier normal, une fois sorti de l'autoroute. Les notions d'aires de repos et d'aires de parkings sont respectivement signalées réglementairement dans le réseau routier. La mention, sur les voies autoroutières, de la proximité d'une aire de parkings/repos, nécessite que celle-ci soit conforme aux exigences légales.

Aires de station-service

Elles se trouvent principalement à proximité des agglomérations ou des zones industrielles, elles privilégient plus la fourniture en carburants et l'entretien des véhicules, notamment avec des tunnels de lavages.



DOMAINE DES CLIENTS		env. m ²			
	Espaces de vente	345,0			Domaine de stockage 70,6
①	Selon le gérant, répartition variable	345,0		⑪	Espace de congélation 2,7
	Clients, zone humide	94,8		⑫	Espace de réfrigération 8,8
②	WC, corridor	24,8		⑬	Espace de réfrigération 6,3
③	Local couches bébés	8,4		⑭	Cuisine zone de lavages 13,0
④	Local douches F/H	8,4		⑮	Cuisine zone préparation 13,7
⑤	WC H	22,3	②/③/⑤	⑯	Dépôts 26,1
⑥	Local nettoyage	6,9			Administration / personnel 57,4
⑦	WC F	22,5		⑰	Bureau 25,6
⑧	WC handicaps	6,5		⑱/⑲	Vestiaires F/H 18,1
				⑳	Local personnel 6,9
				㉑	WC personnel F/H 6,8
DOMAINE DE LA GÉRANCE					
⑨	Corridor de service	39,5			
	Technique	25,9			
⑩	Local électrique	7,3			
⑪	Chauffage	16,3			
⑫	Câblage médias	3,3			
					Surface nette 633,2



Projet : Autoroute Tank u. Rast AG

STATIONNEMENT, PARKING STATIONS-SERVICE

Les stations-service peuvent être liées à d'autres exploitations commerciales (p. 449, fig. 1). Pour approvisionnement en carburant et huiles, services d'entretien, accessoires automobiles, services pour véhicule et articles pour le conducteur.

Les stations-service 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-service 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.

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.

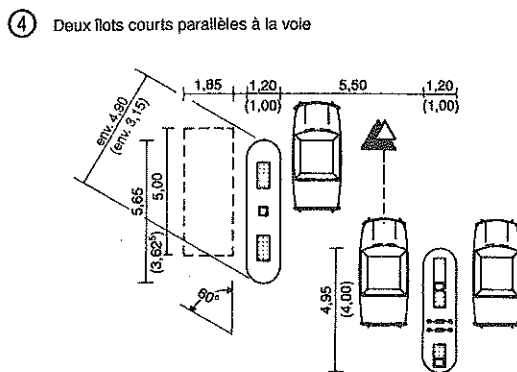
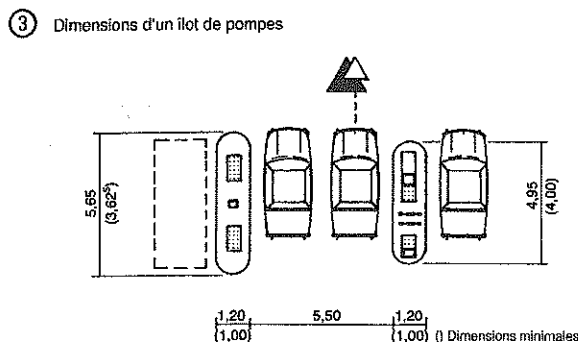
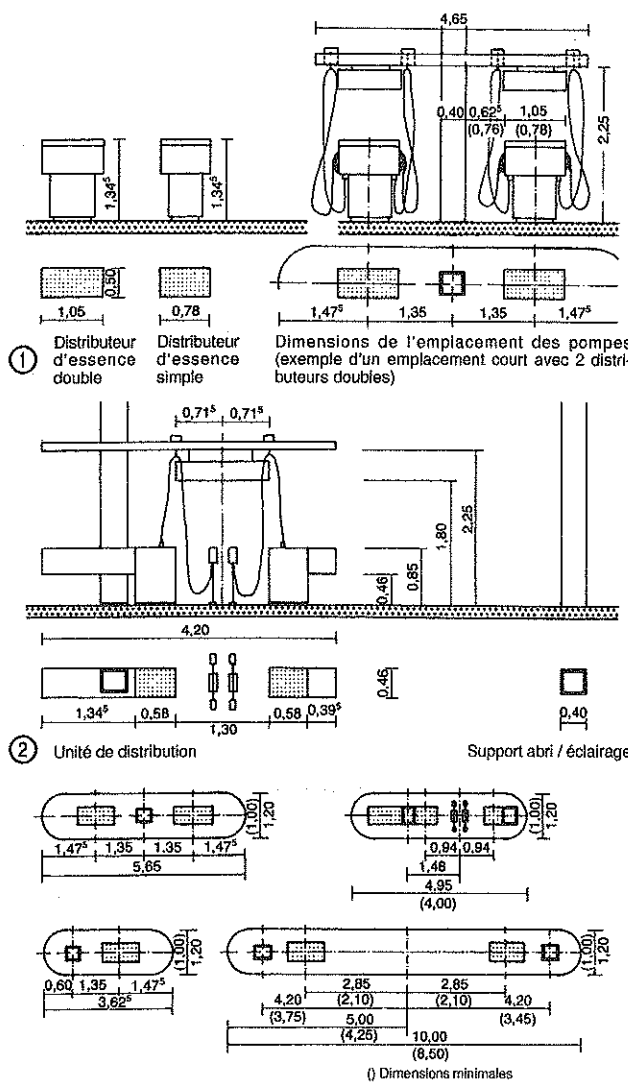
La conception doit tenir compte de l'alignement des bâtiments et des lignes visuelles inscrits dans le plan d'implantation ainsi que des limites du terrain et les obligations qui en découlent.

Les éléments à prendre en compte sont :

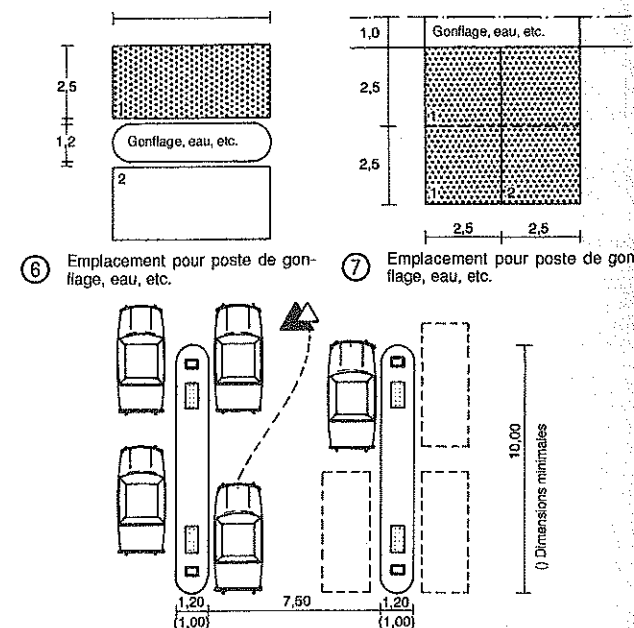
1. La surface de la place de stationnement (2,50 m x 5,00 m = 12,50 m²).
2. Le nombre des places nécessaires (par exemple en fonction des halls disponibles, du nombre de pompes et du personnel). File d'attente devant le hall de lavage automatique (par exemple : la surface nécessaire doit pouvoir accueillir 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 Deux îlots longs parallèles à la voie. Dimensions minimales.



8 Deux îlots longs parallèles à la voie.

STATIONNEMENT, PARKING STATIONS-SERVICE

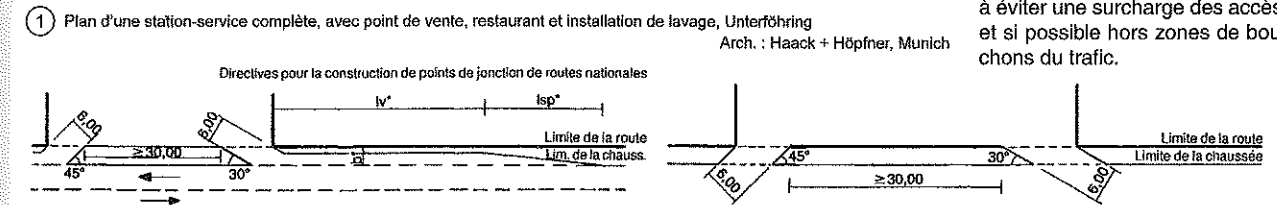
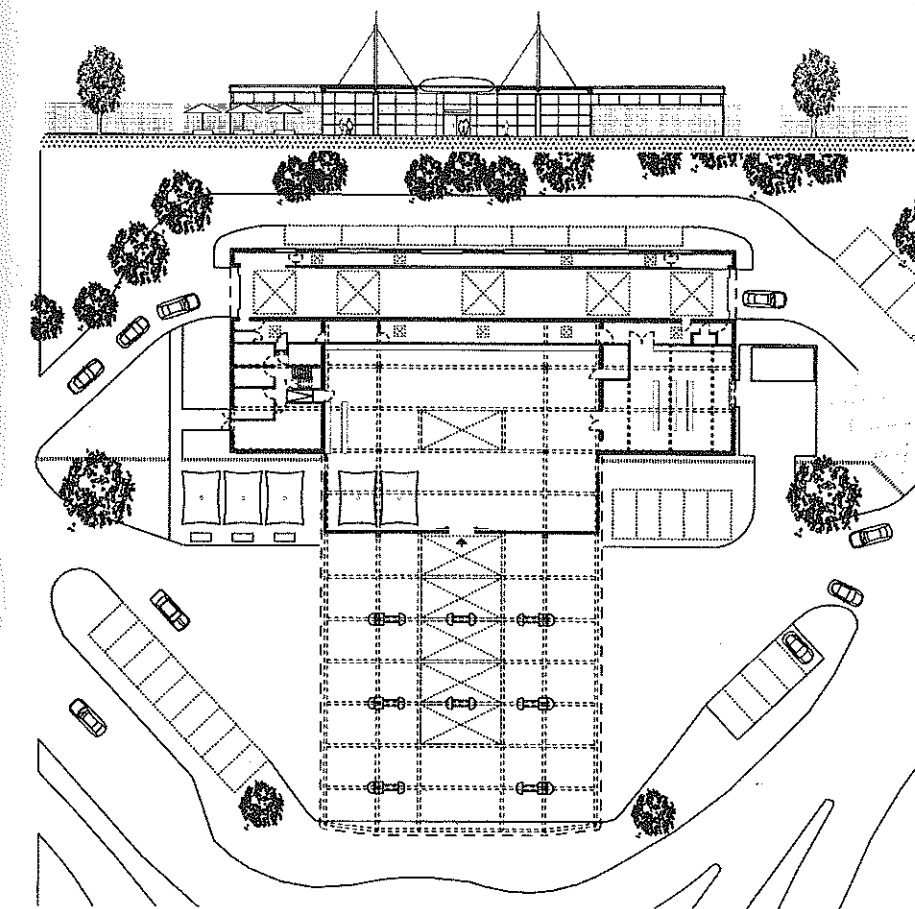
Besoins en surfaces

Une parcelle d'environ 800 m² est suffisante pour une simple station-service. On compte 1 000 m² pour un service un peu plus important, jusqu'à 2 000 m² et plus pour les plus grandes.

Besoins des usagers et situation des stations-service

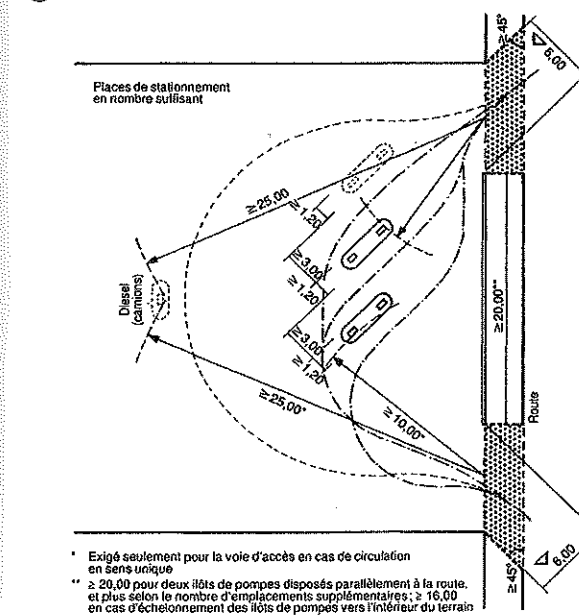
L'usager du réseau routier doit pouvoir satisfaire une multitude de besoins : faire le plein de carburant, contrôler des niveaux d'huile, de liquide de refroidissement, du lave-glace et éventuellement de celui du liquide de batterie, contrôle de la pression des pneus, contrôle du pare-brise et des phares. Faire des achats en boutique auto, faire des petites provisions alimentaires, pouvoir se laver les mains, se rendre aux toilettes. De même pouvoir effectuer de l'entretien comme le lavage et l'aspiration des poussières des véhicules.

Ces stations doivent être faciles d'accès, repérables à longue distance, notamment par leur implantation en bordure des voies du trafic. Elles sont à situer à droite de la chaussée, plutôt bien avant des carrefours, de manière à éviter une surcharge des accès, et si possible hors zones de bouchons du trafic.

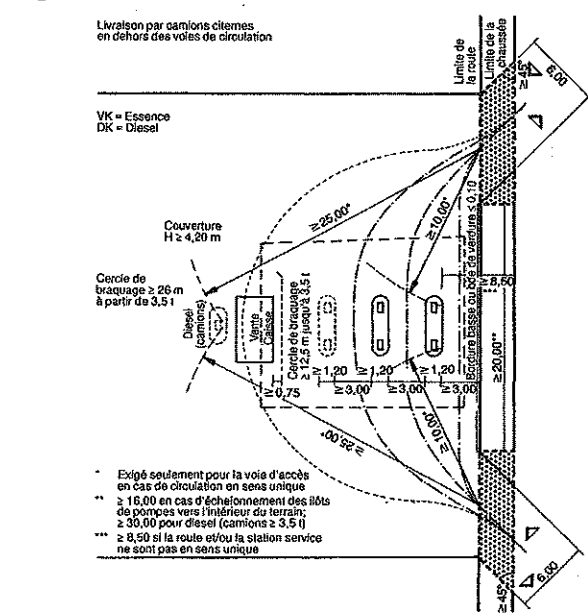


2 Accès et sortie pour station-service hors agglomération.

3 Sans bandes d'entrée et de sortie.



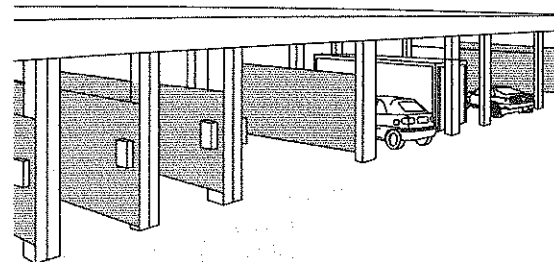
4 Station-service avec disposition oblique des îlots de pompes en agglomération urbaine (surtout pour sens unique).



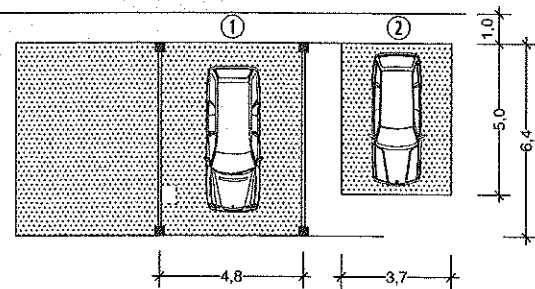
5 Station-service distribuant du carburant auto et du gasoil (poids lourd ≥ 3,5 t) au bord d'une voie urbaine.

STATIONNEMENT, PARKING

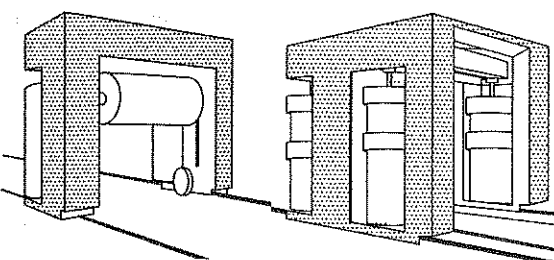
STATIONS DE LAVAGE



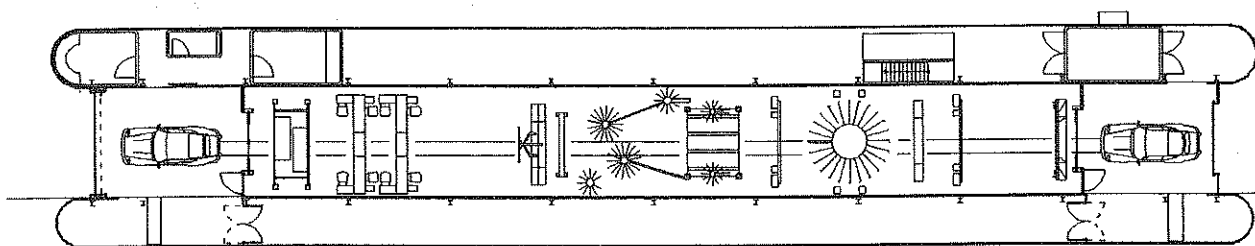
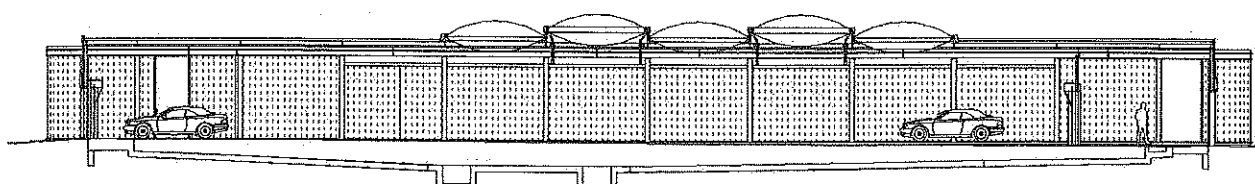
1 Aire de lavage self-service couverte, avec parois de protection contre les éclaboussures



2 Dimensions pour une place de lavage self-service avec parois de séparation (1) et pour un box technique (2). Dimensions minimales dans une disposition libre



3 Portique à double côtés et une brosse supérieure ; portique à double brosses latérales et brosse supérieure



4 Plan et coupe verticale du tunnel de lavage à Germering
Les deux ailes latérales sont vitrées afin de laisser voir le processus de lavage, une aile pour le personnel et la technique, l'autre pour les clients, chacune de 2,8 m de largeur.

Arch. : Haack + Höpfer, Munich

Lavage des véhicules

Ces stations doivent respecter l'environnement, elles servent aux diverses catégories des véhicules du trafic courant, les voitures, les véhicules de transports légers et moyens ainsi que les camions. Pour les véhicules spéciaux tels que machines de chantier, il existe des portiques de lavage mobiles.

Des prescriptions en matière de protection de l'environnement et des eaux sont en vigueur comme pour les stations-service. Des installations de lavages pour camions nécessitent, selon les systèmes, de 100 à 600 l d'eau par véhicule. Cette eau doit pouvoir être assainie et recyclée à 80 %. Il existe des autorisations spéciales et facilitées d'exploitation pour des systèmes opérant en circuit fermé, c'est-à-dire sans évacuation d'eaux usées. Ces systèmes nécessitent environ 40 à 50 m³ d'eau par tunnel, avec séparateur de déchets et de boues (réservoir enterré de 3 m de diamètre), l'eau recyclée sert à compenser les pertes par évaporation, à réduire les taux de salinité en hiver, elle est aussi réutilisée en eau de rinçage ou encore comme eau d'appoint pour faciliter la répartition des cires liquides de protection.

Boxes de lavage self-service

La plupart de ces boxes sont couverts et servent au lavage self-service par jets à haute pression ainsi qu'au lavage par jets d'eau alimentant des gants-brosses. Les petites installations accueillent 1 à 2 boxes. Des installations plus conséquentes, jusqu'à 12 places, peuvent être gérées depuis un local technique centralisé.

Installations de lavage par portique

Elles nécessitent peu d'espace. Le conducteur du véhicule doit le quitter et le portique muni de jets de lavage se déplace le long du véhicule qui reste à l'arrêt. Ces installations fonctionnent à ciel ouvert et même mieux dans des halles laissant la possibilité aux véhicules de reprendre leur marche en avant pour en sortir. Dès lors qu'un tel portique doit pouvoir entamer son programme à une extrémité d'un véhicule tel un camion, les dimensions de la halle le contenant sont au minimum de 9-10 m de longueur, de 4,60 m de largeur et de 3,00 m de hauteur. Pour des portiques destinés uniquement aux voitures, la hauteur est de 2,10 m. La distance minimale entre la structure du portique et des murs latéraux est de 0,50 m.

Un portique peut servir au lavage de 5 000 jusqu'à 50 000 véhicules par année, soit de 5 à 18 véhicules par heure.

Tunnels de lavages

Les véhicules sont tractés par une bande de roulement à travers une installation fixe de portiques de lavages et autres traitements. Cette technique permet le passage d'un nombre plus élevé de véhicules/heure, tout en favorisant des programmes variés de traitement. La longueur du tunnel peut varier de 20 à 60 m.

Un tunnel de lavage peut accueillir de 30 à 100 véhicules/heure, soit de 20 000 à 200 000 véhicules par année.

TRANSPORT EN COMMUN DE PROXIMITÉ

CONDITIONS ET MOYENS DE TRANSPORT

Des zones viabilisées isolées (d'habitation ou de commerce) doivent être rendues accessibles (doivent être desservies) par les transports en commun de proximité. Elles sont considérées comme étant desservies lorsque la distance à vol d'oiseau vers les stations (ou arrêts) est respectée conformément aux données du tableau.

Sont à desservir toutes les surfaces à bâti cohérent qui présentent plus de 200 habitants ou un nombre correspondant de personnes se rendant à leur travail, de scolaires ou de personnes en formation, ainsi que des installations comparables nécessitant des transports de personnes. (des installations comparables créant du trafic ou du transport).

En dehors des autobus il existe différentes formes de transport sur rails qui devraient valoriser le transport en commun de proximité, en alternatives aux moyens de transports individuels, en le rendant plus rapide, plus confortable et plus attrayant :

Réseaux rapides de transports urbains : majoritairement à motricité électrique, soit un réseau ferroviaire bouclé à l'intérieur d'une ville (voies aériennes ou souterraines), ou en zone urbanisée (réseau urbain), éventuellement à priorité absolue sur des nœuds de réseaux à voies équivalentes.

Rames urbaines : partiellement indépendantes du trafic urbain en métropolitain, en aérien sur corps de voie spécifique ou sans priorité absolue sur des nœuds (croisements, carrefours) de réseaux à voies équivalentes.

Tramways

Sur des voies au même niveau que la voirie (sur réseau de rails en arase avec la voirie) ou sur corps de voie spécifique, dans l'usage de l'espace de circulation public ils sont soumis au Règlement des transports urbains.

Des systèmes mixtes peuvent être envisagés, par exemple Rames de réseaux urbains et tramways sur même corps de voie, ou encore le tramway utilise le réseau des chemins de fer (à Karlsruhe par exemple). Possibilité d'usage du corps de voie consolidé par des autobus, et par là de meilleures connexions dans le réseau d'ensemble des moyens de transport (arrêts, stations) et possibilité d'un réglage de priorité sur feux aux carrefours. Les connexions en espace et temps de différents moyens de transports en communs, de plus concertés avec la trafic automobile et les cyclistes, présentent un grand intérêt, notamment en cas d'élaboration de stations (à réseaux) multiples (voir fig. 7).

Installation de caténaire (installation d'alimentation de la motricité)
L'alimentation électrique est assurée en règle générale par caténaire ou ligne aérienne : la prise de courant s'effectuant au-dessus du toit, en cas de rames de métropolitain ainsi que dans le cas des rames urbaines berlinoises, et celui des Réseaux suspendus de Hambourg, le courant est prélevé sur un rail électrique latéral (situé à environ 20 cm au-dessus du rail de roulement) (voir fig. 5). **Profils de rails** : En règle générale, sont utilisés des rails de différentes grandeurs et à empattement (à ailes) large (rames rapides et rames urbaines sur profil S 49, tramways sur profil S 41, dimensions données dans le tableau 4. En situation de voirie, seront utilisés des rails à rainures (à guidage encastré, à guidage en creux) (Profils Ri 59, Ri 60), ce qui favorise une meilleure application du cordon d'étanchéité latéral au rail. Des tronçons ouverts de réseaux peuvent être partiellement engazonnés.

	Méto/Rames (m)	Tramway/Autobus (m)
Grand-Centre avec les domaines		
Zone centrale	400	300
Domaine à haute densité d'usage	600	400
Domaine à densité réduite	1.000	600
Centre moyen avec les domaines		
Zone centrale	400	300
Domaine à haute densité d'usage	600	400
Domaine à densité réduite	1.000	600
Sous-centre (centre d'origine)		
Domaine central	600	400
Domaine autre (périphérique, résiduel, etc.)	1.000	600
Commune	1.000	600
Pour réseaux urbains, selon la fonction du trafic et degré d'élaboration du confort, s'en tenir aux valeurs pour tramways ou méto.		

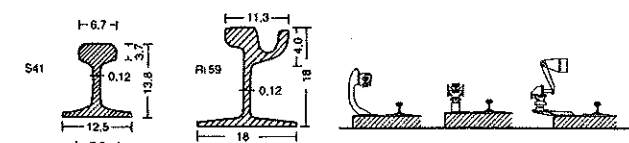
1 Intervalles des arrêts des transports en communs

Autobus urbain	150 à 300
Autobus, tramway	250 à 600
Méto	400 à 1 500
Réseaux urbains	600 à 2 500

2 Distance moyenne entre arrêts en m (valeurs très approximatives, tenir compte de la situation et des conditions locales).

	Autobus	Tramway	Méto par ex. petit gabarit Berlin	Méto par ex. Munich	Réseaux urbains de transports en communs
Longueur et configuration du train	Bus normal 8 - 15 m Bus articulé 18,75 m Bus à 2 articulations 25 m Bus à voiture remorquée 25 m	Véhicule unique 15 - 45 m Composition du train d'après les règles BOSTab jusqu'à 75 m	25,7 m jusqu'à 4 voitures à double motricité	144 m train global (ne peut être désarticulé)	ET 423 : 67,4 m jusqu'à 3 motrices
Largeur	2,55 m	2,20-2,65 m	2,30 m	2,90 m	3,02 m
Hauteur	env. 2,90 jusqu'à 4,10 m Bus à étage	env. 3,40 m	3,20 m	3,45 m	4,30 m
Hauteur quel d'accès	0,12-0,24 m	0,20-1,00 m	0,90 m	1,00 m	0,96 m

3 Principales cotes (dimensions) de l'encombrement de différents moyens de transport. Les hauteurs sont données sur dispositif de prise d'électricité replié (rabattu).

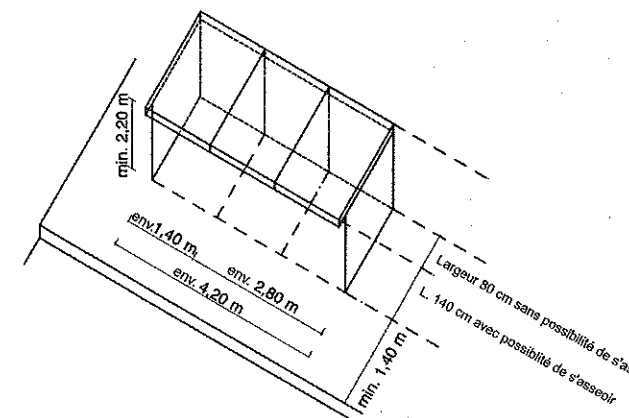


4 Profils de rails

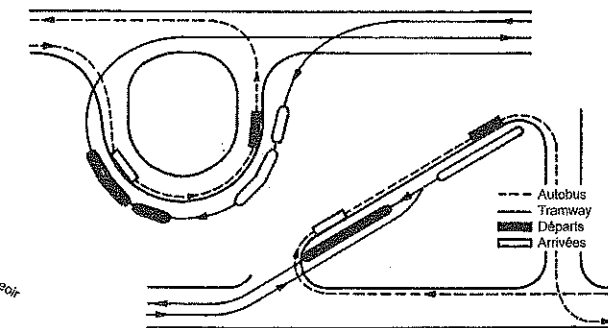
5 Rails d'alimentation électrique (Méto)

Installations de protection/abris

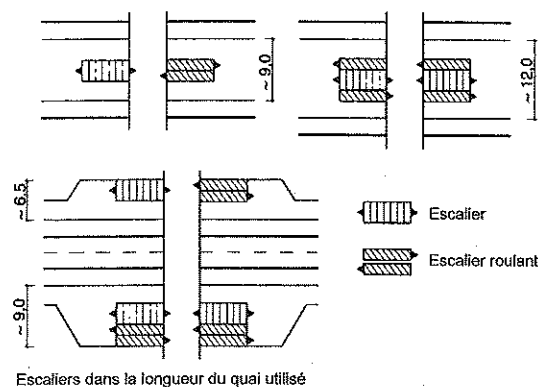
Pour la protection des voyageurs contre les intempéries à des arrêts. La plupart du temps des systèmes standardisés par éléments combinables ou modules additifs, souvent en combinaison (ou porteur) d'éléments publicitaires, en tant que élément constitutif du mobilier urbain. Les abris doivent répondre par transparence au besoin de sécurité des passagers.



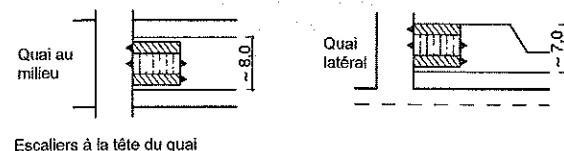
6 Abris de station (ou d'arrêt) pour le transport en commun de proximité.



7 Connexion de réseaux urbains/tramways et d'autobus à des terminaux (à des arrêts en fin de réseau).



Escaliers dans la longueur du quai utilisé



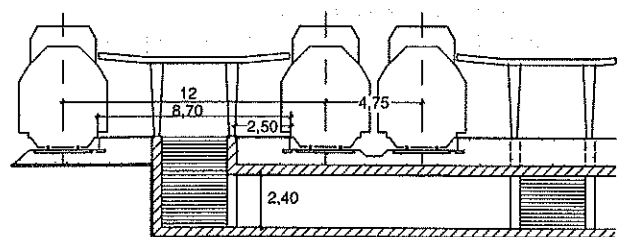
Escaliers à la tête du quai

1 Positionnement des escaliers sur les quais.

Nombre de passagers Typologie	Largeur/profondeur	Charge d'exploitation
8 adapté aux PMR*	1,10 x 1,40	630
13 adapté aux brancards	1,10 x 2,10	1000
19 adapté aux vélos	1,40 x 2,10	1450

* Personnes à mobilité réduite.

2 Dimensionnement des ascenseurs.



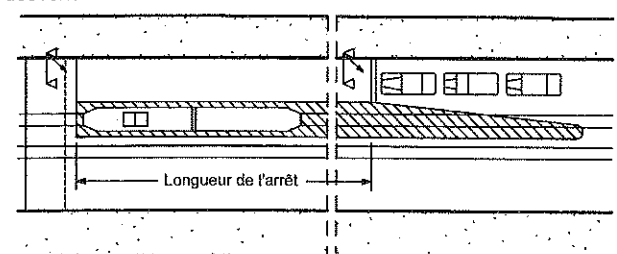
3 Coupe transversale d'un quai.

Arrêts

Arrêts de tramways : Largeur de quai minimale de 3,50 m. Pour l'installation d'abris sur un quai central, prévoir au minimum 5,50 m. La dimension de 1,50 m de largeur minimale prévue par la BOSTab (règlement régissant les tramways dans l'espace urbain) devrait être évitée par égard pour les voyageurs. En cas d'espace limité, ne pas aller au-dessus de 2,00 m pour un quai latéral. Espace de sécurité de 0,85 m de largeur à partir de cote externe des voitures du côté des portes en cas de véhicule sur rails, peut-être prévu sur la voie publique.

Arrêts dynamiques

En cas d'absence d'îlot d'arrêt, prévoir un dispositif de signalisation en retrait assurant la protection des voyageurs qui montent et qui descendent des voitures.



4 Arrêt dynamique.

TRANSPORT EN COMMUN DE PROXIMITÉ CHEMIN DE FER

Stations

Il incombe de donner à la définition des stations une importance toute particulière. Les transports sur rails sont souvent très déterminés par la spécificité du lieu d'implantation. Aussi, il convient d'accorder les hauteurs de quais avec le niveau du plancher des rampes, afin d'assurer aux passagers une montée et une descente agréables et sans obstacle.

Disposition des quais

La disposition centrale ou latérale des quais est tributaire de contraintes constructives, de trafic et de conception du réseau, surtout en cas de quai souterrain.

Les quais centraux sont plus commodes pour les passagers mais exigent des voitures bidirectionnelles. Les quais latéraux exigent un doublement des accès et escaliers ainsi que des équipements (kiosques, guichets ou distributeurs de billets, plans de réseaux et horaires). Possibilité d'usage de voitures unidirectionnelles puisque les portières ne sont exigibles que du côté droit. En cas d'arrêts sur viaducs, le quai latéral est avantageux car les quais peuvent être accrochés sur la structure entre les points porteurs du viaduc sans qu'il y ait de perte d'espace. Dans une succession de stations, il est recommandé de conserver une même disposition de quais, notamment afin de ne pas désorienter les voyageurs.

Longueurs des quais

Elle dépend de la rame la plus longue prévue pour desservir la station. En cas de métro ou de réseaux urbains, ajouter 5 m à la longueur du train pour palier à un freinage imprécis. Pour les tramways, il y a possibilité de stations dédoublées.

Largeurs de quais

La largeur de quai est dépendante du nombre de voyageurs, de la situation, de la nature et de la largeur des accès et des sorties. Les quais, escaliers et sorties doivent être conçus de sorte que les quais puissent être dégagés, sans encombrement durable de passagers, entre deux passages de trains.

Pour la largeur minimale de quai, on admet généralement :

- 3 m pour un quai latéral,
- 6 m pour un quai central avec des escaliers à chaque extrémité,
- 7 m en cas d'escalier sur la longueur utile du quai.

Escaliers

Des escaliers peuvent être situés en bout de quai ou à l'intérieur de la longueur utile des quais. La largeur des escaliers fixes devrait être dimensionnée selon un multiple de 0,60 m avec un minimum de 2,40 m, s'y ajoutant l'encombrement de la main courante et du caniveau de nettoyage en bout d'embranchement. Main courante des deux côtés. À partir de 6,0 m de largeur, prévoir une main courante supplémentaire en milieu d'escalier (fig. 1).

Les escaliers mécaniques augmentent le confort des voyageurs, accélèrent et canalisent le trafic du flux de voyageurs ; ils devraient être installés en cas de flux important et moyen de passagers. Il est recommandé d'installer des escaliers mécaniques de 1 voie à 1 voie et demie, de préférence de 2 voies (largeur d'embranchement de 0,80 m à 1,0 m), largeur hors tout de l'escalier 1,40 m et 1,65 m (selon le fabricant).

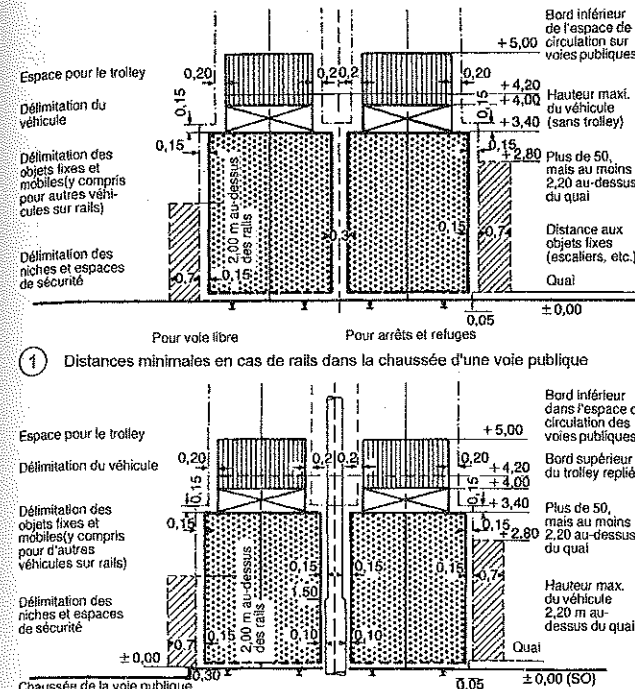
Ascenseurs

Pour les trains aériens ou souterrains devraient être prévus, ou installés a posteriori, des ascenseurs facilitant le transport à des personnes handicapées ou à mobilité réduite, ou le transfert de voitures d'enfants ou de bagages volumineux (fig. 2).

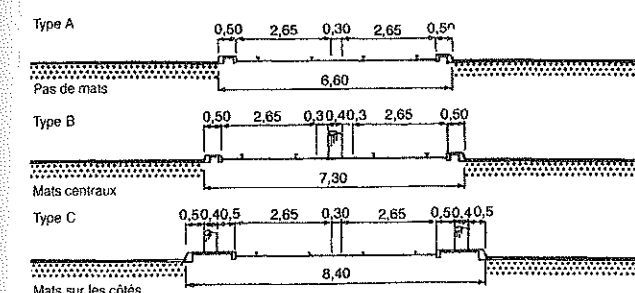
Les ascenseurs doivent être repérés facilement. Prévoir une aire d'attente en dehors du flot principal des voyageurs.

Revêtement de la surface des quais

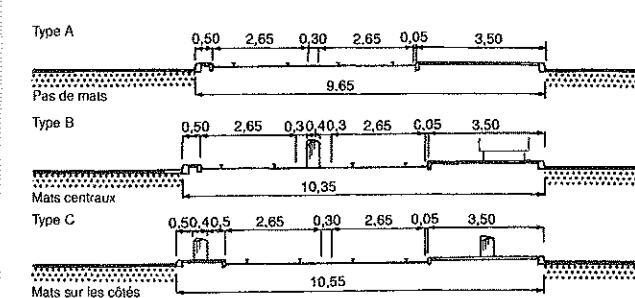
Afin d'obtenir une meilleure évacuation des eaux, les quais devraient présenter une pente transversale d'au moins 1 % (à deux versants), avec un maximum de 3 % à 5 % pour les quais en tunnel et de 2 % à 3 % pour les quais à l'air libre. Réaliser les bordures de quais en matériaux antidérapants, aisément perceptibles au contact par les personnes malvoyantes, à la teinte nettement contrastée, en l'occurrence soulignée d'une large bande blanche. Pour les personnes malvoyantes, prévoir des lignes de repérage, contrastées et aisément repérables par la canne blanche.



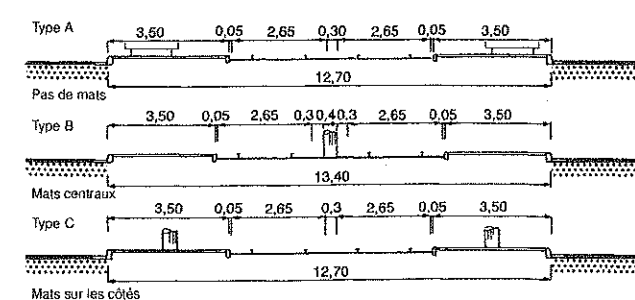
1 Distances minimales en cas de rails dans la chaussée d'une voie publique



2 Largeur normalisée pour plate-forme séparée dans une voie de desserte



3 Arrêts sur un seul côté (fig. 3)



4 Arrêts sur deux côtés (fig. 3)

TRANSPORTS URBAINS TRAMWAYS ET CHEMINS DE FER MÉTROPOLITAINS

Différenciation de systèmes : le tramway circule uniquement à vue et participe à la circulation routière ; la voie ferrée urbaine circule sur des voies ferrées suivant le tracé des rues.

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).

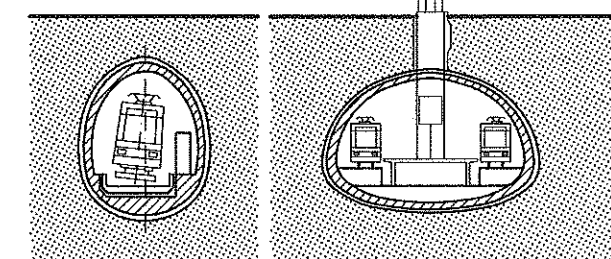
Distance depuis les axes des rails : au moins 2,60 m ou 2,95 m, mieux 3,10 m pour compenser le rayon de giration.

Distance de la caisse du véhicule au trottoir : pour les corps de voie séparés 0,5 m, exceptionnellement 0,30 m.

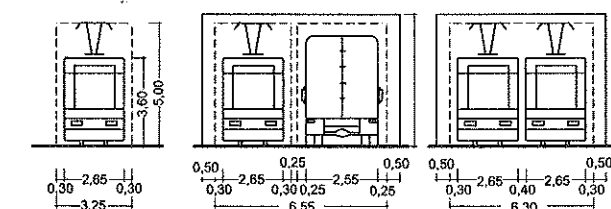
Rayon de la voie : si possible inférieur à 180 m, au moins 25 m dans les bifurcations et virages.

Pente longitudinale : maximum 25 ‰, exceptionnellement 40 ‰.

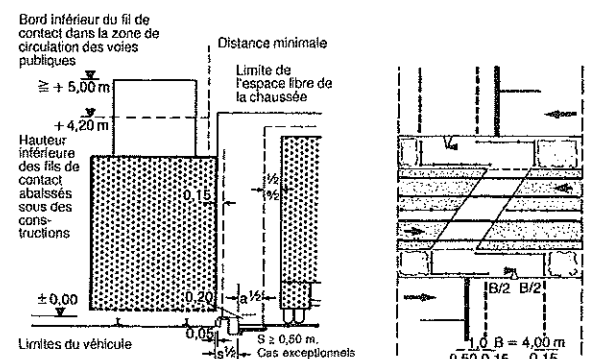
Arrêts : Largeur du quai : au moins 3,50 m. Pour l'installation de salles d'attente entre deux voies : au moins 5,50 m. Espace de sécurité : 0,85 m de large depuis la ligne de délimitation du véhicule, du côté de la porte.



6 Coupe de tunnel sur voie de métro et en gare

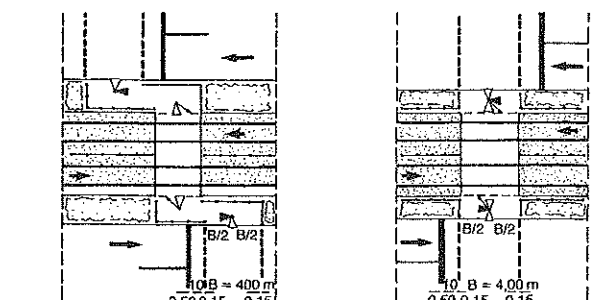


7 Encombrement du tramway en site urbain



8 Délimitation des espaces libres pour chaussée et tramway

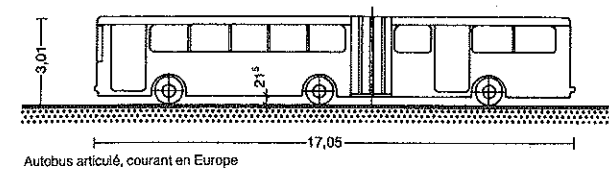
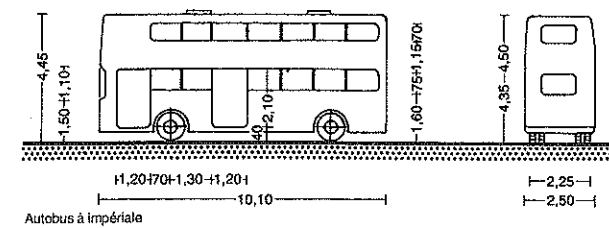
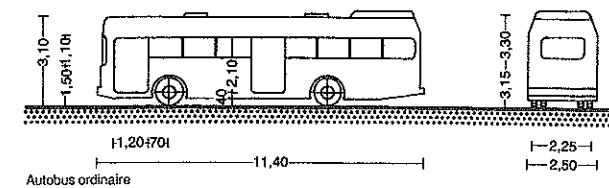
9 Passage pour piétons sur la plate-forme, sans feux



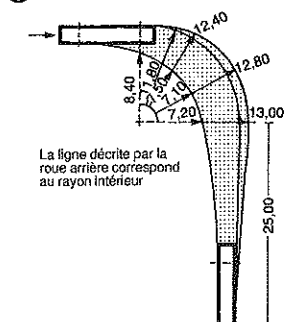
10 Passage piétons avec feux

11 Voir figure 10

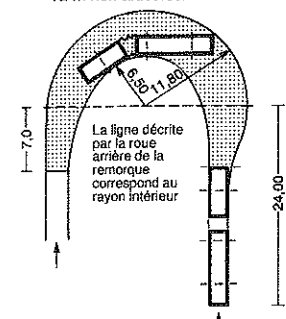
Circulation
Transports



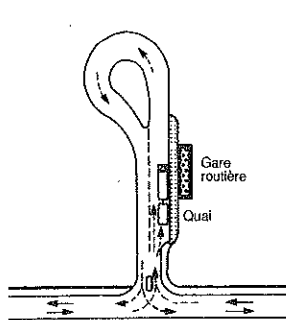
1 Dimensions d'autobus.



2 Cercle de brassage à 90° pour véhicules de 12 m non articulés.



3 Cercle de brassage à 180° pour véhicules de 12 m non articulés.



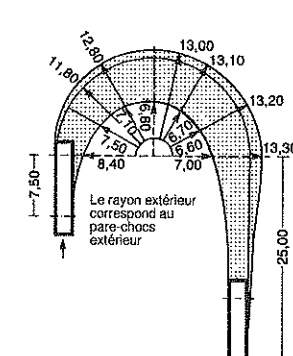
4 Cercle de brassage à 180° pour véhicules de 17 m articulés.



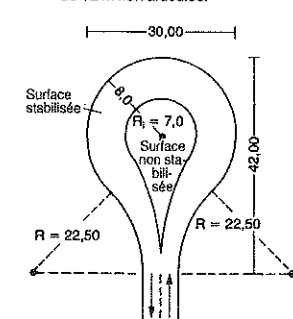
5 Aire de giration.



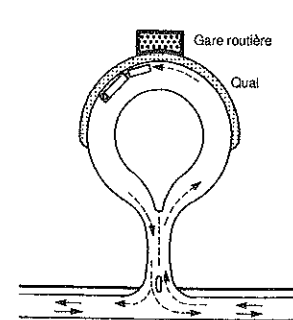
6 Petite gare routière avec demi-tour.



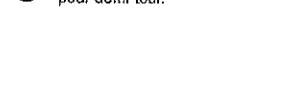
7 Cercle de brassage à 180° pour véhicules de 17 m articulés.



8 Aire de giration.



9 Aire de giration.



10 Aire de giration.



11 Aire de giration.

TRANSPORTS URBAINS 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. 455, 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).

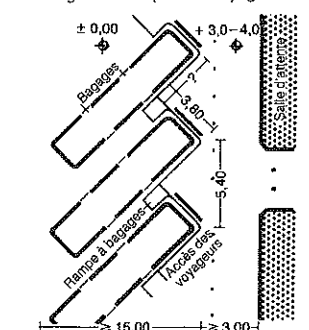
	L	L'
1 autobus ordinaire	12,00	40,50
2 autobus ordinaires	25,00	53,50
1 autobus articulé	18,00	46,50
		53,62 (55,05)

Dimensions entre parenthèses valables pour l'arrêt d'autobus de 3,00 m de large
*) 25,00 m pour autobus articulé

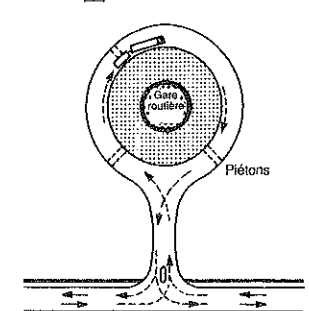
8 Arrêt de bus.

Forme du quai	Sans piste de dépassement			Avec piste de dépassement			Disposition par rapport à la voie d'accès	parallèle	oblique 45°	perpendiculaire
	Aa	Ab	Ac	Ba	Bb	Bc				
Disposition par rapport à la voie d'accès	parallèle	oblique 45°	perpendiculaire	parallèle	oblique 45°	perpendiculaire				
Longueur du quai en m	24	24	24	36	36	36	32	12	24	24
Largeur du quai en m	3	3	3	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
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				

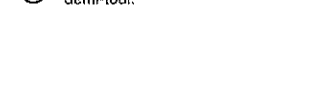
9 Surface nécessaire pour l'aménagement de quais de voyageurs.



11 Disposition courante en redents à angles droits.



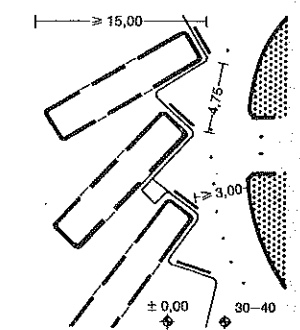
13 Quai sur l'intérieur d'une boucle pour demi-tour.



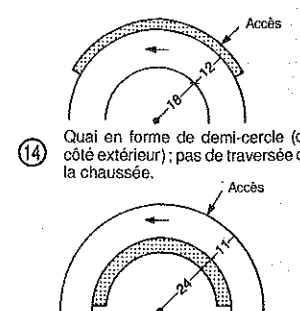
15 Quai en forme de demi-cercle (du côté intérieur); traversée de chaussée obligatoire.



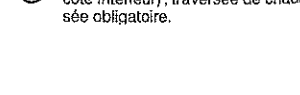
10 Surface nécessaire pour places de stationnement.



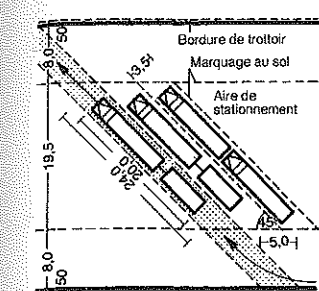
12 Une disposition radiale agrandit la place disponible.



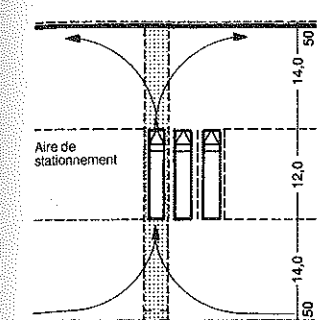
14 Quai en forme de demi-cercle (du côté extérieur); pas de traversée de la chaussée.



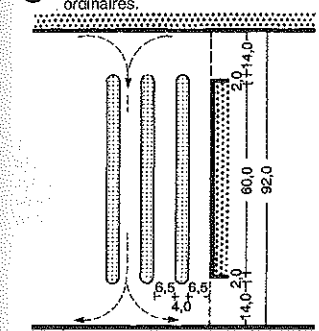
15 Quai en forme de demi-cercle (du côté intérieur); traversée de chaussée obligatoire.



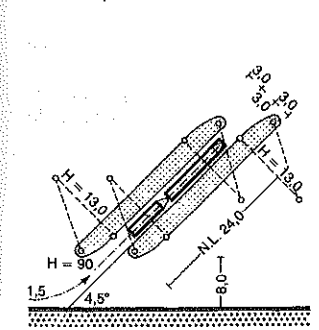
1 Aire de stationnement pour autobus ordinaires ou articulés.



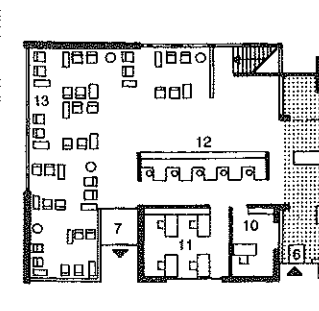
3 Stationnement perpendiculaire à la direction d'accès, pour autobus ordinaires.



5 Quais perpendiculaires à la direction de départ.



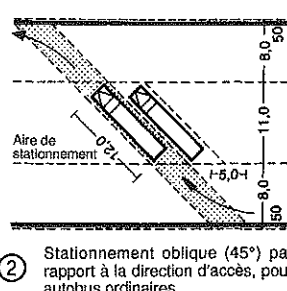
7 Quai en position oblique.



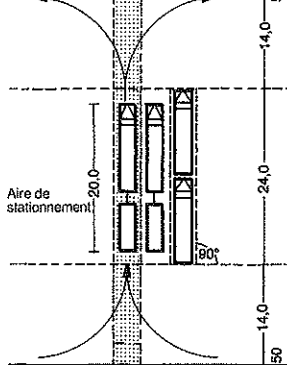
9 Rez-de-chaussée de la gare routière KLM.



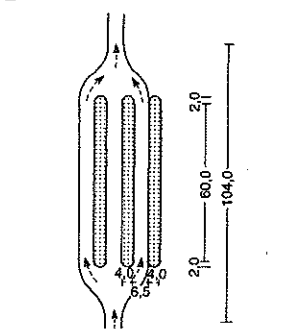
11 Disposition courante en redents à angles droits.



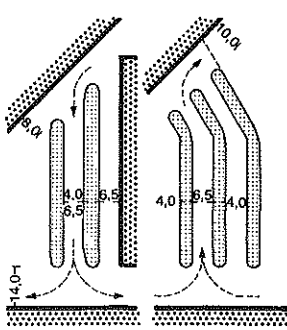
2 Stationnement oblique (45°) par rapport à la direction d'accès, pour autobus ordinaires.



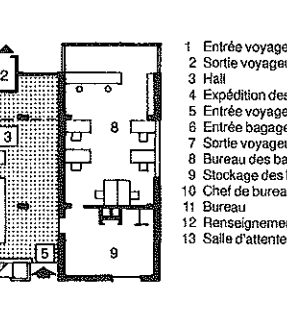
4 pour autobus ordinaires ou articulés.



6 Quais avec pistes de dépassement.



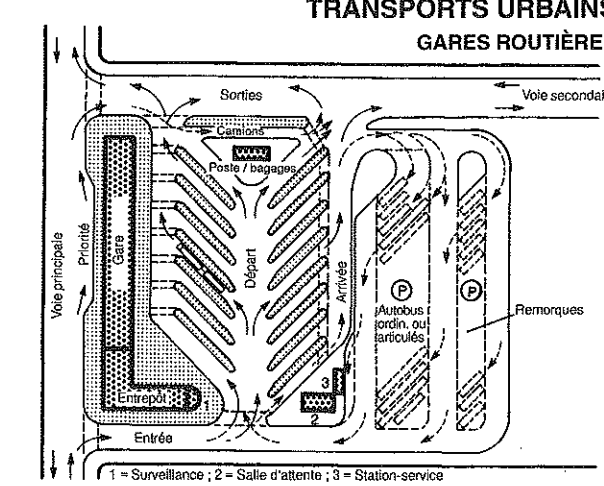
8 Départ perpendiculaire, arrivée oblique et perpendiculaire.



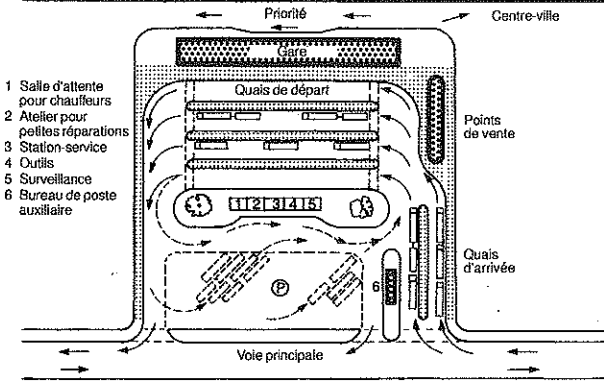
10 Grande gare routière de passage avec parking accolé.



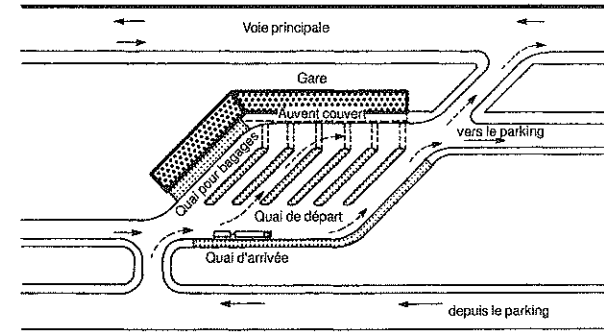
11 Grande gare routière de passage avec quais d'arrivée et de départ séparés.



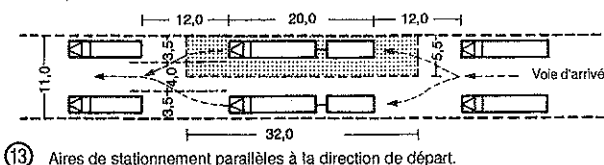
10 Grande gare routière de passage avec parking accolé.



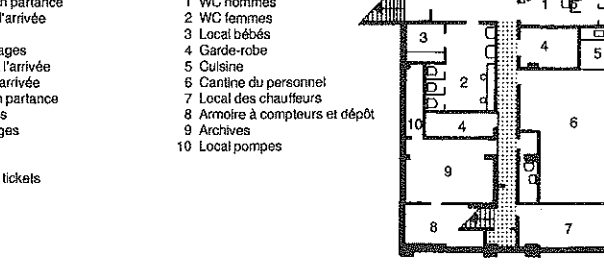
11 Grande gare routière de passage avec quais d'arrivée et de départ séparés.



12 Gare routière de passage avec quais d'arrivée et de départ séparés, en oblique, parking séparé.



13 Aires de stationnement parallèles à la direction de départ.

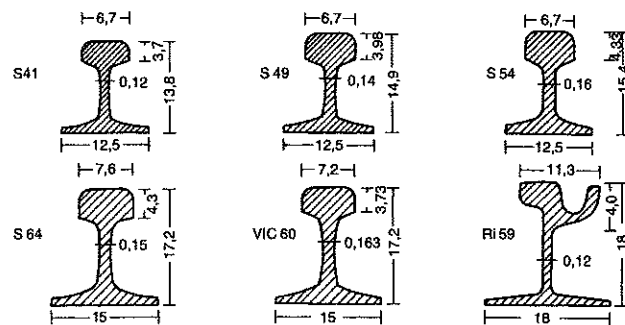


14 Sous-sol (fig. 9).



15 Quai en forme de demi-cercle (du côté intérieur); traversée de chaussée obligatoire.



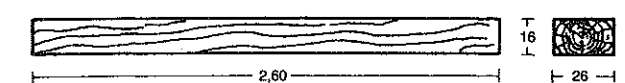


1 Les rails courants.

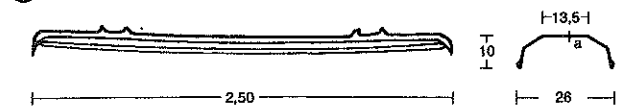
	G kg/m cour.	A (cm ²)	W _x libre (cm ³)	W _x pied (cm ³)	W _y (cm ³)	I _x (cm ⁴)	I _y (cm ⁴)
S41	40,95	52,2	196,0	200,5	41,7	1368	260
S49	49,43	63,0	240,2	248,2	51,0	1819	320
S54	54,54	69,4	262,4	276,4	57,0	2073	359
S64	64,92	82,4	355,9	403,5	80,5	3253	604
VIC 60	60,34	76,9	335,5	377,4	68,4	3055	513
RI 59	58,96	75,1	372,6	351,8	81,0 ¹⁾	3257	781

¹⁾ W_{yt} = 118 cm³ pour cause d'asymétrie.

2 Dimensions des rails (fig. 1).



3 Traverse en bois.



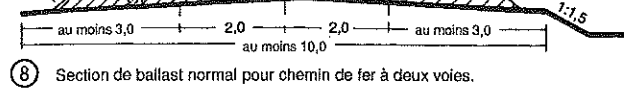
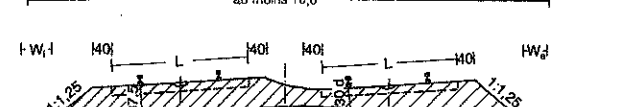
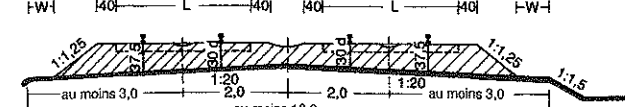
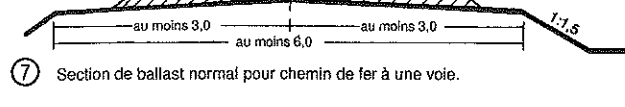
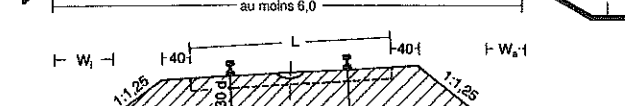
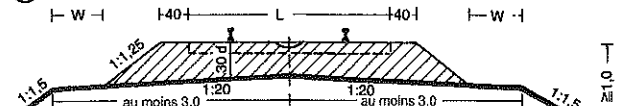
4 Traverse en acier.



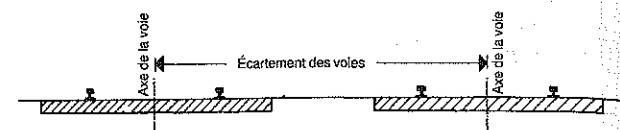
5 Traverse en béton B 70.



6 Traverse en béton B 58.



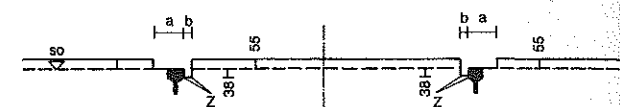
VOIES FERRÉES INSTALLATIONS DES RAILS



9 Écartement des voies.

Les écartements des voies(e) les plus importants sont :

- écartement normal, en pleine campagne 4,00 m (3,50 m pour des voies existantes)
- en cas d'installation de panneaux comme esp. de protection après chaque 2e voie 4,50 m
- pour nouveaux tracés avec $v > 200$ km/h 5,40 m
- écartement normal dans les gares 4,70 m
- voies principales continues 4,50 m (4,75 m)
- après un groupe de 5-6 voies 4,00 m
- voies d'essayage des freins 6,00 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).

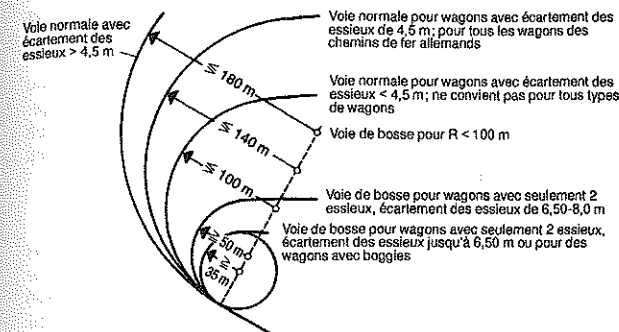
Durée de vie de traverses :

- 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.

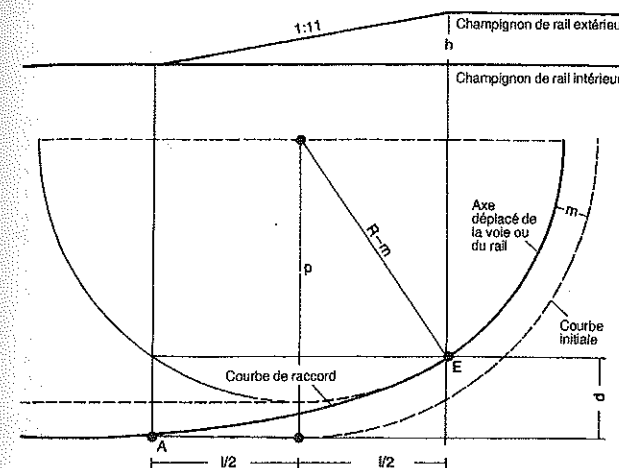
Profondeur des fossés latéraux $\geq 0,4$ à $0,6$ m au-dessous de la plate-forme. Pente de talus 3 à 10 % suivant la nature du renforcement du sol.
En cas de talus maçonnés, prévoir tuyaux et barbacanes pour l'écoulement des eaux.

Pente longitudinale pour les voies principales en pleine 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.



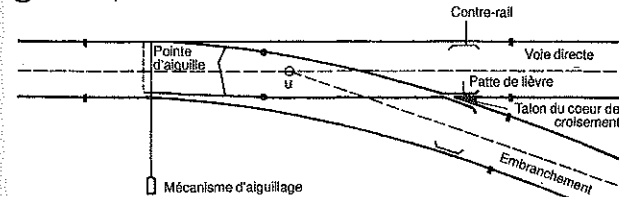
1 Rayons de courbure pour voies de raccordement. Lors de constructions nouvelles, des rayons inférieurs à 100 m sont à éviter dans la mesure du possible.



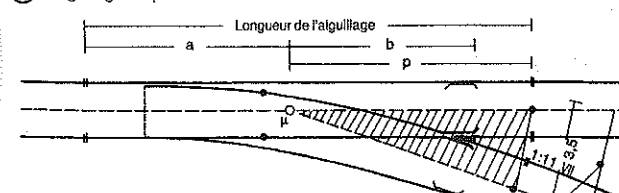
2 Rampe de raccord de dévers et courbe de raccord.

R	l	m	Pente de la rampe
180-200	40	0,370	1: 320
		0,333	1: 320
250-350	30	0,150	1: 300
		0,107	1: 400
400-2000	20	0,012	1: 310
		0,008	1:1300

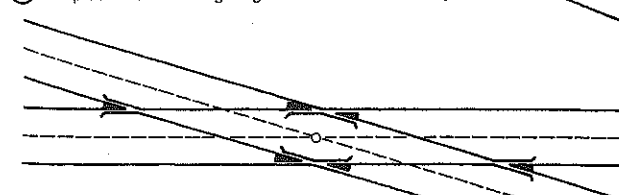
3 Tableau pour voies secondaires et voies de raccordement usuelles en m.



4 Aiguillage simple.



5 Représentation d'un aiguillage.



6 Croisement oblique (contre-rail comme exemple pour figures 4 et 5).

VOIES FERRÉES INSTALLATIONS DES RAILS

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 ≥ 35 m.

Pour $100 \text{ m} > R \geq 35$, 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 $R \geq 50$ m
- pour voie de 0,75 m $R \geq 40$ m
- pour voie de 0,60 m $R \geq 25$ 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 $1:\infty$ à $1:R$ (fig. 2). Surhausser éventuellement les parties courbes pour maintenir dans des limites acceptables ($\leq 0,65$ 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 $\geq 3,50$ m. Longueur aiguillage/poignée d'aiguille pour les aiguillages (fig. 9).

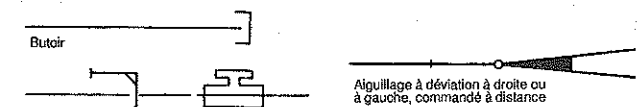
- 49-190-1:7,5 = 25,222 m/12,611 m
- 49-190-1:9 = 27,138 m/10,523 m
- 49-300-1:9 = 33,230 m/16,615 m.

Plaques tournantes normales $\emptyset = D$

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.



7 Symboles de représentation.

Aiguillage	r (m)	1:n	Limites de tracé (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	1:9/1:91	37,661

8 Dimensions des aiguillages.

9 Symboles de représentation.

CHEMINS DE FER

EXPÉDITIONS MARCHANDISES, CONTAINERS

Le transport des marchandises par rail est aujourd'hui une part du transport international. Des rationalisations des modalités de chargements et de déchargements des marchandises ont été développées afin de rester concurrentiel vis-à-vis du transport routier, notamment en matière de transport combiné.

Quais de transbordement

Ils peuvent être disposés perpendiculairement ou latéralement aux voies ferrées, à l'extérieur comme à l'intérieur de halles de transbordement. Ces dernières pouvant atteindre une longueur d'environ 700 m afin de recevoir un train complet de wagons marchandises. L'ouverture de passage en largeur est au minimum de 3,35 m, et de 4,00 m dans les constructions neuves.

Pour les dimensions de passage des trains voir fig. 2, de même pour les camions, en tenant compte des rayons de giration, y compris pour le balayage des attelages (camions remorques ou semi-remorques), voir pages 509 et 446. Pour les quais de transbordement, voir le chapitre sur le chargement et le déchargement, pages 509-510.

Les quais latéraux permettant des connexions longitudinales entre camions et wagons, moyennant des ouvertures latérales des camions et remorques, ne doivent pas dépasser 1,10 m de hauteur. Au cas où ces quais doivent recevoir des wagons voyageurs, cette hauteur ne doit pas dépasser 1 m de hauteur, à cause de l'encombrement de l'ouverture des portes. D'autres quais latéraux, dans des cas exceptionnels de voies principales, peuvent atteindre la hauteur de 1,20 m, hauteur calculée depuis le bord supérieur du rail. Des prescriptions particulières régissent la sécurité du personnel de transbordement.

Les halles d'entrepôt et de transbordement sont à déterminer en fonction des types de marchandises. Les marchandises sont transportées réglementairement par palettes, afin de faciliter leur déplacement. Pour des raisons de logistique, ce sont préférentiellement des euro-palettes qui sont utilisées, voir page 316. Elles sont normalisées selon l'UIC-Fiche 435-2 de l'Union internationale des chemins de fer.

Trafic combiné

Le transport combiné des marchandises vaut pour toutes marchandises contenues dans une unité de transbordement (caisses mobiles, containers, remorques). Aussi bien pour un transfert de mode de transport à un autre que pour un même mode de transport, par exemple lors de transbordements de grands camions à camions plus petits.

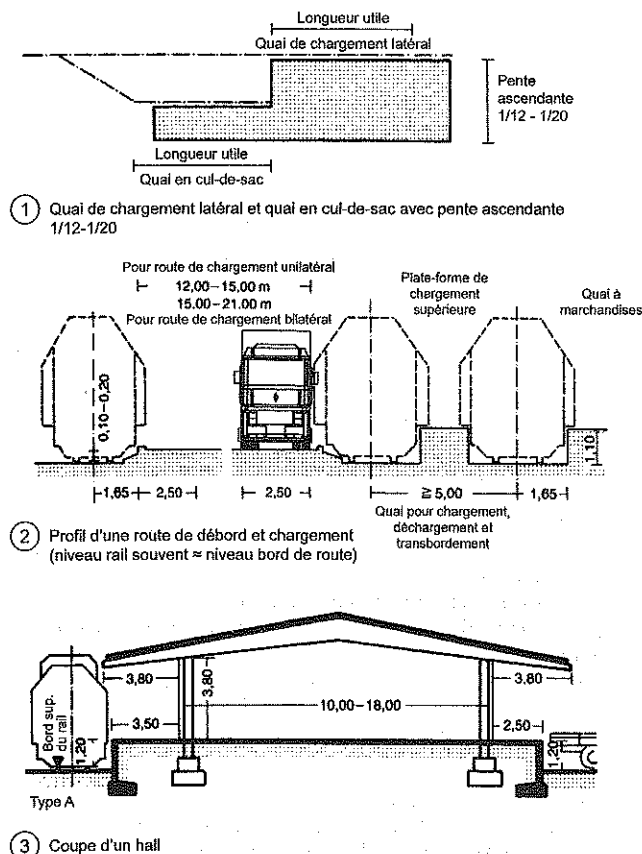
C'est à partir du transport maritime que les containers se sont universalisés pour le transport des marchandises, et de manière croissante, aussi pour les déchets. Ils réduisent les durées de transbordement entre les différentes modalités de transport, qu'elles soient sur eau, sur route ou sur rails.

Le lieu de transbordement se définit comme un container terminal (CT), il est en général une partie d'un trafic d'ensemble de transbordements de marchandises. Des grues à portiques opèrent de manière automatique aux transbordements des containers, de zones de stockages à modalités de transports.

Containers

Ce sont des containers répondant aux normes ISO qui sont véhiculés dans le trafic international, ils ont une largeur de 8 pieds (2,44 m) et sont longs de 20 pieds (6,06 m) ou de 40 pieds (12,19 m). Ils sont aussi désignés selon l'abréviation TEU (Twenty-foot Equivalent Unit) ou FEU (Forty Feet Equivalent Unit), voir fig. 5. Les containers standards sont hauts de 8 pieds 6 pouces (2,59 m). Les *High Cube* (aussi désignés HQ *High-Quantity*) sont hauts de 9 pieds 6 pouces (2,90 m). Les dimensions de ces containers ont été choisies en fonction de leur usage dans la plupart des pays qui utilisent le transport routier et ferroviaire. Dans le trafic européen on utilise aussi des containers de 2,50 m jusqu'à 2,55 m de largeur. Ils sont construits de manière résistante afin de pouvoir empiler jusqu'à 9 niveaux de containers vides (capacité minimale de 4 containers remplis). Il existe des versions spéciales, par exemple des containers réfrigérants pour les marchandises périssables, des containers citernes pour les matières liquides ou gazeuses, des containers pour automobiles ou encore des containers cellule d'habitation pour des besoins temporaires.

Une possibilité supplémentaire dans le trafic combiné réside dans le transbordement de camions complets sur des wagons spéciaux (feroutage). Pour ces routes « roulantes », un accès rampe ou quai suffit à une extrémité du train, les camions pouvant ainsi monter et descendre des trains de manière autonome.



Codification	Longueur des containers	ft	in
1	2991	10'	
2	8058	26'	
3	9125	30'	
4	12192	40'	
A	7150		24'
B	7315		24'
C	7430		24' 6"
D	7450		24' 6"
E	7620		
F	8100		
G	12500	41'	
H	13106	43'	
K	13600		
L	13716	45'	
M	14630	48'	
N	14935	49'	
P	16154		
Seut. USA		53'	
Seut. USA*		57'	

* Seulement autorisés dans quelques états fédéraux de la RFA

Catégorie de container	Dimensions extérieures						Poids brut max. kg
	Longueur		Largeur		Hauteur		
	mm	ft in	mm	ft in	mm	ft in	
1AAA	12192	40'	2438	8'	2896	9' 6"	30480
1AA					2591	8' 6"	
1A					2438	8'	
1AX					< 2438	< 8'	
1CC	6058	19' 10,5"	2438	8'	2591	8' 6"	24000
1C					2438	8'	
1CX					< 2438	< 8'	

6. Dimensions extérieures et poids admissibles des containers courants de 40 et 20 pieds. Les dimensions d'un container de 20 pieds sont plus petites de la largeur d'un joint, de manière à pouvoir les combiner avec les grands.

CHEMINS DE FER

Stations du réseau

On fait principalement la distinction entre un simple arrêt (avec un quai d'accès à la rame sur une voie libre et sans aiguillage) et une gare (avec au minimum un aiguillage pour permettre le passage d'un train ou permettre son demi-tour).

Les gares sont définies en fonction de la disposition du réseau de voies et de la situation du bâtiment d'accueil :

- gares traversantes (disposition la plus courante), par exemples les gares centrales de Cologne et Hanovre (fig. 6) ;
- gares terminus, par exemple les gares centrales de Leipzig et de Munich (fig. 4) ;
- gares surélevées avec superposition des voies (par exemple les gares centrales de Osnabrück et Berlin (en construction)) ;
- gares-îlot (rez-de-chaussée du bâtiment d'accueil disposé au milieu du faisceau de voies), par exemple la gare centrale de Halle/Saale (fig. 8).

À l'intérieur des villes, les réseaux de rails qui conduisent vers les gares sont soit au niveau de la voirie routière, soit sur des viaducs avec franchissement de la voirie ou encore dans des tunnels disposés sous la voirie.

La situation du bâtiment de la gare découle du tracé d'implantation de la voie (fig. 1 à 6) alors que l'enfouissement des réseaux est tributaire des possibilités urbaines (par exemple, le projet urbain pour Stuttgart 21 prévoit la transformation de la gare terminus en une gare traversante souterraine avec réutilisation de l'ancien bâtiment d'accueil de la gare).

Règles pour le projet

En matière de construction neuve et de rénovation, il convient de mettre en œuvre les principes suivants par ordre de priorité :

- sécurité de l'exploitation sans aucun accident ;
- sentiment de sécurité et confort ;
- repérage aisé ;
- entretien immobilier facile ;
- identité du lieu ;
- qualité de la forme architecturale.

Les gares doivent être reliées aux autres moyens de transport sur de courtes distances piétonnes. Pour les transports urbains et le métro, prévoir une connexion de préférence sous le bâtiment d'accueil de la gare. Il est souhaitable d'établir une proximité entre le réseau de transport public et les quais de la gare. Il convient aussi de prévoir des accès prioritaires pour taxis et véhicules privés, en plus d'aires de stationnement de longue durée.

Dans le hall d'accueil, on trouve, en plus des services gérés par la SNCF, (centrale de réservation et vente de billets, point information, salles d'attente, consigne de bagages, buffet) des espaces attribués, en concession ou location, à des exploitants externes (en général des services et des commerces).

Passages piétons souterrains et passerelles de franchissement

La largeur minimale des passages en souterrain et des passerelles de franchissement est de 2,50 m. Pour des largeurs plus grandes, il est recommandé d'adopter un multiple de la largeur d'une voie piétonne de 0,80 m. La hauteur minimale du passage (HSP) est de 2,50 m, hauteur qui peut être ramenée à 2,25 m dans le cas où les installations techniques sont intégrées dans le plafond.

Libre accès au quai

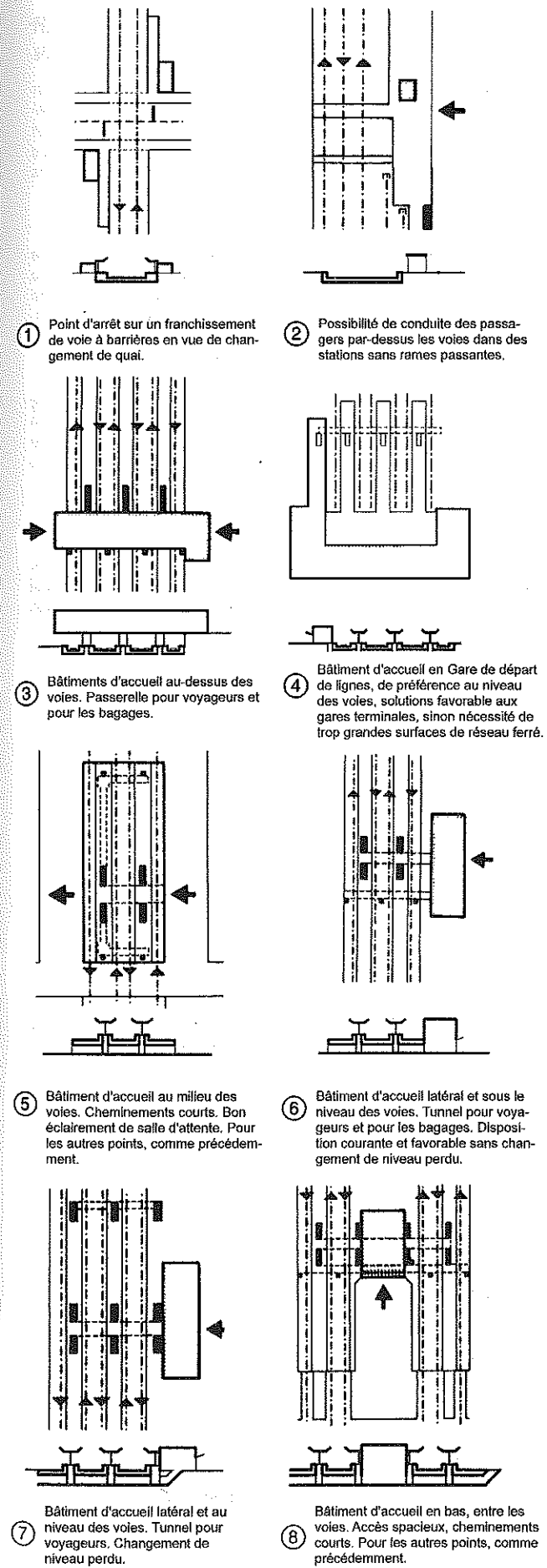
Dans le cas d'une affluence supérieure à 1 000 passagers par jour, il convient de prévoir un accès aux quais par au moins un passage libre, sans barrière. Des rampes doivent toujours être disponibles et sans entretien. Les ascenseurs devraient être conçus en transport continu (selon le principe Roll-on et Roll-off) à cabines transparentes. Pour le dimensionnement minimal tenir compte des règles de construction en vigueur.

Assurer le transfert sans contraintes des poussettes ou voitures d'enfants, des chariots porte-bagages et des bicyclettes, sera un des objectifs à atteindre.

Les accès aux quais ne sont admissibles que dans le sens longitudinal du quai avec un espace d'attente et d'encombrement de 1,50 x 1,50 m en avant de l'ascenseur.

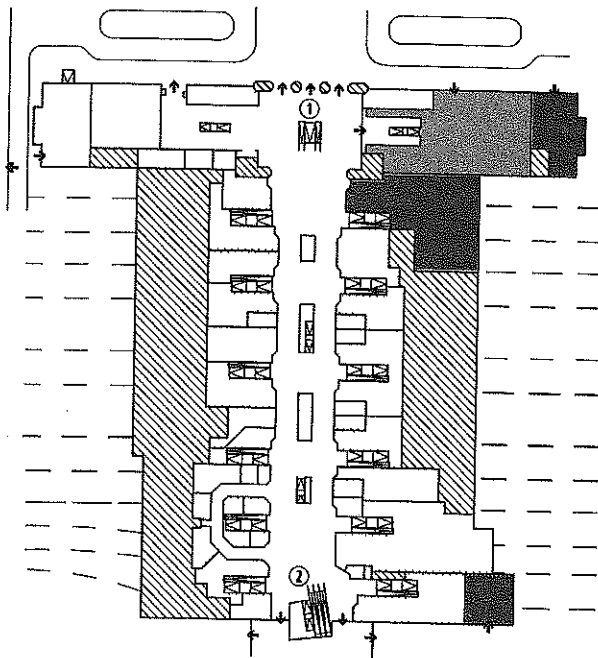
Prévoir au sol des lignes de repérage avec marquage tactile et signalisation chromatique contrastée. Sur les quais il convient de signaler les zones dangereuses.

Sur les mains courantes d'escaliers et de rampes il est recommandé d'inscrire les numéros des quais en écriture Braille.



Circulation Transports

Circulation Transports



① Passage de la gare de Hanovre

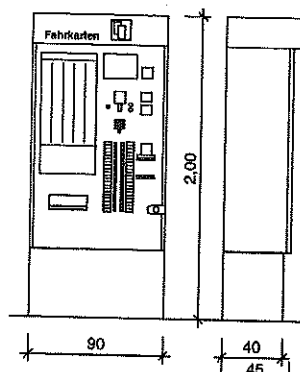
- ① Entrée principale avec Point-Service
② Entrée latérale avec accès au métro

Service voyageur :
- Restaurant
- Centre d'information et guichets

Service de la gare :
- Consigne à bagages
- Service-Courrier
- Police aux frontières
- Accueil Social

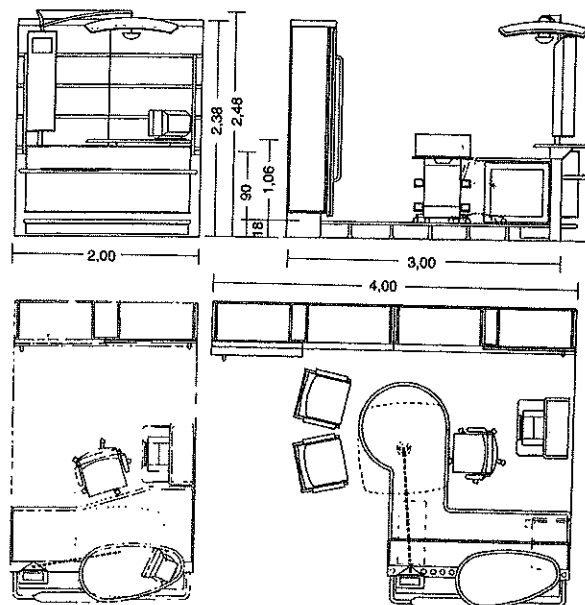
Boutiques-Services :
- Restauration
- Sanitaires, WC/Douches
- Articles de voyage

Entrepôt et locaux techniques



② Passage de la gare de Hanovre :
légende du plan

③ Dimensionnement d'un guichet
automatique, libre ou encastré



④ Système d'aménagement modulaire du centre d'information et guichets

CHEMINS DE FER BÂTIMENTS D'ACCUEIL

Les bâtiments d'accueil servent d'interface entre les chemins de fer et les autres moyens de transport. Les offres de services directement gérés par les chemins de fer se limitent à la vente de billets et la vente de titres de transport, aux informations et au service des bagages. Pour tous autres services, des surfaces commerciales sont mises en locations dans l'enceinte de la gare (fig. 1 et 2).

Centre d'information et guichets

Le centre d'information sert au conseil individuel et à la vente de billets. Cet équipement peut être conçu de façon modulaire sur une trame de 1 m. La plus petite unité d'une telle installation mesure généralement 2 m x 3 m. Le rehaussement sur estrade de l'installation permet d'adapter les niveaux entre le personnel assis et le client debout.

Le système est complété par des éléments de finition (fig. 4).

Pour les personnes attendant leur tour, il faut prévoir une surface d'attente suffisamment grande jusqu'à une ligne de discrétion en avant du comptoir. S'il y a plusieurs guichets, il est préférable de n'avoir qu'une seule file d'attente. Des automates de vente de billets sont installés, même pour les grandes lignes, en vue d'alléger l'attente aux guichets (fig. 3).

Point-service

Le point-service sert de point d'accueil direct des voyageurs. Pour répondre aux besoins du public, aux exigences techniques ainsi qu'aux contraintes d'espaces, on peut se fonder sur trois types d'équipements :

- point-service de type isolé : disposé librement dans le bâtiment d'accueil de différentes grandeurs, modulaire dans des situations spatiales pour un à quatre agents (pour deux postes de travail : longueur 3,0 m largeur 5,0 m hauteur 3,5 m) ;

- point-service type intégré : dans une façade à l'intérieur du bâtiment d'accueil, jouxtant les guichets, de un à quatre agents (longueur : 2,0 m, largeur 2,6 m hauteur 3,1 m pour un poste de travail, pour chaque poste de travail supplémentaire allonger la longueur de 1,7 m) ;

- point-service de type mobile : stand sur roues en vue d'une mise en fonction flexible à l'intérieur du bâtiment d'accueil et sur les quais, dans tous les cas pour un seul agent (longueur : 0,90 m, largeur : 0,80 m, hauteur : 2,30 m). Ces dimensions se réfèrent à un projet-type et peuvent être modifiées.

Escaliers

La largeur utile d'un escalier devrait être un multiple de 80 cm (largeur d'une voie piétonne), avec un minimum de 2,40 m de largeur utile. La largeur d'escalier (L_{esc}) est déterminée en fonction du nombre de voyageurs attendu et selon la formule :

$$L_{esc} = \frac{n}{vdt} + g$$

n = nombre de voyageurs en heure de pointe,

v = vitesse moyenne (en m/s) de marche d'un piéton = 0,65,

d = densité de trafic des voyageurs (en n/m^2) = 1,0

t = temps nécessaire (en s) pour dégager

le quai après sortie des voyageurs

g = largeur (en m) d'une voie piétonne

avec trafic inverse = 120 à 180

en cas de transport de proximité et urbain = 0,80

Dimensionnement des escaliers (p. 154 et suivantes) : le dégagement en avant de l'escalier devrait être 1,5 fois la largeur de l'escalier. Le premier et le dernier emmarchement ainsi que l'ensemble des marches devraient être marqués d'une bande de contraste optique d'une largeur de 6 cm.

Escaliers mécaniques

À partir d'une densité de voyageurs de plus de 3 000 personnes par heure, ou de plus de 500 personnes par heure avec une différence de niveaux de plus de 8,0 m, il convient d'installer des escaliers mécaniques. La largeur minimale devrait être de 1,0 m afin de pouvoir transporter des passagers équipés de porte-valise (p. 160 et suivantes).

CHEMINS DE FER QUAIS D'ACCÈS AUX TRAINS

Largeurs

Les quais sont dénommés selon leur situation : quai central pour une desserte double de voies, quai latéral pour une seule desserte de voie. La largeur des quais est principalement déterminée par les flux de voyageurs. Notamment en cumulant les trois principales zones d'un quai, la zone d'attente, la zone de déplacement d'au minimum 0,80 m de large et la zone de sécurité, laquelle est aussi définie en rapport avec la vitesse de passage des trains. Les données relatives aux distances à respecter avec le positionnement d'éléments fixes de quais sont toujours mesurées à partir de l'axe des rails.

La largeur minimale :

d'un quai central = $2,50 \text{ m} - 1,65 \text{ m} + 2 \times 0,80 \text{ m} = 2,45 \text{ m}$

d'un quai latéral = $2 \times (2,50 \text{ m} - 1,65 \text{ m}) + 2 \times 0,80 \text{ m} = 3,30 \text{ m}$

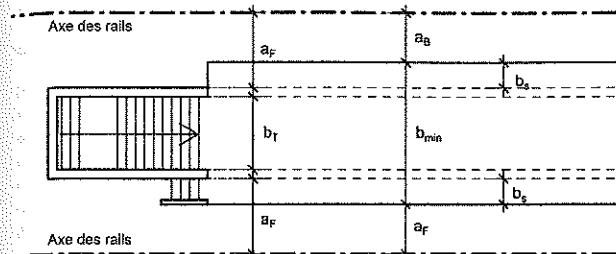
Hauteurs des quais

Elles se mesurent depuis le bord supérieur du rail. Elle est couramment de 76 cm, lors de trafic de proximité elle est aussi de 55 cm, pour les trains rapides elle est de 96 cm. Des quais plus anciens peuvent être de 38 cm de haut. Les hauteurs et longueurs de quais dépendent en fait de la spécificité de chaque programme d'exploitation. Les longueurs peuvent être augmentées en lien avec les caractéristiques locales.

Couverture des quais

Il existe 3 types standard de couvertures de quais. Les choix sont dépendants de l'importance de la gare et du budget à disposition. Les systèmes favorables sont ceux qui permettent une construction de courte durée, notamment dans la zone dangereuse, et qui nécessitent peu d'intervention au niveau des fondations. Une structure à ossature de type table est à privilégier. La courte durée d'intervention est importante du point de vue des questions de sécurité, et de celui des contraintes sur les horaires des trains, sachant que ceux-ci doivent ralentir dans les zones de travaux, lesquelles nécessitent également un supplément de personnel de surveillance, de modification des cheminements, de leurs balisages, voire même des fermetures d'accès temporaires aux voies, etc.

La construction des couvertures peut être servie par une grille modulaire de 30 cm (standard de 9 M). La hauteur sous toit devrait être au minimum de 3,25 m, en prévoyant la suspension des systèmes d'information, ce qui devrait laisser une hauteur libre de 2,50 m. Il est important de tenir compte des situations particulières, par exemple avec des formations de bouchons de voyageurs, des espaces d'attente. Toutes les installations fixes sur les quais ont des distances minima à respecter, lesquelles se mesurent impérativement depuis le bord supérieur du rail. On doit également tenir compte des contraintes dues aux vents, notamment ceux causés par les vitesses de déplacements des trains, surtout pour tout ce qui peut être accroché aux couvertures.



Largeur du quai $b_{min} = b_T + 2(a_F - a_B)$

a_F Distance minimale pour des obstacles fixes (par ex. piliers) depuis l'axe des rails

au bord du quai = 3,00 m

au bord du quai, en fin de quai = 2,50 m

a_B Distance entre une construction sur le quai et le bord du quai, incluant la zone dangereuse,

pour autant qu'il n'y ait aucun obstacle fixe

en présence d'éléments ponctuels (par ex. piliers)

en présence d'éléments linéaires (par ex. mur d'escalier)

a_B Distance entre le bord du quai et le bord du rail

b_{min} Largeur minimum du quai

b_T Largeur de la zone dangereuse

$V \leq 160 \text{ km/h}$

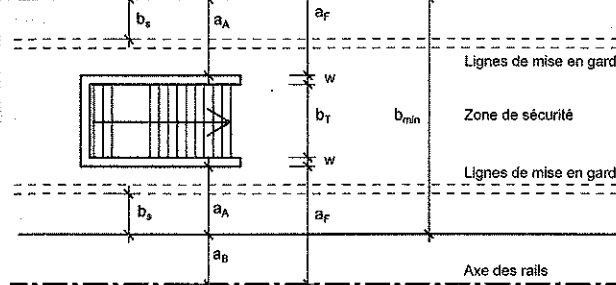
$160 < V \leq 200 \text{ km/h}$

$b_T = 2,50 \text{ m} - 1,65 \text{ m}$ (lors de rails rectilignes)

$b_T = 3,00 \text{ m} - 1,65 \text{ m}$ (lors de rails rectilignes)

b_1 Largeur de passage de l'escalier

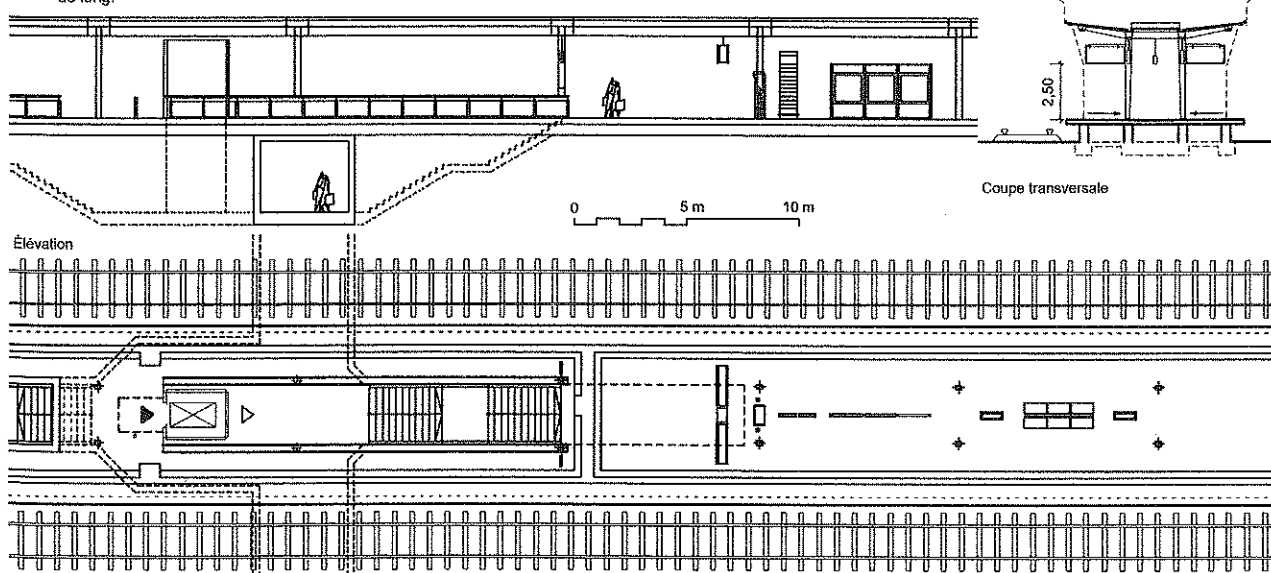
w Épaisseur totale du mur d'escalier



① Largeur des quais et zones dangereuses

Catégories de quais	A	A1	A2	A3	B	B1	B2	C	D
Règles des longueurs de quais	405 m	370 m	320 m	280 m	210 m	170 m	140 m	120 m	80 m

② Longueur des quais (A : trains longues distances, B : trains courtes distances, C et D : petites gares de faible importance). Un TGV composé de 2 motrices et 8 remorques mesure 200 m de long ; avec 10 remorques, il mesure 237 m de long et le TGV Duplex composé de deux motrices et 18 remorques mesure 394 m de long.



③ Quai standard avec couverture symétrique à double porte-à-faux
Plan et élévation

Circulation
Transports

Circulation
Transports

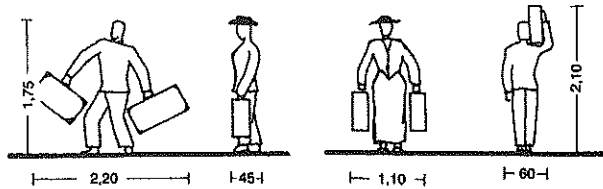
QUAIS D'ACCÈS AUX TRAINS

Ce sont les services ferroviaires de chaque pays qui sont chargés de la conception et de la mise en œuvre des équipements de quais. Les petits ouvrages de moins de 100 m² peuvent parfois être édifiés sans autorisation particulière. En Allemagne, les éléments constitutifs de ces équipements doivent être choisis dans une liste agréée par la société ferroviaire concernée, notamment pour des questions de sécurité, d'entretien et de coût, ils sont par ailleurs contrôlés et optimisés selon des critères de design de qualité.

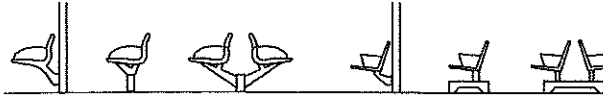
Grille 22

Les chemins de fer allemands (DB) et leurs services pour les gares utilisent un système constructif dénommé *Grille 22*, afin de composer les équipements tels que des protections contre les intempéries, des parois de séparations, des paravents, des vitrines et des sièges. Le système est basé sur une grille modulaire de 30 cm qui se recoupe avec un revêtement de sols de même dimension. Il en résulte des modules en plan de 90 et 150 cm. Pour le positionnement de piliers et d'éléments d'accrochage, la modulation réserve un interstice de 12,5 cm et permet une libre disposition des éléments de 77,5 et de 137,5 cm pour des parois ou des vitrines. Les dimensions des vitrines sont définies par la taille des affiches *Citylight-Posters* d'environ 200 × 136 cm. La composition en hauteur est organisée par le module de 12,5 cm. Ce système modulaire permet la fabrication de composants par des entreprises différentes, il facilite la planification des implantations et des assemblages entre composants. Pour le mobilier des places assises, il se compose de deux types, les bancs et les sièges individuels qui font partie d'une même famille. Il existe plusieurs variantes de fixation et d'exécution de la partie siège, notamment en câbles de 4 mm de diamètre (efficace contre les méfaits des intempéries et du vandalisme) ou en liteaux de bois lamellé-collé pour l'intérieur, ces variantes offrent de multiples possibilités d'arrangements.

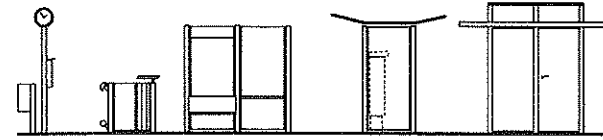
En France, la conception des gares est réalisée directement par la SNCF via son agence d'architecture intégrée. Elle a défini elle-même un certain nombre de règles d'aménagement communes à toutes les gares.



① Besoin d'espace pour les voyageurs



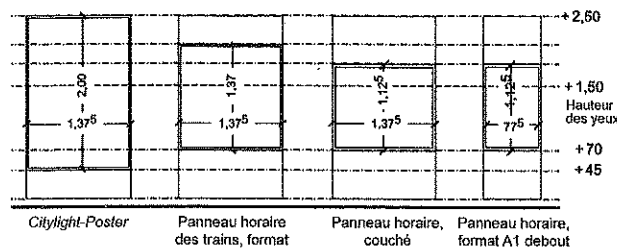
② Variantes de types de sièges, librement disposés et à l'abri des intempéries



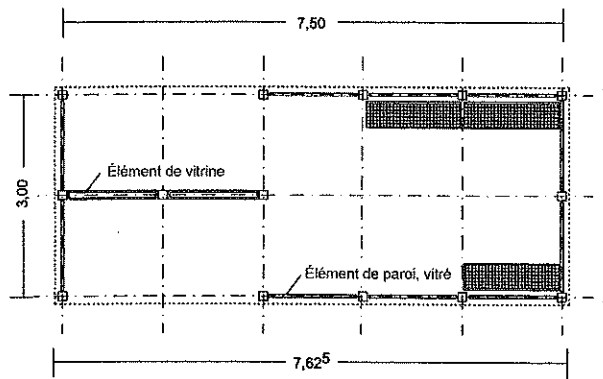
③ Équipements de quais, réalisés selon la Grille 22



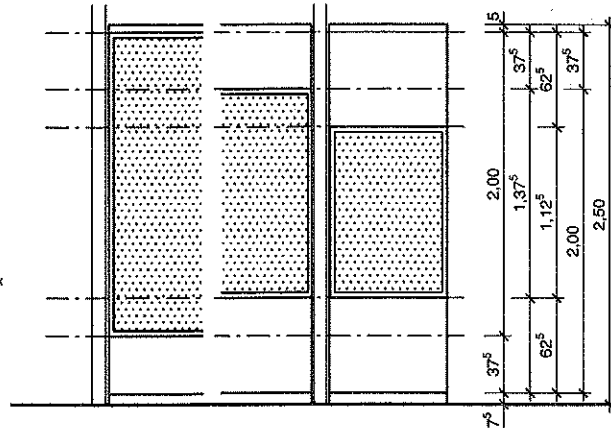
④ Variantes de couvertures contre les intempéries



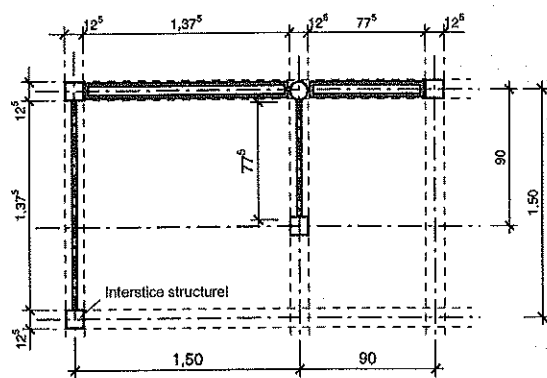
⑤ Vitrines pour différents formats d'affiches et d'horaires. L'éclairage en transparence nécessite un choix de papiers translucides. La hauteur de lecture doit être adaptée aux personnes de petite taille.



⑥ Protection du vent et des intempéries, type T-in-U pour un quai central



⑦ Module en hauteur selon la Grille 22



⑧ Module en plan selon la Grille 22

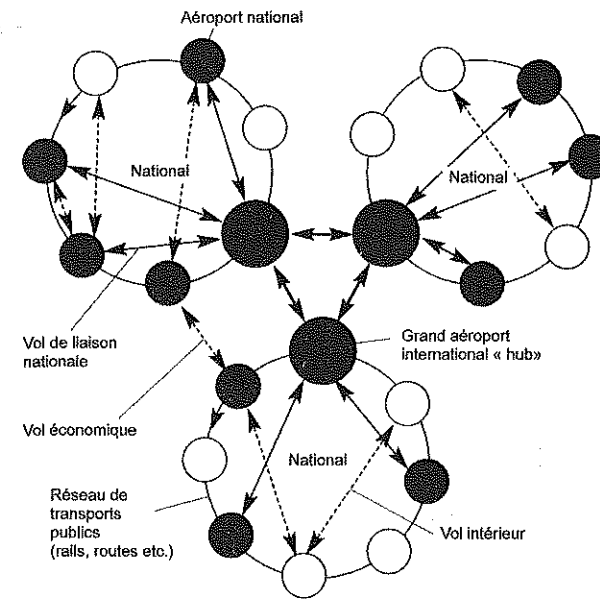
PRINCIPES

Le marché du transport aérien

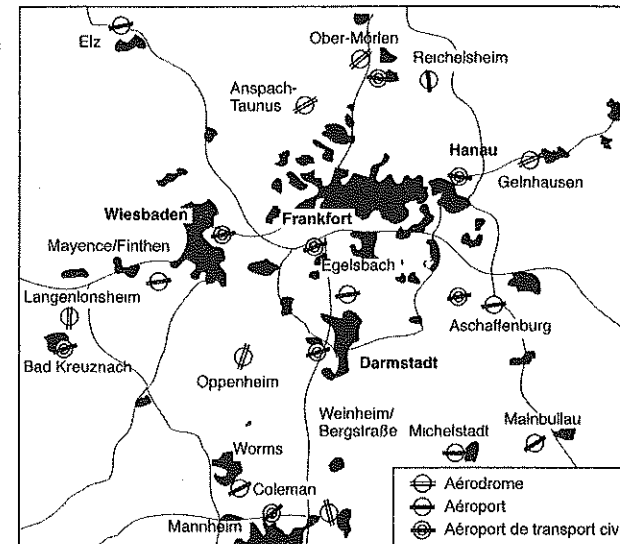
Avec la privatisation du transport aérien (lignes aériennes, aéroports, etc.) s'est développé un marché complexe avec une rude concurrence. Le segment du **trafic passager** (voyages d'affaires et tourisme, respectivement en vols de lignes ou charters) est distingué du **fret aérien**, que ce soit dans les segments intérieurs, européens ou extra européens. Au regard de la **vitesse** (durée de vol, autonomie de vol, rapidité des correspondances) et des **prix**, on distingue différentes stratégies commerciales des compagnies (fig. 1). Par exemple le modèle hub-and-spoke : de grands aéroports internationaux constituent des plates-formes de correspondance (les hubs) entre lignes internationales et lignes intérieures qui sont reliées par des avions gros porteurs tandis qu'autour on trouve une couronne d'aéroports nationaux (spokes) qui assure la liaison régionale. Pour réduire les durées des correspondances, les vols sont regroupés en **nœuds** à certains moments de la journée (fig. 4).

Le modèle **vol à bas coûts** : des aéroports aux coûts attractifs (redevances de décollage et d'atterrissage réduites, créneaux horaires à bas coûts avec heures de départ défavorables) sont reliés par des avions moyen porteurs.

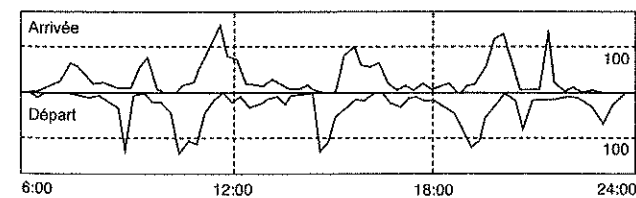
Les sources traditionnelles de revenus des aéroports, les redevances de décollage et d'atterrissage passent actuellement toujours un peu plus à l'arrière plan face aux recettes locatives provenant des surfaces d'activités commerciales ou de bureaux dans la zone aéroportuaire. Ce développement a une influence considérable sur la conception et l'architecture des aéroports d'aujourd'hui.



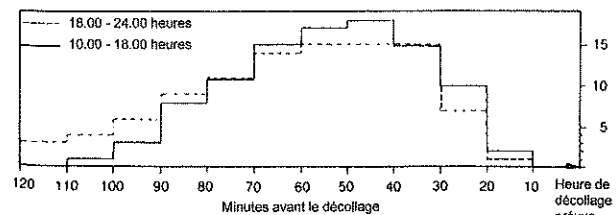
① L'aviation (civile) en tant que partie du système intermodal de réseau de transports.



② Densité des aéroports (exemple : espace Rhin-Main).



④ « Système des nœuds » d'un grand aéroport (HUB) : nombre de vols/heure.



⑤ Délai d'arrivée des passagers avant le départ prévu.

<p>Accords de l'OACI</p>	<p>Les bases pour concevoir les installations et le fonctionnement des aérodomes sont les réglementations de l'annexe 14, vol. I des Accords de l'Organisation de l'Aviation Civile Internationale (OACI), servant de bases au corpus législatif national.</p> <p>L'Organisation de l'Aviation Civile Internationale (OACI) est une sous-organisation des Nations-Unies, qui dirige la conception du trafic aérien civil. En font partie plus de 180 états souscripteurs. L'Allemagne est représentée par une délégation permanente du ministère fédéral pour les transports, la construction et le logement. Parmi les tâches de l'OACI font partie entre autres la standardisation et la sécurité du trafic aérien, le développement des infrastructures, de même que l'élaboration des recommandations et des directives. De plus incombe à l'OACI l'attribution des dénommés codes de l'OACI.</p>
<p>Droit public de la construction</p>	<p>Le droit public national de la construction contient les conditions d'autorisation de construction des aérodomes. En règle générale il s'agit de projets coûteux significatifs pour la région et pour lesquels est prescrite une procédure d'aménagement du territoire avec un cahier des charges supplémentaire (par exemple test d'impact sur l'environnement, plan d'accompagnement de traitement paysagé).</p>
<p>Lois sur le bruit d'avion etc.</p>	<p>En raison des nuisances environnementales dues aux aéroports (bruits d'avions, émissions etc.) leur construction et leur fonctionnement sont soumis à de nombreuses autres lois sur l'environnement (par exemple prescriptions concernant les aérodomes, loi sur les bruits d'avions).</p>

③ Bases pour la conception.

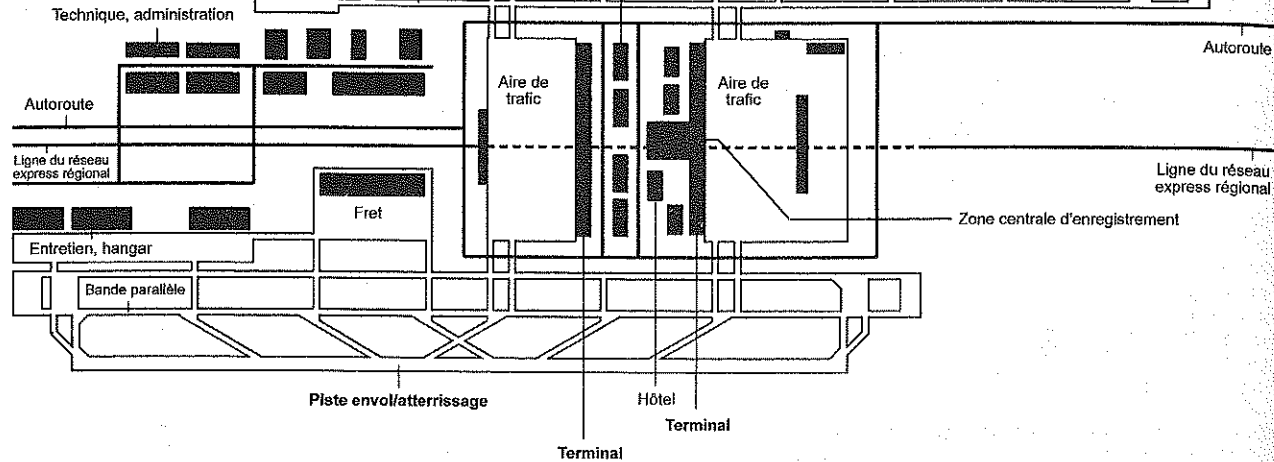
Protection de l'environnement

Lors de la conception d'un aéroport, dans le cadre des opérations d'aménagement du territoire, de nombreux aspects de la protection de l'environnement doivent être pris en compte (test d'impact sur l'environnement, plan de traitement paysagé, etc.).

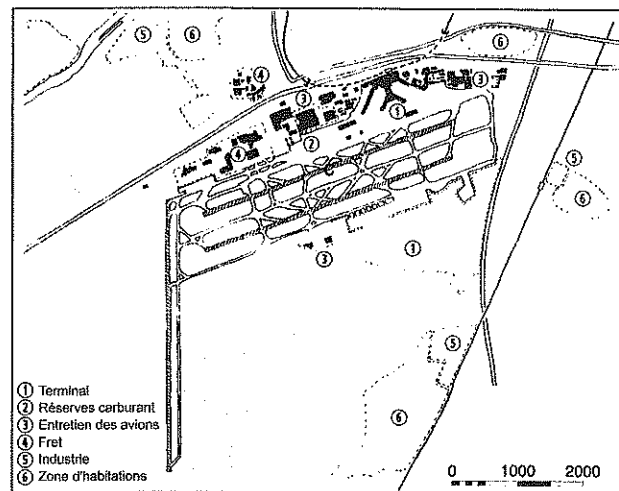
Aux abords de cette plate-forme de transports, la nuisance sonore due aux décollages et atterrissages commence à être un critère central d'évaluation avec des valeurs limites autorisées. L'empreinte acoustique est un rapport décrivant la surface au sol sur laquelle lors du décollage et l'atterrissage d'un avion un certain niveau de bruit spécifique aux aéronefs est atteint.

En outre, l'activité quotidienne est liée à une série de questions environnementales. Cela concerne tout particulièrement la **protection contre le bruit** (par exemple les réglementations de vols nocturnes, une politique de taxations orientée contre le bruit, des mesures en matière d'isolation acoustique dans la construction), la **protection de l'eau** (par exemple des bassins de rétention des eaux de pluie pour maîtriser les flux des précipitations drainées sur les aires d'activité de vol, emploi parcimonieux de produits chimiques néfastes pour l'environnement (produits de dégivrage pour avions et aires d'activité), **management de l'énergie et de l'environnement** comme la **gestion des déchets**.

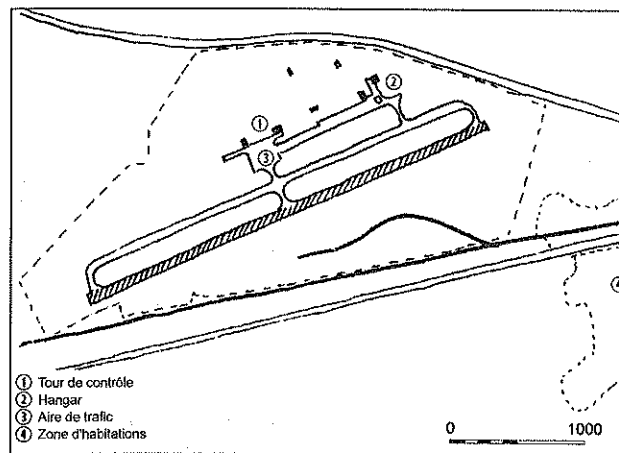
DES AÉROPORTS



① Schéma d'un aéroport avec représentation des zones fonctionnelles en référence à l'aéroport de Munich, échelle env. 1:4000.



② Aéroport de Frankfort/Main (plan non utilisable à des fins de navigation).



③ Aérodrome de Schwerin-Parchim (plan non utilisable à des fins de navigation)

Réseau de transport terrestre : la connexion aisée, fiable et calculable en temps d'un aéroport avec le réseau de transports terrestres (intermodalité) est d'une importance significative pour le bon fonctionnement du trafic aérien.

PISTES D'ENVOL ET D'ATERRISSAGE

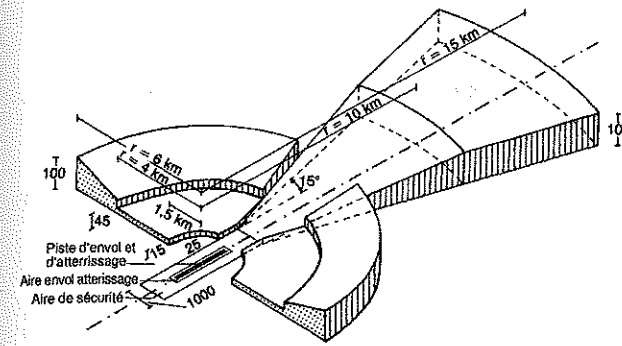
Pistes d'envol et d'atterrissage

Le sens, la longueur et le nombre de pistes E/A sont déterminés par de nombreux facteurs :

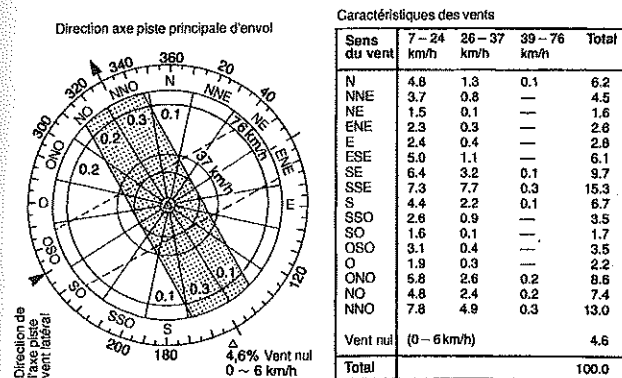
- le sens est déterminé en grande partie par la direction locale des vents dominants, sachant que le but est de faire fonctionner l'aéroport 95 % du temps (pour un composant de vent latéral de 20 Kts max.). Une grande fréquence de forts vents diagonaux peut rendre nécessaire une deuxième piste E/A orientée en conséquence (fig. 2) ;
- 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 1 310 m entre les axes, les décollages et atterrissages simultanés sont possibles et la capacité maximale peut ainsi être atteinte (fig. 4).

Les longueurs et largeurs de pistes sont calculées à partir des dimensions des avions et localement par les impératifs climatiques et topographiques comme la température, la pression atmosphérique, l'altitude, les déclivités d'envols et d'atterrissages, etc. (les pistes des grands aéroports atteignent jusqu'à 4 000 m et 40-65 m de large). De part et d'autre, aux têtes de piste, on se soumet à la législation du trafic aérien en matière des **constructions aéroportuaires** afin de définir les dimensions de sécurité (fig. 1). La construction en la matière dépend des autorités aéroportuaires compétentes. En complément, on se soumet également aux prescriptions en matière de sécurité pour les zones induites par l'aéroport (fig. 3).

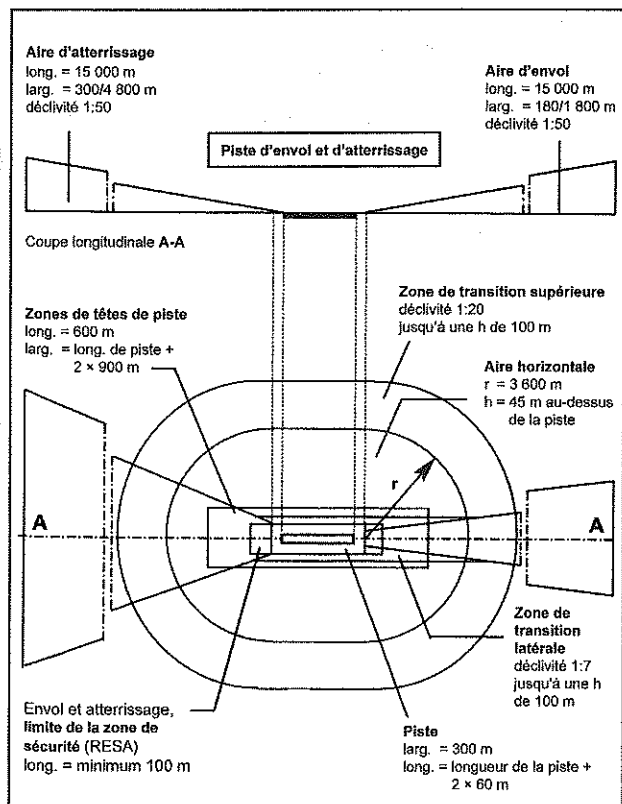
Les pistes d'envol et d'atterrissage sont désignées par leurs positions cardinales (en dixièmes de degrés), par leur latéralité avec R (*right*) et L (*left*), respectivement C (*center*). Des marquages au sol et éclairages balisent les pistes selon les tronçons, axes, largeurs et capacités de charges.









① Protection des zones construites pour aéroport avec piste d'atterrissage aux instruments



② Rose des vents caractéristique et données sur le vent



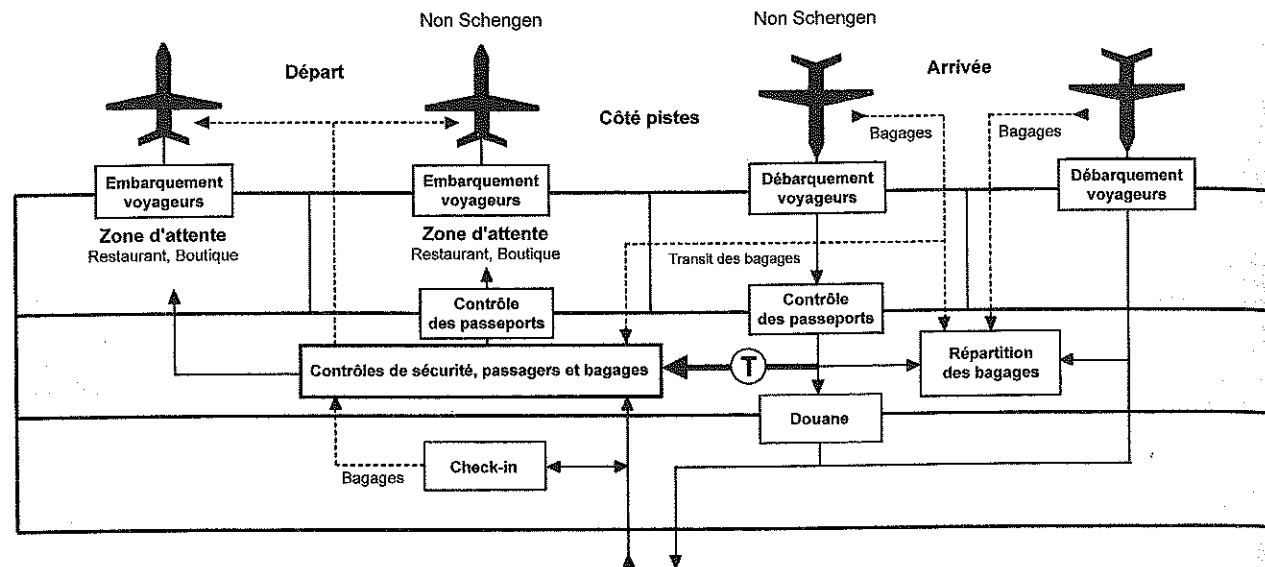
③ Aires de sécurisation pour les vols et atterrissages pour le vol aux instruments des avions (à l'exemple des pistes selon la réglementation ICAO, annexe 14, code 3/4)

Piste envol / atterrissage	Capacité par heure		Volume de trafic annuel
	VFR	IFR	
	51-98	50-59	195 000-240 000
	94-197	56-60	260 000-355 000
	103-197	62-75	275 000-365 000
	103-197	99-119	305 000-370 000
	73-150 (→)	56-60	220 000-270 000
	72-98	56-60	200 000-265 000

VFR = Conditions de vol à vue
IFR = Conditions de vol aux instruments

④ Capacité de rendement des différents systèmes de pistes envol / atterrissage

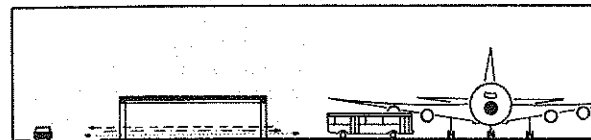
AÉROPORTS TERMINAUX



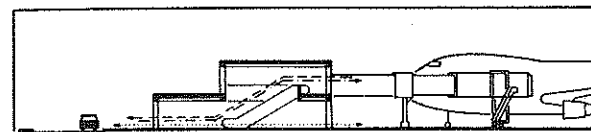
① Schéma des fonctions d'un terminal

Zone extérieure à l'aéroport

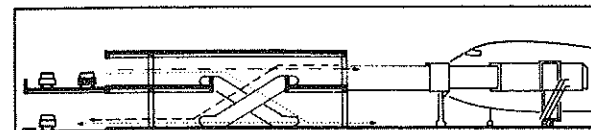
T = Passagers en transit



② Terminal de plain-pied, un seul niveau



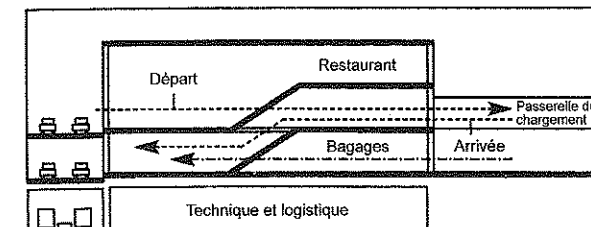
③ Terminal sur deux niveaux, accès véhicules au niveau inférieur



④ Terminal sur deux niveaux, avec double niveau d'accès aux véhicules



⑤ Terminal sur deux niveaux, accès véhicules au niveau inférieur



⑥ Terminal sur trois niveaux, avec double niveau d'accès aux véhicules. Accès à un train de desserte en sous-sol et locaux techniques

Lors de la conception d'un terminal d'aéroport, ce sont des données et des relations techniques et fonctionnelles complexes qui doivent être prises en considération avec beaucoup d'attention (la délimitation des espaces publics et des espaces sous sécurité, l'organisation et le dimensionnement des espaces de contrôles des voyageurs, les zones de mouvements et celles d'attente, les systèmes de convoyage en plusieurs étapes et niveaux). Les contraintes d'extension et les programmes caractérisent les lignes de forces de la planification urbaine d'un tel ensemble.

Gestion du voyageur

Cette notion définit tout ce qui touche aux diverses opérations concernant les voyageurs et leurs bagages, depuis le check-in en passant par les mesures de sécurité, jusqu'à leur entrée dans l'avion. Cette gestion est lisible pas à pas dans la figure 1, elle est prise en charge par les sociétés de transport aérien ou par une sous-traitance (Handling Agent). Le principe de base d'une telle gestion est d'assurer la sécurité. Aucun voyageur et ses bagages ne peut se soustraire à un contrôle, dès lors qu'il s'agit d'assurer une parfaite étanchéité entre les personnes contrôlées et les personnes non contrôlées. Un autre principe important est celui du contrôle entre les passagers nationaux distinct de celui des internationaux, respectivement des passagers « Schengen » des passagers « non Schengen ». À ceci s'ajoutent les différenciations des mesures de sécurité selon les différentes origines des voyageurs, tenant compte également des voyageurs seulement en transit entre deux vols. Il en résulte un réseau de divers cheminements complémentaires dont il faut aussi gérer les flux et les seuils d'attente. La gestion des voyageurs et la fluidité des transbordements constituent un critère important de la bonne organisation d'un terminal, notamment dans les rapports internationaux et concurrentiels qui se sont établis entre les terminaux d'aéroports.

La part « non aviation » d'un terminal

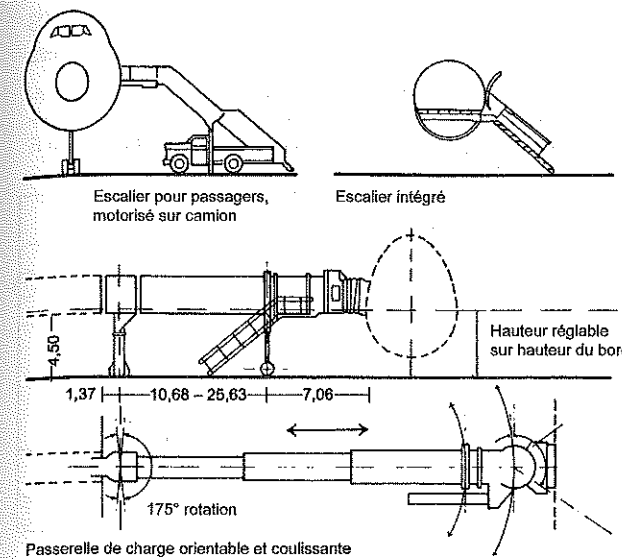
Cela concerne toutes les fonctions ne visant pas un rapport direct avec le déplacement aérien (commerces, hôtels, lieux de congrès, restauration, etc.). Dans les grands aéroports, les revenus de cette part supplantent aujourd'hui ceux liés aux taxes d'aéroport demandées aux voyageurs. Ainsi la planification d'un aéroport se doit de réguler ce double intérêt, à savoir une bonne gestion des voyageurs dans un minimum de temps et d'encombrements, et une stratégie adaptée afin de favoriser l'usage de l'aéroport comme un lieu public de commerces et d'échanges.

AÉROPORTS TERMINAUX ET TARMAC

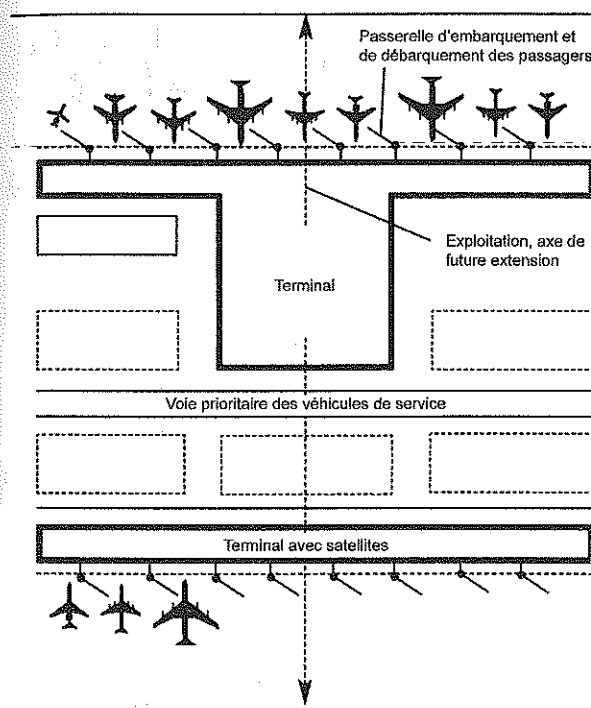
Concepts de terminaux

Les terminaux se distinguent par leur mode de stationnement des avions pour les opérations d'embarquement et de débarquement des passagers et des bagages. Il existe diverses formes de regroupements et de liaisons aux bâtiments des terminaux. Outre la réponse aux besoins en surfaces et aux impératifs fonctionnels, le concept dépend également des potentialités de futures extensions du terminal. La planification des nouvelles constructions aéroportuaires voit le développement de concepts modulaires, ils se juxtaposent aux concepts existants, notamment le concept linéaire avec satellites. Ceci sous-entend un terminal (principal) linéaire, lequel distribue des satellites organisés également linéairement, à l'aide de passerelles ou de cheminements souterrains (fig. 2). En général, l'embarquement des passagers se fait directement par une passerelle reliant le terminal à l'avion (fig. 1).

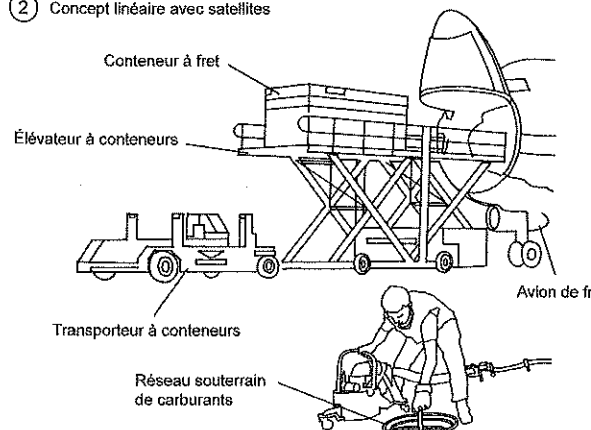
Une solution économique mais moins efficace organise le transport des passagers par navettes (fig. 3). Il existe en outre le concept en presqu'île, sous la forme d'une passerelle fixe reliant les avions au bâtiment du terminal (fig. 4). Lors de deux ou plus de passerelles en presqu'île, il faut tenir compte d'espaces intermédiaires et de longueurs de cheminements suffisantes afin de permettre l'embarquement/débarquement de plusieurs avions simultanément.



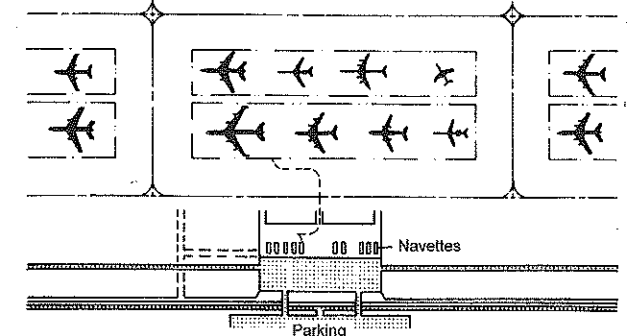
① Passerelle et escalier pour passagers



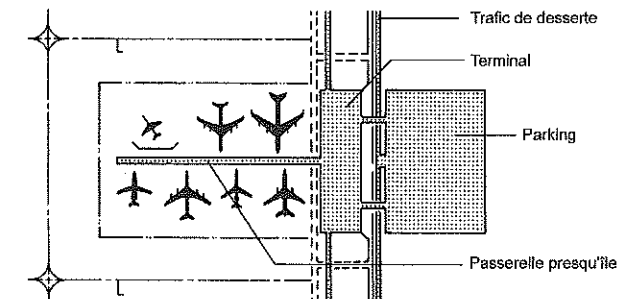
② Concept linéaire avec satellites



⑤ Véhicules et équipements de service sur le tarmac



③ Concept de navettes



④ Concept en presqu'île

Le tarmac

Le tarmac comprend les aires d'entreposages des avions, les voies de cheminements des divers services ainsi que les zones d'entreposages de véhicules et de manutention du fret (lequel prend de plus en plus d'importance dans le transport aérien, avec des moyens de mécanisation et d'automatisation à l'aide de conteneurs), comme pour l'approvisionnement et la maintenance et le nettoyage des avions. La qualification de ces aires et leur dimensionnement sont de première importance pour le bon fonctionnement d'un aéroport. On évite au maximum les croisements pour une efficacité fonctionnelle, mais aussi pour assurer la sécurité du personnel et des passagers. Les avions sont accessibles de divers côtés, selon les modèles. Lorsque l'embarquement des passagers se fait à l'aide de passerelles, tenir compte des hauteurs de passages sous celles-ci.

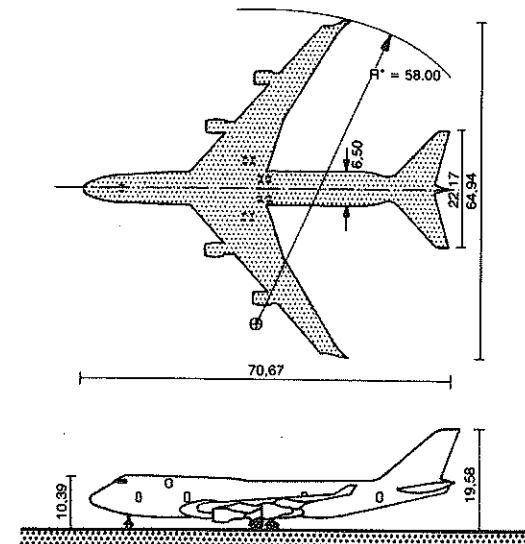
Circulation
Transports

Circulation
Transports

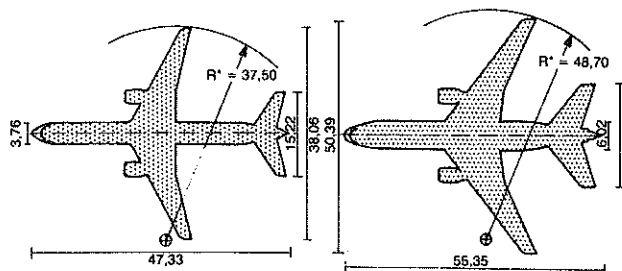
AÉROPORTS TYPES D'AVIONS

L'annexe 14 à la convention de l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI, en anglais International Civil Aviation Organization : ICAO) distingue plusieurs catégories d'avions allant de A à F.

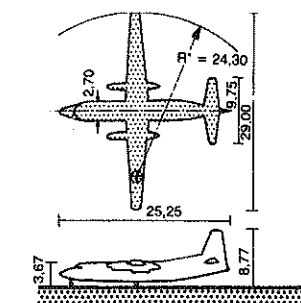
Catégorie A	Petit avion et avion de tourisme (Piper, Cessna, etc.)
Catégorie B	RJ 100 Canadair RJ ATR 72 F50 / F100
Catégorie C	Airbus A319 / A320 / A321 Boeing B737 MD 80
Catégorie D	Airbus A300 / A310 Boeing B767 MD 11
Catégorie E	Airbus A330 / A340 Boeing B747 / B777
Catégorie F	Airbus A380



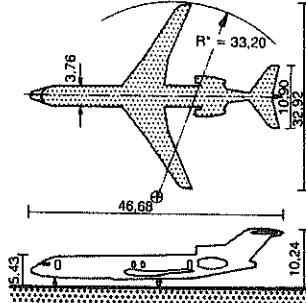
① B747-400



② B757-200

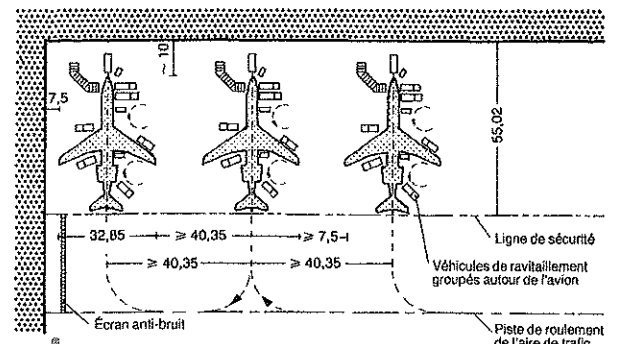


③ DC 10-30



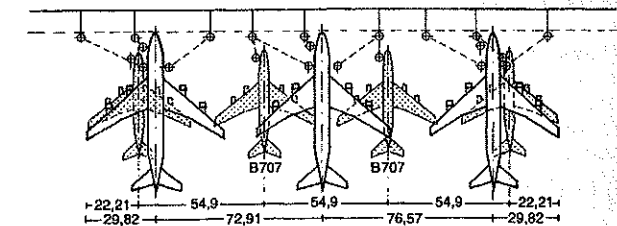
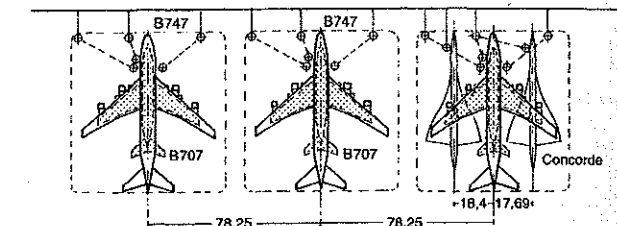
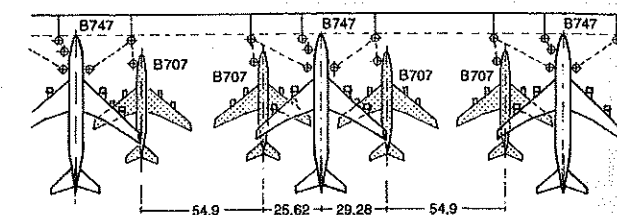
④ F50

⑤ B727-200

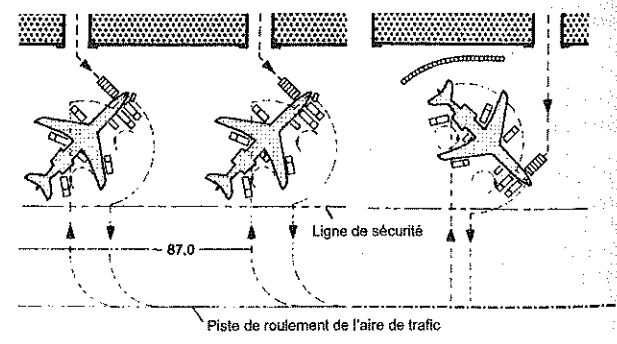


⑥ Stationnement en « nose in »

⑦ Modèles d'avions des catégories A à F



⑧ Dispositions caractéristiques de stationnement pour les avions



⑨ Stationnement en bials « nose in »

⑩ Stationnement en bials « nose out »

AÉROPORTS AÉROGARES

La conception des plates-formes aéroportuaires et de ses équipements présente une très grande diversité en raison du grand nombre d'éléments qui les composent et des multiples interactions dont ils font l'objet. On distinguera donc les équipements directement accessibles au public que constituent les aéro-gares pour passagers ou fret et les installations propres à l'exploitation technique de la plate-forme comme les pistes, la tour de contrôle, les bâtiments d'entretien ou les services de secours et de lutte contre les incendies.

L'ensemble de ces installations forme une entité complexe, aux fonctions imbriquées qui fait que chaque grand aéroport international adopte une configuration spécifique comme le montre les différents exemples présentés (fig. 1 à 6).

L'aérogare, situé au centre des infrastructures d'un aéroport, en constitue à la fois le cœur et la vitrine. Fréquenté par le public et les passagers, il est le lieu de prise en charge des voyageurs et de leurs bagages jusqu'au transfert dans l'avion. Cette fonction se déroule au travers d'un processus rigoureux mais spécialisé suivant que l'on considère les flux de passagers en partance ou arrivant.

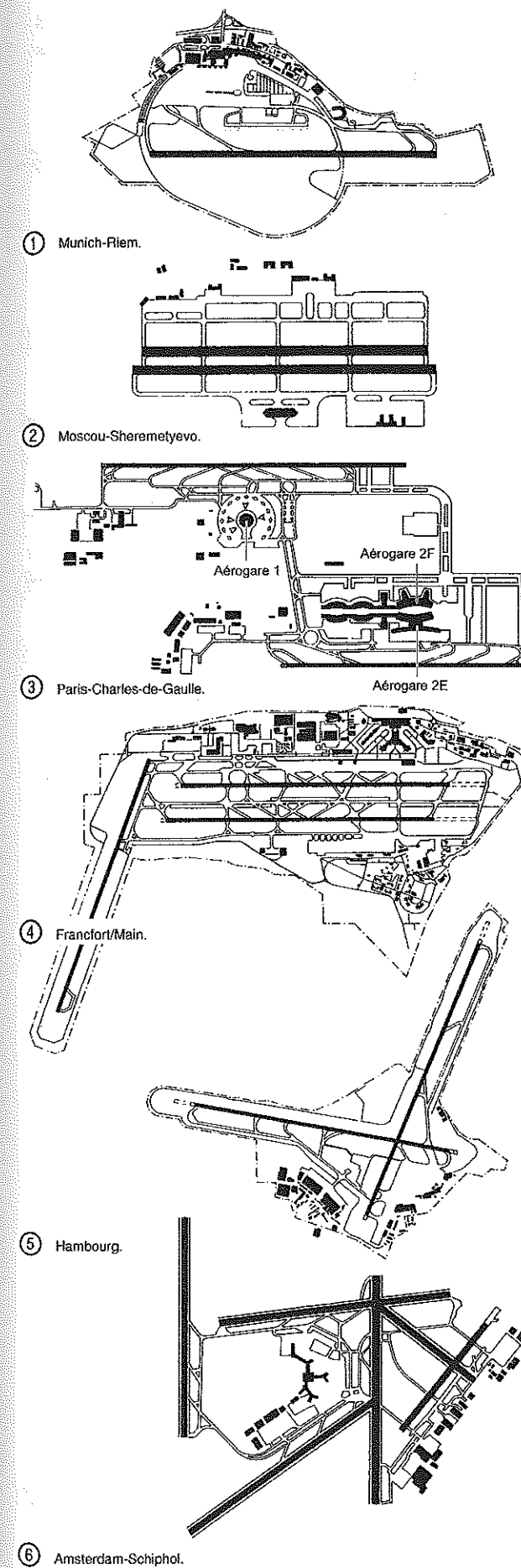
Les zones de départ ou d'arrivée doivent être conçues de manière à faciliter les principales opérations d'achat de billet, d'enregistrement des passagers et de leurs bagages, de contrôles administratifs (police, douane et sécurité) et enfin d'embarquement ou de transit. Il s'agit donc essentiellement de gérer des flux de personnes et d'objets au travers d'une série de filtres techniques et administratifs. Il faut donc à chaque stade prévoir des zones de circulation des passagers et de leurs bagages et des aires d'attente dimensionnées en fonction du niveau de trafic prévisible.

Les nombreuses fonctions commerciales nécessaires à la vie des passagers, du personnel et des visiteurs prennent une place de plus en plus importantes et accompagnent la stricte fonction « passager » dans l'aménagement des espaces. Cependant, elles occupent des lieux spécifiques dans l'aérogare.

Les étapes d'embarquement et débarquement donnent lieu à la conception de modules particuliers constituant le point de liaison entre le terminal et les avions. Leur forme est étroitement liée au système adopté pour le stationnement des avions au contact du terminal (voir p. 467) et doit offrir le développement maximum côté pistes pour tenir compte de l'envergure des avions (jusqu'à 80 m pour l'A380). Ces corps de bâtiment prennent la dénomination de « satellite » en présence d'un principe rayonnant comme à l'aérogare n° 1 de Roissy-Charles-de-gaulle ou celles de « péninsule » et « jetée » lorsque les avions s'alignent le long du bâtiment comme à l'aérogare n° 2 de Roissy-Charles-de-Gaulle (Hall 2F et 2E). En dehors des éléments techniques types passerelle, l'équipement se limite souvent à des salles d'attente pour les passagers en partance et à des parcours spécialisés pour les arrivées ; les fonctions de tri de bagage se situant dans le terminal lui-même.

L'évolution du mode de transport aérien est en constante expansion, d'une part en raison de la croissance du trafic et d'autre part du fait du développement de nouvelles stratégies commerciales des compagnies aériennes (principe de « hubs », gros porteurs et vol à bas coûts). Ces mutations génèrent des besoins nouveaux dans l'enceinte de l'aérogare auquel le projet architectural doit pouvoir s'adapter dans le temps. Par ailleurs, l'aérogare constitue l'interface entre deux modes de transport, terrestre (transports en commun, taxis, voitures personnelles) et aérien.

Cette interconnexion nécessite des dessertes routières et piétonnes ainsi que des aires de stationnement des véhicules de courtes et longues durées. La longueur du cheminement des passagers devra être l'un des critères principaux afin de réduire les distances entre les différentes zones fréquentées (par exemple entre parking et zone de dépôt ou restitution des bagages).

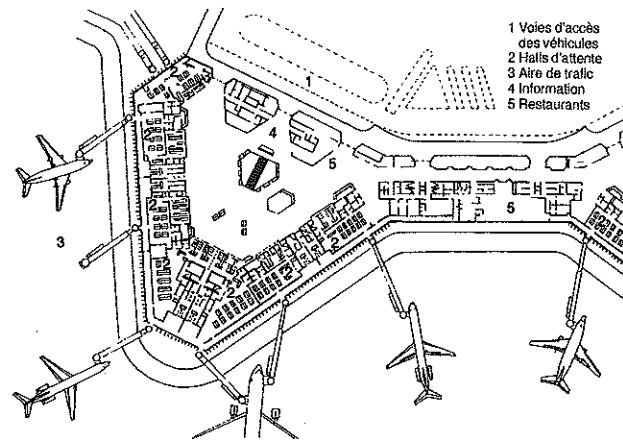


⑥ Amsterdam-Schiphol.

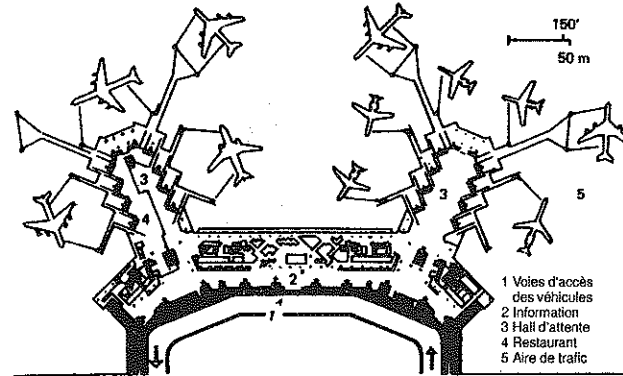
Circulation
Transports

Circulation
Transports

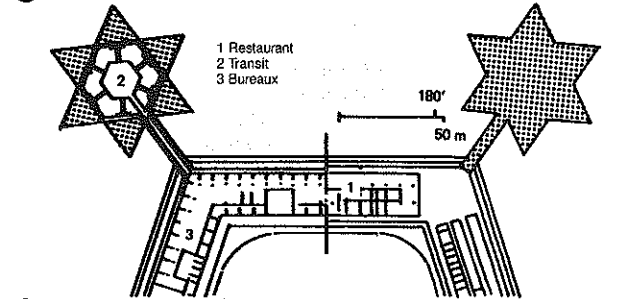
AÉROPORTS EXEMPLES



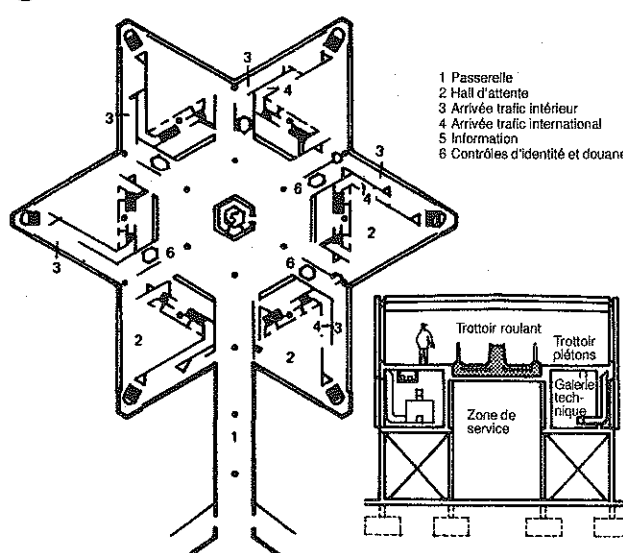
① Aéroport de Hanovre (système décentralisé). Plan au niveau de l'envol.



② Niveau supérieur (départ) Orly-Ouest.

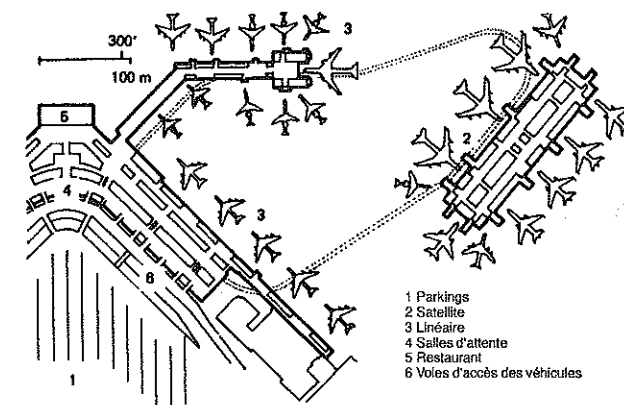


③ 2ème étage de l'aéroport Cologne-Bonn (système satellite).

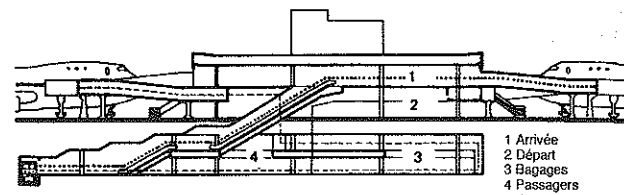


④ Plan du satellite de la figure 3.

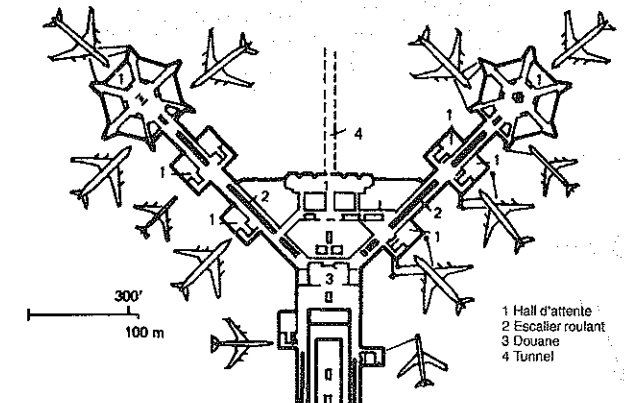
⑤ Couloir de liaison.



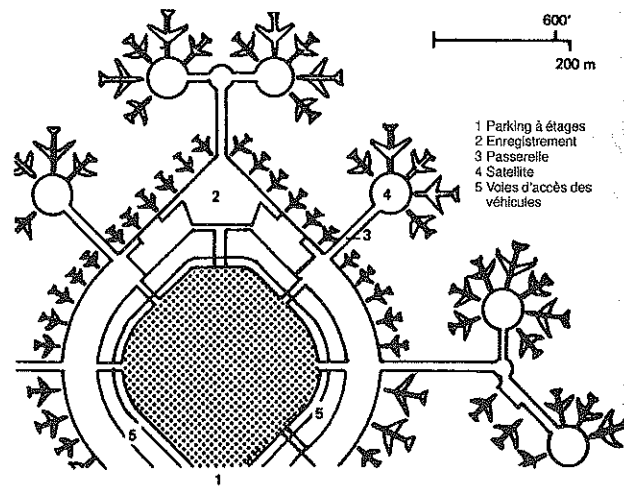
⑥ Aéroport de Seattle-Tacoma (combinaison des systèmes linéaire et satellite).



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).

CIMETIÈRES SALLE FUNÉRAIRE, CRÉMATORIUM

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 unes 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.

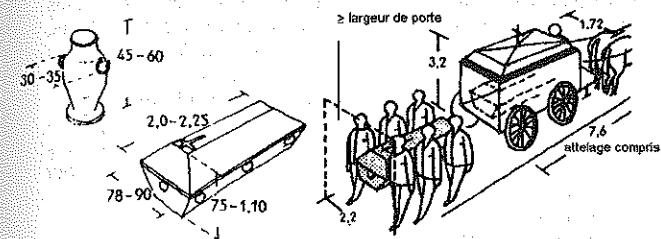
La **température** du dépôt mortuaire est comprise entre 2 °C et 12 °C, jamais en dessous parce que le gel dilate les corps et peut les faire éclater. On devra maintenir cette température soit par chauffage, soit par réfrigération avec ventilation continue surtout en été. Les planchers de ces dépôts 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 m² 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).

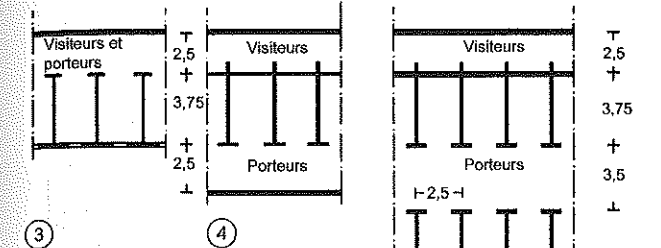
Le transport au niveau du sol se fait très simplement par treuils actionnés à la main ; en revanche les ascenseurs sont hydrauliques. La porte du local intermédiaire ou la trappe du plancher doivent se fermer doucement au fur et à mesure que le cercueil disparaît. Une fois dans le **local d'incinération**, 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 900-1 000 °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).

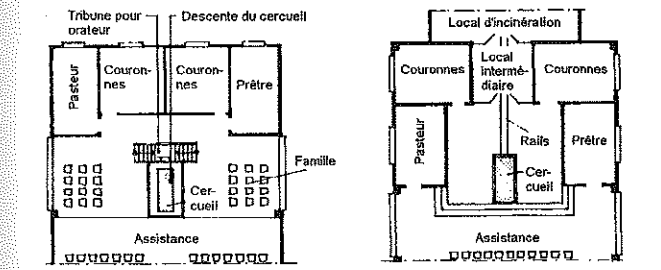
À proximité, on placera encore les **locaux administratifs**, une pièce pour la direction, deux à trois bureaux, un dépôt de cercueils, logements pour un employé et les gardiens du cimetière, le chauffeur, etc. Derrière ces locaux on peut installer une **jardinerie** avec serre, local pour le jardinier, voire de l'architecte-paysagiste, une pièce pour le personnel, les outils, semences, les WC, etc.



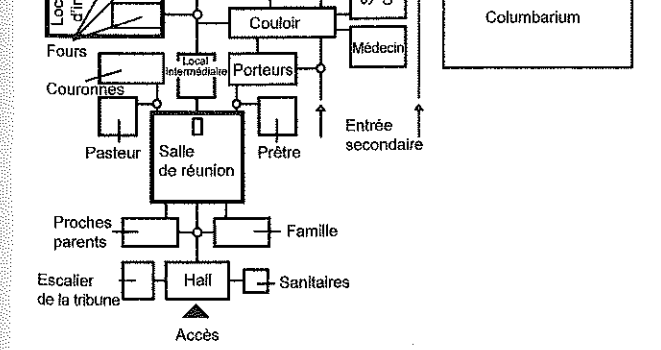
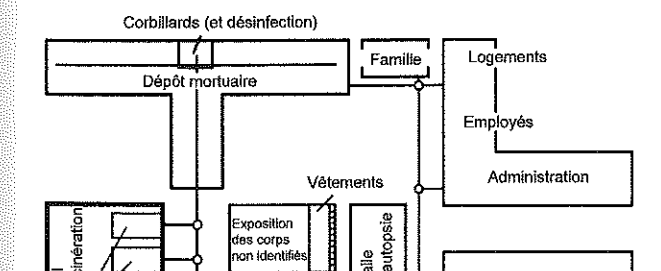
① Urne à cendres et cercueil, dimensions habituelles
② Convoi funéraire, dimensions d'un corbillard hippomobile et largeur de voie minimale pour les porteurs. Fourgon automobile 6,3 m de long, 1,95 m de large, 2,35 m de haut



③-⑤ Dispositions courantes des dépôts mortuaires

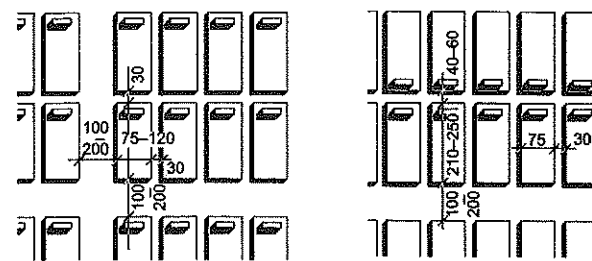


⑥ Plan schématique d'une installation avec local d'incinération au-dessous de la salle de réunion

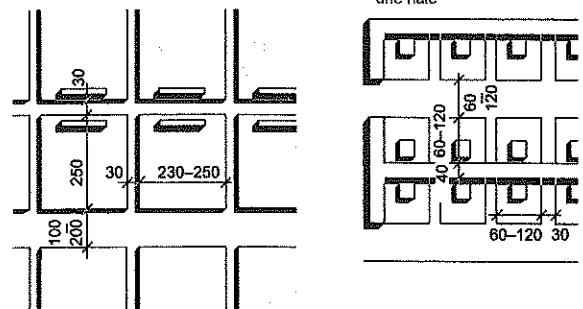


⑧ Disposition schématique des locaux d'une installation funéraire avec four crématoire et locaux annexes dans un cimetière important

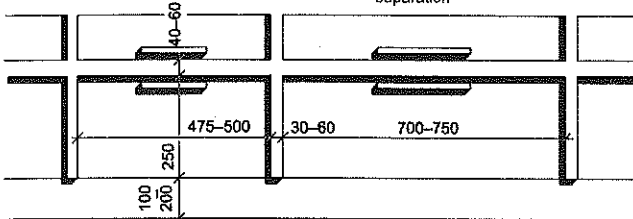
Aménagements extérieurs



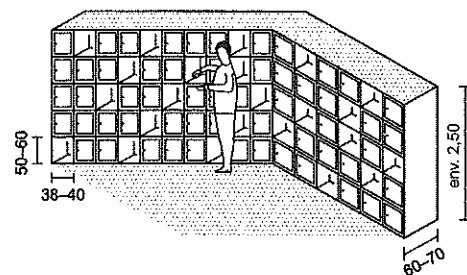
1 Tombes alignées dans le même sens 2 Tombes alignées tête-bêche, éventuellement séparées par une haie



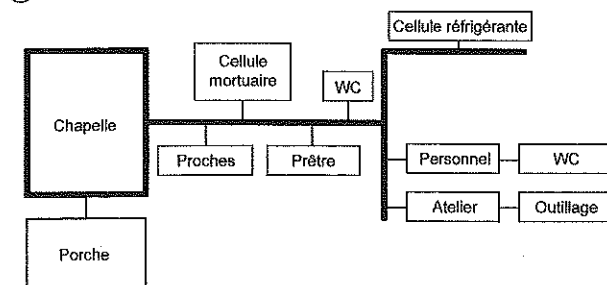
3 Grandes tombes 4 Columbarium avec haie de séparation



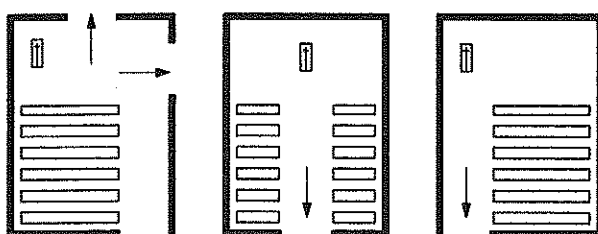
5 Caveaux familiaux plus importants, caveau familial pour 4 ou 6 personnes



6 Columbarium, vue en perspective



7 Schéma fonctionnel d'une chapelle



8 Plans schématiques de chambres mortuaires

CIMETIÈRES AMÉNAGEMENT GÉNÉRAL

D'accès facile par transport public, le cimetière est implanté à l'écart des habitations. C'est un lieu de rassemblement des personnes endeuillées. À proximité, point de vente de couronnes et de fleurs, sanitaires. Profondeur du niveau des eaux souterraines $\approx 2,50$ m à 3,00 m, drainage éventuel. Prévoir les canalisations d'eau nécessaires pour l'arrosage et des conteneurs pour déchets végétaux. Optimisation de l'utilisation des surfaces au moyen d'allées rectilignes et division du site en secteurs avec dimensions de sépultures homogènes, par ex. urnes, tombes avec concession, tombes pour adultes et enfants (fig. 9).

Dimensions des secteurs : $30 \times 30 - 40 \times 40$ m.

La plantation d'arbres et de bosquets constitue souvent un élément d'aménagement essentiel : des bandes forestières au sein du site, des arbres existants plus importants, extérieurs au site ou lui servant de limite, des haies de haute taille ou des ensembles de bosquets structurent l'espace.

Tombes et dalles funéraires

Dans un secteur sans haies, prévoir seulement des plaques funéraires horizontales ou verticales, dimensions et couleur souvent homogènes.

Forme de tombe	Hauteur	Largeur	Épaisseur
Tombe simple	100-105	40-45	9-10
Tombe double avec plantations	120-125	50-55	10-12
Tombe triple à emplacements choisis	120	150	13-15

Dimensions des plaques funéraires

Les concessions se situent le long des allées principales, des murs de clôture ou aux extrémités des allées.

Les urnes sont placées dans des ceintures végétales, jardins à urnes ou haies de clôture.

Profondeurs d'excavation

Tombes en rangées pour adultes : 2,00-2,40 m

Enfants jusqu'à 10 ans : 1,50 m

Enfants jusqu'à 3 ans : 1,00 m

Tombe surélevée autrefois de 20-30 cm avec pourtour en pierre, aujourd'hui hauteur de 15-20 cm, plate ou profilée en bial.

Les dimensions et la durée d'utilisation des tombes varient fortement en fonction des règlements concernant les cimetières (fig. 9).

Type de tombes	Dimensions (cm)	Écart entre tombes (cm)	Durée d'utilisation (années)*
Tombes adultes en rangée	$210 \times 75 - 250 \times 120$	30	20-25
Tombes enfant jusqu'à 10 ans en rangée	$150 \times 60 - 150 \times 75$	30	20
Tombes enfant jusqu'à 3 ans en rangée	100×60	30	15
Concessions avec haies	$300 \times 150 - 350 \times 150$		40-100
Caveaux	$300 \times 120 - 350 \times 150$		50-100
Columbarium	$100 \times 100 - 150 \times 100$	60	10-100
Emplacements privilégiés	150×150	100	30-100

* En fonction du sol

9 Dimensions et durées d'utilisation des tombes

Columbarium

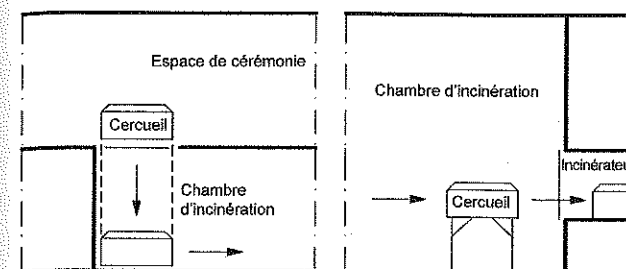
Un columbarium permet la conservation des urnes funéraires. Il peut s'agir d'une salle ou d'un mur recevant les urnes dans des niches (fig. 6).

Chapelle

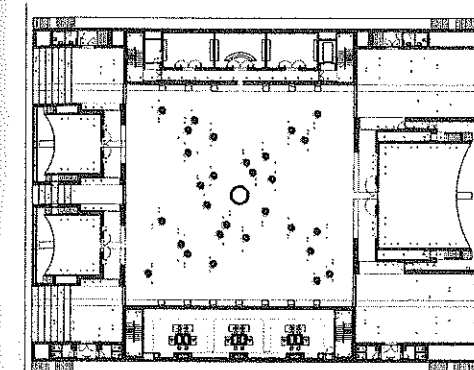
Pour toutes les confessions (d'où la présence de deux salles pour les prêtres). Elle constitue un élément architectural essentiel du cimetière. Elle occupe une position centrale surtout dans les cimetières importants et se situe plutôt à l'entrée, à la sortie ou bien le long d'une allée principale, dans le cas de cimetières de petite ou moyenne surface.

Chambre mortuaire

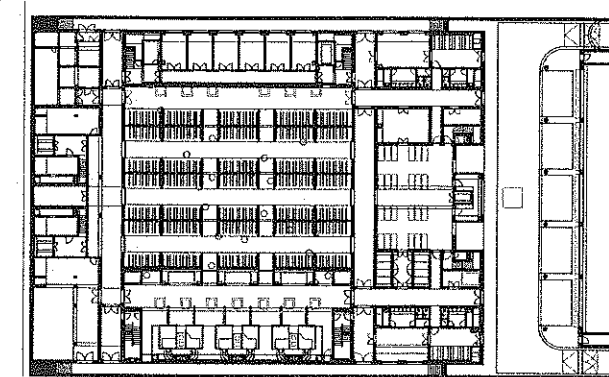
Indépendante de la chapelle. Le type de plan (fig. 7) et la relation avec les autres pièces déterminent fortement le déroulement des cérémonies funéraires.



1 Déplacement vertical et horizontal du cercueil pour l'incinération

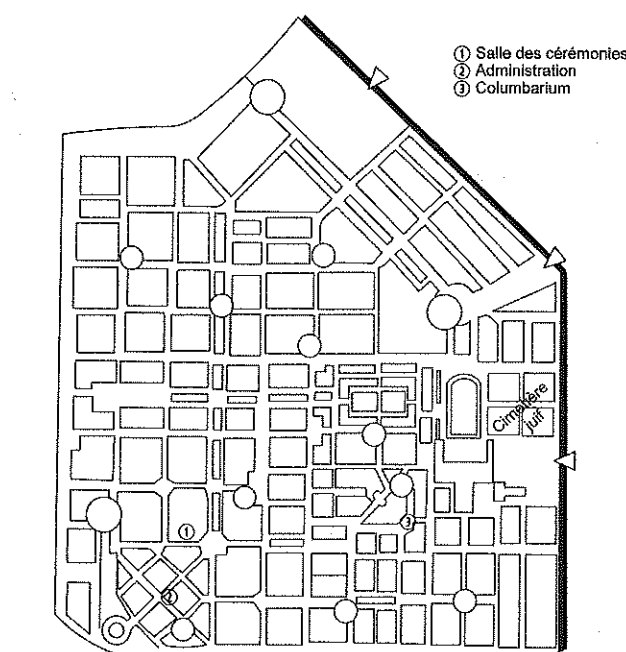


Rez-de-chaussée



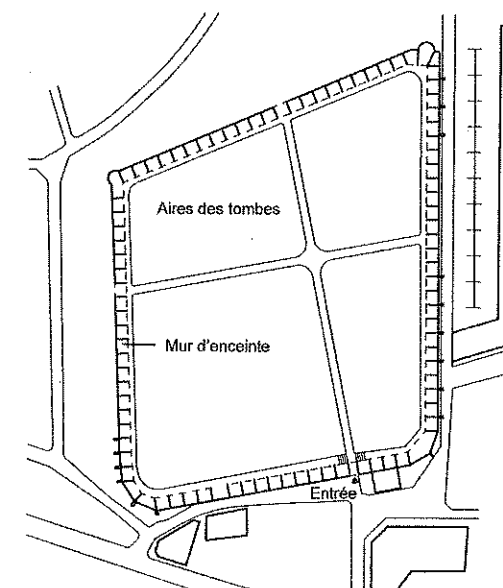
Sous-sol

2 Crématoire de Baumschulenweg, Berlin Arch. : Schultes, Frank

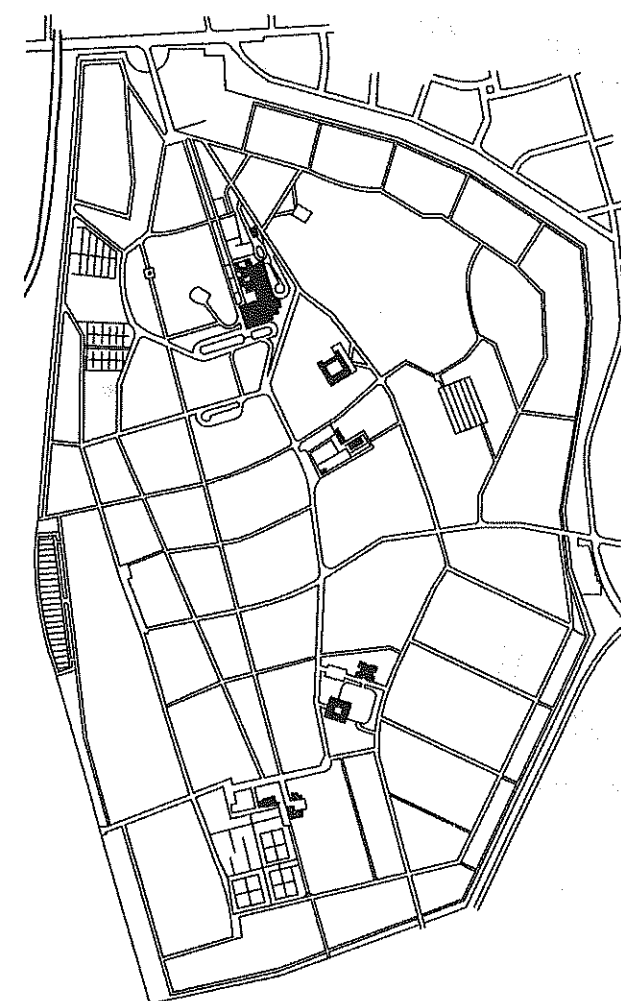


3 Agencement de cimetière en parc au réseau orthogonal Gertraudenfriedhof, Halle (Saale)

CIMETIÈRES AMÉNAGEMENT DE CIMETIÈRES



4 Agencement de cimetière à l'intérieur d'une enceinte murée

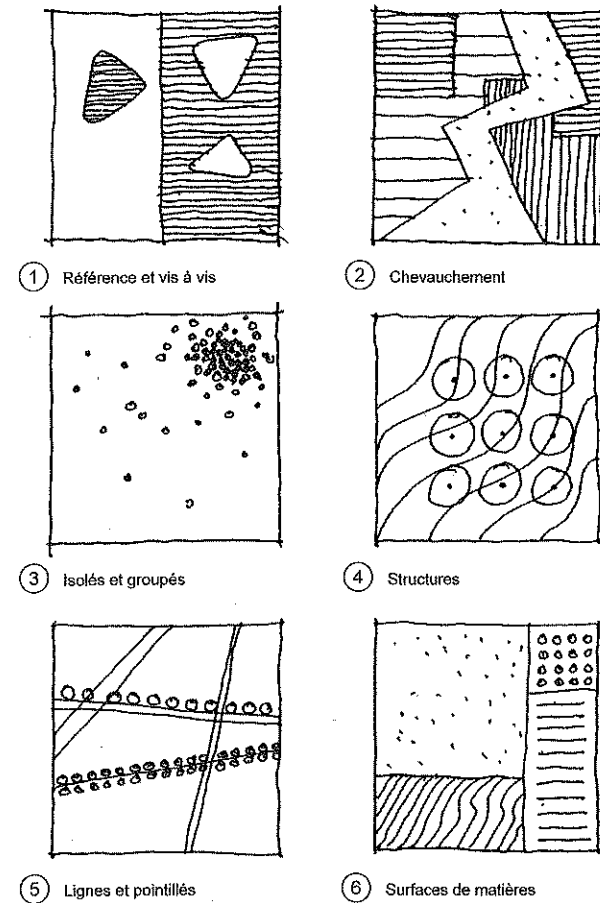


5 Agencement de cimetière en parc paysager Cimetière Skogskyrkogården Woodland, Stockholm Arch. : Gunnar Asplund, Sigurd Lewerentz

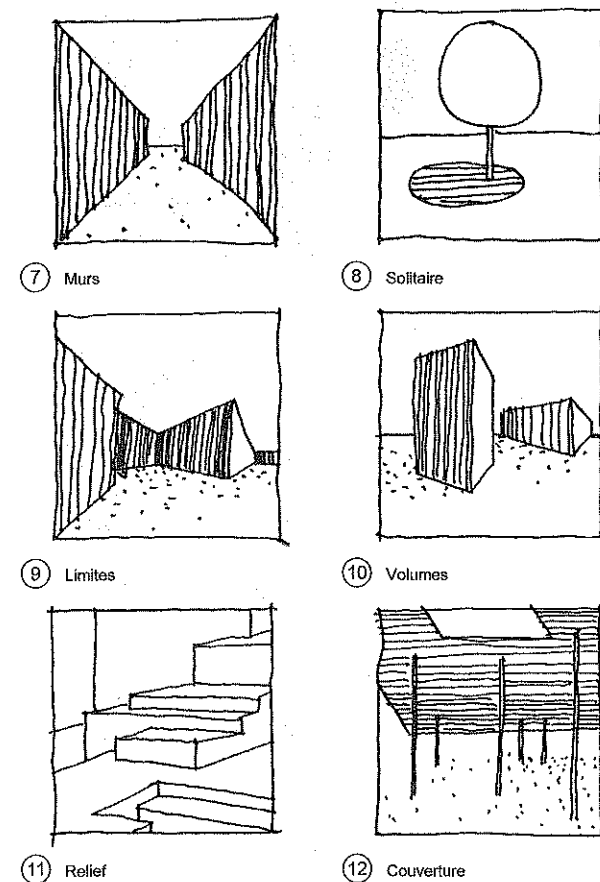
Aménagements extérieurs

Aménagements extérieurs

Aspects horizontaux



Aspects verticaux



ASPECTS PAYSAGERS PROJET ET CONCEPT

La notion de planification paysagère contient en elle-même deux éléments contradictoires. D'une part le terme de paysage sous-entendrait traditionnellement une nature non travaillée et d'autre part sa planification comme un processus à l'encontre du fait naturel. Nous devons cependant constater que la nature pure n'existe pas ou plus, notamment dans la majeure partie du globe terrestre et que les exceptions ne sont que temporaires, faisant néanmoins l'objet d'interventions sporadiques.

Le débat actuel sur le paysage construit ou non construit se situe dans un rapport dialectique étroitement lié, on parle même aujourd'hui de paysage urbain. Cela a débouché sur un nouveau mode de pensée de l'espace en matière de conception du paysage, comparable à la pensée sur l'espace architectural ou urbain.

Compositions paysagères d'un point de vue esthétique

Elles sont aujourd'hui moins orientées sur des solutions classiques d'aménagements de jardins ou de touches décoratives de verdure aux abords des constructions, et plus centrées sur des résolutions de problèmes d'intégration avec les formes architecturales et urbaines, à la recherche d'une unité d'ensemble. Aussi trouve-t-on de plus en plus d'équipes de conception mixtes, intégrant non seulement divers ingénieurs de la construction mais aussi architectes et paysagistes.

Aspects horizontaux

On peut concevoir la répartition générale des surfaces au service d'un cadre environnemental comme une approche conceptuelle d'horizontalité. Cette répartition fondamentale selon différents aspects tels que l'idée, la fonction, la composition et la forme peut tout aussi bien être traitée avec des éléments-plans comme les revêtements de surfaces ou les diverses variétés végétales de couvertures des sols, ou avec les éléments verticaux tels que bâtiments, arbres, treilles ou pergolas, etc.

On peut en fait faire jouer les concepts les uns par rapport aux autres, par leur répétition, leurs mises en contrastes ou avec leurs superpositions, afin de révéler plusieurs contenus différents dans un même ensemble. Ainsi des surfaces disponibles peuvent par exemple souligner ou faire contraster des matériaux ou des contenus d'objets bâtis. L'idéal est de pouvoir développer et rendre lisible une idée directrice sans contrainte fonctionnelle.

Aspects verticaux

Ils sont directement révélés par contraste avec les éléments-plans. Outre le choix des matériaux, ce sont aussi les relations spatiales interagissant avec les composantes proches du site qui sont à prendre en compte. Par exemple les choix diffèrent lorsque l'on est dans un espace concave en vallon ou dans un espace convexe d'une colline. Au sommet d'une colline ou face à un large espace vide, on recherche le cas échéant un élément de couverture, un objet, un abri, ou similairement un repère, une présence spatiale. Des arbres alignés dans une rue corridor peuvent favoriser l'effet de voilage lorsque les immeubles sont trop hauts, former un sous-espace dans l'espace englobant des immeubles et de la rue, plus à l'échelle humaine. Les aspects verticaux tels que les bâtiments et les arbres sont à concilier afin d'être les composantes implicites et sans problèmes d'une harmonie spatiale.

Forme de représentation

Les phases d'avancement du projet jouent un rôle prépondérant dans le choix du type de représentation. Lors de l'avant-projet et du projet, l'esquisse à main levée et le dessin servent encore aujourd'hui à adoucir la présentation des premiers choix. Dans ces phases initiales, les formes de représentation ont une grande signification. Quelques croquis en 2D ou 3D accomplis en cours de séance peuvent être décisifs lors de discussions entre maître d'ouvrage et maître d'œuvre.

Lors de l'étude de détails et lors de la phase de concrétisation constructive, la représentation fonctionnelle des structures et des contenus est privilégiée.

La forme de représentation est aussi guidée par les choix conceptuels. Dans la phase initiale du projet, il n'est pas nécessaire de représenter de manière détaillée les arbres ou de les choisir. La potentialité du végétal peut y être exprimée par une quantité infinie de signes représentatifs, par association d'images ou suggestion, en cohérence avec les objectifs conceptuels recherchés.

JARDINS SOLS ET TERRASSEMENTS

Aspects conceptuels dans les terrassements

Des sols modelés sont généralement perçus comme agréables et intéressants et ils peuvent fortement influencer les effets spatiaux. L'œil humain cherche des vues et des points de repères dans une étendue. Comme exemple, une grande étendue paysagère composée de collines avec des champs, des prairies et des arbres isolés peut être valorisée d'un point de vue d'une culture du paysage. Ces aspects peuvent être atteints lors d'une mise en harmonie entre des éléments verticaux comme des constructions et des végétaux et le modelage des sols avec divers plans de cultures.

Des espaces peuvent paraître plus amples lorsque des aires sont couvertes de manière homogène (pelouses, couvertures végétales à hauteur correspondante) avec des formes concaves en leur centre. On obtient le même effet avec des sols modelés à l'aide de mouvements concaves et convexes. Chaque situation produit ses aspects déterminants en matière de modelages de terrains, notamment sur le plan économique.

Définition des sols

Le sol est la couche la plus extérieure de la croûte terrestre, laquelle est nourrie et caractérisée par des organismes. On distingue généralement deux sortes de sols, l'argile, en profondeur et la terre végétale, en surface. Alors que la terre végétale est dans la plupart des cas de couleur sombre, intensément vivante et chargée de racines, l'argile est souvent plus claire, mais moins érodée, moins vivante et moins pénétrée par des racines. La couche argileuse peut être profonde, reconnaissable à la présence de traces d'érosion ou de croissances de racines, avant d'atteindre la couche rocheuse inerte.

Une classification des sols est décrite dans le tableau (fig. 5). À cette description, peuvent s'ajouter des aspects visuels, olfactifs, des tests de malaxages, lesquels aident également à la classification des sols.

Terre végétale et remblaiement

Après décapage, on conserve la terre végétale sur les chantiers en la mettant provisoirement de côté en tas (fig. 1). Si ceux-ci sont exposés au soleil et à la chaleur, il faut les recouvrir d'une nappe de gazon, ou avec de la paille, etc., afin d'éviter un fort dessèchement. 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.

Afin d'éviter des tassements ultérieurs malencontreux, il est nécessaire de compacter les remblais lorsque, dès terminaison du terrassement, on doit exécuter des aménagements de jardin, des pelouses ou des plantations (ceci est particulièrement important pour la construction de chemins, voies, places, etc.).

1. Le passage des engins de chantiers (bulldozer, angledozer à lames) donne généralement un compactage suffisant pour un remblai par couches.

2. Le remblaiement sur des sols trop limoneux ou boueux ne peut se faire qu'avec des bons matériaux non solubles tels que sables et graviers.

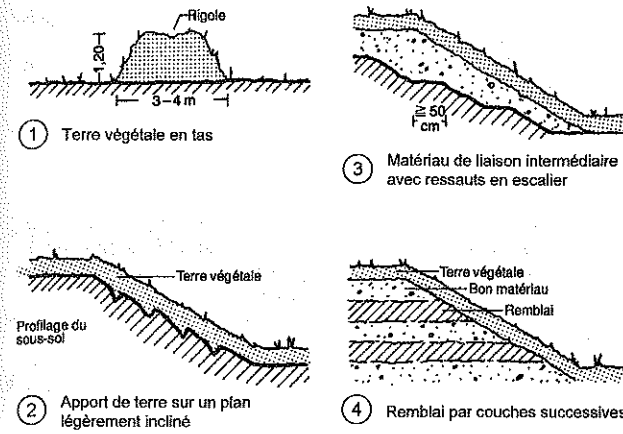
3. Le cylindrage convient pour compacter les masses de terre par couches successives (hauteur de remblai 30 à 40 cm par couche). En principe, toujours cylindrer de l'extérieur vers l'intérieur, c'est-à-dire depuis le talus vers le milieu de la surface rapportée. Cylindrer également les couches d'empierrement lors de la construction d'un chemin.

4. Il est possible de tasser ou de damer tous les sols homogènes. 5. On vibre les matériaux non homogènes et non liants. Dans tous les travaux de compactage, tenir compte de la destination ultérieure. Pour les chemins et places, opérer un 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).

Stabilisation des talus

Pour éviter les phénomènes d'érosion, les éboulements, les entraînements par le vent, etc., les talus les plus stables sont obtenus, quel que soit le matériau utilisé, en remblayant par couches différentes alternées (fig. 4). Un profilage du sous-sol évite la formation de surfaces de glissement (fig. 2). Pour les remblais à plus grande hauteur et plus forte déclivité, l'exécution de ressauts en escalier sur le sous-sol incliné procure une stabilisation contre les éboulements, largeur des ressauts environ 50 cm (fig. 3).

Lors de fortes pentes, prévoir un drainage et des évacuations des eaux de sols au pied des pentes.



Types de sols	Description
1 Terre végétale	Couche naturelle supérieure ou préparation artificielle, contient, outre des composants anorganiques, des composants microbiens et de l'humus
2 Sol meuble	Sols de consistance allant de bouillie à liquide, ils ne perdent pas leur haute teneur en eau
3 Sols légèrement meubles	Sols non liants, sols avec $d < 0,06 \text{ mm} < 15\%$ et $d = 63-300 \text{ mm} < 30\%$; sol organique stable
4 Sols moyennement solubles	Sols mixtes avec $d < 0,06 \text{ mm} \geq 15\%$ et $d = 63-300 \text{ mm} < 30\%$; sols liants, avec plasticité légère à moyenne
5 Sols difficilement solubles	Sols de classe 3 et 4, $d = 63-300 \text{ mm} \geq 30\%$ ou $d = 300-600 \text{ mm} < 30\%$; plasticité prononcée $lc \geq 0,5$
6 Roche légèrement friable	Sols de classe 3 à 5, $d = 300-600 \text{ mm} \geq 30\%$; roche fendillée, cassante, friable, délitescence, roche souple ou érodée, ce qui donne des sols consolidés mais pas trop denses
7 Roche peu friable	Légèrement érodée, roche minérale compacte, type amas de scories, etc., pierres (blocs) $\geq 600 \text{ mm}$

5 Classification des sols

Espèces	Poids kg/m^3	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	1500	40-45
(valeur moyenne pour sol léger)	1550	45
ameubli et naturellement humide	2000	20-25
ameubli et saturé d'eau	1800	40
(valeur moyenne pour sol moyen)	1850	70
tassé et sec	1800	30-45
tassé et naturellement humide	2000	25-30
Gravier (galets) grosseur moyenne et sec	1800	35-40
grosseur moyenne et humide	2000	30-35
sec	1800	40
Sable fin et sec	1600	25
fin et naturellement humide	1800	35
fin et saturé d'eau	2200	30-40
grossier et sec	1900-2000	40-50
Pierraille mouillée	2000-2200	20-25
Argile ameublie et sèche	1600	70
ameublie et fortement mouillée	2000	35
ferme et naturellement humide (sol lourd)	2500	
Sable sec et gravats	1400	

6 Poids et pentes pour talus en différentes espèces de terre

Aménagements extérieurs

Situations	Directives		
Arasée de la hauteur exigée (mise en profil) :		Pas d'exigence	Pas d'exigence
- sans matière de liaison en sous-couches	+ 3 cm		
- avec matière de liaison en sous-couches	+ 2 cm		
- nivellement de la couche de fixation	+ 2 cm		
- couronnement de vagues antibruit	En prévision de supporter d'éventuels rehaussements ultérieurs		
Planéité du nivellement (arasée sous latte de 4 m) :			
- avec couches liées	Pas d'exigence	< 2 cm	Pas d'exigence
- sans liaisons entre couches	Pas d'exigence	Pas d'exigence	Pas d'exigence
- couche de fixation	< 2 cm	Pas d'exigence	Pas d'exigence
En situation avec pentes :			
- sans couche de fixation, sur sol sans risque d'érosion	> 2,5 %	Au minimum au niveau de la superstructure	Dans la règle, comme la superstructure
- sur sol sensible aux eaux	> 2,5 %		

1 Exigences pour le nivellement des remblayages

Domaines d'utilisation	Types de sols	Directives	
		Module E de déformation	
Classe de construction de I à IV	Sous couches hors gel	120 MN/m ²	100 MN/m ²
Classe de construction V-VI		100 MN/m ²	80 MN/m ²
Classe de construction V-VI	Sous couches sensibles au gel	45 MN/m ²	
Chemins de campagne : - faible trafic			30 MN/m ²
- trafic moyen (cl. constr. VI)	Sans info sur la nature du sol		45 MN/m ²
- hautes exigences (cl. constr. VI)			80 MN/m ²

2 Exigences minimales pour la résistance des nivellements

Effet	Processus	Dom. d'intervention	Influences sur les sols
		Terrassements Interventions paysagères Interventions souterraines Matériaux de décharges Fondations Nivellement Préparation des terres avant leur mise en œuvre	Tenue des pentes de talus Erosions de surfaces Suffosion (érosion interne) Erosion de contact Perméabilité Capillarité Sensibilité au gel
Physique	Constructif	Changement de sols	++ + 0 ++ +
		Géotextiles	++ + 0 0 ++ +
		Test de qualité des terres	++ + + - - -
		Drainage des eaux de surface	++ + + 0 ++ +
		Drainage des eaux en prof.	+ 0 + - 0 ++ +
	Mécanique	Densification / Allègement	++ + 0 ++ +
		Modification des cultures	++ + + 0 ++ +
	Thermique/électrique	Réchauffement	- - - + - - -
		Réfrigération	- - - + - - -
		Osmose électrique	0 - - - + - - -
Chimique		Injection de liquides	- - - + - - -
		Injection de gaz	- - - + - - -
		Mixages matières chimiques	++ + + - - -
		Mixages liants hydrauliques	++ + + - - -
		Mixages liants bitumineux	++ + + - - -
Biologique		Ensemencements	++ + + - - -
	Procédé de couverture	Végétaux de couverture (herbe)	- - - + - - -
	Procédé de stabilisation	Implants boisés	- - - + - - -
		Replacages plantons	- - - + - - -
	Situation intermédiaire	Matériaux inertes	0 - - - + - - -
		Engrais verts	0 - - - + - - -

Légende : + Procédé courant, effet positif
0 Procédé occasionnel, selon conditions positif
- Pas d'utilisation de procédé, pas d'effet

3 Processus pour l'amélioration et le renforcement des sols, domaines d'intervention et qualités selon influences des sols

JARDINS SOLS

Nivellement des sols

Un nivellement des sols s'effectue généralement par le décapage de la couche de terre végétale et sa mise à l'écart en réserve, et par l'élimination de toutes formes d'obstacles. Un nivellement doit atteindre les prestations suivantes :

1. Garantie du respect des profils (court et long terme),
2. Garantie de la tenue hors d'eau,
3. Garantie de la compacité demandée,
4. Garantie de la résistance et de l'accessibilité aux véhicules de chantier.

Le nivellement lors des terrassements doit atteindre les niveaux d'exigences représentés dans le tableau (fig. 1), lesquels doivent être examinés cas par cas. En outre, ces nivellements sont à rapporter à chaque type d'usage des sols et à leurs différences de capacités. Chaque degré de résistance est testé par exemple avec la formule EV 2 (fig. 2) et ils se différencient dans la relation établie entre les caractéristiques des sols et celles des revêtements qu'ils peuvent recevoir. Ainsi, à l'occasion de travaux de terrassements et de futures voies carrossables, la description de l'opération pour un nivellement recevant une couverture végétale doit en distinguer deux types, l'un grossier et l'autre plus fin. À l'occasion de terrains de sport engazonnés, ce nivellement fin doit correspondre à une exactitude de 30 mm sur une latte de 4 m de long.

Scarification des sols trop compacts

Il arrive qu'un sol se soit involontairement densifié et compacté à la suite des différentes opérations de chantier effectuées au-dessus, ceci dépendant de cas en cas de la nature d'origine du sol et de la fréquence des opérations. Avant tout lors de mouvements de véhicules lourds dans des sols humides, ce qui a pour effet négatif d'atteindre à leur structure. Lors d'un compactage trop dense, les racines des végétaux restent petites et comprimées. Et les sols trop tassés sont plus vulnérables tant aux effets de la sécheresse, qu'à ceux dus aux inondations.

Les travaux de scarification dans les chantiers paysagers se mènent sur une profondeur de 30-40 cm, à l'aide de pelleteuses montées avec des griffes. Des précautions sont aussi à prendre lors de leur usage, de manière à ne pas compacter encore plus les sols traités. D'où une progression en marche arrière, de façon à ne plus rouler sur les zones scarifiées.

Les outils les plus courants sont des engins équipés de socles alignés, de type charrues, d'autres sont des sortes de marteaux-piqueurs alignés, ou encore le râteau de paysagiste, il est équipé de cylindres à barillet munis de dents en acier, rotatives et retenant des gravats indésirables dans le sous-sol (pierres, vieilles racines, etc.), ces gravats pouvant être immédiatement évacués par chaînes à ergots qui les envoient dans une benne qui compose l'outil. De même, on rencontre l'utilisation de jeux de fraises alignées, lesquelles peuvent en certains cas détruire la granulométrie de la terre. Un sol qui aura été trop tassé ou trop fraisé ne pourra plus absorber d'eaux de surfaces, dans ces cas il sera à remplacer.

Amélioration des sols

L'amélioration des sols consiste à procéder si possible à une rapide préparation des terres en faveur des futures plantations de végétaux et de l'ensemencement, aussi bien dans des sols trop sablonneux que trop gypseux.

Les risques de dessèchement lors de sols trop sablonneux, ou ceux d'inondation lors de sols trop gypseux, peuvent être réduits lorsque l'on peut mélanger de la gypse au sable dans le premier cas, et lorsque l'on mélange du sable à la gypse dans le second. L'amélioration est aussi possible par l'adjonction de tourbes ou de fumiers, cependant difficile à mettre en œuvre étant donné leurs coûts.

Actuellement il est recommandé d'améliorer les sols aux couvertures végétales par leur enrichissement à l'aide d'engrais biologiques formés par des déchets organiques décomposés. Habituellement, on calcule 10 litres par m² de compost biologique, contrôlé, pour une couche de 1-2 cm.

Ce compost est dispersé dans une faible couche de terre, max. 20 cm. Il procure une amélioration sensible de la structure de la terre végétale en fournissant une alimentation suffisante à tous types courants de végétaux. Il n'est dès lors pas nécessaire d'y adjoindre des engrais minéraux. L'amélioration des sols ou leur renforcement visent aussi leur optimisation concernant leur capacité de résistance aux charges. Ceci s'obtient généralement par un supplément de liants. Pour se décider en faveur de ces améliorations, il faut soupeser les intérêts, d'une part à laisser un sol à faible capacité et, d'autre part, les objectifs de son renforcement (par ex. l'accessibilité à des véhicules). Voir les procédés dans le tableau (fig. 1). En Allemagne, la notion la plus utilisée est celle du traitement des sols ; au plan international, c'est celle de stabilisation des sols qui est la plus courante.

JARDINS CLÔTURES

Loi sur le droit de voisinage, obligation de clôture

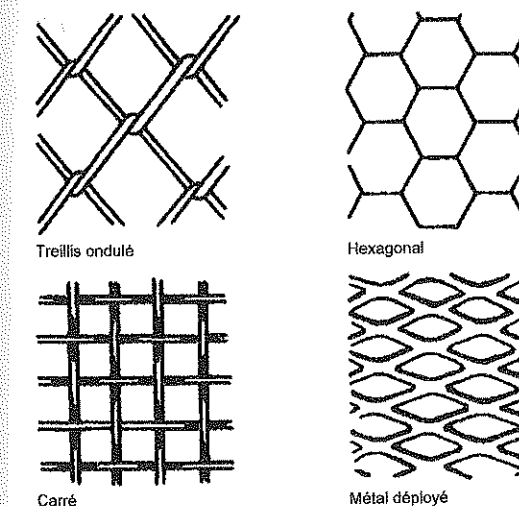
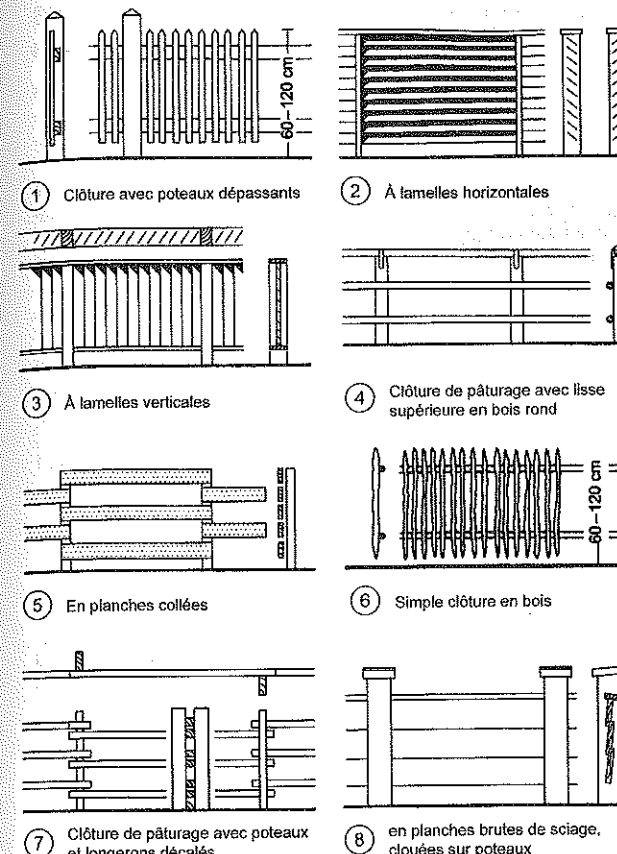
Lorsque des terrains construits ou utilisés à des fins commerciales sont contigus, le propriétaire est dans l'obligation de clôturer son terrain en limite avec celui du voisin si ce dernier le demande. Si sur les deux terrains, il y a des constructions ou s'ils sont utilisés à des fins commerciales, 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. 1 à 8). 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.

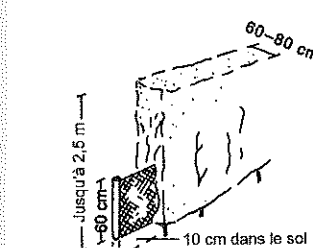
Écartement d'une haie par rapport à la limite du terrain : 1,00 m au-dessus d'une hauteur de 2,00 m, 0,50 m jusqu'à une hauteur de 2,00 m. Pour les haies, on mesure depuis la face latérale, pour les arbres depuis le milieu du tronc.

Enfouir de 10 à 20 cm les clôtures de protection contre le gibier, surtout dans les haies (fig. 10). 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.

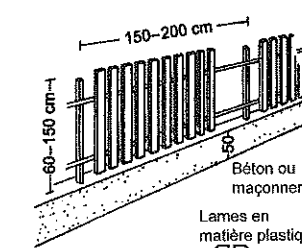
Les barrières en lamelles de bois (fig. 2 et 3), conviennent comme protection contre la vue et le bruit. Les barrières champêtres (fig. 4) restent les préférées en limite de terrains.



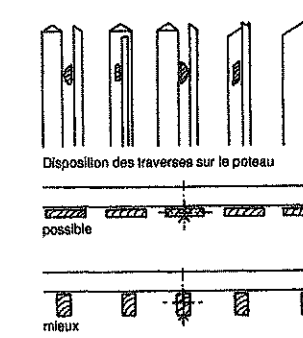
9 Grillage à torsion et treillis métallique, largeur habituelle des mailles 4 à 5 cm



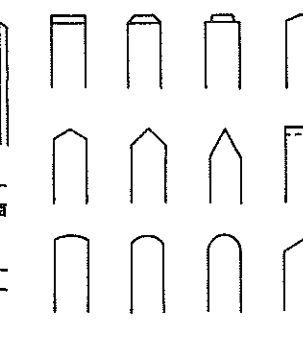
10 Haie avec clôture en grillage incorporée



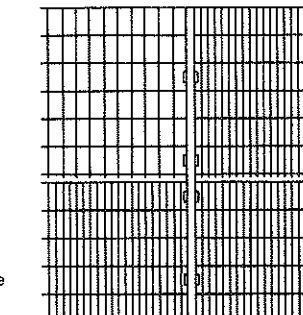
11 Clôture constituée de profils en acier galvanisé à chaud avec lames verticales en matière plastique



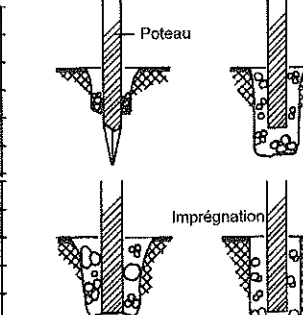
12 Lattes sur traverses



13 Têtes de lattes



14 Treillis soudé



15 Fixation des poteaux

Aménagements extérieurs

Aménagements extérieurs

MURS D'ENCEINTE ET CLÔTURES

En matière de **maçonnerie**, on distingue de manière générale les murs de soutènement et les murs isolés. Les premiers doivent répondre aux exigences imposées par le remplissage de terre : résistance à l'humidité et compatibilité du matériau.

Les **murs de soutènement** se présentent sous forme de mur isolé (fig. 10), de mur de parement devant un mur en béton ou de maçonnerie sèche (fig. 9).

La plus simple forme de mur de soutènement est le mur en L en béton préfabriqué (fig. 11 et 12). Ils sont commercialisés avec une armature à partir d'une hauteur de 55 cm et garantis sur le plan statique pour reprendre les surcharges.

Les **murs isolés** ne sont en contact avec l'humidité du sol que par les fondations et s'avèrent moins problématiques quant au choix de matériau. Les dimensions des pierres sont déterminantes pour façonner les deux côtés du mur.

L'apparence des murs est étroitement liée au matériau retenu (fig. 1 et 2) et aux possibilités offertes par le type de maçonnerie (brique, pierre naturelle, moellon, etc.).

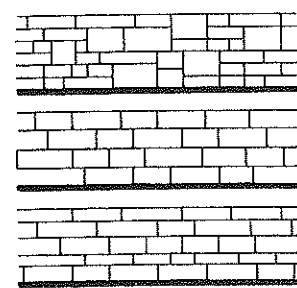
Un couronnement assurera la protection contre l'humidité en partie haute de la maçonnerie (fig. 5 et 6).

D'une manière générale, les maçonneries supérieures à 1 m de hauteur devraient être calculées statiquement. Des prescriptions et normes techniques existent pour les différents types de maçonnerie (brique, pierre naturelle, etc.). Pour éviter les efflorescences, il faut vérifier la compatibilité du matériau de jointoiement et du support.

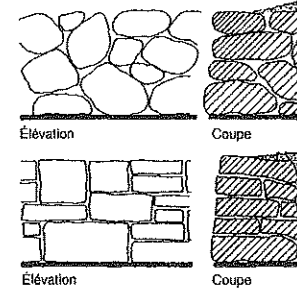
Couronnements de maçonnerie

Contre les intempéries, prévoir des couronnements en plaques ou pierres de grandes dimensions avec une pente minimale de 5 %. Dans ce cas, les couronnements ne devront pas présenter de joints longitudinaux, mais seulement des joints de mortier perpendiculaires à l'axe du mur. Un larmier distant de 3 cm minimum par rapport au nu extérieur du mur est nécessaire pour éloigner l'eau de la surface du mur (fig. 5).

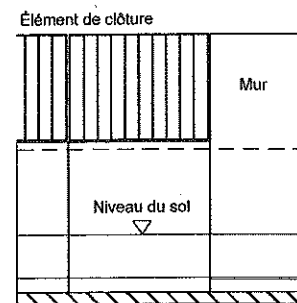
Dans le cas de maçonneries en pierre naturelle, l'emploi de plaques de couronnement de même matériau est souhaitable. Néanmoins, des tôles en aluminium ou en zinc clouées ou vissées sont envisageables (fig. 6).



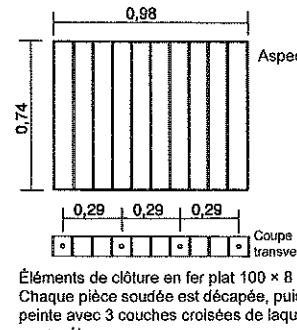
1 Maçonnerie appareillée avec assises de pierres de différentes épaisseurs



2 Mur en pierre de carrière brute et mur en pierre taillée



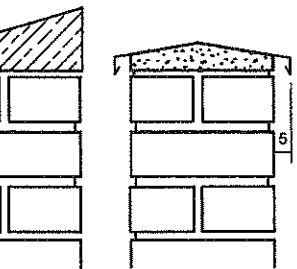
3 Détail d'un mur avec des éléments de clôture simple



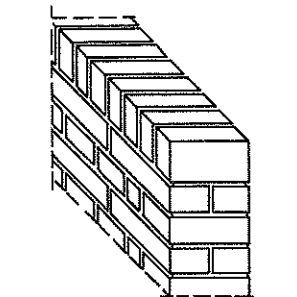
4 Détail (fig. 3)



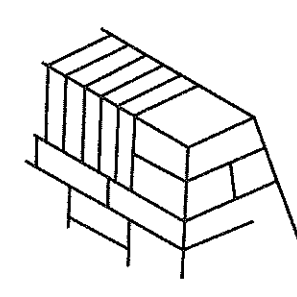
5 Plaques de couronnement en béton



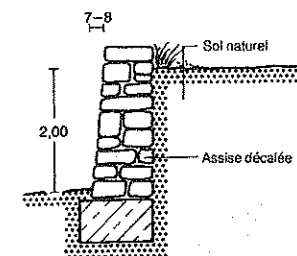
6 Plaques de couronnement en zinc



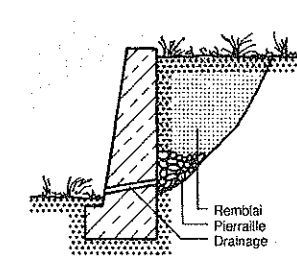
7 Maçonnerie de briques avec assise de chant



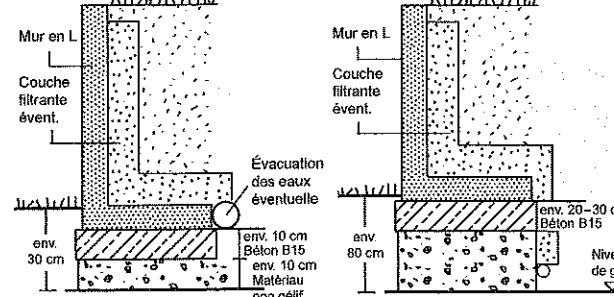
8 Maçonnerie de pierres naturelles avec assise de chant



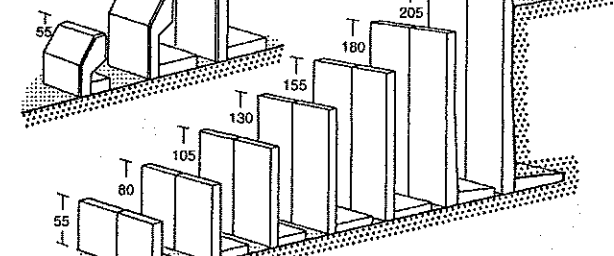
9 Mur en pierre sèche, drainage non nécessaire



10 Mur de soutènement en béton (aussi en éléments préfabriqués) (fig. 13)



11 Fondation simplifiée 12 Fondation hors-gel



13 Éléments préfabriqués pour murs de soutènement

Aménagements extérieurs

PERGOLAS ET SUPPORTS DE PLANTES

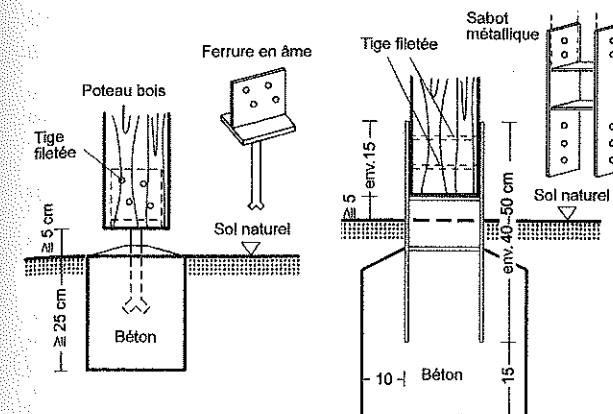
Conception des pergolas et espaliers

Outre le choix déterminant du matériau, le futur emplacement de la pergola doit bien être défini. Les grandes pergolas structurent l'espace de façon presque aussi prégnante que les bâtiments ; elles doivent donc justifier leur présence par leur rôle fonctionnel ou leur esthétique affirmée. Les pergolas peuvent mener à des endroits ou points de vue particuliers (structure linéaire), ou bien servir d'éléments structurants et/ou d'espace de détente (zone ponctuelle).

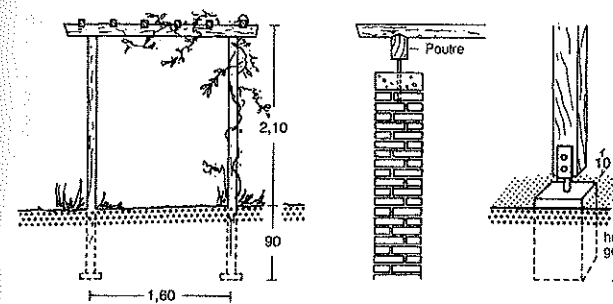
Dans le cas des pergolas à espalier, il convient de tenir compte des particularités des plantes grimpantes (distance entre fils métalliques, etc.).

Une **pergola** désigne une allée de poteaux ou de piliers structurant l'espace. Les poteaux en bois doivent être protégés contre l'humidité du sol (fig. 1). Les piliers peuvent être en maçonnerie (fig. 3) ou en bois durable (fig. 1). En général, l'ensemble paraît plus léger lorsque le lattage est plus fin, donc plus léger, que la construction. Il faut décider au préalable de l'intégration des plantes grimpantes. Les **espaliers** sont des dispositifs d'aide pour plantes grimpantes pouvant également servir d'écran visuel. Souvent réalisés en bois, les espaliers d'arbres fruitiers sont généralement adossés aux façades (fig. 5 à 11).

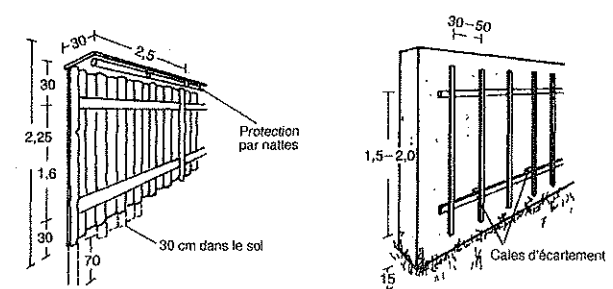
Dans le cas des supports de plantes, la hauteur de croissance des plantes grimpantes doit être prise en compte pour situer les câbles tendus supérieurs. Au moment du choix des supports de plantes, il est en général conseillé d'imaginer l'effet visuel qu'ils exerceront sur les façades en l'absence de plantes. Il conviendra, en fonction de la situation, de choisir entre supports linéaires et supports plans.



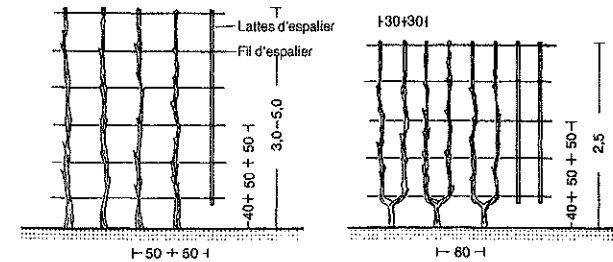
1 Ancrage de poteaux pour clôture et pergola



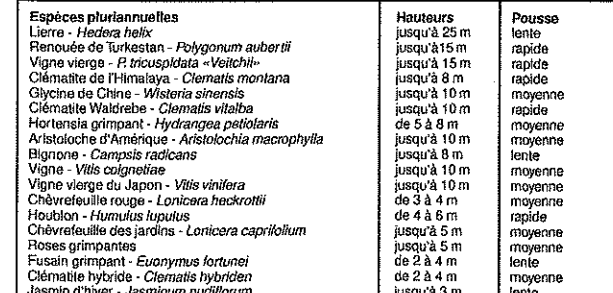
2 Portique pour plantes grimpantes



3 Pergola sur pilier maçonné 4 Bois écarté du sol pour éviter la pourriture



5 Palissade en bois 6 Palissade sur mur



7 Cordons verticaux 8 Doubles cordons en U 9 Espalier en palmette (6 et 8 branches) 10 Palmettes en candélabre

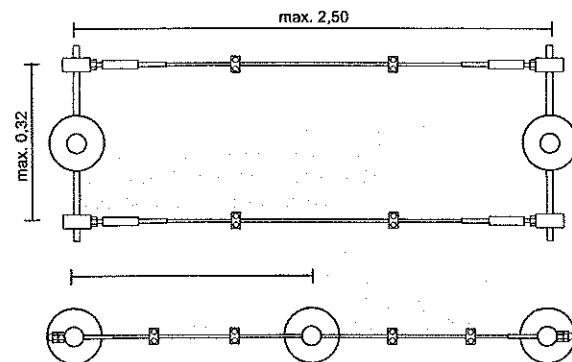
Espèces annuelles	Hauteur	Pousse	Feuillage
Citrouille d'ornement	2-5 m	rapide	été
Houblon du Japon	3-4 m	rapide	été
Ipomée	3-4 m	rapide	été
Pois de senteur	1-2 m	rapide	été
Haricot d'Espagne	2-4 m	rapide	été
Capucine	2-3 m	rapide	été

Plantes grimpantes et rampantes pluriannuelles

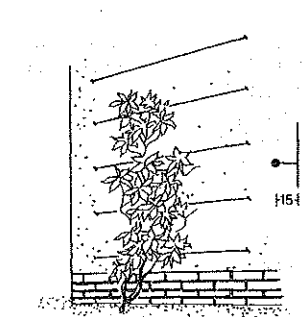
Espèces pluriannuelles	Hauteurs	Pousse	Support	Feuillage	Arrosage	Floraisons	Exposition
Lierre - <i>Hedera helix</i>	jusqu'à 25 m	lente	x nécessaire	Hiver	+	9-10 verdâtre	○-●
Renouée de Turkestan - <i>Polygonum aubertii</i>	jusqu'à 15 m	rapide	x	été	+	7-9 blanc	○-●
Vigne vierge - <i>P. tricuspidata</i> «Veitchii»	jusqu'à 15 m	rapide	x	été	(+)	5-6 verdâtre	○-●
Clématite de l'Himalaya - <i>Clematis montana</i>	jusqu'à 8 m	rapide	x	été	+	5-6 blanc	○-●
Glycine de Chine - <i>Wisteria sinensis</i>	jusqu'à 10 m	moyenne	x	été	(+)	5-6 bleu	○-●
Clématite Waldrebe - <i>Clematis vitalba</i>	jusqu'à 10 m	rapide	x	été	+	7-9 blanc	○-●
Horsetail grimpant - <i>Hydrangea petiolaris</i>	de 5 à 8 m	moyenne	(x) utile	été	+	6-7 blanc	○-●
Aristolochie d'Amérique - <i>Aristolochia macrophylla</i>	jusqu'à 10 m	moyenne	x	été	(+)	5-6 brun	○-●
Blignone - <i>Campsis radicans</i>	jusqu'à 8 m	lente	(x) utile	été	+	7-8 orange	○-●
Vigne - <i>Vitis californica</i>	jusqu'à 10 m	moyenne	x	été	(+)	5-6 verdâtre	○-●
Vigne vierge du Japon - <i>Vitis vinifera</i>	jusqu'à 10 m	moyenne	x	été	+	5-6 verdâtre	○-●
Chèvrefeuille rouge - <i>Lonicera heckrothii</i>	de 3 à 4 m	moyenne	x	été	(+)	6-9 jaune-rouge	○-●
Houblon - <i>Humulus lupulus</i>	de 4 à 6 m	rapide	x	été	-	5-6 verdâtre	○-●
Chèvrefeuille des jardins - <i>Lonicera caprifolium</i>	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 - <i>Euonymus fortunei</i>	de 2 à 4 m	lente	(x) utile	Hiver	(+)	6-8 verdâtre	○-●
Clématite hybride - <i>Clematis hybrida</i>	de 2 à 4 m	moyenne	x	été	+	6-9 diverses	○-●
Jasmin d'hiver - <i>Jasminum nudiflorum</i>	jusqu'à 3 m	lente	x	Hiver	+	1-4 jaune	○-●

○ Emplacement ensoleillé ● Mi-ombre p.ex. mur au Nord ● Ombre

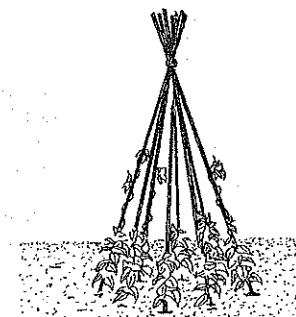
Aménagements extérieurs



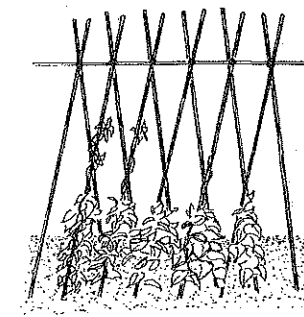
1 Supports de végétalisation des façades au moyen de câbles tendus



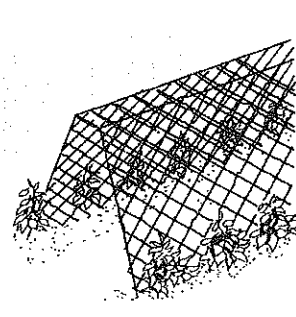
2 Supports horizontaux



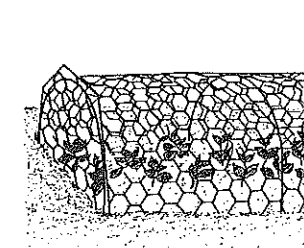
3 Méthode tipi pour 8-11 plantes



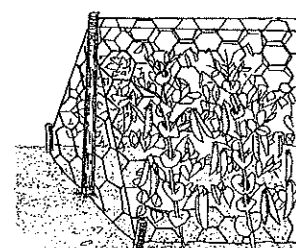
4 Méthode en forme de tente



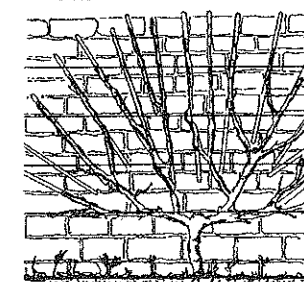
5 Grille double en treillis métallique



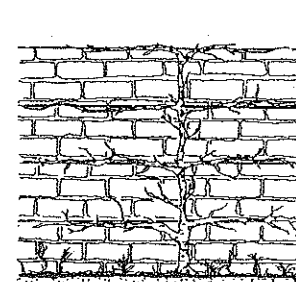
6 Grillage de protection contre les oiseaux



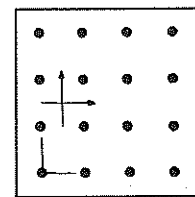
7 Grillage de ramage pour petits pois



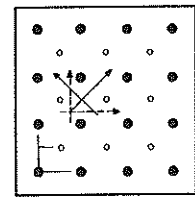
8 Éventail : on laisse seulement deux branches avec un angle de 45° par rapport au sol, permettant aux pousses de printemps de former un éventail.



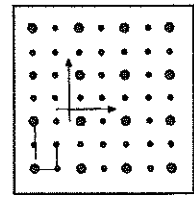
9 Espalier : le tronc central d'un espalier est mené verticalement et les branches sont écartées (angle droit) à droite et à gauche.



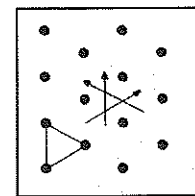
10 Plantation en carrés



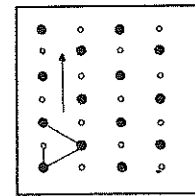
11 Plantation en carrés avec remplissage



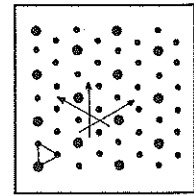
12 Plantation en carrés avec double remplissage



13 Plantation en triangles



14 Plantation en triangles avec remplissage



15 Plantation en triangles avec double remplissage

JARDINS SUPPORTS DE PLANTES

Les supports de plantes peuvent servir à décorer les façades ou être utilisés pour les fruits et légumes. Dans ce dernier cas, les plantes devront être mises hors de portée et de cueillette. Diverses méthodes ont fait leurs preuves (fig. 3 à 7).

Les espaliers et éventails (fig. 8 et 9) sont plus adaptés aux jardins professionnels que pour l'usage privé. Dans les pépinières d'arbres fruitiers, les distances entre plantes doivent être fixées par souci d'optimisation des rendements (fig. 10 à 15).

Les plantes grimpantes non autonomes qui entrent dans la **végétalisation des façades** demandent un dispositif leur permettant de grimper. Ces supports sont constitués de lattes de bois pour des systèmes modestes et de fils métalliques tendus pour les installations plus importantes (fig. 1).

La distance entre fils tendus dépend des possibilités d'accrochage des plantes. La hauteur de croissance ainsi que le type d'accrochage (plantes grimpantes, liserons, etc.) doivent être pris en compte.

Les hauteurs de croissance vont de 2 à 20 m. Certaines plantes, et spécialement les volubilis/liserons comme par ex. le *Celastrus orbiculatus* - ou Bourreau des arbres -, peuvent endommager les descentes d'eaux pluviales et les arbres en exerçant une pression. La distance entre éléments horizontaux (grillage, etc.) devrait se situer entre 20 et 50 cm selon les types de plantes.

Les fils tendus doivent être recouverts de plastique pour protéger les plantes du gel.

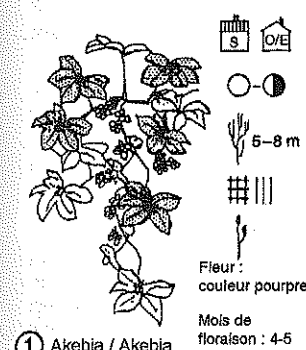
L'installation de plantes grimpantes contre un mur coupe-feu nécessite des précautions particulières. En règle générale, ces murs ne devraient pas être végétalisés à cause du risque de propagation du feu.

Généralement, la végétalisation d'un mur de façade doit faire l'objet d'un accord avec le propriétaire. Pour un mur mitoyen, il est recommandé de l'établir dans un cadre juridique. Le droit de la construction s'applique d'une manière générale à l'aménagement des espaces extérieurs.

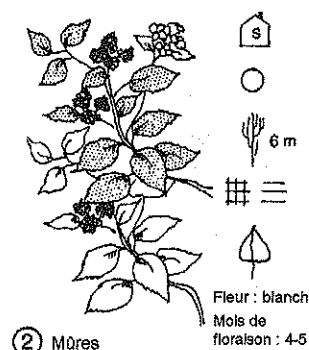
Le cas échéant, les règles de protection et de valorisation du patrimoine historique doivent être observées, et en particulier les directives portant sur les zones de protection du patrimoine architectural, urbain et paysager (ZPPAUP).

JARDINS PLANTES RAMPANTES ET GRIMPANTES

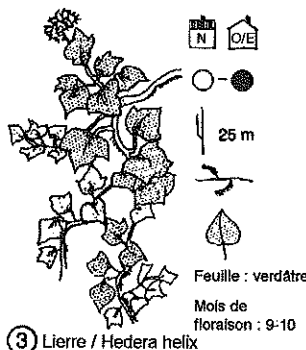
emplacement favorable
ensoleillé, mi-ombragé, ombragé
Croissance : lente, modérée, rapide
Support : bois, fils tendus, treillis métallique
vert en été, à feuilles persistantes
Rachis adhérents
Ventouses adhérentes



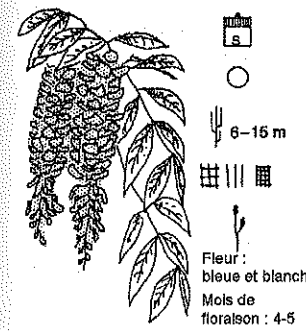
1 Akebia / Akebia



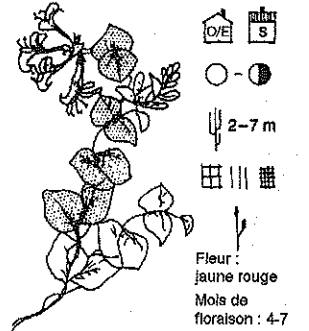
2 Mûres



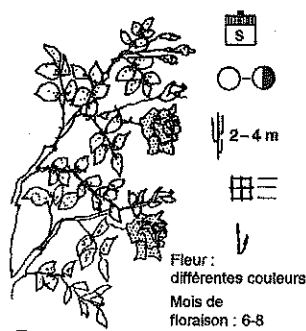
3 Lierre / Hedera helix



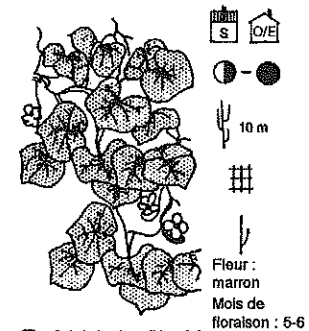
4 Glycine / Wisteria sinensis de chine



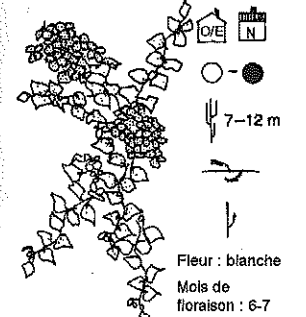
5 Chèvrefeuille des jardins / Lonicera caprifolium



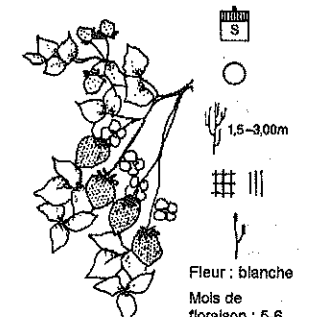
6 Rosier grimpant



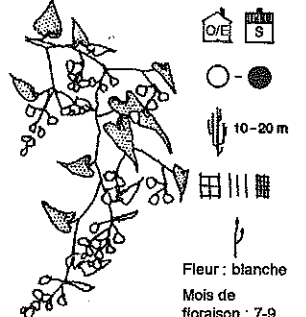
7 Aristolochie d'Amérique / Aristolochia macrophylla



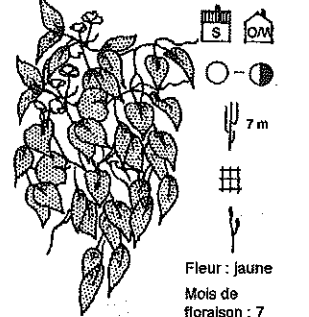
8 Hortensia grimpant / Hydrangea petiolaris



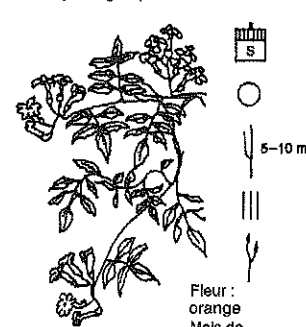
9 Fraisier grimpant



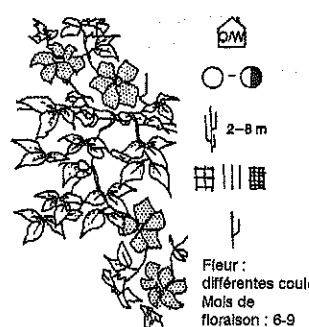
10 Renouée de Turkestan / Polygonum aubertii



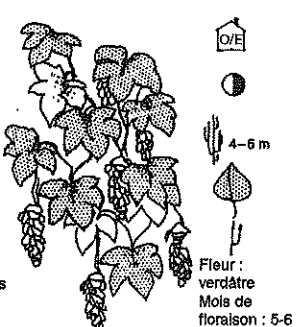
11 Actinidia / Actinidia chinensis



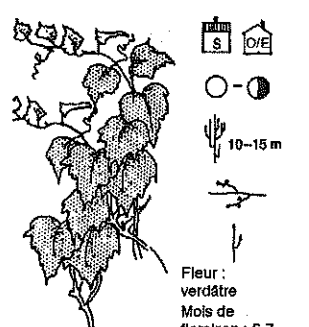
12 Bignone / Campsis radicans



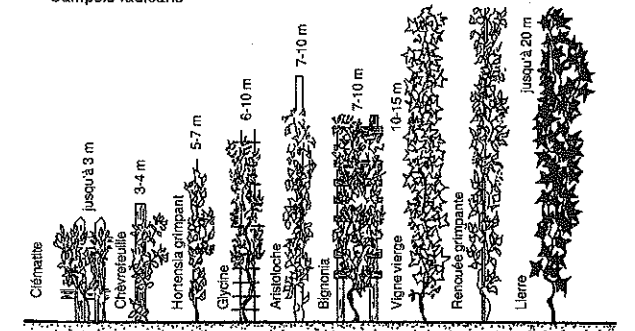
13 Clématite / Clematis



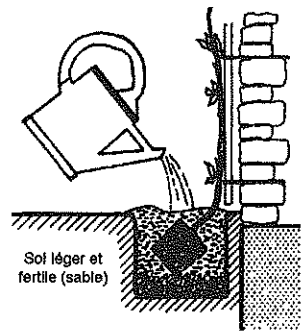
14 Houblon / Humulus lupulus



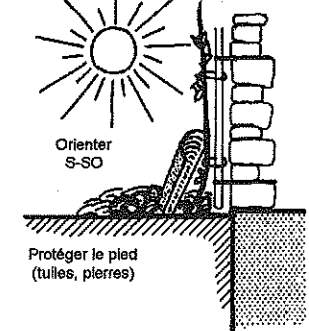
15 Vigne vierge / Parthenocissus spec.



16 Plantes grimpantes et leur hauteur



17 Arroser



18 Les clématites veulent avoir les pieds au froid et la tête au chaud

Aménagements extérieurs

Aménagements extérieurs

Aspects conceptuels pour des chemins et des places

Lors de projets de chemins et de places, ce sont les questions de proportions vis-à-vis de l'ensemble et celles des choix de matériaux qui sont prépondérantes. Tout d'abord il s'agit de trouver les bonnes dimensions pour des largeurs de voies, pour des places ou des espaces libres, au regard de leur utilisation potentielle et de l'environnement. L'être humain devrait toujours être la mesure de référence.

Ensuite, le choix des matériaux de revêtements, leur couleur et leur présentation doit se faire en cohérence avec le projet global, en tenant aussi compte des caractéristiques des composantes aux rives du lieu d'intervention, tels que les édifices ou les voies. Les tons clairs et les éléments de revêtements à grandes dimensions ont un effet généreux. On peut aussi produire des effets spatiaux avec les éléments de limites ou de partitions. En général on tente d'aider à la lecture des fonctions ou des utilisations en jouant avec la variété des dimensions des chemins ou des places. Les surfaces des chemins et des places peuvent être couvertes par différents matériaux. Pour les chemins carrossables, on utilisera de l'asphalte, du béton, ou un assemblage de béton et de pierres naturelles, même des terrasses revêtues de plaques de pierres doivent pouvoir être accessibles, par exemple à des véhicules de pompiers. Pour des surfaces moins sollicitées par des véhicules, on peut utiliser d'autres types de plaques de revêtements, des revêtements tenant compte des intempéries, même des revêtements en bois adaptés. Les prescriptions pour la construction des voies définissent les rapports entre la construction et les sols. Les constructions qui n'y sont pas soumises tiennent néanmoins compte de l'évacuation des eaux de sols, notamment par la présence de joints ouverts entre éléments (fig. 7 à 9).

Les voies plus fortement fréquentées par du trafic doivent se réaliser avec des bordures servant de contreforts (fig. 7 à 9). Les chemins exclusivement piétonniers se réalisent à l'aide de plaques de pierres naturelles ou de béton munies d'ergots de retenues (fig. 4 et 5). En général, lors de voies en pentes, quelques mesures techniques sont à prendre en considération (fig. 1 à 3). Lors de la présence d'édifices, on devrait toujours avoir le point haut de la pente contre le bâtiment. Dans les espaces publics, les pentes ne devraient pas dépasser 2,5 % de déclivité. Les différents dispositifs d'assemblages de revêtements de sols dépendent tous des caractéristiques des matériaux choisis (fig. 18 et 19).

Il est important de considérer l'importance des traitements de surface des éléments de recouvrement en lien avec des principes fonctionnels et de composition. Avec le choix des pierres naturelles, leurs surfaces peuvent être bouchardées, entaillées, piquées, sablées, etc., afin de réduire les glissades lorsque les pierres sont mouillées, mesures notamment nécessaires dans les espaces publics.

Aspects conceptuels pour les escaliers

Les escaliers servent à franchir des différences de niveaux, ainsi sont-ils à considérer en tant qu'éléments verticaux significatifs de composition, ils nécessitent donc une attention toute particulière dans le projet global. Des escaliers plats et larges et à faible hauteur de marches produisent un effet de douceur, d'amplitude spatiale et de composition marquée. Alors que des escaliers plus raides et étroits seront considérés comme essentiellement fonctionnels.

Les dimensions des escaliers sont étroitement liées aux choix des matériaux et de leurs couleurs et jouent un rôle complémentaire dans la composition spatiale. Cela va du choix d'une pierre naturelle noble avec un haut degré de traitement jusqu'au choix de rondins rustiques possibles dans des voies forestières. En conséquence, les autres composants des escaliers, comme les mains courantes et les balustrades, sont à concevoir en cohérence avec les matériaux des marches afin d'atteindre à un ensemble équilibré. Par exemple, un ensemble peut être réussi lorsque le recouvrement d'une voie est similaire avec celui d'un escalier, comme si l'on avait déroulé un tapis continu. Le traitement des faces latérales d'un escalier nécessite aussi une attention particulière envers les proportions et les besoins des utilisateurs.

Les escaliers sont toujours à calculer selon la règle que 2 fois la hauteur + 1 fois la longueur de la foulée devrait approcher la dimension de 65 cm ($2 \times h + 1 \times l \approx 65$ cm). Les plans horizontaux des marches doivent être légèrement inclinés en aval (fig. 16) afin d'éviter les stagnations d'eau et le risque de gel. Des mesures doivent être prises en fonction de chaque grandeur d'escalier afin d'obtenir un dimensionnement adéquat des fondations. (fig. 15 et 16). Dans la plupart des cas, une main courante est nécessaire dès trois marches. Les réglementations de construction en la matière sont spécifiques à chaque pays.

On observe aussi la possibilité de jumeler les escaliers à des éléments de rampes pour le passage de cycles, de chariots ou de poussettes (fig. 17).

Aspects conceptuels de la gestion des eaux claires

La conception de l'espace se laisse aussi influencer par des éléments mineurs comme des systèmes d'évacuation ou de récupération des eaux. Même des gouttières encaissées ou des grilles de sols font l'objet de choix de matériaux (métal, fonte, cuivre) et de formes (grilles perforées, grilles à barreaux), choix qui ne sont pas à sous-estimer, notamment par leurs effets sur les jeux spatiaux qu'ils produisent. Ceci est le cas pour l'emplacement d'une grille de sol qui doit être disposée avec précision dans la trame d'un jeu de carrelages. La gestion des eaux de surfaces par exemple, au lieu de n'être prise en compte qu'en fin de projet, peut au contraire être incluse dans les concepts de base d'un projet. Surtout si l'on sait que ces eaux sont étroitement liées aux composantes paysagères, avec leur récupération dans les dépressions d'un terrain encore à modeler, ou par la disposition judicieuse de plantations avec leur capacité d'absorption de ces eaux de surfaces, là où ces eaux vont nécessairement se trouver selon les données présentes et à créer dans la topographie du site. Le concept paysager d'un site peut même être déterminé dans certains cas par son contrôle hydrodynamique. Bien sûr que des composants de cette gestion tels que des citernes, des pompes, des conduits, ne doivent pas nécessairement occuper physiquement les premiers plans d'un tel contexte paysager. Cette gestion des eaux de surfaces est aujourd'hui une priorité, tant du point de vue écologique que du point de vue économique, de manière à laisser par exemple les eaux de pluie suivre une dispersion et une récupération les plus naturelles possibles. On ne négligera pas non plus l'importance de ces eaux pour l'alimentation naturelle des nappes phréatiques.

Une gestion optimale des eaux de pluie signifie que plus aucune goutte n'est envoyée dans le réseau des eaux usées.

Ainsi, l'idée de base d'une telle gestion, est d'éviter la captation, puis l'évacuation des eaux de pluie sur le réseau, aussi bien sur le site que dans l'environnement proche, du moins de tout faire pour réduire au maximum ces captations.

À cet effet, les mesures suivantes sont appropriées : absorption des pluies par les sols, récupération, recyclage, couvertures végétales sur les toits.

Concernant le drainage, il y est fait généralement une distinction entre des drainages ponctuels et des drainages linéaires. En lien avec la nature des revêtements de sols, on privilégie des façons de pente permettant de conduire de manière appropriée et en toutes saisons les eaux dues aux précipitations.

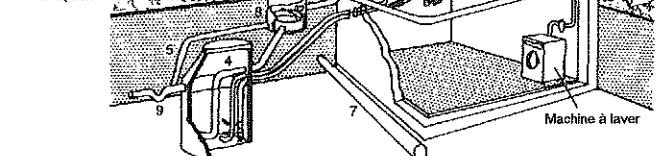
Il est évident que cette conduite des eaux en surface ne se fait jamais en direction d'ouvrages ou de bâtiments.

Ces eaux sont à rassembler et à diriger à l'aide de rigoles ouvertes vers un réseau interne, en partie souterrain, et à reconduire vers des installations d'épandages. Les capacités hydrauliques des entrées au réseau et leur nombre sont calculés en rapport avec la surface concernée, ceci sur la base des règles suivantes, avec comme ordre de grandeur :

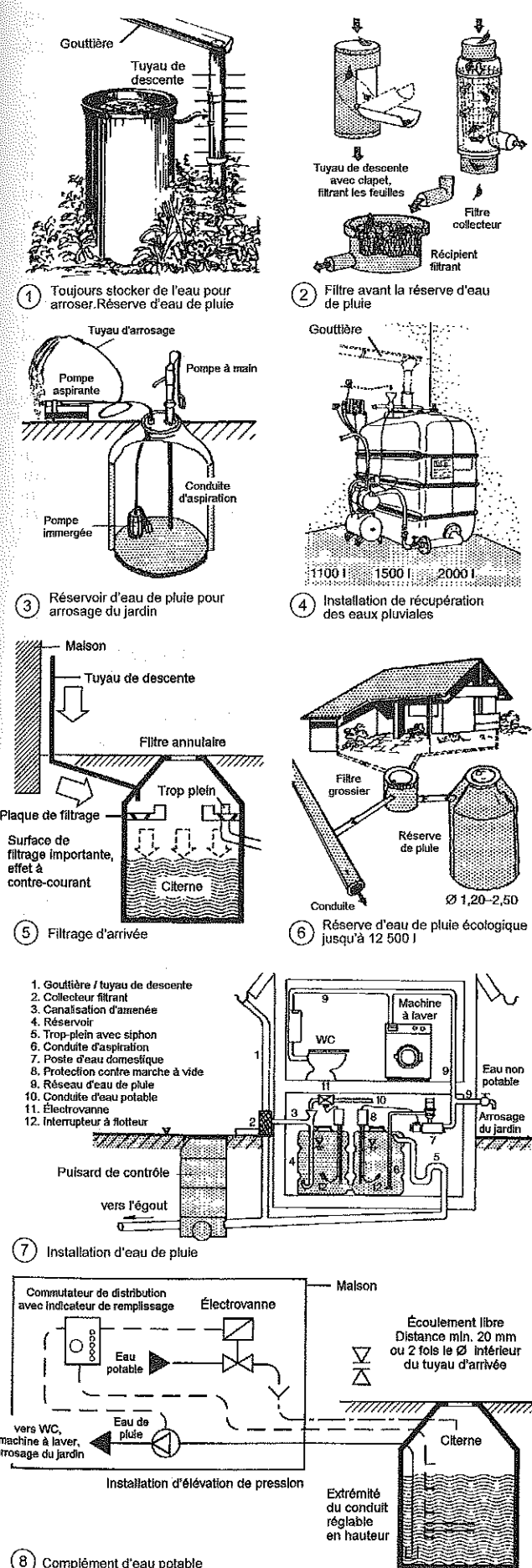
- pour une cour, une entrée pour 200 m²,
- pour des voies, une entrée pour 400 m²,
- distance entre entrées, jamais plus de 40 m.

On distingue donc l'absorption des eaux des précipitations en surface, par la porosité des sols, et le drainage de ces mêmes eaux, en profondeur, par un réseau de drains vers une citerne. Ces deux manières sont à combiner avec la composition paysagère souhaitée et son jeu de pentes et d'orientations diverses. Le taux d'absorption des sols est une valeur réglementée, celle-ci est à adapter avec les différences locales des précipitations.

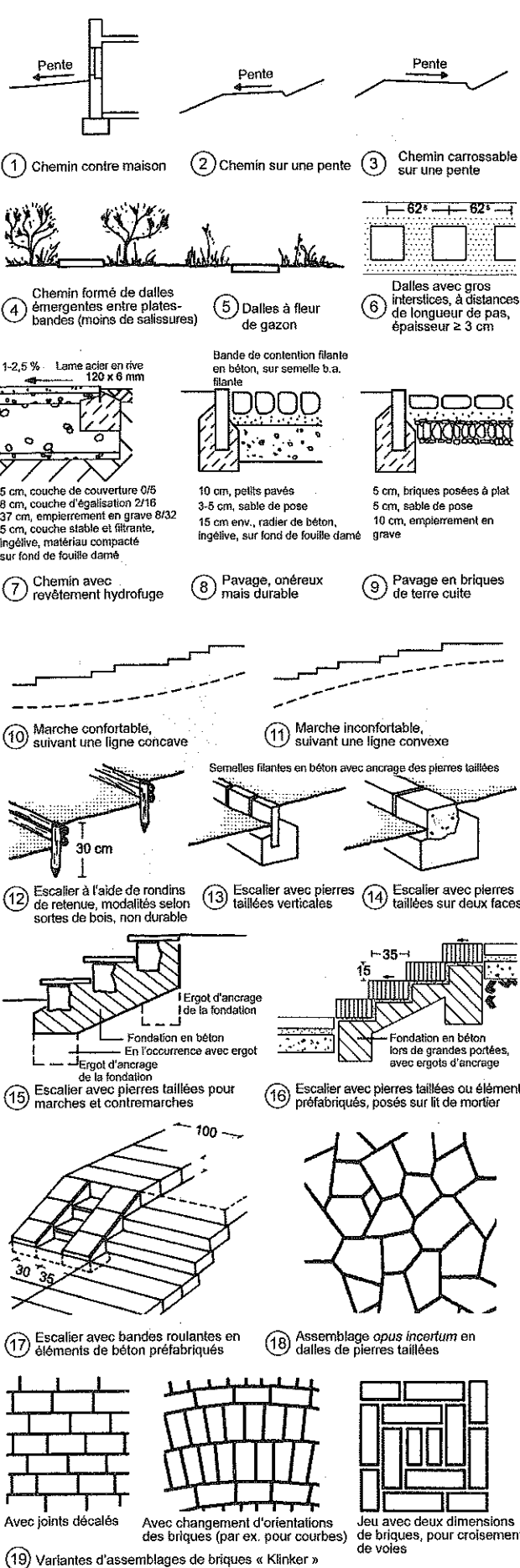
1. Poste d'alimentation en eau domestique
2. Robinet d'arrêt
3. Conduite d'alimentation en eau potable
4. Réservoir
5. Trop-plein
6. Tuyau de descente
7. Égout
8. Récepteur filtrant
9. Siphon



9 Installation de collecte d'eau de pluie avec récepteur filtrant et réservoir à part

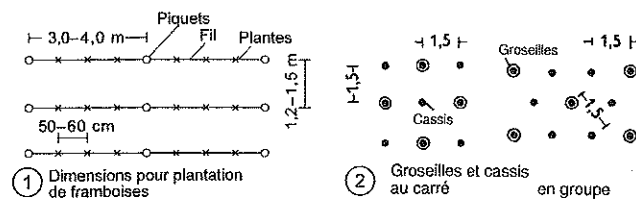


8 Complément d'eau potable

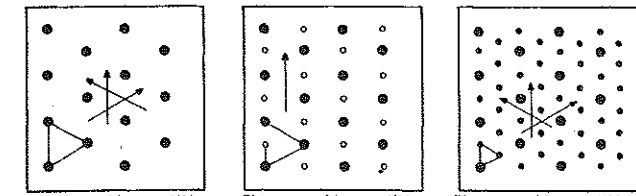


JARDINS PLANTES

JARDINS PLANTES ET PELOUSES



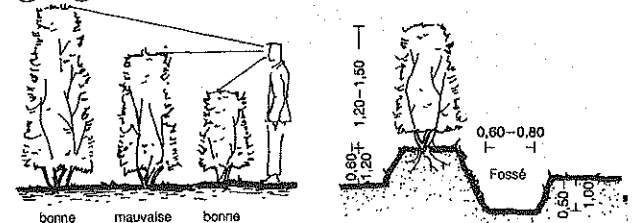
2 Groseilles et cassis au carré en groupe



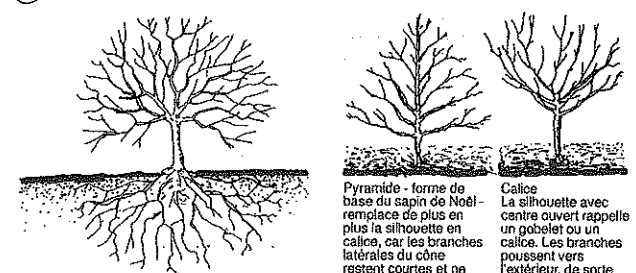
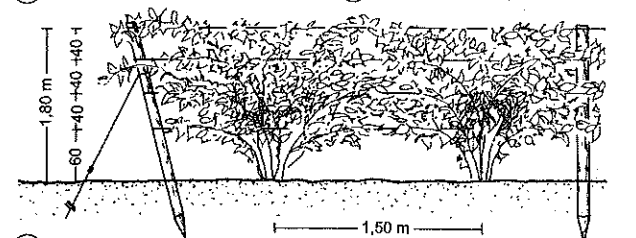
4 Plantation en triangles avec remplissage

5 Plantation en triangles avec double remplissage

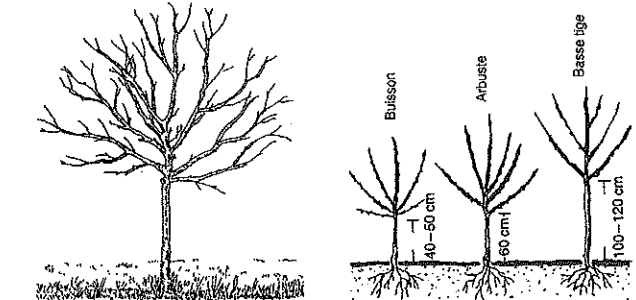
3-5 Systèmes de plantation



7 Haie sur talus



10 Formes d'arbres



12 Formes d'arbres pour petit jardin

13 Framboises

Aspects conceptuels de l'utilisation de la végétation
La composition végétale des jardins est extraordinairement diversifiée. On est face à une infinité de plantes, des buissons, des arbustes, des prairies, des gazons, ainsi que des plantes sauvages composent la palette. Cependant, c'est au début d'un projet paysager que des choix en la matière doivent se faire. L'architecture moderne du paysage se comprend dans un espace architectural ouvert, dans lequel la végétation est pensée et insérée comme une composante importante de la composition globale. En outre, c'est le jeu entre les horizontales et les verticales qui devrait d'emblée primer, c'est-à-dire entre des étendues et des arbres, des bosquets, etc., entre des variantes de hauteurs et de formes.
Ce n'est qu'une fois les concepts spatiaux d'ensembles élaborés que l'on procède aux choix précis des végétaux à intégrer, que ce soit pour leurs aspects de formes de croissances, de formes de feuillages ou de couleurs, de couleurs de floraison en des moments donnés, comme pour les couleurs automnales, en cohérence avec leur localisation, aussi pour des critères de formes spatiales et de lumières. On tient aussi compte ici de considérations économiques relatives aux soins et à l'entretien des plantes. Le choix d'une végétation appropriée est une condition prioritaire de la conception paysagère, ceci dans une vision à moyen et à long terme, en lien avec les variables de croissance et de longévité, ainsi qu'avec les variables saisonnières de tous les végétaux.

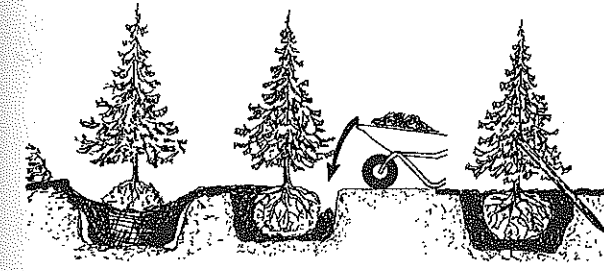
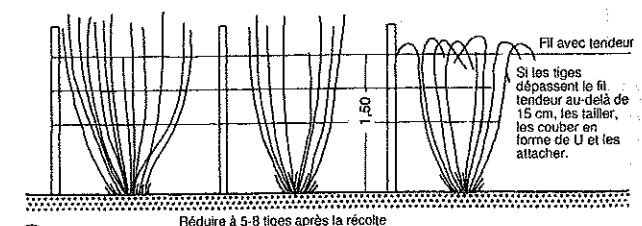
Plantes

C'est un nombre incalculable de variétés de plantes qui entrent en ligne de compte sous les dénominations telles que vivaces, herbacées, grimpantes, rampantes, plantes à oignons et autres buissons. En général, leur dénomination passe par la botanique, laquelle a ses racines grecques et latines. Le nom botanique d'une plante se situe toujours en fin de la dénomination de l'ensemble des familles des plantes, par exemple, famille *Araliaceae* : *Hedera helix arborescens* - arbuste lierre.

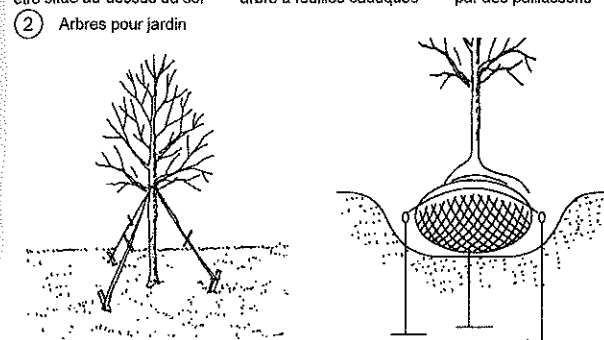
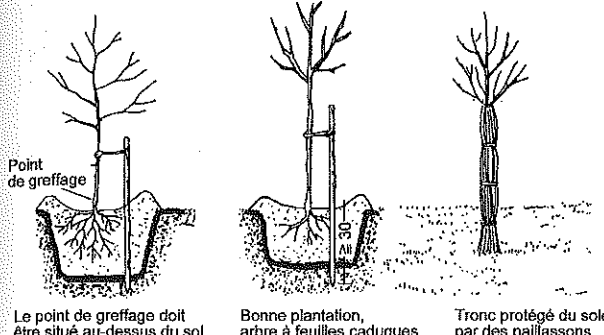
Il existe un catalogue officiel des espèces et variétés de plantes cultivées en France. Sa consultation permet une dénomination exacte des plantes qu'il devient possible de commander avec précision. Dans les descriptions des plantes, on rencontre souvent des dérivés, tels que plantes à branches tombantes ou à branches grimpantes. Les dispositions des plantes diffèrent selon leur sorte. Dans le domaine des cultures, les distances entre elles sont différentes des plantations décoratives. On tient compte des objectifs fixés et liés à la plantation (par exemple : obtenir une croissance rapide sur un sol vierge). Pour les plantes vivaces et les autres petites plantes de couverture de sols, on compte 6-12 plants / m², pour les buissons isolés 0,5-2 plants / m², pour une haie linéaire on compte généralement 3-5 plants / m².

Lors de la livraison des plantes depuis un domaine horticole jusqu'au lieu de plantation, on veille à ce que les délais de tenue hors sol soient les plus réduits possible avant leur plantation. Le stockage hors sol ne devrait pas durer plus de 48 h. Lorsqu'il devient nécessaire de stocker des plants plus longtemps, on doit les préserver de l'assèchement, de la chaleur ou du gel. Des mesures peuvent être prises, telles que les garder racines contre racines, l'humidification, la couverture des racines par une couche de terre ou par une bâche. On préconise aussi un abri ombragé et protégeant du vent. Un emballage de protection pourrait s'imposer en cas de retard exceptionnel avant leur plantation.

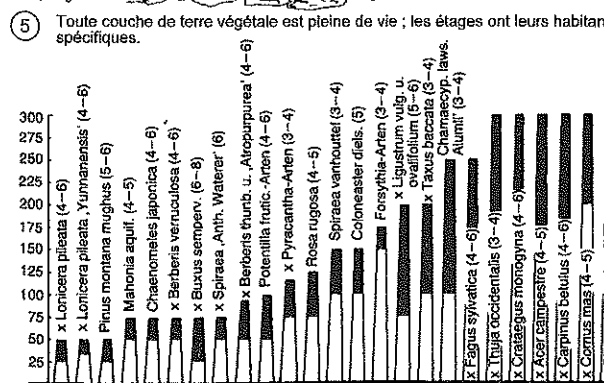
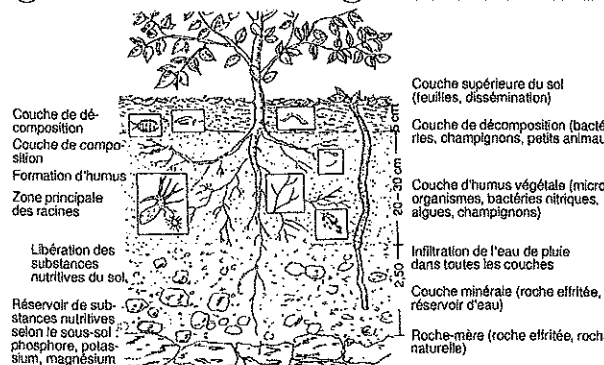
Les meilleures périodes de plantations sont généralement l'automne et le printemps, et la fin d'automne pour les arbres fruitiers. En pleine campagne, ou l'on rencontre des gels précoces, on plante jusqu'en octobre et jusqu'en novembre dans les régions plus douces.



Placer le tuteur en biais



4 Ancrage en profondeur dans le cas du maintien en terre de la balle



7 Exigences, sélection et assemblages d'espèces à troncs hauts

Les travaux de plantation suivent des règles précises. Les trous des plantations sont creusés d'une largeur d'une fois et demi le diamètre de la souche de racines ou de la balle enveloppante de la souche. Lors de la creuse, la couche de terre végétale est à prélever et à réserver de côté, elle sera remise comme dernière couche de remblaiement une fois la plantation en place. Des arbres et des gros buissons sont à étayer ou à haubaner contre les poussées du vent (fig. 2 à 4). L'étau ou le tuteur doit être planté en dehors de la souche ou de la balle de racines, et du côté opposé au vent dominant. On utilise couramment des rondins écorcés pour les étais ou les tuteurs. Les pots contenant les balles de racines ou autres moyens de maintien, notamment pour les vivaces, peuvent être directement mis en terre et recouverts à l'aide d'une bêche ou d'un autre outil similaire. Chaque manière de planter dépend de chaque sorte de plante. Les plantations sont soumises à réglementation, notamment en limite de voisinage. Les haies ne peuvent pas dépasser 2 m de hauteur pour une distance de 0,50 m à la limite de la parcelle voisine. Elles peuvent dépasser 2 m de hauteur si elles sont plantées à une distance de 1 m et plus. Des petits arbres doivent être à un minimum de 1,5 m et à 3 m pour les grands, distance mesurée à l'axe du tronc. Des exceptions et d'autres réglementations régissent les plantations aux abords de routes fréquentées et de forêts.

L'horticulture dépend aussi de prestations particulières. Le protocole prévoit la réception des plantes dans le dernier tiers du mois de juin, la confirmation de croissance s'affirmant par l'émergence des jeunes rameaux. Pour les vivaces, c'est lorsqu'elles ont produit leurs nouvelles branches et que celles-ci ont pris racine par marcottage. Pour les plantes rampantes de couverture, c'est lorsqu'un maximum de 5 % d'entre elles sont fanées alors que le reste est dense. Pour quelques fleurs saisonnières à oignon et à tubercule, elles peuvent être directement réceptionnées après leur plantation.

Pour les gazons et les travaux d'ensemencement suivre les règles d'usage. Outre l'ensemencement, il existe la solution plus onéreuse de dérouler des tapis ou plaques de gazon qui ont déjà poussé hors site, en application directe sur un sol adéquat. Dans ce cas, il est nécessaire de préparer une couche d'au minimum 10 cm de terre végétale enrichie. Le gazon pousse en général à partir d'une température de 8 °C et s'interrompt au-delà de 30 °C. Un terrain ensemencé de gazon est prêt à l'usage dès 6 semaines. Un grand choix de gazons différents est à disposition (gazon courant, gazon pour terrains de jeux, prairie, etc.).

Les soins et l'entretien du gazon suivent des prescriptions particulières. La première tonte du gazon peut se faire dès que l'ensemencement à produit son effet à plus de 75 % dans les jardins, à plus de 50 % pour les grandes aires paysagères. Pour le gazon à poser par plaques ou à dérouler, on attend que l'enracinement à la sous-couche de terre végétale se soit effectué.

Catégorie de hauteurs	Nombre d'arbres	Circonférence du tronc en cm	Hauteur du tronc en cm	Largeur de la couronne en cm	Distance entre arbres en cm	Age max. pour plantations	Divers
Faible hauteur	2	8-10 10-12	≥ 180			Éloigné	Fournis par assemblage de 5 pièces
Hauteur moyenne	3	10-12 12-14 14-16 16-18 18-20 20-25	≥ 200			Très éloigné	
Grande hauteur, 4 x V et plus souvent solitaires	≥ 4	16-18 18-20 20-25 Chaque de 5 cm jusqu'à 50 cm Chaque de 10 cm à partir de 50 cm	Hauteur totale 300-400 400-500	60-100 100-150 150-200 200-300 400-500 500-700 700-900 900-1200 + 300 cm		Très éloigné	Balles en treillis ou contenant Donner le nombre de plantations avec balles en treillis
En allée			Jusqu'à 25 cm de circonférence ≥ 220 cm Des 25 cm de circonférence ≥ 250 cm			Très éloigné	

7 Exigences, sélection et assemblages d'espèces à troncs hauts

Aménagements extérieurs

Aménagements extérieurs

Consolidation des coteaux et berges

Les mesures de génie biologique sont souvent des réponses relevant de la biologie apportées à des exigences de construction comme la consolidation de coteaux ou de berges. Ces mesures devront donc être replacées dans une conception globale et appliquées en conséquence. Il convient à cet égard de décider si ces dispositifs seront laissés apparents ou non.

L'ingénierie biologique est en mesure de donner une apparence végétale aux coteaux et talus en remplacement d'une consolidation par un mur. Les impératifs fonctionnels ne sauraient toutefois se surimposer au parti formel et au choix des matériaux qui en découle. La consolidation des surfaces est nécessaire en cas de talus très abrupts. On visera toutefois la création de talus plats, arrondis, aux surfaces engazonnées ou recouvertes de plantes vivaces ou de bosquets.

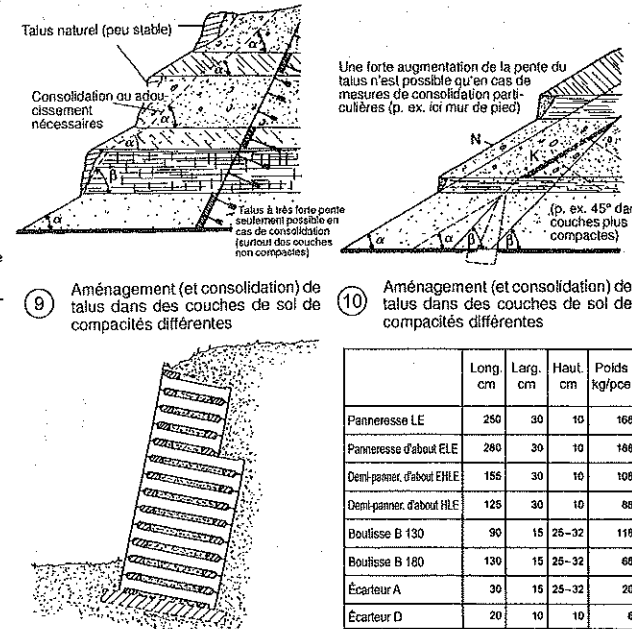
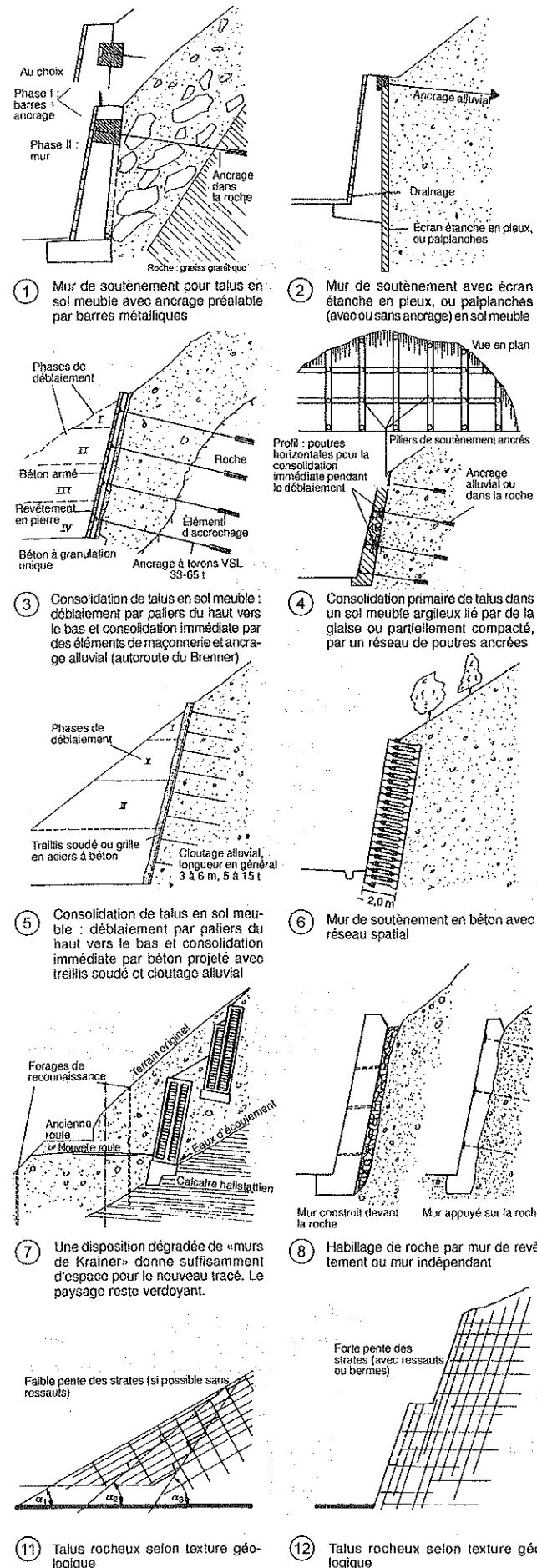
Dans le cas de talus plus inclinés que la pente naturelle des terres, la surface devrait être fixée par des grilles à gazon, des clayonnages, des pavages ou des éléments maçonnés.

Pour un angle supérieur à 1 : 2, la surface engazonnée devrait être consolidée au moyen de piquets dans le sol. Les bandes de gazon en escalier peuvent servir à consolider les talus abrupts jusqu'à des pentes comprises entre 1 : 1,5 à 1 : 0,5. Les clayonnages conviennent pour la consolidation de talus abrupts qui rendent difficile la fixation de couvertures végétales.

On distingue les clayonnages selon qu'ils sont morts ou vivants. Ces derniers (boutures d'osier ou « tacots ») nécessitent par la suite une plantation régulière de bois feuillu.

D'importantes mesures de consolidation seront indispensables pour les grandes coupes de terrain - aménagement routier ou situation à flanc de coteau (fig. 1 à 6).

Différentes réalisations de réseaux de poutres ancrées : composés par exemple de poutres horizontales pré-ancrées et de poteaux verticaux. Remplissages en béton projeté armé (fig. 4).



Consolidation des coteaux et berges

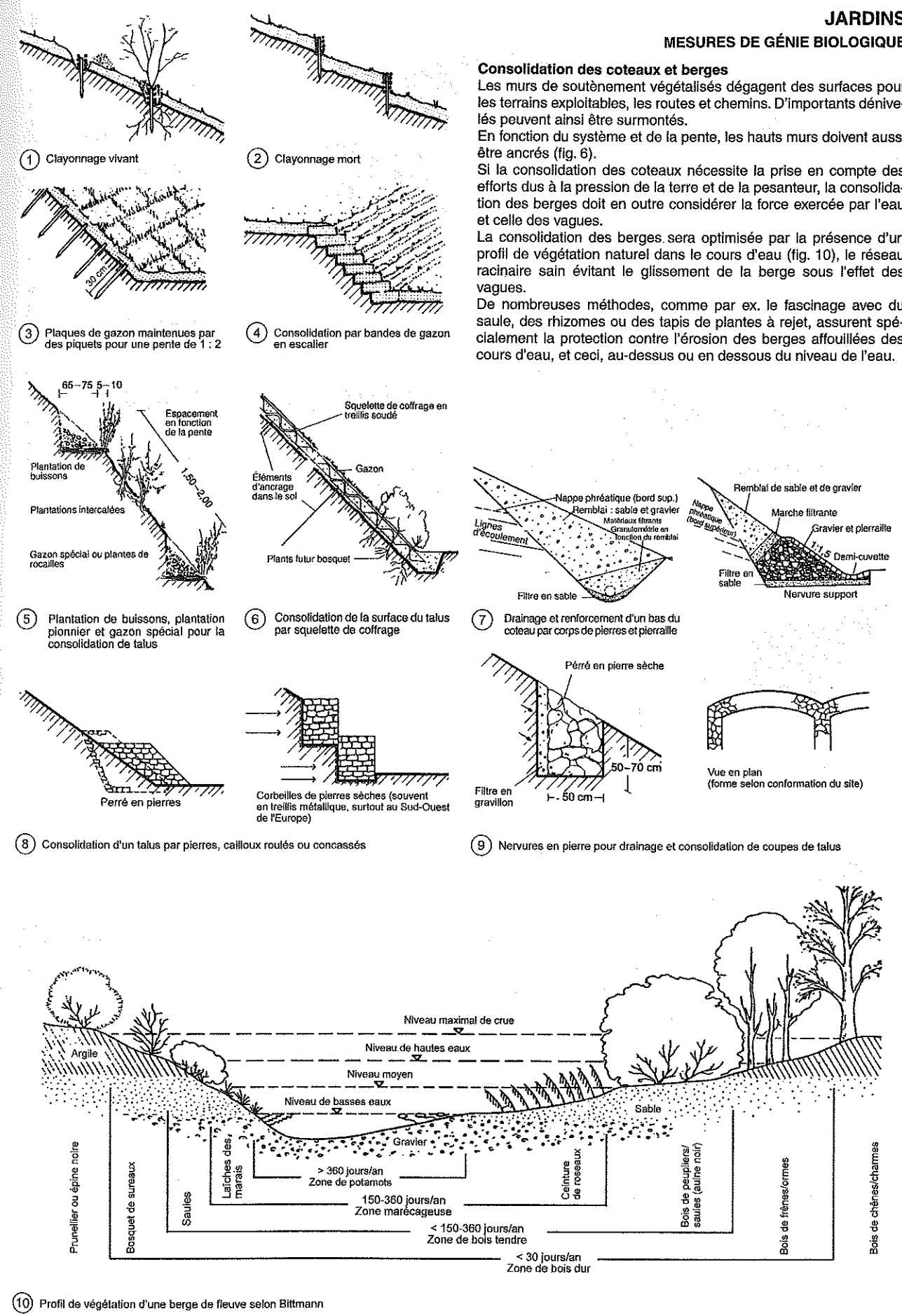
Les murs de soutènement végétalisés dégagent des surfaces pour les terrains exploitables, les routes et chemins. D'importants dénivelés peuvent ainsi être surmontés.

En fonction du système et de la pente, les hauts murs doivent aussi être ancrés (fig. 6).

Si la consolidation des coteaux nécessite la prise en compte des efforts dus à la pression de la terre et de la pesanteur, la consolidation des berges doit en outre considérer la force exercée par l'eau et celle des vagues.

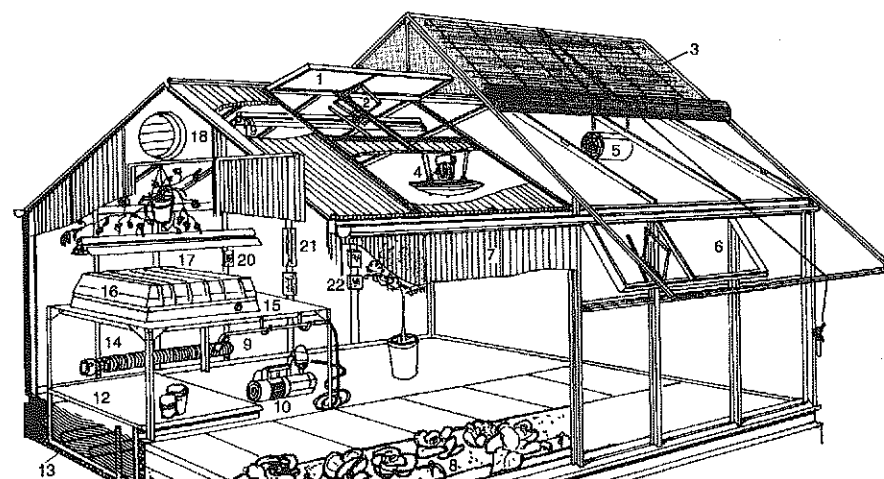
La consolidation des berges sera optimisée par la présence d'un profil de végétation naturel dans le cours d'eau (fig. 10), le réseau racinaire sain évitant le glissement de la berge sous l'effet des vagues.

De nombreuses méthodes, comme par ex. le fascinage avec du saule, des rhizomes ou des tapis de plantes à rejet, assurent spécialement la protection contre l'érosion des berges affouillées des cours d'eau, et ceci, au-dessus ou en dessous du niveau de l'eau.



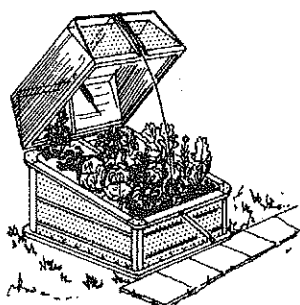
Aménagements extérieurs

Aménagements extérieurs

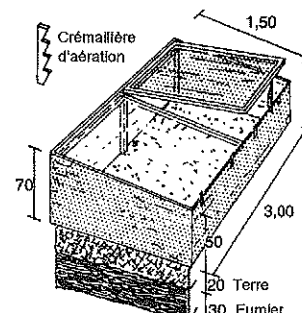


1. Aération de toiture
2. Ouverture de fenêtre automatique sans courant
3. Protection solaire extérieure
4. Saturateur
5. Circulateur d'air
6. Fenêtres latérales d'aération
7. Panneau isolant en plexiglas avec entretoises
8. Arrosage goutte à goutte
9. Appareil d'arrosage
10. Pompe à eau
11. Câble de chauffage par le sol
12. Bassin d'eau d'arrosage
13. Isolation
14. Chauffage
15. Table pour plantation
16. Plaque pour multiplication
17. Éclairage favorisant la croissance
18. Aération forcée automatique
19. Éclairage de la serre
20. Régulateur d'humidité
21. Hygromètre
22. Thermostat

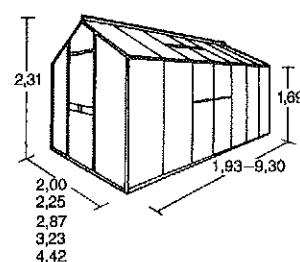
1 Serre isolante avec aménagement bien adapté à son utilisation climatisée



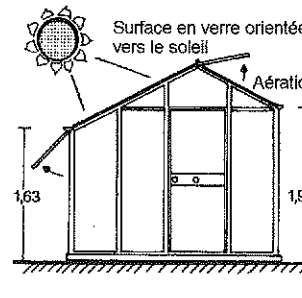
2 Châssis avec couvercle utilisant la chaleur solaire



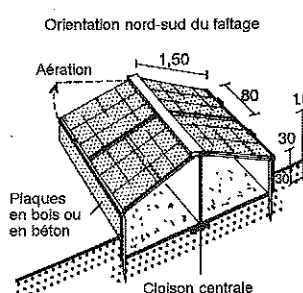
3 Châssis pour plantations précoces à fabriquer soi-même



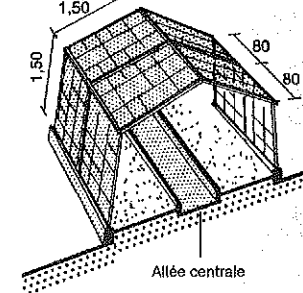
6 Serre



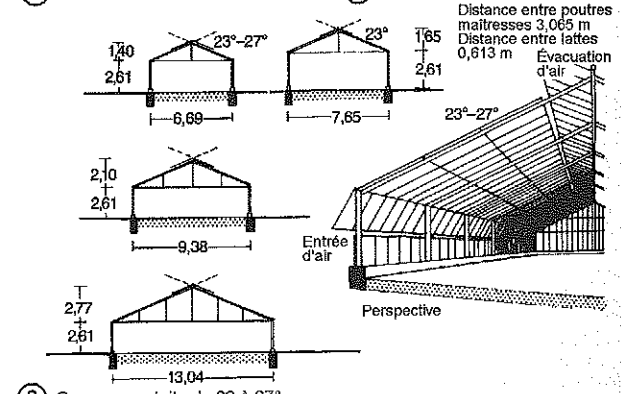
7 Serre utilisant la chaleur solaire



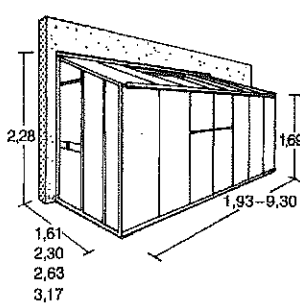
4 Petite serre



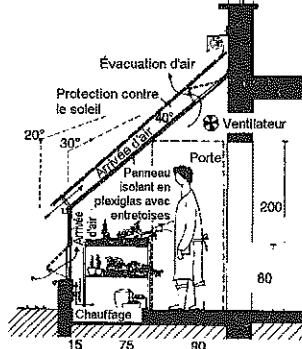
5 Serre Hollandaise



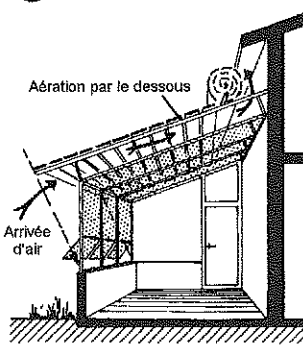
8 Serres avec toits de 23 à 27°



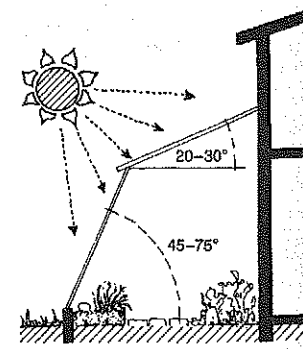
9 Serre adossée à un mur



10 Serre adossée à un mur



11 Protection solaire extérieure avec aération par le dessous



12 Pente optimale pour les surfaces vitrées

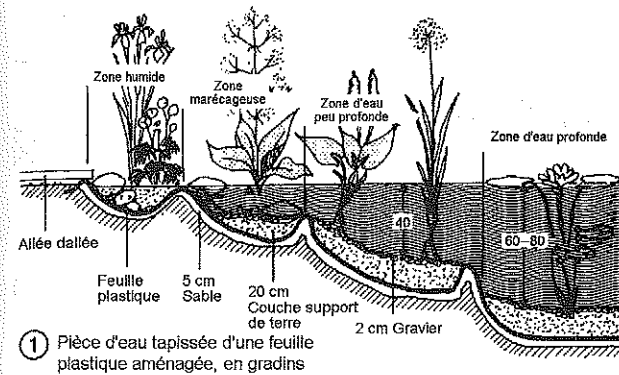
JARDINS SERRES

L'aération des serres doit être dimensionnée de façon telle que, en cas de fonctionnement maximal, on puisse obtenir approximativement la même température à l'intérieur qu'à l'extérieur. Il est nécessaire pour cela d'utiliser environ 20 % de la surface du toit en bandes d'aération ou en abattants. Il faut assurer une arrivée d'air suffisante.

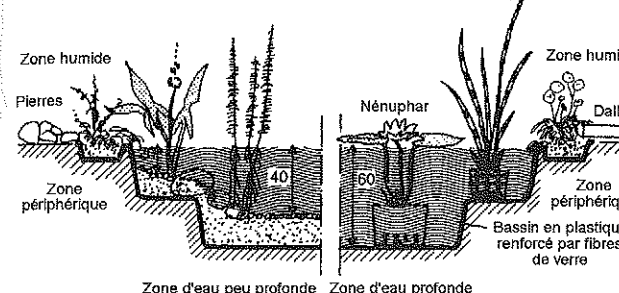
Une protection contre le soleil peut être nécessaire en cas d'insuffisance de plantations protectrices ou de couvert végétal, afin d'obtenir une ambiance supportable lors d'ensoleillements intenses.

Une protection contre le soleil peut être aménagée à l'intérieur et à l'extérieur. Une installation à l'intérieur est meilleur marché. À l'extérieur, la protection est d'autant plus efficace que sa distance à la surface vitrée est suffisante (fig. 1, 10 et 11).

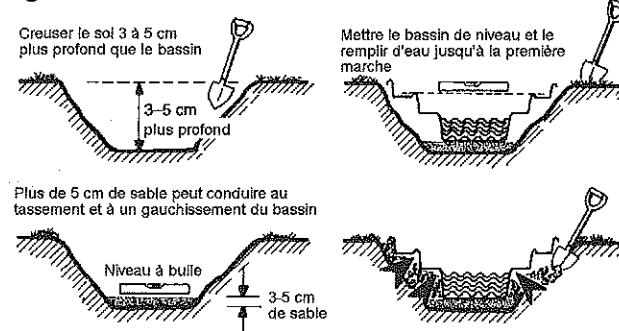
JARDINS PIÈCES D'EAU



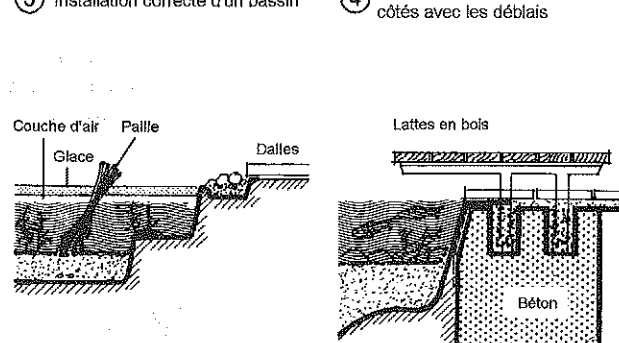
1 Pièce d'eau tapissée d'une feuille plastique aménagée, en gradins



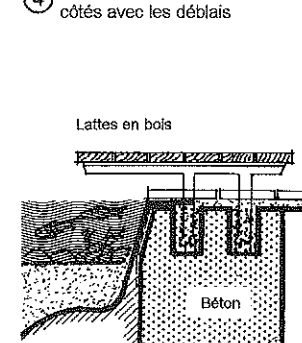
2 Bassin préfabriqué de forme appropriée



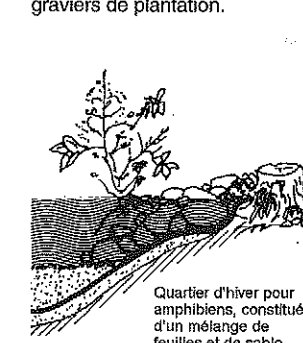
3 Installation correcte d'un bassin



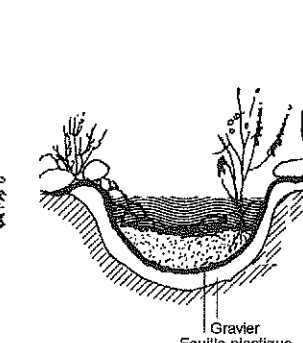
5 Installer une botte de paille ou un système d'écoulement en cas de gel



6 Planchéage en console



7 Berge



8 Coupe transversale sur ruisseau

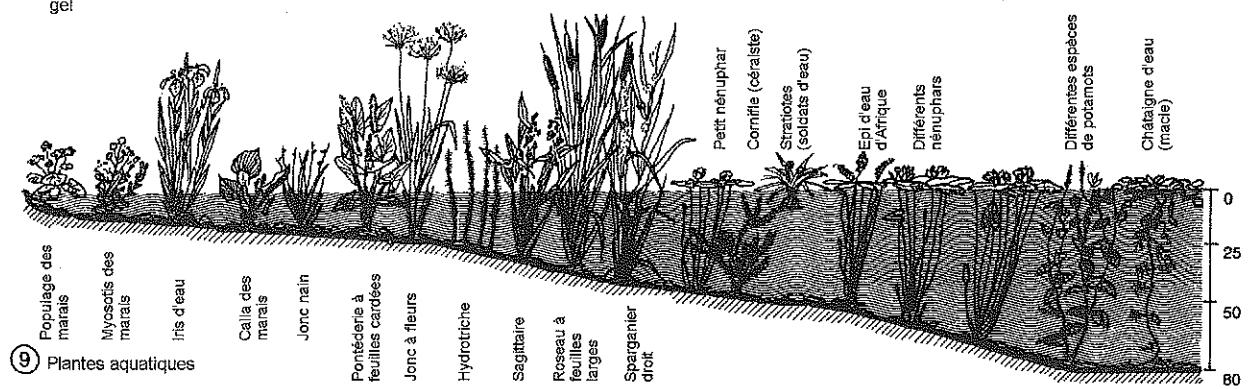
Les pièces d'eau doivent s'adapter harmonieusement au jardin. Un emplacement parfait est d'une importance décisive pour l'épanouissement des plantes et des animaux à l'intérieur et autour du bassin. La majorité des plantes de marécage et des plantes d'eau ont besoin de beaucoup de lumière solaire, environ 4 à 6 heures par jour. La proximité des terrasses et des lieux de détente constitue des emplacements privilégiés d'où le bassin est bien visible. Si les plantes, l'eau et le sable sont associés en quantité correcte, un équilibre biologique s'installe après 6 à 8 semaines et l'eau devient claire. Le rapport entre quantité et surface d'eau doit respecter une certaine valeur (environ 400 litres par mètre carré).

Une pièce d'eau devient un territoire pour les insectes et les plantes. La plantation dans un bassin s'effectue avant sa mise en eau, qui est alors effectuée avec précaution ; ces plantations se font de mai à septembre. Les plantes hautes doivent être disposées isolément dans le jardin d'eau afin d'obtenir une vue d'ensemble harmonieuse, les plantes semi-hautes doivent être plantées avec un écartement de 30 cm à 40 cm, quant aux plantes basses en bordure, elles devraient être réunies ou regroupées avec un écartement de 20 cm à 30 cm. Cinq pieds par mètre carré suffisent pour une première plantation sous le niveau de l'eau, car les plantes se multiplient rapidement. Les plantes en pots peuvent être posées à des endroits plus profonds ou plus hauts, là où la hauteur d'eau leur convient.

Les plantes peuvent être mises en place dans des corbeilles, des pots ou directement dans une terre spéciale. Le bord du bassin doit être aménagé. Des zones de marécage et d'eau peu profonde (fig. 1 et 2) ainsi qu'une partie humide créent et complètent les conditions naturelles. Un bassin doit se conformer aux dimensions du jardin existant. L'idéal est une pièce d'eau de 20 m² à 25 m². Mais 3 m² à 5 m² offrent déjà un espace vital à de nombreuses espèces. De larges zones d'eau, ayant 5 cm à 20 cm, de profondeur et un endroit ayant plus de 60 cm de profondeur, sont nécessaires pour l'hivernage et la survie des insectes et des larves de triton. La zone profonde sert aussi de refuge à tous les animaux occupant le bassin.

Il faut laisser le bassin rempli d'eau pendant l'hiver afin d'éviter le soulèvement du fond par le gel.

Poissons, grenouilles et amphibiens ne survivent en hiver que si un dispositif de mise hors gel ou d'écoulement est installé. Les bassins préfabriqués procurent aux plantations une gamme correcte de profondeur et empêchent l'affaissement ou le glissement de la terre et des graviers de plantation.



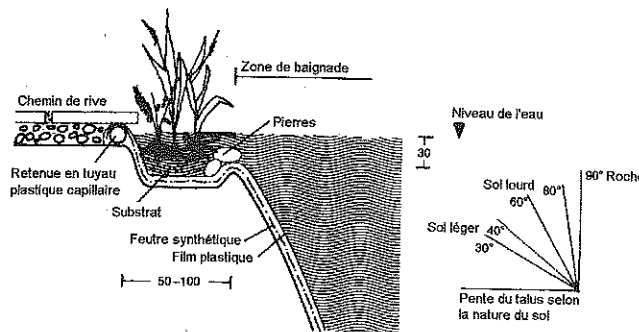
9 Plantes aquatiques

Aménagements extérieurs

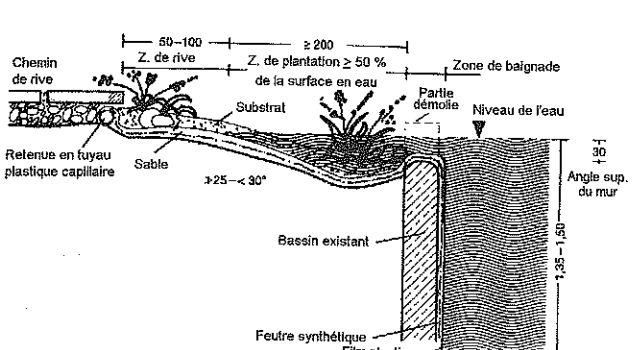
JARDINS PIÈCES D'EAU POUR NAGER

Il y a de nombreuses possibilités créatives pour enrichir l'aspect d'un jardin à partir de l'eau. L'offre est importante pour adapter un bassin de jardin aux souhaits personnels. La situation idéale est une disposition est-ouest avec un ensoleillement journalier de 5 à 6 heures, prévoir le bassin à proximité de la terrasse de la maison (fig. 2). Dimension du bassin 60 m², pas en dessous de 55 m² de surface d'eau et 35 m² de contenance : dimensions idéales 155 m² pour la surface d'eau, 40 m² pour la zone de baignade, 90 m² pour la zone de régénération et de 25 m² pour la zone de décantation (voir fig. 2 et 3). Profondeur d'eau : < 25 cm pour la zone marécageuse, 10 à 40 cm pour la zone avec peu d'eau, > 50 cm pour la zone en eau profonde et > 1,30 m pour la zone de baignade.

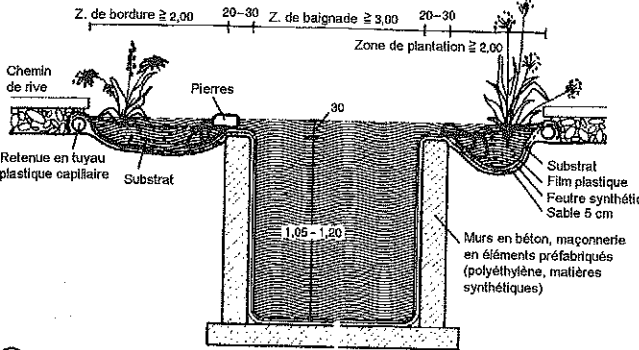
1 Aménagement de la berge



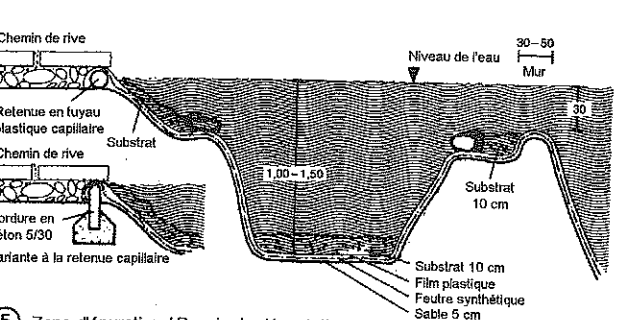
2 Dans un petit jardin avec un sol lourd



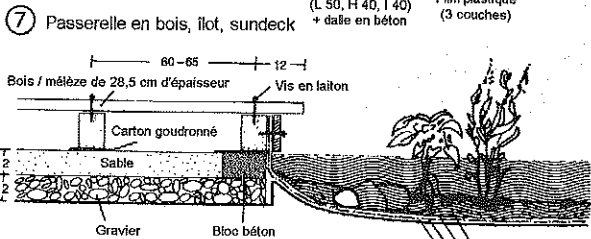
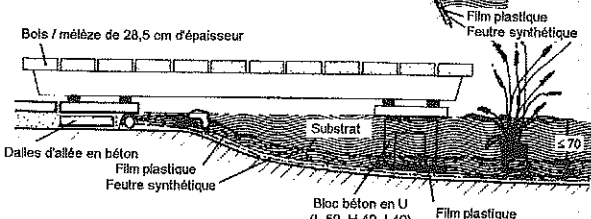
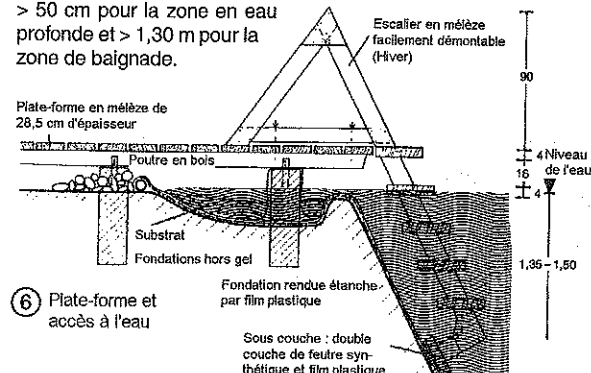
3 Bassin de natation existant transformé en piscine naturelle



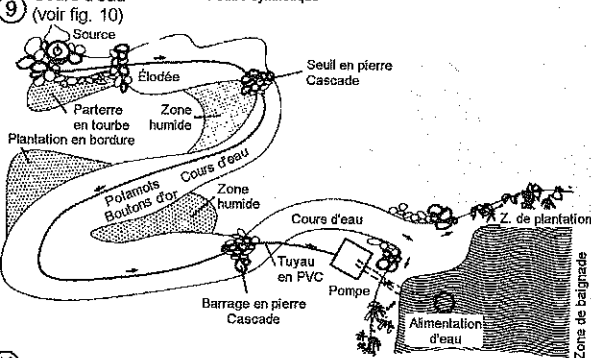
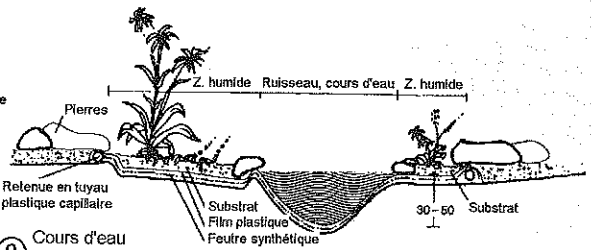
4 Bassin / zone de natation



5 Zone d'épuration / Bassin de décantation



8 Aménagement du bord du bassin avec passerelle en bois



10 Cours d'eau avec simples et profonds méandres et cascades bondissantes (voir fig. 9)

JARDINS PIÈCES D'EAU POUR NAGER

L'aménagement d'un jardin bien conçu fusionne les biotopes sans les délimiter de façon visible. Donner la préférence à des formes aérées, organiques et naturelles. Chaque plante a son biotope naturel et celui-ci seul correspond aux conditions de vie de la plante. Une pièce d'eau naturelle comporte plusieurs biotopes. C'est avant tout la somme des plantes de tous les biotopes qui fait de la pièce d'eau un paysage beau, naturel et diversifié. Les biotopes d'un jardin se différencient surtout par l'humidité et la hauteur d'eau (fig. 4 à 8). Le cours du ruisseau est une composante importante pour une pièce d'eau servant à la baignade. Il devrait être aussi long que possible. Une longueur de 8 à 10 m est idéale (fig. 1 et 2). Le passage de 15 m³ d'eau environ par heure sur les cailloux et à travers les cascades produit une eau agréablement chaude et enrichie en oxygène.

Nom commun	Nom latin	Mois de floraison	Couleur de floraison
Alisma plantago-aquatica	Alisma plantago-aquatica	06-07	blanchâtre-rose
Baldelle fausse renoncule	Baldella ranunculoides	06-10	brun
Butome en ombelle	Butomus umbellatus	06-08	rose, blanc, rouge
Laiche faux souchet	Carex pseudocyperus	06-07	jaune
Grande glycérie	Glyceria maxima Variegata	05-07	vert
Pesse vulgaire	Hippuris vulgaris	07-08	couleur discrète
Oronitium	Oronitium aquaticum	05-06	jaune d'or
Renouée amphibie	Polygonum amphibium	06-07	rose
Pontédérie à feuilles cordées	Pontederia cordata	07-08	bleu
Potamogeton crépu	Potamogeton crispus	06-09	terne
Renoncule longue	Ranunculus lingua	05-08	jaune
Sagittaire à feuille en flèche	Sagittaria sagittifolia	06-08	blanc rosé
Jonc des chaisiers	Scirpus lacustris	07-08	brun
Hubanier dressé	Sparganium erectum	07-08	vert-blanc
Masse à feuilles étroites	Typha angustifolia	06-07	noir-brun

6 Zone d'ombre peu profonde 10 à 40 cm (fig. 4)

Nom commun	Nom latin	Mois de floraison	Couleur de floraison
Calla des marais	Calla palustris	06-07	blanc
Populage des marais	Callitha palustris	04-06	jaune
Faux souchet grayi	Carex grayi	06-08	petites têtes vertes
Prêle panachée	Equisetum variegatum	—	pas de fleurs
Linagrette à feuilles étroites	Eriophorum angustifolium	05-06	blanc
Euphorbe des marais	Euphorbia palustris	04-05	jaune
Jonc à feuille de glaive	Juncus ensifolius	07-09	petites têtes brunes
Lysimachie à fleurs en thyrses	Lysimachia thyrsiflora	05-06	jaune
Lysichiton d'Amérique	Lysichiton americanus	04-05	jaune
Menthe aquatique	Mentha aquatica	06-08	violacé clair
Trèfle d'eau	Menyanthes trifoliata	05-06	blanc-rose pâle
Mimule cupréus	Mimulus cupreus	05-10	rouge
Myosotis des marais	Myosotis palustris	06-09	bleu ciel
Cresson de fontaine	Nasturtium officinale	04-06	blanc
Onoclee sensible	Onoclea sensibilis	—	pas de fleurs
Véronique beccabunga	Veronica beccabunga	05-09	bleu profond

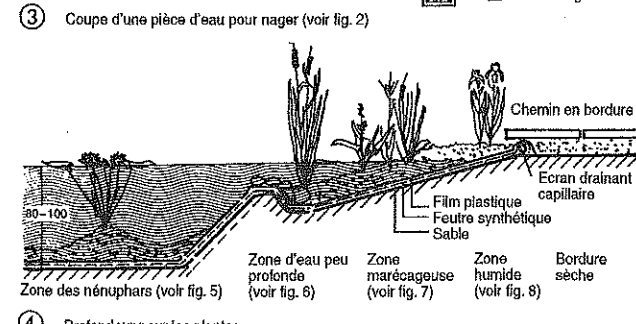
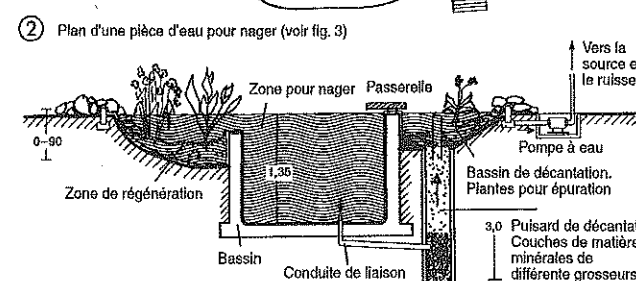
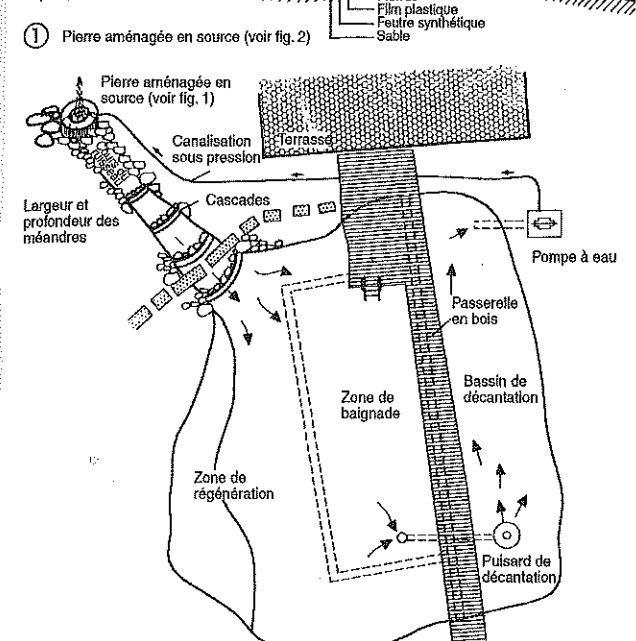
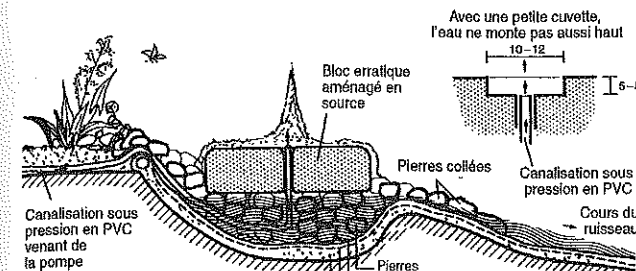
7 Zone marécageuse (fig. 4)

Nom commun	Nom latin	Mois de floraison	Couleur de floraison
Bouton d'argent	Achillea ptarmica	07-08	blanc
Bugle rampante	Ajuga reptans	05-06	violacé
Galène oblique	Chelone obliqua	06-09	rouge rosé
Saxifrage à feuilles en bouclier	Darmera peltata	04-05	rose
Eupatoire chanvrine	Eupatorium cannabinum	07-09	rose
Reine-des-prés	Filipendula ulmaria	06-07	blanc
Ligulaire (sénéçon)	Ligularia przewalskii	08-09	jaune
Herbe aux écus	Lysimachia nummularia	06-07	jaune
Salicaire (lisimachie rouge)	Lythrum salicaria	07-09	rouge violacé
Osmonde royale (fougère)	Osmunda regalis	06-07	plumeau de spores marron
Polémone bleue	Polemonium caeruleum	06-07	bleu à blanc
Renouée bistorte	Polygonum bistorta	05-08	rose
Primevères (toutes espèces)	Primula	03-07	selon les espèces
Renoncules âcres	Ranunculus acris Multiplex	05-06	jaune
Troile hybride	Trollius-Hybridus	05-06	tons jaunes

8 Zone humide (fig. 4)

Nom commun	Nom latin	Particularité
Étoile d'eau des étangs	Callitriche stagnalis	feuilles persistantes, prend racine dans le fond
Cornille immergée	Ceratophyllum demersum	sans racines, hiberne comme bourgeon sur le fond du bassin
Élodée du Canada	Elodea canadensis	feuilles persistantes, planter dans le sol du bassin ; a tendance à l'envahissement
Hottonie des marais	Hottonia palustris	feuilles persistantes, prend racine dans le vase du fond
Myriophyllos	Myriophyllum	feuilles persistantes, prend racine dans le sol du bassin
Potamogeton (toutes esp.)	Potamogeton	mettre dans des récipients afin de contrôler la croissance
Renoncule en crosse	Ranunculus circinalis	feuilles persistantes, à installer dans le fond du bassin
Mille-feuilles des marais	Utricularia vulgaris	sans racines, attrape des insectes grâce à de petites autres gobeuses ; hiberne comme bourgeon

9 Plantes oxygénantes pour la pièce d'eau



5 Zone des nénuphars (fig. 4)

Nom commun	Nom latin	Mois de floraison	Couleur de floraison
Aponogeton à deux épis	Aponogeton distachyos	07-10	blanc
Morène	Hydrocharis morsus-ranae	06-08	blanc
Nénuphar jaune	Nuphar lutea	06-08	jaune d'oeuf
Nénuphar hybride	Nymphaea-Hybridus	06-09	variée
Petit nénuphar	Nymphaea peltata	06-07	jaune d'or
Potamogeton nageant	Potamogeton natans	06-09	blanc
Renoncule aquatique	Ranunculus aquatilis	06-09	blanc
Soldat d'eau (stratiote)	Stratiotes aloides	05-07	blanc
Châtaigne d'eau (macre)	Trapa natans	06-07	blanc, terne

5 Zone des nénuphars (fig. 4)

Nom commun	Nom latin	Mois de floraison	Couleur de floraison
Roseau aromatique (acore)	Acorus calamus	06-07	vert-jaune, brun

Aménagements extérieurs

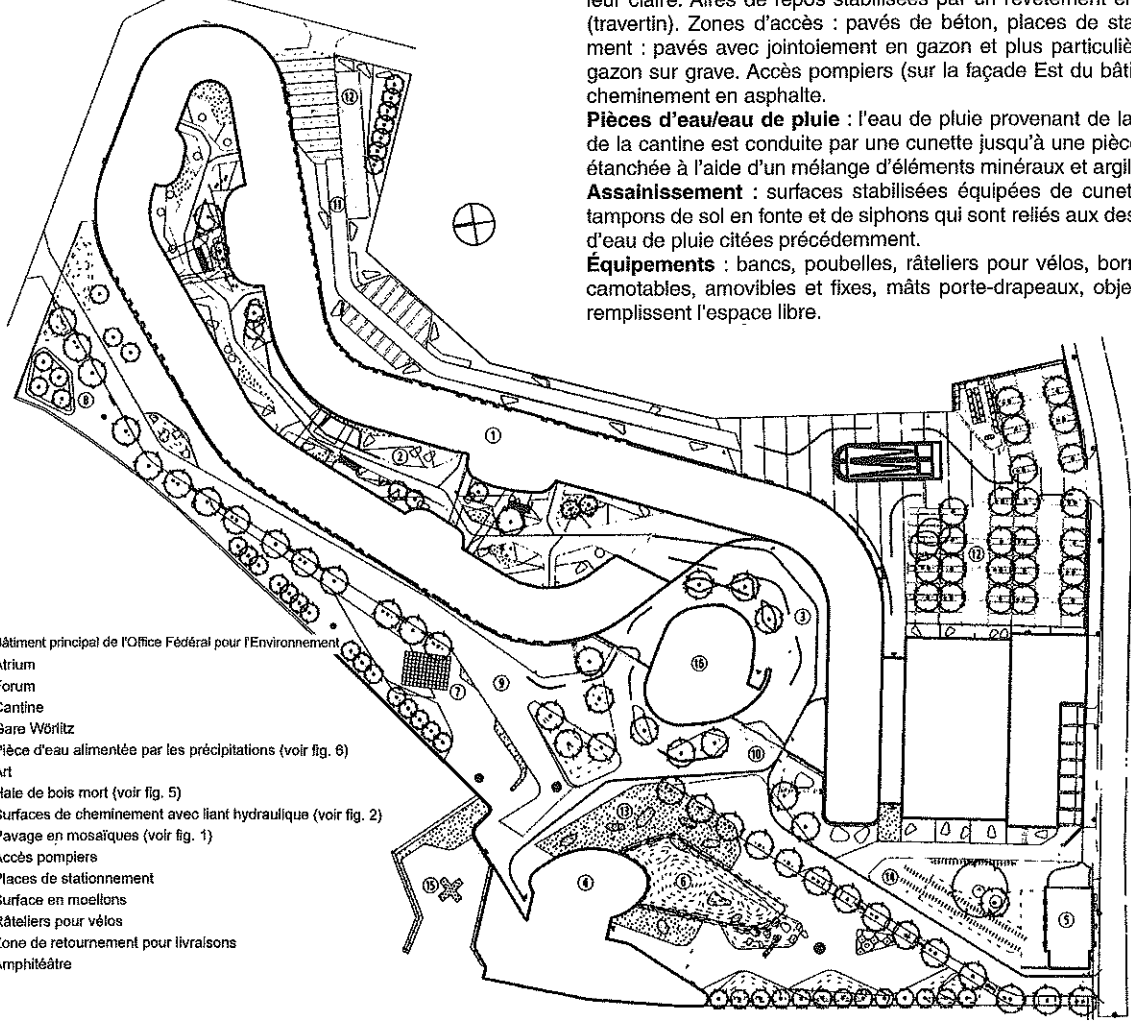
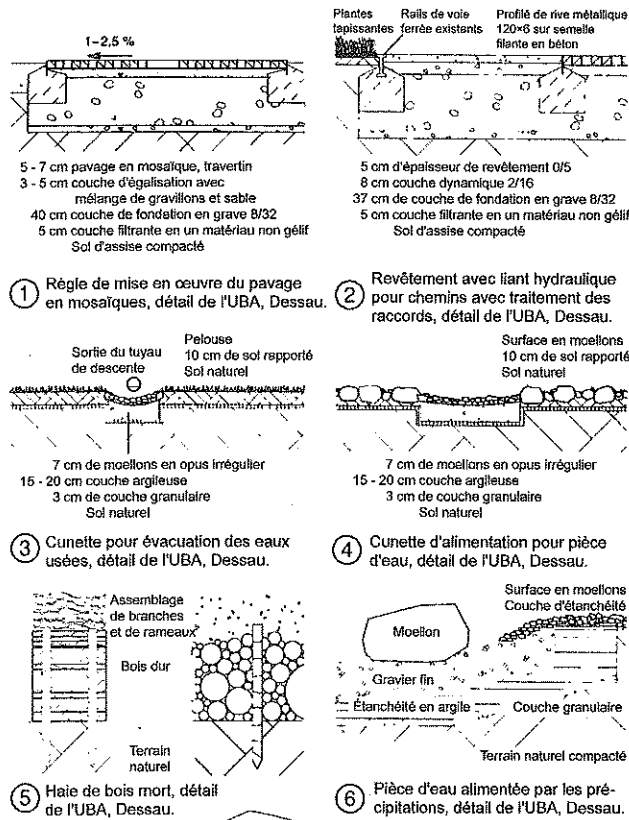
Aménagements extérieurs

AMÉNAGEMENTS EXTÉRIEURS

Équipements : bancs, poubelles, râteliers pour vélos, bornes escamotables, amovibles et fixes, mâts porte-drapeaux, objets d'art remplissent l'espace libre.

Architectes paysagiste : ST raum a.

Architectes paysagiste : ST raum a.

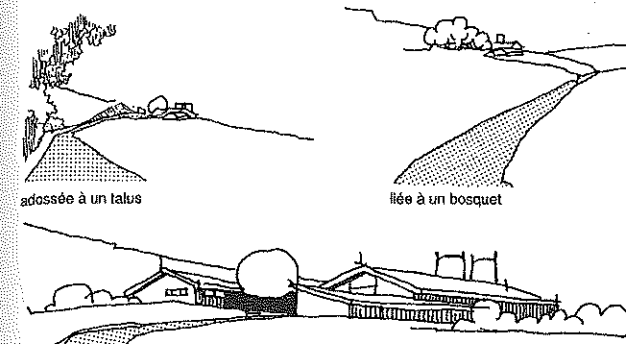


⑦ Aménagements extérieurs de l'Office Fédéral pour l'environnement UBA, Dessau.

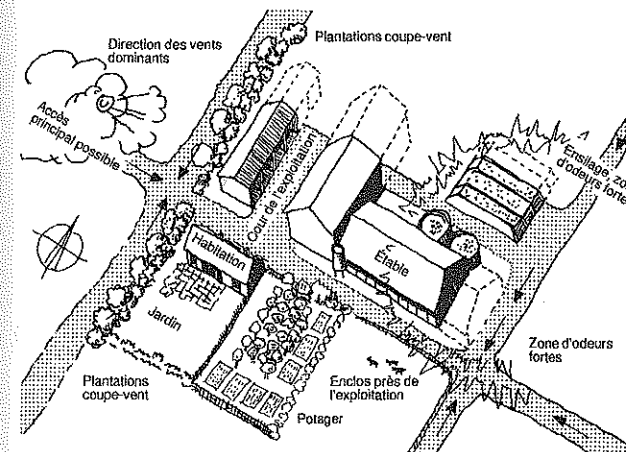
Aménagements extérieurs

FONDAMENTAUX

Les exploitations d'amélioration des races où l'utilisation d'unités de production s'avère intéressante, ont en règle générale une surface entre 4 000 et 5 000 m², avec une largeur du terrain de 35 à 45 m. Surface de la zone d'habitation (jardin compris) environ 1 000 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.



① Exploitation agricole intégrée dans le paysage grâce à une ligne de faîtage dans plan de la pente



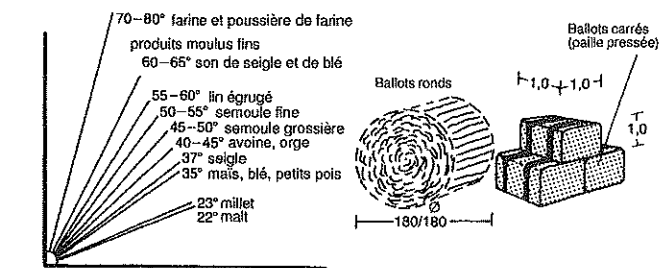
② Représentation schématique de la disposition des éléments d'une exploitation agricole (bâtiments, aires d'exploitation, aires de circulation)

The diagram shows a 100m long farm layout with various buildings and equipment. The layout is divided into sections by a central vertical line and several horizontal lines. The buildings and equipment are labeled as follows:

- Top Section:** A long, narrow building with a gabled roof, divided into sections labeled "Paille Foin" (Hay) and "Paille Foin" (Hay).
- Second Section:** A building with a gabled roof, divided into sections labeled "Étable froide pr jeunes bêtes" (Cold stable for young animals), "Paille" (Hay), and "Foin" (Hay).
- Third Section:** A building with a gabled roof, divided into sections labeled "Paille Foin" (Hay), "Paille Foin" (Hay), and "Hangar pour machines" (Machine shed).
- Fourth Section:** A building with a gabled roof, labeled "Réserve de nourriture pr porcs à l'engrais" (Food reserve for pigs in the fattening house).
- Fifth Section:** A building with a gabled roof, labeled "Machines" (Machines).

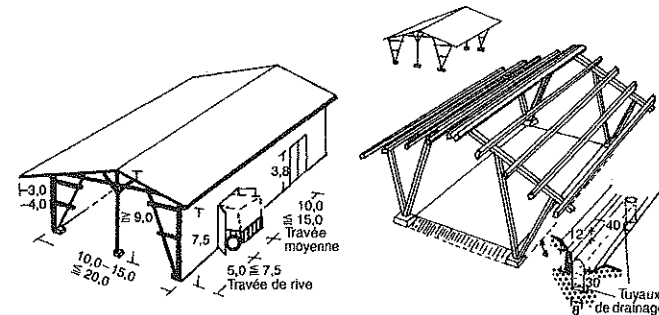
The layout is shown on a grid with dimensions: 100m (length), 5.00m (width of the top section), 5.00m (width of the second section), 5.00m (width of the third section), 5.00m (width of the fourth section), 5.00m (width of the fifth section), 5.00m (width of the sixth section), 5.00m (width of the seventh section), and 5.00m (width of the eighth section).

③ Système de planification d'une zone de grange modulable



④ Angles de déversement des produits de culture

⑤ Paille



⑥ Grange avec aires transversales

⑦ Grange en plein champ

Exploitation agricole

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	1580	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				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).

EXPLOITATIONS AGRICOLES SUPERFICIES UTILES

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 à 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 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.

EXPLOITATIONS AGRICOLES ÉQUIPEMENTS EN MACHINES AGRICOLES

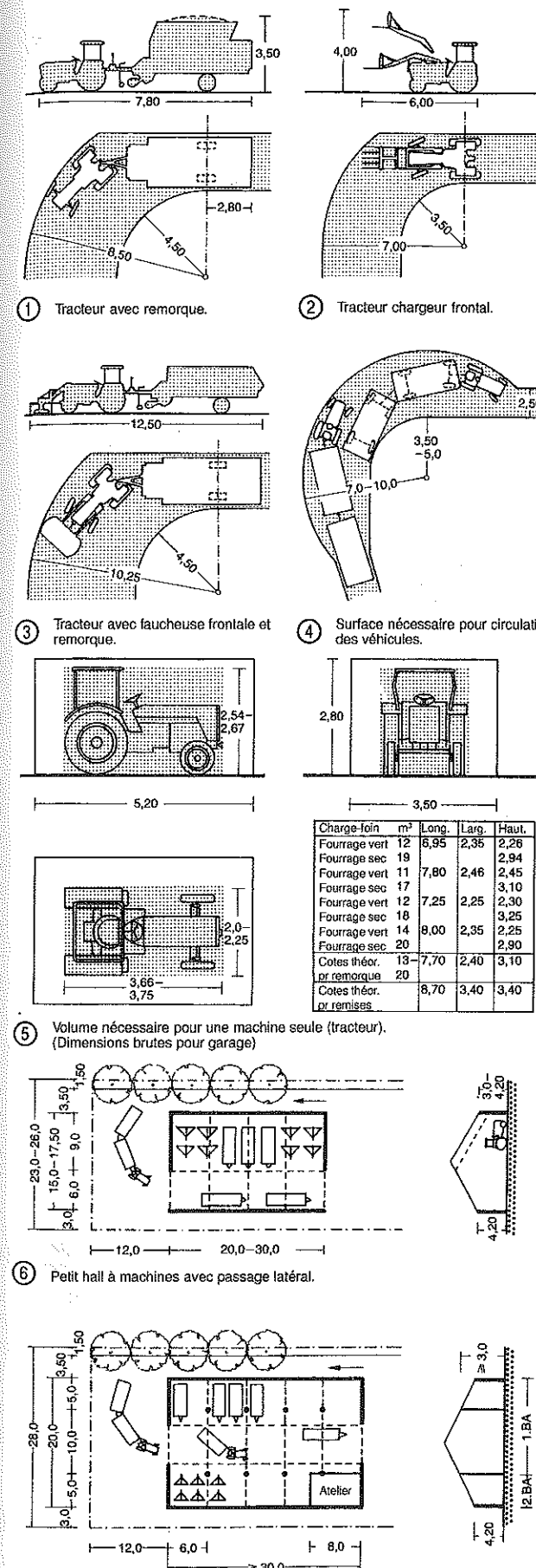
Secteurs et types d'exploitations	Quantités de référence	Importance de l'exploitation			
		10 ha	15 ha	20 ha	30 ha
Garages pour tracteurs et motofaucheuses	Surface Profondeur Hauteur	26 m² 5,0 m 2,7 m	43 m² 25,2 m 2,8 m	44 m² 25,2 m 2,8 m	62 m² 25,2 m 2,9 m
Garage pour exploit. de montagne de 20 UGB	Surface Profondeur Hauteur	46 m² 7,3 m 2,9 m			
Camionnette à chargeur, motofaucheuse et râtelier-laneur porté	Surface Profondeur Hauteur	2,9 m 2,2 m 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 Profondeur Hauteur	160 m² 7,8 m 3,3 m	230 m² 8,7 m 3,4 m	280 m² 8,7 m 3,4 m	350 m² 9,5 m 3,5 m
Remises pr. exploit. mixtes : cult. fourragère et production à la vente	Surface Profondeur Hauteur	180 m² 7,5 m 3,3 m	310 m² 8,7 m 3,5 m	370 m² 8,7 m 3,5 m	520 m² 9,5 m 3,6 m
Remises pour exploitations agricoles sans bétail	Surface Profondeur Hauteur		240 m² 8,0 m 3,5 m	340 m² 8,0 m 3,5 m	450 m² 9,7 m 5,8 m
Remises pour exploitations de montagne 20 UGB (Un. Gros Bétail)	Surface Profondeur Hauteur		120 m² 8,3 m 3,2 m		

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 et verseur	3-5 t	env. 6,50	1,90-2,10	env. 1,60
Remorque à 1 essieu (plateau à racloirs)	3-8 t	env. 7,00	2,10-2,20	env. 1,80
ou verseur	jusqu'à 3 t	env. 5,00 ¹⁾	1,90-2,10	env. 1,60
Transporteur à lisier	3-5 t	5,00-5,50 ¹⁾	2,10	env. 1,60
	5-8 t	5,50-6,00	2,20-2,25	env. 2,00
	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 (portée)	à 2 socs	env. 2,30	env. 1,10	1,30-1,70
	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
Extricateur	1,50-3,00	2,30-3,00	0,60-1,10	0,70-1,10
Pulvérisateur à disques	3,20-3,50	1,70-3,50	0,70-1,10	
Outilage 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 bèches 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.

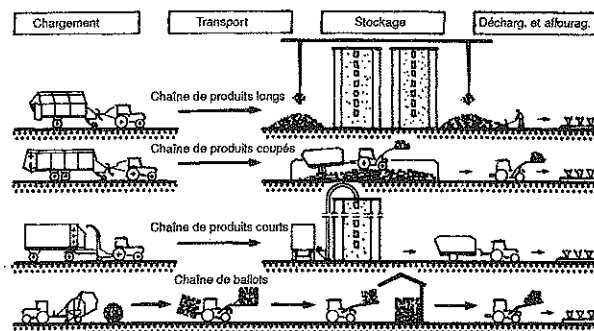


⑦ Grand hall à machines avec passage médian. Construction étagée.

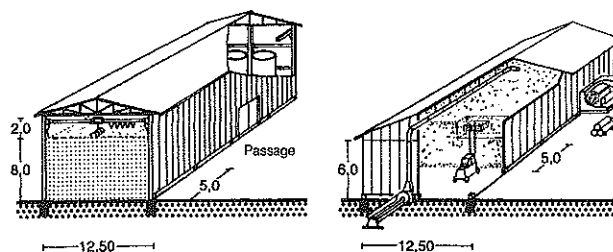
⑩ Grand hall à machines et appareils avec passage transversal.

Forme des produits	Dimensions cm	Produit (rais)	Produit (prétraité)	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	35x50x80	-	2,5-3,0	1,0-1,5	0,8-1,3	Produit de détail (à la main)
Grand ballot	150x150x240 (160x120x70)	-	3,0	0,8-1,8	0,6-1,3	Produit de détail (chargeur frontal)

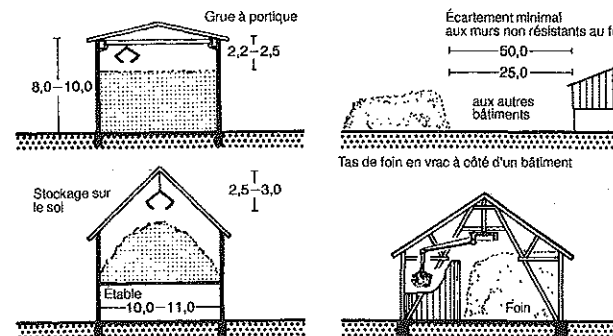
① Comparaison des différentes formes des produits des récoltes.



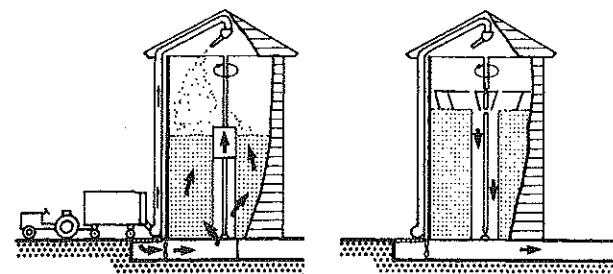
② Stockage et affouragement.



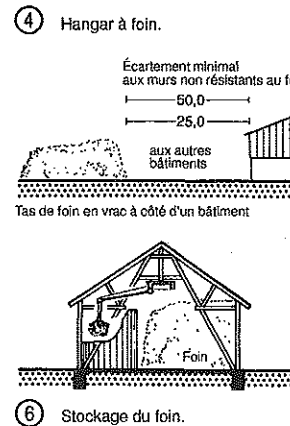
③ Hangar à griffe preneuse.



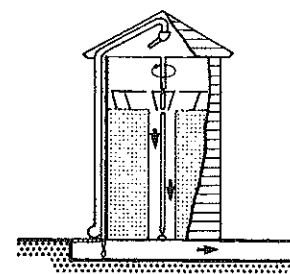
⑤ Hangar à foin au-dessus de l'étable.



⑦ Silo-tour, remplissage et ventilation.



⑥ Stockage du foin.



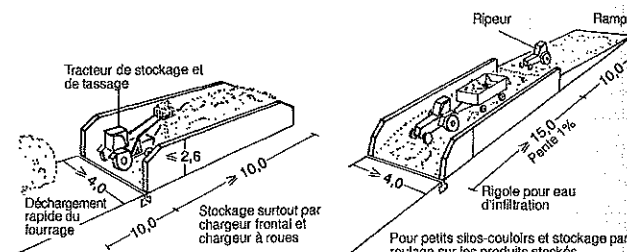
⑧ Silo-tour, vidage.

EXPLOITATIONS AGRICOLES LOCAUX DE STOCKAGE DES ALIMENTS POUR LES ANIMAUX

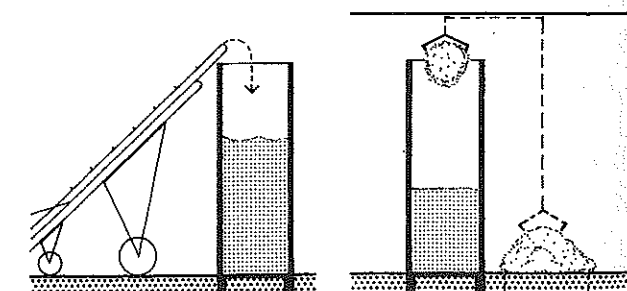
Produits fourragers	Poids spécifique quintal/m³	Volume nécessaire (stockage avant tassement) m³/quintal
Foin :		
Produit long : (qualité bonne à très bonne, hauteur de stockage 2-6 m)	0,7-1,2	1,7-1,0
Produit haché : 5 cm, (qualité bonne à très bonne, hauteur de stockage 2-6 m)	0,9-1,2	1,3-1,0
Ballots 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.

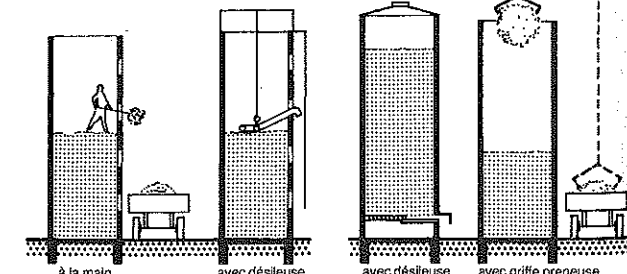
⑨ Stockage total de produits fourragers.



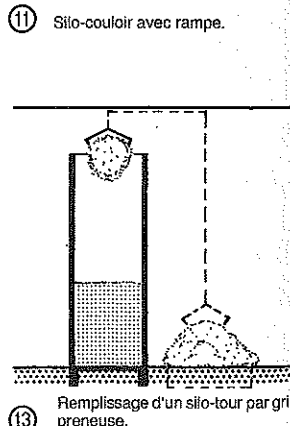
⑩ Silo-couloir.



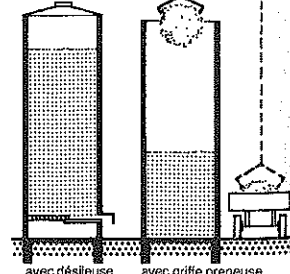
⑫ Remplissage d'un silo-tour par convoyeur à bande.



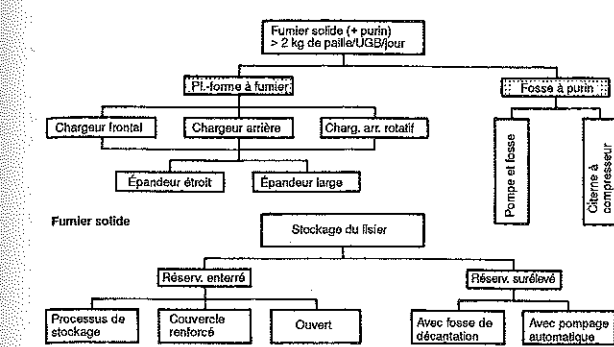
⑭ Vidage d'un silo-tour.



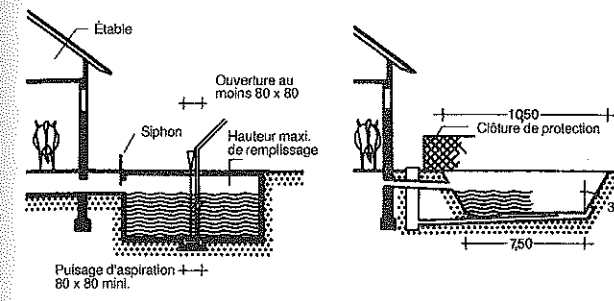
⑬ Remplissage d'un silo-tour par griffe preneuse.



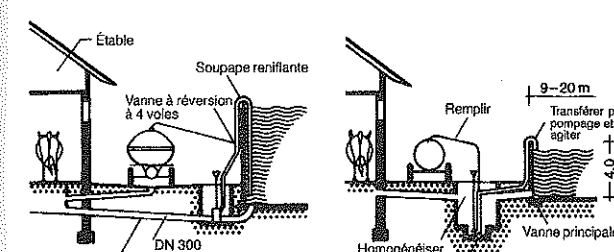
⑮ Vidage d'un silo-tour.



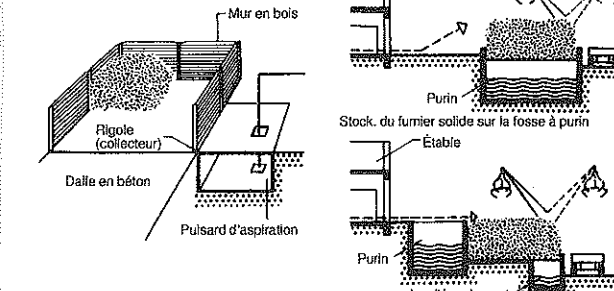
① Vue d'ensemble sur le stockage et l'épandage du fumier solide, du lisier et du purin.



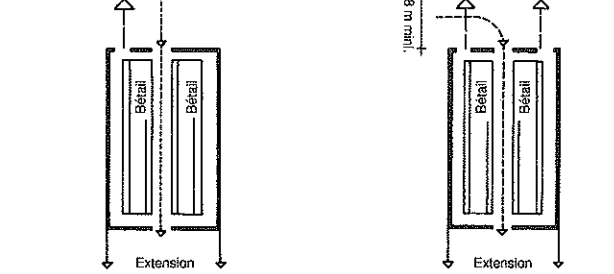
② Réservoir enterré (massif).



④ Réservoir surélevé avec station de pompage.

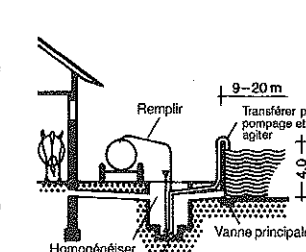


⑥ Plate-forme pour fumier solide avec fosse à purin.

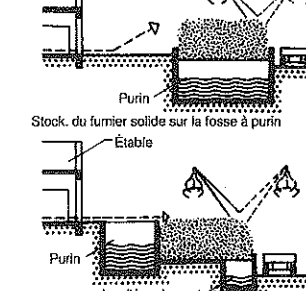


⑧ Stockage du fumier solide, disposition face à l'étable, stockage en deux parties.

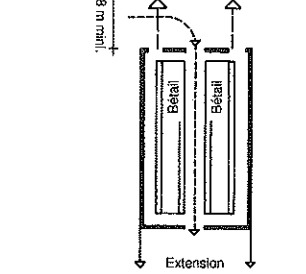
③ Bassin dans le sol avec bandes d'étanchéité en matière plastique.



⑤ Réservoir surélevé avec décanation.



⑦ Stockage de fumier solide, surbaissé, avec fosse à purin latérale.



⑨ Stockage du fumier solide, disposition face à l'étable, accès à l'étable latéral.

EXPLOITATIONS AGRICOLES EXCRÉMENTS ET EAUX USÉES

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 × 365 jours : 12 mois	= 456 L/UGB/mois.
Eau de lavage	2 L/UGB/jour × 365 jours : 12 mois	= 61 L/UGB/mois.
Eau de pluie	750 mm - 250 mm (évaporation)	= 500 mm
	500 L/m² × 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 suffisant 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.

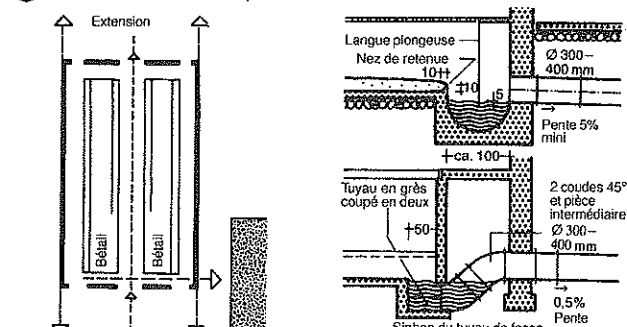
Espèce	Fumier solide		Purin	Subst. fertilisantes dans le fumier solide				
	kg/UGB mois	m³/UGB mois	m³/UGB mois	N kg/UGB - mois	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
Cheval	7,5	1,0	0,1	4,5	2,1	4,0	1,8	1,05
Vache - stabulation entravée	9,0	1,2	0,6	4,5	2,3	5,9	1,8	1,8
Bœuf à l'engrais - stabulation entravée	9,0	1,2	0,6					
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 75%)	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 fumier m³/UGB/mois	Teneur en matière sèche %	Substances fertilisantes N kg/m³	P ₂ O ₅ kg/m³	K ₂ O kg/m³	CaO kg/m³	MgO kg/m³
Bovin	1,4	10	4	2	6	2	1
Porc	1,4	7	6	4	3	3	1
Poules de ponte	1,9	15	8	8	5	15	2

⑪ Production de lisier et composition.



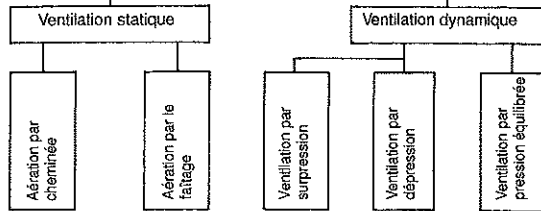
⑫ Stockage de fumier solide, disposition latérale.

⑬ Dispositifs d'obturation des gaz pour fosses à purin ou canaux d'écoulement pour lisier.

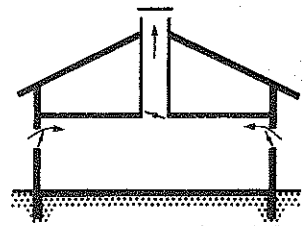
EXPLOITATIONS AGRICOLES CONDITIONS CLIMATIQUES DES ÉTABLES

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).

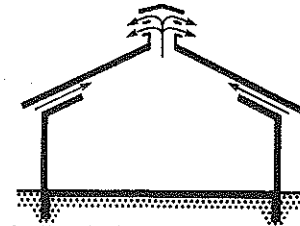
Systèmes d'aération



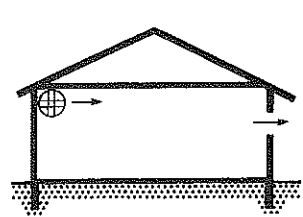
① Classification des systèmes d'aération.



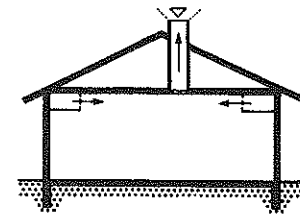
② Cheminée d'aération.



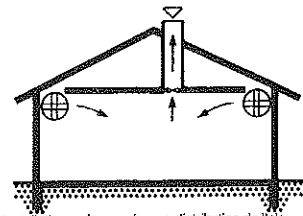
③ Ventilation par le faîtage.



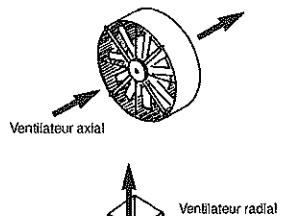
④ Ventilation par surpression.



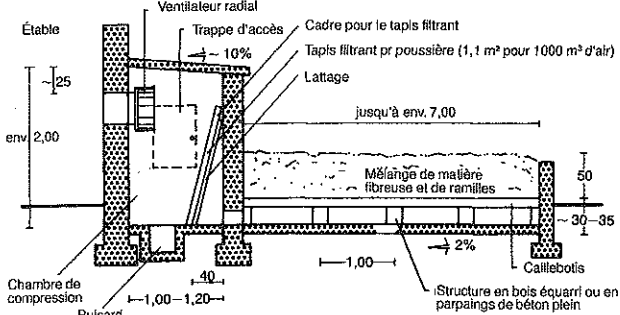
⑤ Ventilation par dépression.



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	Valeur CMPT
Gaz carbonique	3,50	5,00
Gaz ammoniac	0,05	0,05
Hydrogène sulfuré	0,01	0,01

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 :

$$w = \frac{g \cdot H \cdot \Delta T_1}{1 + F_1/F_2} \quad (m/s) \quad F_2 = \frac{V_1}{3600 \cdot w} \quad (m^2)$$

w = vitesse d'évacuation d'air par l'ouverture dans le toit en m/s
 g = gravité (9,81 m/s²)
 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
 V_1 = 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 1 ^{ère} phase d'engr. (< 30 kg)	18-22*	60-80	20	60
Stabulation en cage depuis 5 à 20 kg env. (2 ^{ème} à 8 ^{ème} 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 > 7 ^{ème} 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

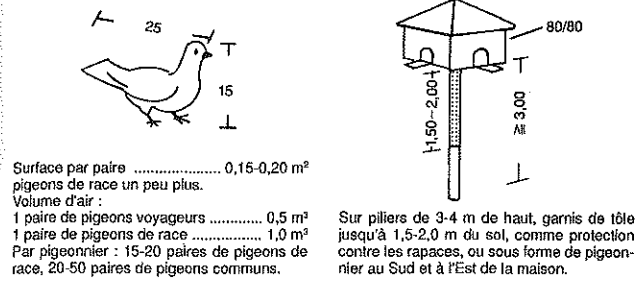
* au cours de la croissance des animaux la température doit se rapprocher de la valeur intérieure indiquée.

⑪ Température de l'air et teneur en humidité relative dans différents lieux d'élevage.

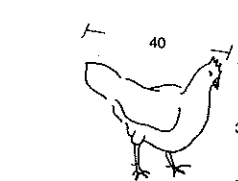
EXPLOITATIONS AGRICOLES INSTALLATIONS POUR PETITS ANIMAUX

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 1/10 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.

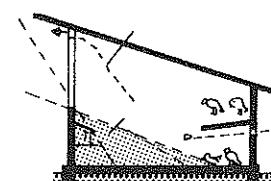


① Pigeons.



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 poules ou 4-5 grosses poules = 10-12 poules sur 1 m².

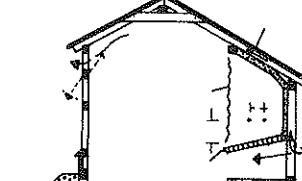
④ Poules (Orpington).



Aération sans courant d'air. Poulailler 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.

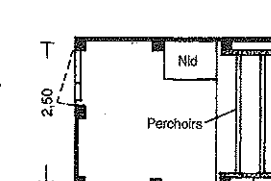
⑤ Poulailler ouvert.



Poulailler pour 20 poules avec niches de repos séparées et isolées thermiquement, toile 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.

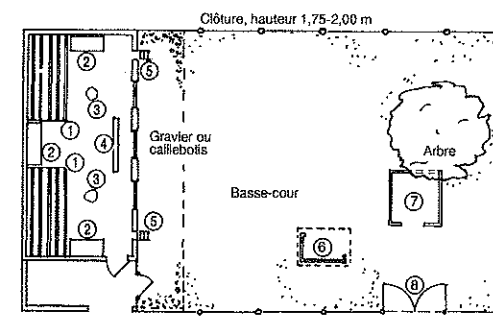
⑧ Coupe (fig. 9).

⑥ Poulailler avec abattants.

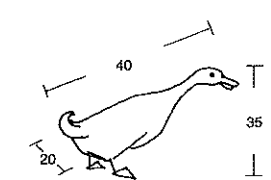


Dimensions des perchoirs selon tailles des poules : largeur de 4-7 cm, hauteur de 5-6 cm, 3,5 m de portée, faciles à enlever; 5-6 poules sur 1 m de perchoir.

⑨ Plan (fig. 8).



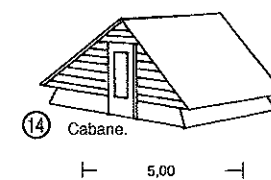
⑪ Poulailler et basse-cour de la figure 10.



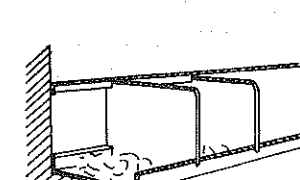
⑫ Canard (Pékín).



⑬ Oie (Poméranie).



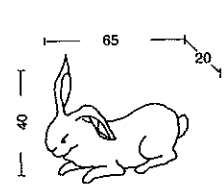
⑭ Cabane.



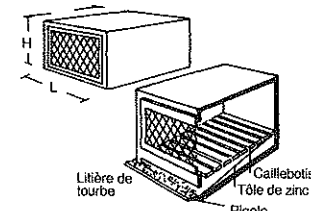
⑮ Poulailler pour 4-5 canes.

Exploitation agricole

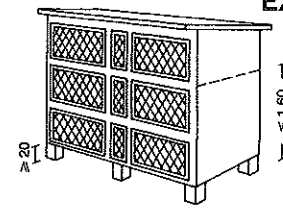
EXPLOITATIONS AGRICOLES INSTALLATIONS POUR PETITS ANIMAUX



Surface clapier par animal : 0,65-1,0 m², air frais, sec, protection contre rayons solaires et rats.
Clapier souvent en bois, soi avec écoulement (fig. 2), pente 5%.



petites espèces 80 80 55
espèces moyennes 100 80 65
grandes espèces 120 80 75
La profondeur est identique, un cloisonnement léger est recommandé.

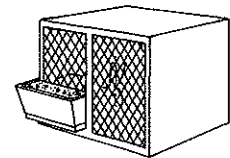


Pour petites espèces 3 niveaux, pour grandes espèces 2 niveaux, dimensions : voir ci-dessus (longueurs non limitées), sol en caillottes (fig. 2) avec écoulement et éventuellement dispositif pour collecter l'urine.

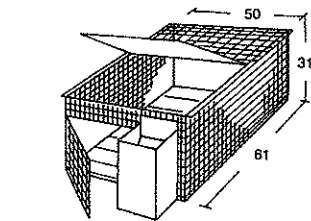
① Lapins (Géants des Flandres)

② Dimensions d'un clapier (en cm).

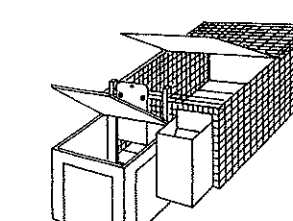
③ Clapiers superposés en batteries.



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.



Cage entièrement en treillis métallique galvanisé, largeur de mailles : 25/25 ou 12/70 mm.

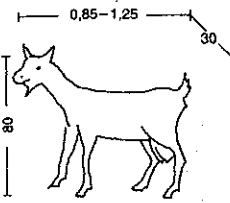


Nichoirs pour jeunes lapins en bois ou polyuréthane, sol du nichoir au moins 70 mm au-dessous du sol de la cage.

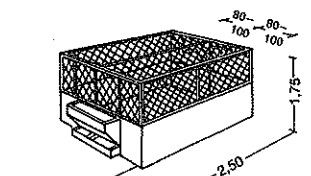
④ Mangeoire dans le clapier.

⑤ Cage en treillis métallique avec distributeur de nourriture.

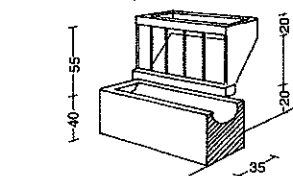
⑥ Cage d'élevage avec nichoir et distributeur de nourriture.



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°



Au-dessous du râtelier, treillis métallique, pente, rigole pour l'urine, surface de la fenêtrée = 1/10 de la surface de base. La fenêtrée se trouve à l'opposé du râtelier.

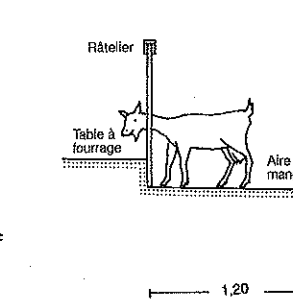
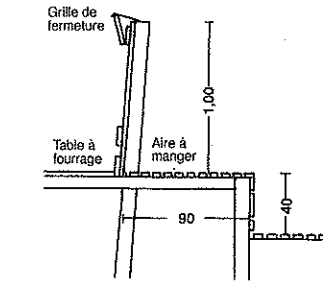
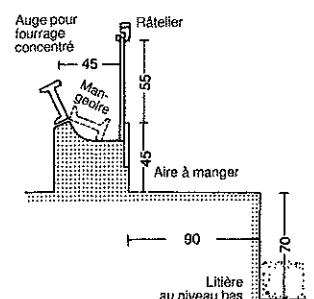


Râtelier et abreuvoir, en dimensions courantes, près de la grange à fourrage. Ration quotidienne par chèvre : 1,2 kg de foin ; 2,3 kg de raves et choux.

⑦ Chèvres (chèvre laitière)

⑧ Chèvrerie moderne, avec râtelier et abreuvoir entre 2 boxes.

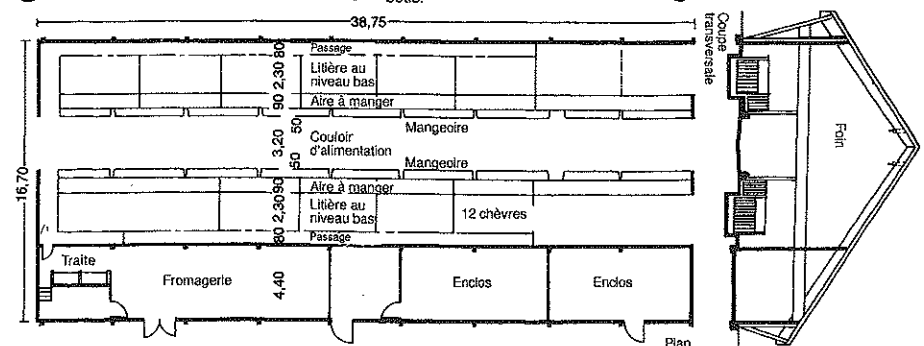
⑨ Râtelier et abreuvoir pour une étable à chèvres.



⑩ Stabulation libre à deux niveaux.

⑪ Stabulation libre avec sol en caillottes.

⑫ Stabulation libre à plusieurs niveaux et niches de repos contre le mur.



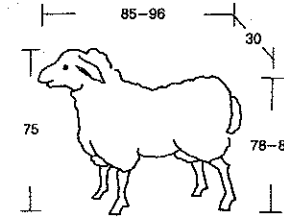
⑬ Stabulation libre à deux zones.

⑭ Chèvreries.

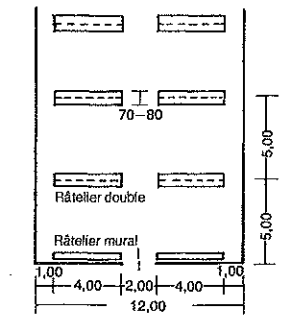
Place nécessaire	Stabulation libre m ²	Long. râtelier cm	Stabulation entravée L. stand.	Larg.	Long.
Chevreau	0,7	20	-	-	-
Jeune ch.	1,2	30 - 40	50	50	40
Chèvre	1,5	40 - 50	80	50 - 70	40
Bouc	2,2 - 4,0	80	80	60	50

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 ; foin : 7-15 q/an/chèvre.

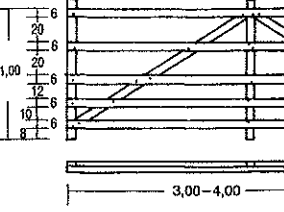
EXPLOITATIONS AGRICOLES INSTALLATIONS POUR PETITS ANIMAUX



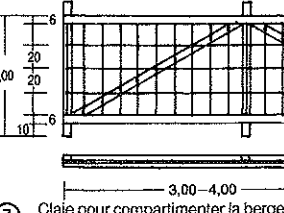
① Mouton.



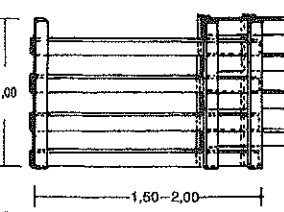
③ Bergerie sans couloir d'alimentation.



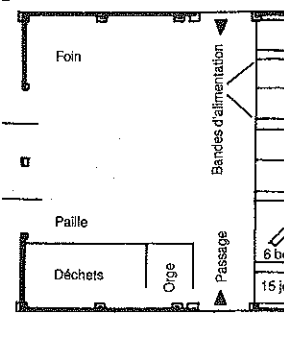
⑥ Clai pour compartimenter la bergerie, en lattes de bois.



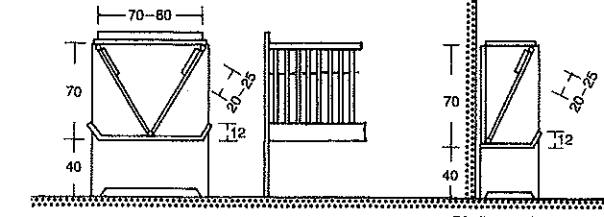
⑦ Clai pour compartimenter la bergerie, en lattes de bois et treillis métallique.



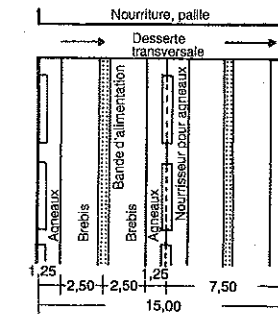
⑧ Clai coulissante en lattes.



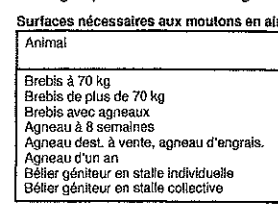
⑩ Bergerie pour 350 brebis, 110 jeunes moutons, 200 agneaux de lait, 100 agneaux à l'engrais.



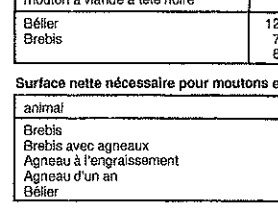
② Râtelier en échelle avec auge.



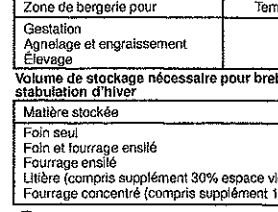
④ Bergerie à desserte transversale, 15 m de largeur de bergerie pour 4 groupes de brebis avec agneaux.



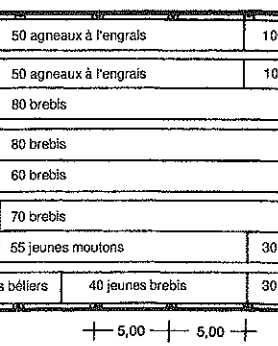
⑤ Bonne disposition du silo et de la zone de mélange des aliments dans une bergerie.



⑨ Bergeries.



⑪ Stabulation libre avec sol en caillottes.



⑫ Stabulation libre à plusieurs niveaux et niches de repos contre le mur.

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 Ø 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.

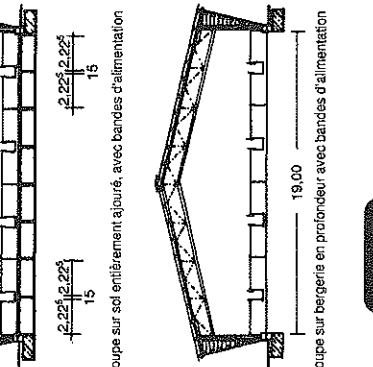
Les portes doivent donner au sud, s'ouvrant par moitié dans la hauteur.

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 m² par mouton.



⑬ Stabulation libre à deux zones.

⑭ Chèvreries.

EXPLOITATIONS AGRICOLES ÉLEVAGES DE VOLAILLES

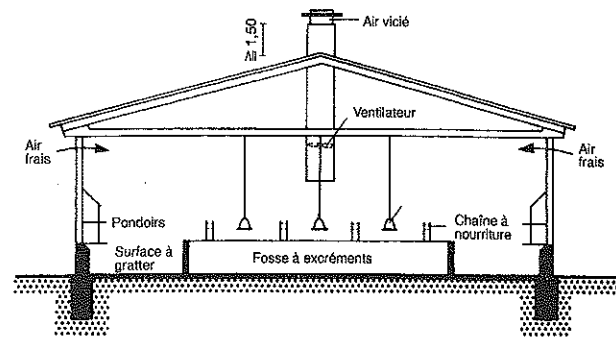
Le poulailler individuel est devenu aujourd'hui la forme normalisée de l'élevage des volailles. Pour l'élevage au sol intensif, la largeur minimale est de 7 m, et de 6-15 m pour un élevage en batteries de cages. Prévoir une isolation suffisante, la température idéale se situe, selon l'utilisation du 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 à 4). Fosses à excréments sous les passages de service.

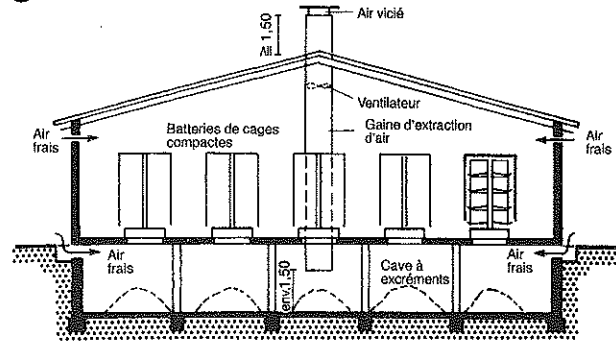
Vitesse d'entrée de l'air : 0,30 m/s, maximum 0,50 m/s l'été ; renouvellement maxi. de l'air pour poules de ponte : 10 m³/h/kg de poule = pour un poulailler à cages en étages 60 fois le volume d'air. Pour jeunes poules, 4,00 m³/h/kg de poule.

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 poules 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 tétine : 2-3 poules par abreuvoir. Distributeur de nourriture à tuyau : 25 poules par auge ronde (Ø 30 cm).

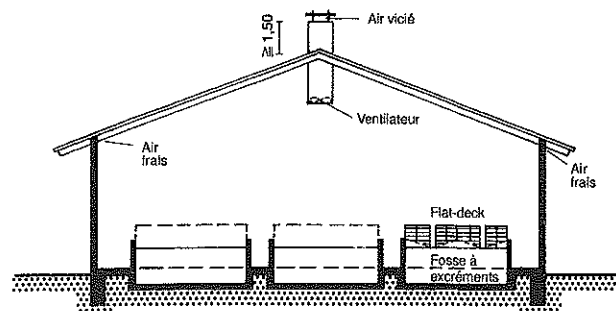
Nids de ponte : 1 nid pour 3-4 poules (élevage de race seulement) ; nid individuel ouvert pour 4-5 poules ; nid collectif pour 50 poules.



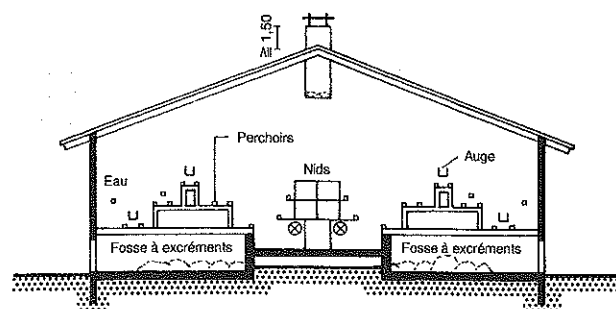
① Élevage au sol de poules pondeuses.



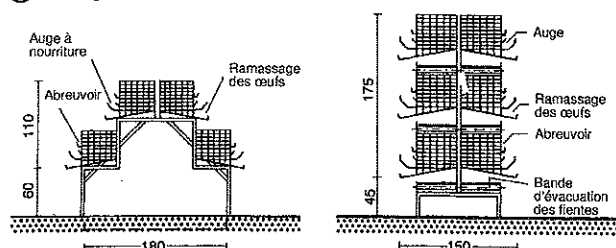
② Élevage de poules pondeuses avec batteries à excréments secs et cave à excréments.



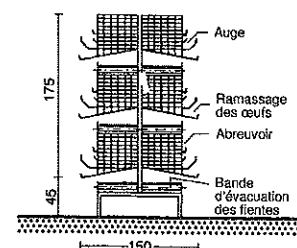
③ Installation de cages « Flat-deck » à un seul niveau.



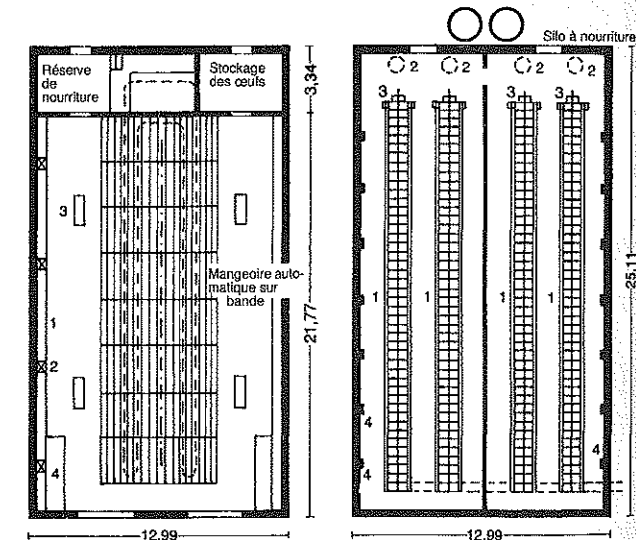
④ Élevage en volière.



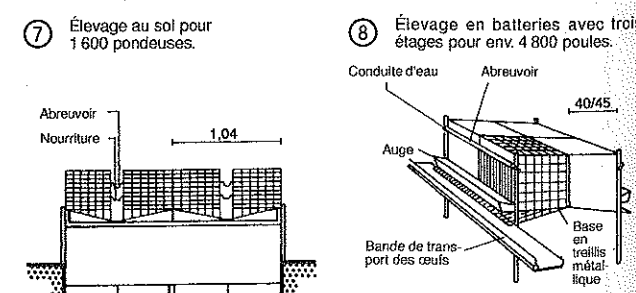
⑤ Cages en gradins.



⑥ Cages à étages.



⑦ Élevage au sol pour 1 600 pondeuses.



⑧ Élevage en batteries avec trois étages pour env. 4 800 poules.

⑨ Cages Flat-Deck à un seul niveau.

⑩ Cages individuelles.

EXPLOITATIONS AGRICOLES PORCHERIES

L'importance de l'élevage porcin dans la production agroalimentaire intensive exige des installations parfaitement étudiées. La qualité de l'exploitation dépend du soin apporté à la planification des bâtiments et à l'activité.

La spécialisation et la mécanisation du procédé d'élevage sont des facteurs déterminants.

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 3).

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 : 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.

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.

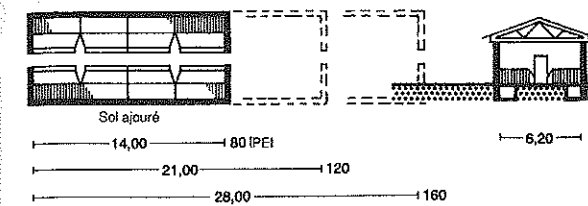
Surface de plancher entièrement ajourée : éléments en béton armé préfabriqués.

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.

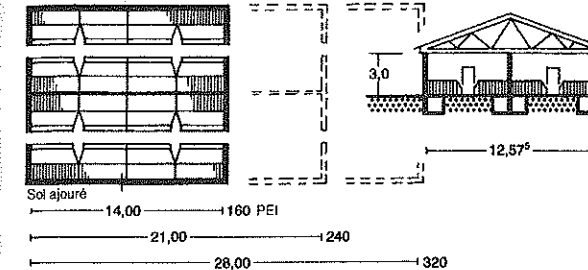
Porcherie d'élevage pour 64 truies productives (par analogie également pour 96 ou 128 truies productives).

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. 4).

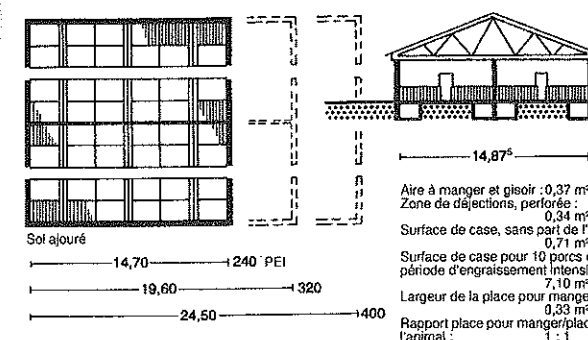
Stabulation sans paille sur sol partiellement ou entièrement ajouré. Renouvellements d'air minimaux en mètres cubes par heure.



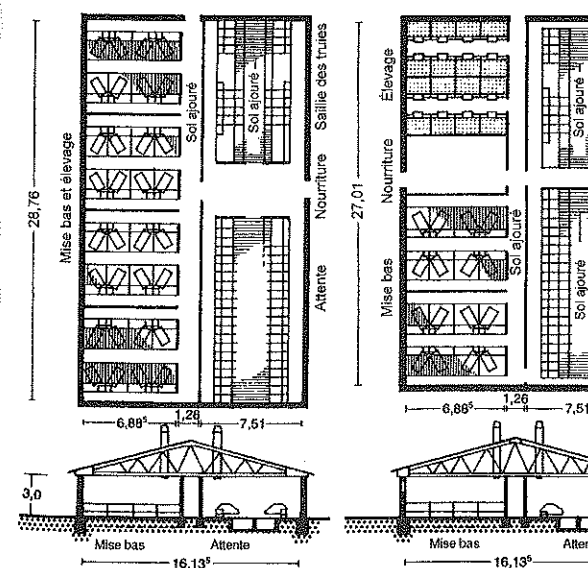
① Porcherie à deux rangées, cases courtes, auges longitudinales, 80-160 places pour engraissement intensif (PEI)



② Porcherie à quatre rangées, avec mur médian, 160-320 places pour engraissement intensif



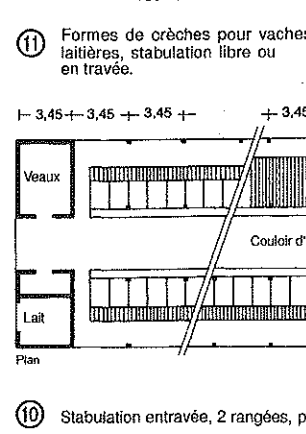
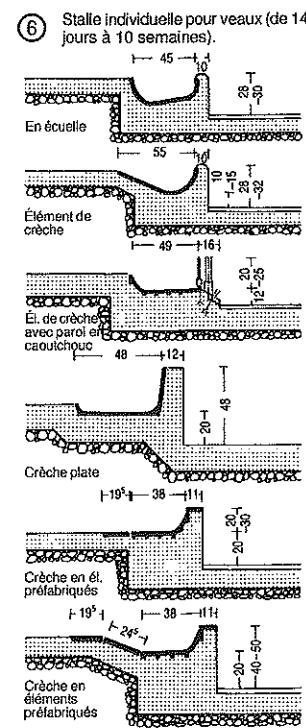
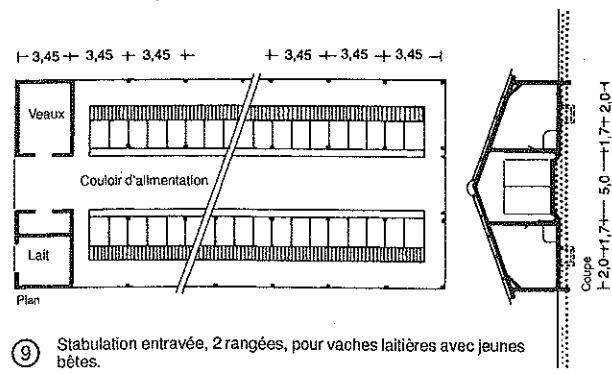
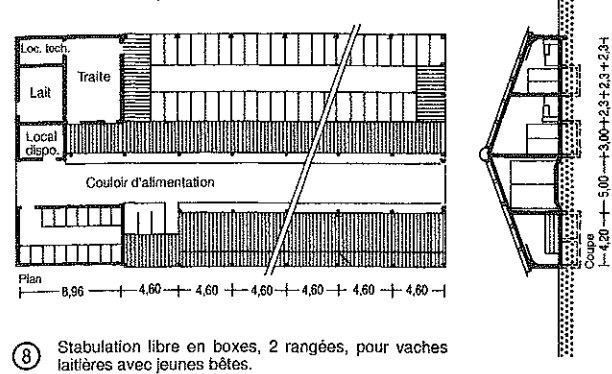
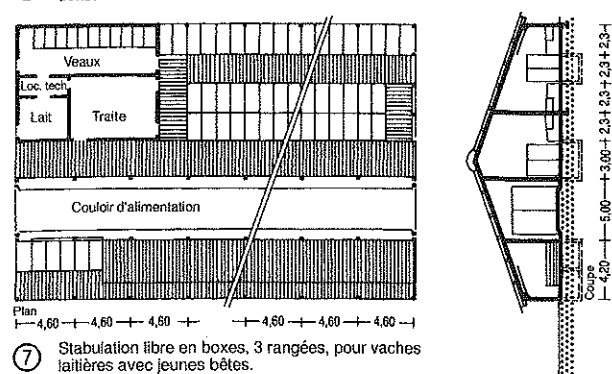
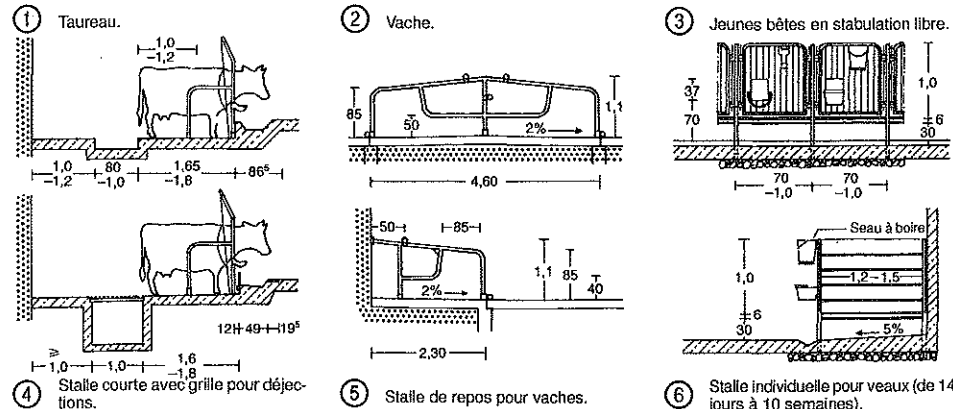
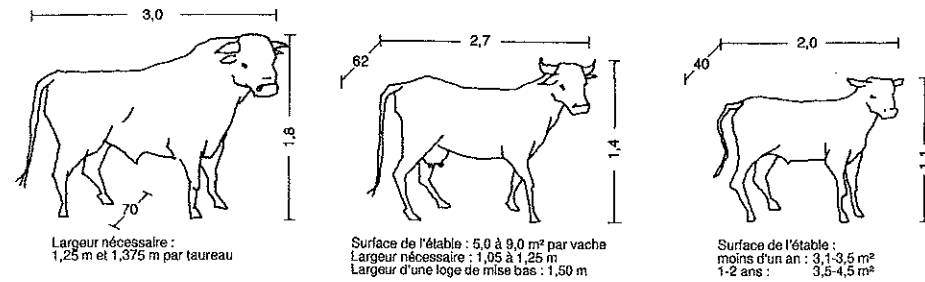
③ Porcherie à quatre rangées, cases longues, auges transversales, avec mur médian



④ Porcherie avec et sans auge, une seule phase d'élevage des porcelets, lisier

BÂTIMENTS POUR ANIMAUX

ÉTABLES POUR BOVINS



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 traitée. 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).

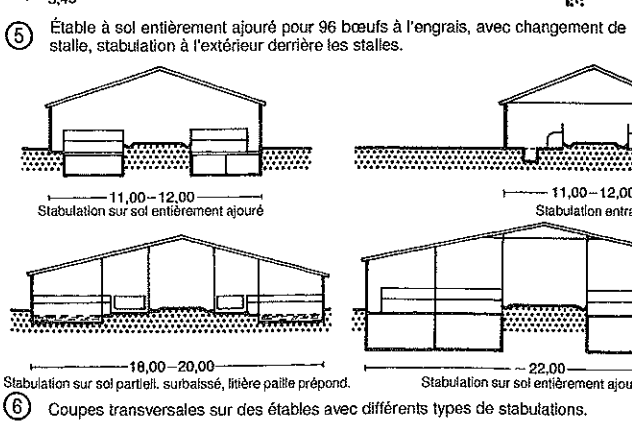
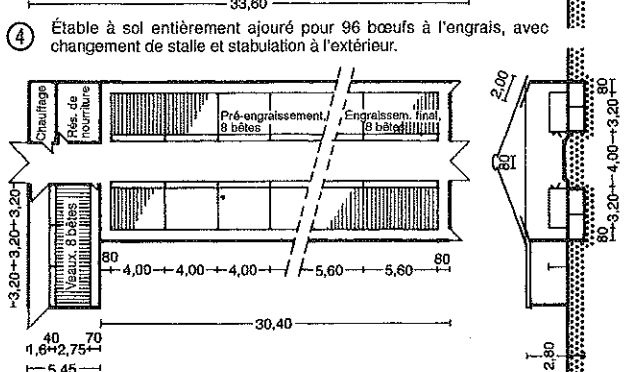
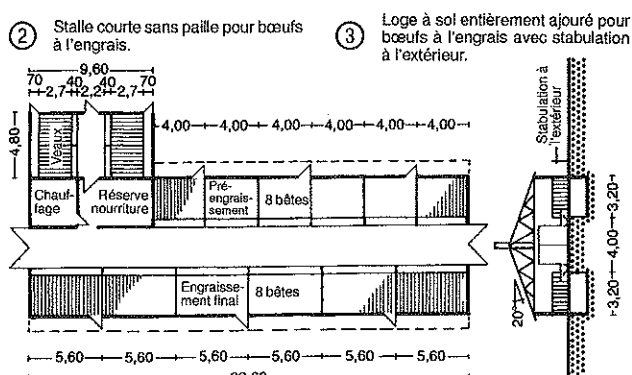
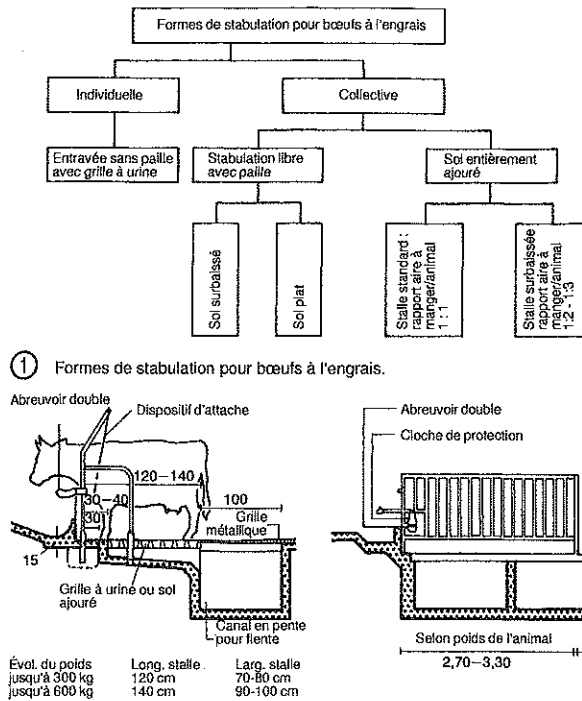
La stalle courte avec sol ajouré permet une stabulation sans paille avec lisier, longueur 1,40 à 1,50 m. La disposition en une seule rangée est peu économique, la disposition en deux rangées avec râtelier médian assure la meilleure exploitation de la surface de l'étable, la surface de stabulation augmente 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 $\geq 2,5$ 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.

BÂTIMENTS POUR ANIMAUX

ÉTABLES POUR ENGRAISSAGE DES BOVINS

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 autres 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.

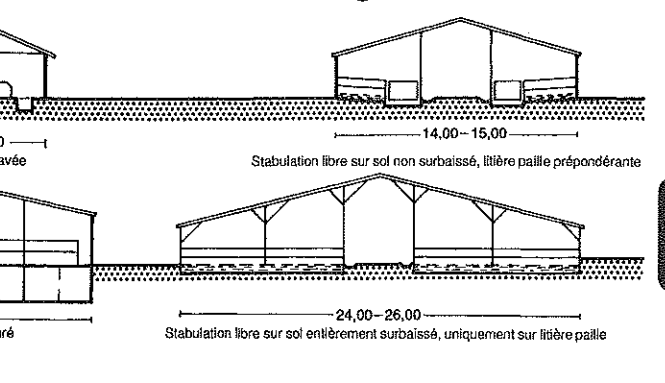
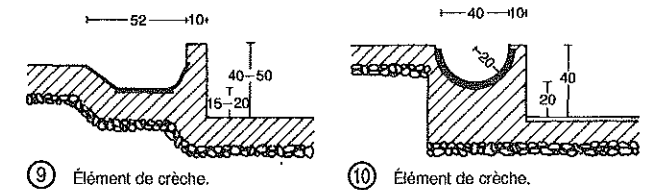


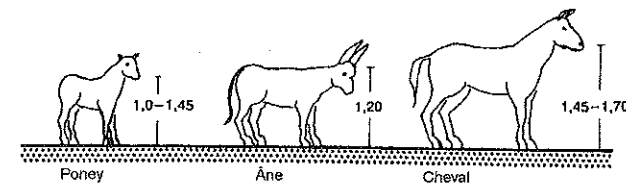
	Maïs d'ensilage kg/jr	quint/an	Volume de stockage/an (m³)	Foin quint/an	Volume de stockage/an (m³)
1ère phase d'engraissement 125-350 kg	12	43,8	6,15	0,5	1,8
Phase finale d'engraissement 350-550 kg	22	80,3	11,15	-	-

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	Ecart. des lentes mm
125-150	1,20	40	1,20	35
150-220	1,40	45	1,20	35
220-300	1,50	50	1,20	35
300-400	1,80	57	1,20	35
400-500	2,00	63	1,20	35
>500	2,20	70	1,20	35

8 Surface nécessaire et dimensions des sols ajourés dans une étable pour bœufs.





Toutes les dimensions sont rapportées à la hauteur au garrot (HG)

- = chevaux très grands = 1,80 m
- = chevaux de taille normale = 1,67 m
- = poneys = 1,45 m

1 Hauteur au garrot

Environ 1/3 de HG

- = chevaux très grands env. 0,60 m
- = chevaux de taille normale env. 0,55 m
- = poneys env. 0,50 m
- = petits poneys env. 0,30 à 0,40 m

2 Hauteur du fond de la mangeoire (niveau nourriture)

Environ 0,80 HG

- = chevaux très grands env. 1,45 m
- = chevaux de taille normale env. 1,35 m
- = poneys env. 1,20 m

3 Hauteur des cloisons de stalles (hauteur du poitrail)

Environ 1,30 HG

- = chevaux très grands env. 2,35 m
- = chevaux de taille normale env. 2,40 m
- = poneys env. 1,95 m

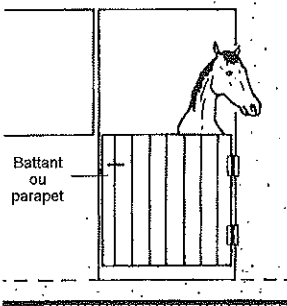
4 Hauteur des cloisons de stalles (partie supérieure grillagée, transparente)

Au moins 1,45 HG

- = chevaux très grands env. 2,60 m
- = chevaux de taille normale env. 2,40 m
- = poneys env. 2,20 m

Ne pas placer étales et juments dans des boxes voisins

5 Hauteur des cloisons de stalles (opaque jusqu'en haut, utiliser seulement dans des cas exceptionnels)



6 Dimensions des portes extérieures

Largueur des passages

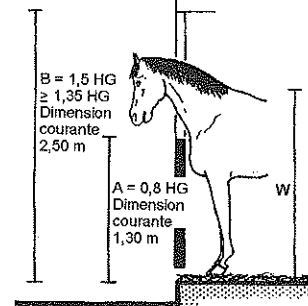
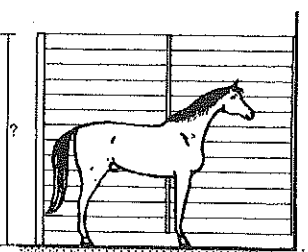
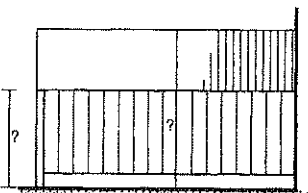
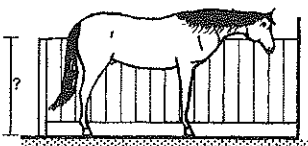
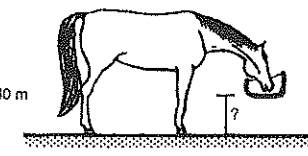
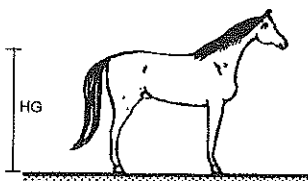
- = grands chevaux env. 1,20 m
- = poneys env. 1,00 m

Largueur des couloirs d'écuries, si possible 3 m, nécessaire au moins deux fois la largeur d'un passage, sinon il n'est pas possible de faire tourner un cheval

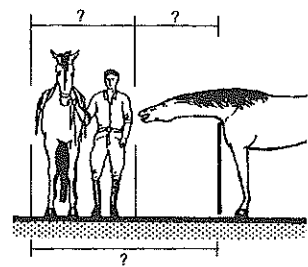
= grands chevaux env. 2,40 m

= poneys env. 2,00 m

8 Largeur des passages et couloirs d'écuries



7 Coupe (voir fig. 6)



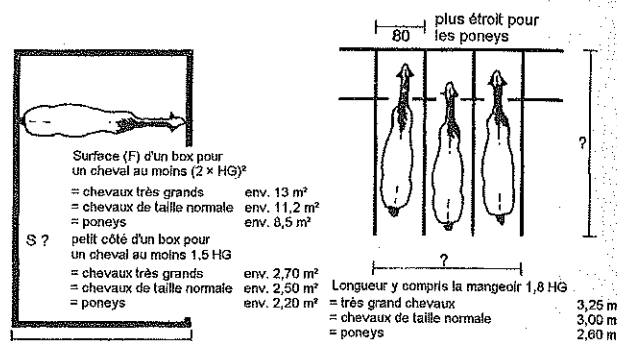
BÂTIMENTS POUR ANIMAUX ÉCURIES

Même aujourd'hui après 5 000 ans de domestication des animaux, les exigences d'un cheval ne diffèrent pas essentiellement de celles des chevaux des steppes.

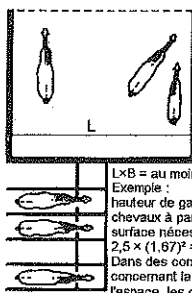
Les chevaux sont des animaux vivant en groupe, pour lesquels les contacts sociaux sont indispensables. Il faut prendre en considération les liens sociaux et la compatibilité des chevaux aussi bien pour un élevage en groupe que pour des installations individuelles. Dans ce dernier cas, il faut au moins assurer un contact visuel, auditif ou olfactif entre les animaux. Les poulains et les jeunes chevaux doivent grandir en groupe.

Élevage en groupe : On différencie l'élevage dans un seul espace et l'élevage en groupe avec un espace extérieur attenant.

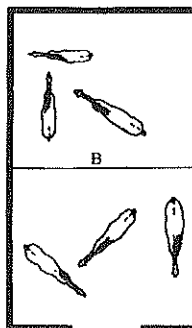
Élevage séparé : L'élevage à l'attache comme l'élevage permanent dans les écuries sont à éviter pour les chevaux. Pour un élevage individuel, un espace extérieur, au moins de la dimension d'une stalle individuelle, est valable et meilleur que pas d'espace du tout. Une hauteur sous plafond théorique d'au moins 1,5 fois la hauteur au garrot, c'est-à-dire plus de 2,70 m environ, est acceptable pour la construction d'écuries destinée à de grands chevaux.



9 Box pour un cheval



11 Stabulation libre collective avec stalles séparées pour mangeoires et accès permanent à l'enclos



13 Stabulation collective à espace unique

10 Stalles à mangeoires

Stabulation collective à espace unique sans accès permanent à l'enclos (voir fig. 13)

Surface (LxB) au moins (2HG)² par cheval (comme box pour un cheval)

Exemple : hauteur de garrot moyenne des chevaux à parquer : 1,57 m

surface nécessaire par cheval : (2 x 1,57)² = 11,2 m²

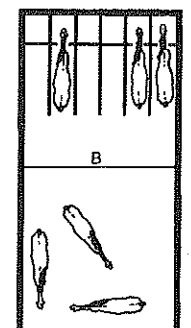
Stabulation libre collective avec stalles intégrées pour mangeoires et accès permanent à l'enclos (voir fig. 14)

Surface (LxB) au moins 3(HG)² par cheval (sans la stalle à mangeoire)

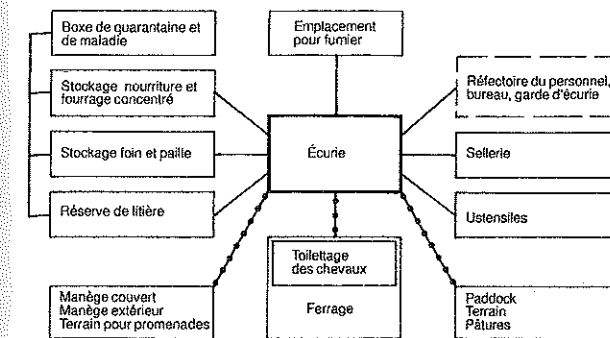
Exemple : hauteur de garrot moyenne des chevaux à parquer : 1,57 m

surface nécessaire par cheval : 3 x (1,57)² = 8,4 m²

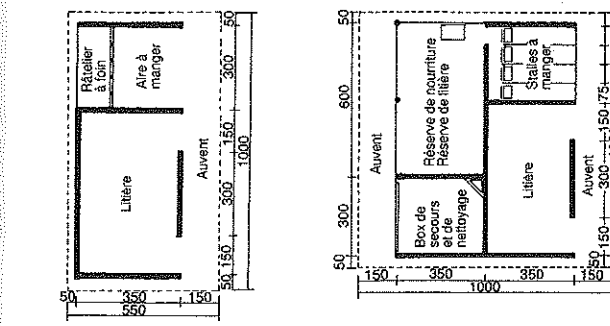
12 Voir fig. 13 et 14



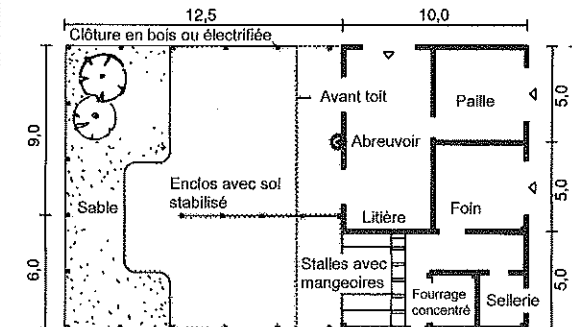
14 Stabulation libre collective



1 Schéma de disposition des locaux annexes par rapport à l'écurie.

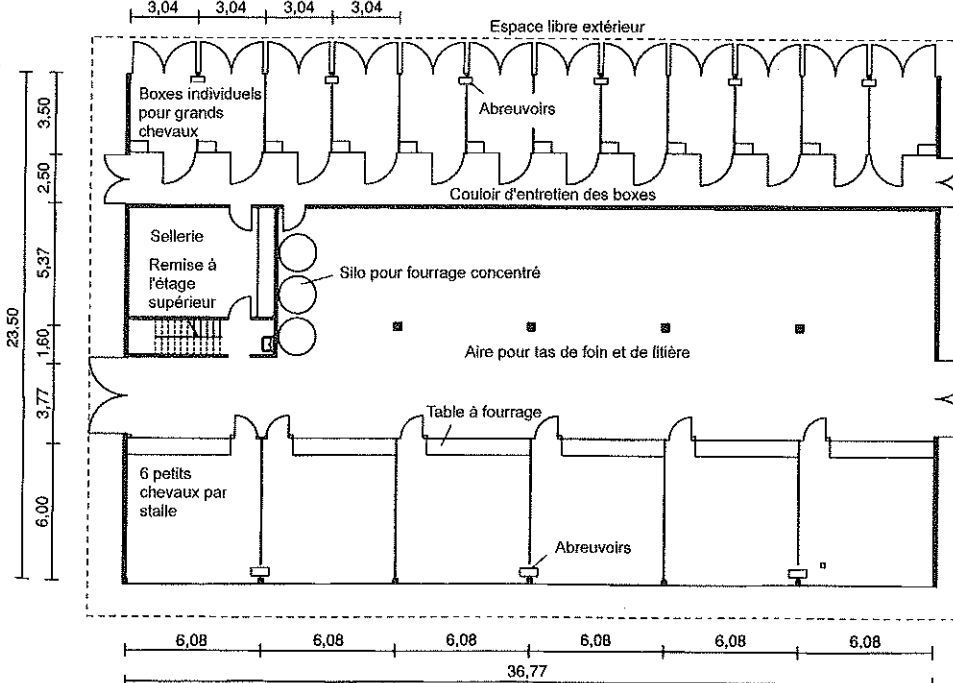


2 Petit abri.



3 Grand abri.

4 Stabulation libre collective dotée de divers espaces et de stalles avec mangeoires.



5 Stabulation libre collective.

BÂTIMENTS POUR ANIMAUX ÉCURIES

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.

Volume nécessaire au stockage de foin, pour 5-6 kg / cheval / jour

Type, mode de stockage, poids spécifique (dt/m ³)	Volume de stockage nécessaire 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

6 Volume nécessaire au stockage de foin, pour 5-6 kg / cheval / jour.

Volume nécessaire au stockage de paille, pour 10 kg / cheval / jour

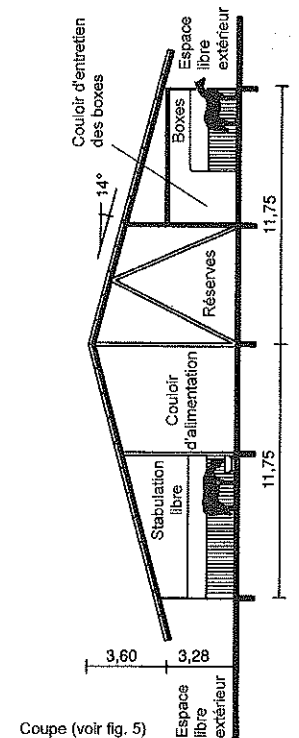
Type, mode de stockage, poids spécifique (dt/m ³)	Volume de stockage nécessaire pour 3 mois ¹⁾ en m ³ pour 20-30% d'espace vide
Paille en vrac (0,5)	22
Paille en ballots non empilés (0,7)	15
Paille en ballots empilés (1,0)	11

¹⁾ Correspond à 9 quintaux

7 Volume nécessaire au stockage de paille, pour 10 kg / cheval / jour.

Température de l'air	La température de l'écurie doit suivre graduellement, même en hiver, la température extérieure
Hygrométrie	60 - 80 %
Vitesse de ventilation dans la zone des animaux	Min. 0,1 m/s
Teneur de l'air en dioxyde de carbone comme indicateur de pollution	< 1,10 vol. (%)
Teneur de l'air en gaz ammoniac	< 10 ppm
Acide sulfhydrique	0 ppm

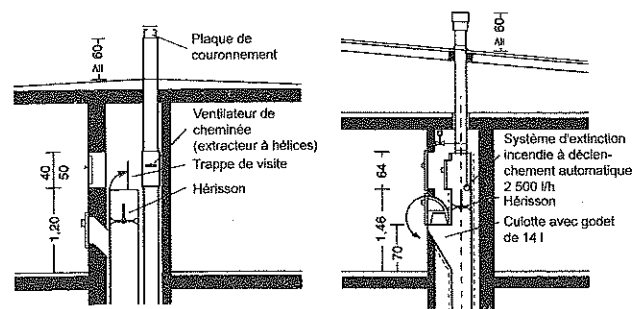
8 Exigences relatives à la maintenance des écuries.



Coupe (voir fig. 5)

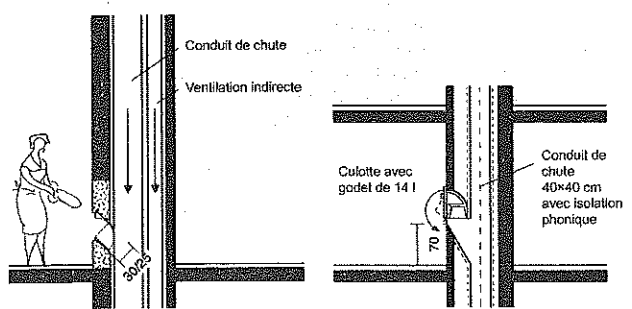
Exploitation agricole

Exploitation agricole



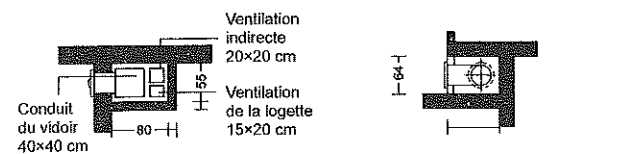
① Vide-ordures avec conduit de chute et ventilation indirecte

② Vide-ordures avec conduit de chute et ventilation directe



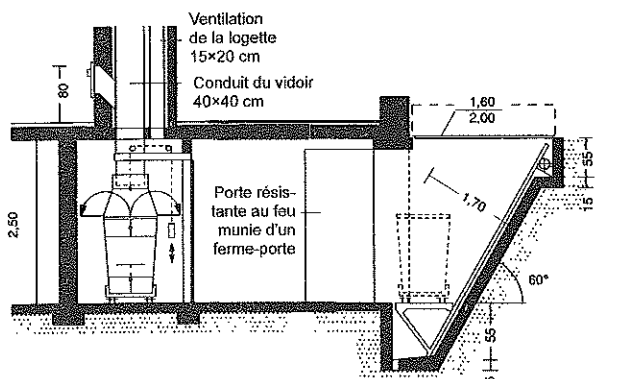
③ Introduction des déchets

④ Introduction des déchets

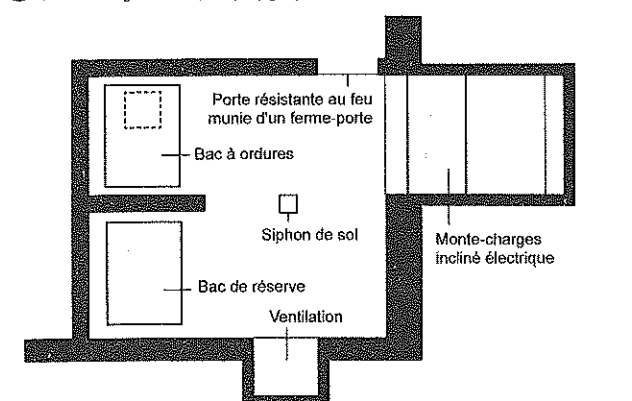


⑤ Plan du conduit du vidoir avec une ventilation indirecte

⑥ Plan du conduit du vidoir avec une ventilation directe



⑦ Local de réception des ordures avec monte-charges incliné, coupe (fig. 8)



⑧ Local de réception des ordures, plan (fig. 7)

ÉVACUATION DES DÉCHETS VIDE-ORDURES

Des vide-ordures peuvent être prévus dans les immeubles à plusieurs étages afin de faciliter le transport des déchets depuis les étages jusqu'au bac de collecte d'ordures.

Les vide-ordures furent un temps très appréciés (en particulier dans la construction des appartements) et furent préconisés dans les immeubles de plus de 5 étages. Cependant en raison des coûts de maintenance et des exigences croissantes dans la mise en œuvre (tri sélectif des déchets, protection incendie) ils ne sont en fait principalement employés que dans des constructions spéciales.

La conception est réalisée en général par une entreprise spécialisée avec laquelle un contrat approprié de maintenance doit être passé.

Les vide-ordures peuvent facilement propager les incendies d'un étage à l'autre et représentent pour cela un danger important. En Allemagne, ils sont d'ailleurs interdits dans certains règlements de construction récents des Länder (par exemple règlements de construction du Land de Brandebourg de 2003), voire relèvent de contraintes constructives spécifiques.

Composition

Les installations de vide-ordures se composent des éléments suivants : le conduit du vidoir, la culotte (zone d'introduction des ordures), le local de réception des ordures avec les bacs de réserve, la presse à ordures, etc. et l'installation de ventilation.

Mise en œuvre

Les vide-ordures doivent avoir des **ouvertures séparées** pour l'introduction des déchets et des **locaux de collecte séparés** pour les différentes sortes de déchets. Ils doivent être installés **hors des pièces à vivre**.

Les gaines de vidoir et les locaux de réception doivent être constitués d'**éléments de construction résistants au feu**.

Revêtements, matériaux isolants, cloisons intérieures doivent de plus être composés de **matériaux non combustibles** de même que toutes installations dans la zone de la gaine du vidoir et du local de réception.

La mise en place d'une **installation d'extinction incendie** peut être exigée (fig. 2).

Les **gaines de vidoir** de vide-ordures doivent être amenées jusqu'à la culotte supérieure **verticalement et sans modification de section**.

Une **VMC permanente** (fig. 1 et 2) doit être assurée. Les gaines de vidoir doivent être conçues de telle sorte que feu, fumée, odeurs et poussière ne se répandent pas dans l'immeuble, que les déchets soient évacués de manière certaine et que la propagation des bruits de résonance soit empêchée. Les **ouvertures pour l'introduction des déchets** (fig. 3 et 4) doivent également être formées de manière à ce qu'aucune nuisance due à la poussière ne se produise et qu'aucun déchet volumineux ne puisse y être introduit. À l'extrémité supérieure de la gaine est à prévoir une **trappe** pour le **nettoyage**. Toutes les ouvertures doivent être prévues avec des **trappes en matériaux non combustibles**.

Les **locaux de réception des ordures** (fig. 7 et 8) doivent être suffisamment dimensionnés. Leurs accès intérieurs doivent être prévus avec des **portes résistantes au feu et équipées d'un ferme-porte**. Ces locaux doivent être accessibles et pouvoir être vidés depuis l'extérieur, avoir une **VMC permanente** et un **siphon de sol** avec un clapet anti-odeurs.

Les ordures doivent être collectées dans des **bacs à ordures roullants**.

Type d'installation avec vidoir	Diamètre de gaine (cm)		
	Vidoir	Ventilation	Protection incendie
Ordures ménagères en vrac	40	25	Résistant au feu
Ordures en sac 110 l	50	30	
Papiers (déchets de bureaux)	55	30	
Linge (maison individuelle)	30	15	
Linge (hôtels, hôpitaux)	40-50	25-30	

⑨ Dimensions de gaines pour installations avec vidoirs (valeurs indicatives)

ÉVACUATION DES DÉCHETS LOCAUX POUBELLES

Les **déchets** doivent être collectés séparément dans des conteneurs adaptés et être traités de manière appropriée.

À cet effet sont prévus des locaux de stockage des ordures pour un enlèvement sûr et facile à l'intérieur du bâtiment et un emplacement correspondant à l'extérieur pour entreposer temporairement des déchets. Les poubelles ferment hermétiquement et sont de tailles différentes en fonction des diverses sortes de déchets (fig. 1).

En raison de l'importante masse calorifique des déchets solides et de leur possible nuisance par les odeurs, le **règlement d'urbanisme type** contient les dispositions suivantes :

Les déchets solides peuvent être conservés à l'intérieur des bâtiments, dans les immeubles de plus de deux appartements ou de plus de 400 m² de surface utile mais seulement si **les locaux de réception des ordures** satisfont aux exigences suivantes :

- cloisons et plafonds sont conçus en tant qu'éléments de construction qui ferment l'espace et assurant la résistance au feu des murs porteurs ;
- les passages de l'intérieur du bâtiment vers ce local comportent des fermetures résistantes au feu, étanches et munies d'un ferme-port ;
- les locaux de réception des ordures peuvent être vidés directement depuis l'extérieur ;
- il y a une VMC permanente.

Concernant la conservation des déchets solides à l'extérieur des bâtiments, les **règlements de construction en Allemagne** comportent encore d'autres dispositions :

Les emplacements des poubelles doivent être éloignés d'au moins 5 m des ouvertures des pièces à vivre et des éléments de construction combustibles, et d'au moins 2 m des limites de parcelle.

Pour les conteneurs mobiles, les **surfaces doivent être stabilisées**.

L'éloignement par rapport aux voies circulables en véhicule ne doit pas excéder 30 m (fig. 2).

De plus, il faut veiller à ce que les emplacements des conteneurs à l'extérieur des bâtiments, soient facilement accessibles même par mauvais temps, qu'ils aient un éclairage et qu'ils soient éventuellement abrités d'une couverture.

Déchets d'activités professionnelles

Les locaux de stockage pour l'évacuation des déchets d'activités doivent se trouver de plain pied à proximité du lieu de livraison.

Leur taille est fonction de celle des objets et se situe à peu près entre 90 m² et 200 m².

Si des conteneurs enlevés par des camions sont employés, il faut prévoir une hauteur libre dans le local (hauteur prise sous le luminaire et en dessous de l'installation des sprinklers) d'au moins 4,80 m à 4,90 m.

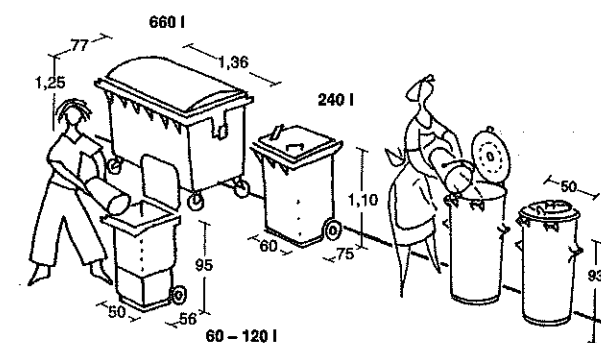
Dans le cas de grandes quantités de déchets, l'emploi de **broyeurs** et de **presses à déchets** s'avère judicieux. Dans les bureaux et bâtiments administratifs, il faut prévoir en plus un **destructeur de dossiers**.

Les locaux poubelles pour déchets alimentaires (**poubelle humide**) doivent être réfrigérés.

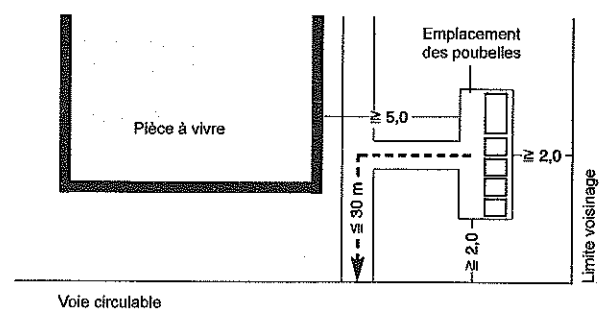
Dans le cas d'objets de grande taille, prévoir si possible des locaux de stockage de déchets supplémentaires à l'étage (à proximité de l'ascenseur) afin d'éviter que le palier d'ascenseur ne soit utilisé à cette fin.

Quantités produites de déchets domestiques (kg/habitant/jour)	env. 0,5
Part de déchets recyclables	env. 74

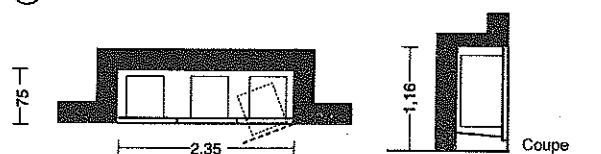
⑥ Quantités produites de déchets domestiques (valeurs indicatives)



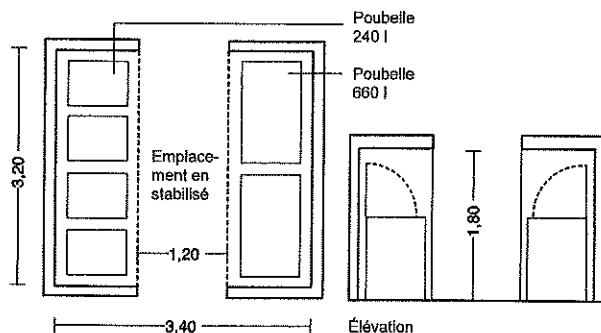
① Poubelles



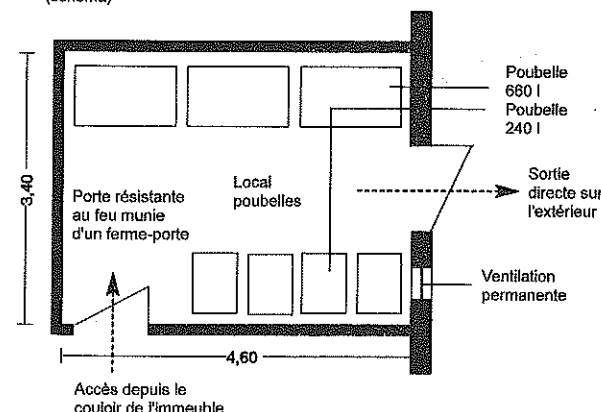
② Disposition des emplacements poubelles



③ Encastrément de bac poubelles pour 360 l d'ordures ménagères

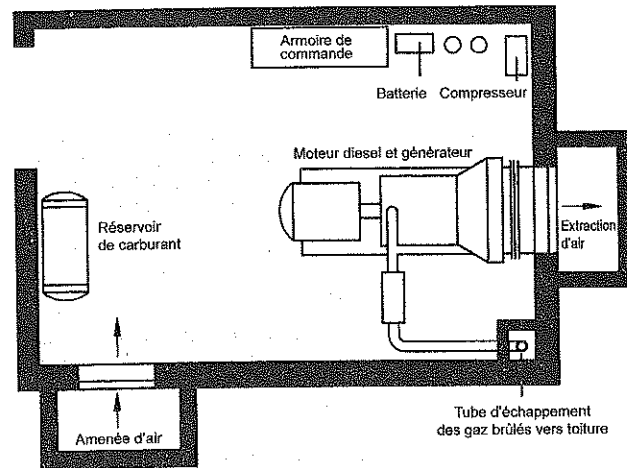


④ Emplacement en stabilisé et couvert pour 1 680 l d'ordures ménagères (schéma)



⑤ Local poubelles pour 2 940 l d'ordures ménagères (schéma) à l'intérieur d'un immeuble de catégorie 3-5

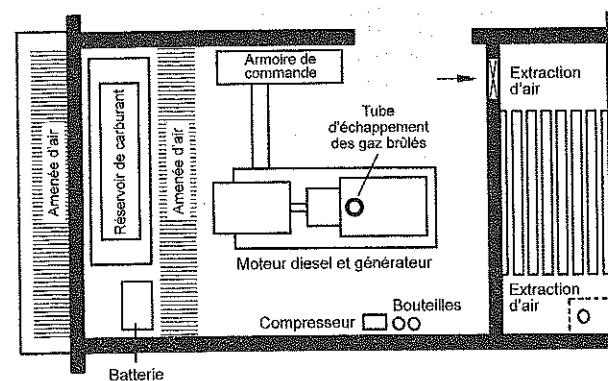
LOCAUX POUR GROUPE ÉLECTROGÈNE DE SECOURS



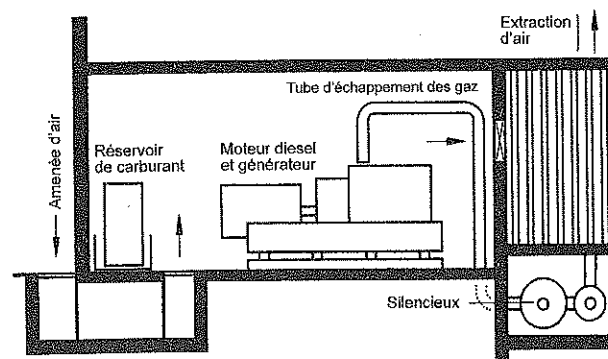
1 Local pour un groupe électrogène diesel avec amenée et extraction d'air séparées

Puissance du groupe électrogène en kVA	20-60	100-200	250-500	650-1500
Dimensions local en m	5,0-4,0	6,0-4,5	7,5-5,0	10,5-5,5
Hauteur local en m	3,0	3,5	4,0	4,0
Largeur porte ou portail en m	2,0-1,5	2,0-1,5	2,2-2,0	2,2-2,0

2 Dimensions d'un local pour groupe électrogène diesel



3 Local pour un groupe électrogène diesel avec amenée et extraction d'air séparées



4 Coupe

Groupe de secours (groupes électrogènes diesel)

On appelle groupes électrogènes les moteurs à combustion (généralement des moteurs diesel) qui, à l'aide de générateurs, produisent de l'électricité. Ils sont mis en marche provisoirement en cas de panne de courant (ils ne sont donc pas conçus pour produire de l'électricité de façon continue) et fournissent notamment de l'électricité aux éclairages d'urgence et de sécurité, aux ascenseurs et à d'autres installations sensibles (par exemple les salles d'opérations des hôpitaux, les centres de calcul, les installations industrielles, etc.). Ils sont constitués d'un moteur diesel et d'un générateur montés sur un cadre principal (par exemple en acier) par l'intermédiaire d'un support amortisseur posé entre la machine et le cadre ou sur un socle, et enfin, d'un dispositif de démarrage et d'une batterie (fig. 1).

Il existe des groupes électrogènes mobiles (groupes électrogènes diesel en conteneur) et des groupes électrogènes diesel fixes avec dispositif de démarrage.

La plage de puissance se situe en fonction des spécifications entre 5 et 20 kVA (kilovoltampères).

Leur conception nécessite aussi de déterminer :

- la puissance nécessaire du groupe électrogène,
- l'isolation phonique nécessaire,
- les dispositifs d'échappement des gaz.

Locaux pour groupes électrogènes

Les dimensions, hauteurs et ouvertures des locaux prévus pour un groupe électrogène varient en fonction de la puissance et de la forme des groupes électrogènes (fig. 3). Les amenées et extractions d'air peuvent être assurées par des gaines d'aspiration et d'évacuation de l'air (fig. 1). Il est également possible d'évacuer l'air vicié directement à partir du tube d'échappement des gaz du groupe électrogène diesel dans une gaine verticale allant en toiture (fig. 3 et 4). Il convient dans ce cas de prévoir une isolation phonique suffisante (appelées « coulisses ») (fig. 3 et 4). Les fabricants des groupes électrogènes fournissent des informations sur les quantités d'air nécessaires et les différentes dimensions correspondantes des ouvertures d'amenée et d'extraction d'air.

En raison du niveau sonore élevé des groupes électrogènes lors des phases de test et de fonctionnement, il est recommandé de ne pas les positionner à proximité de zones de séjour qui doivent être particulièrement préservées des nuisances sonores (comme la salle de soins d'un hôpital). Il convient également de prendre les mesures pour maintenir aussi bas que possible les bruits d'équipement émis par les groupes électrogènes (cf. norme d'isolation acoustique contre les bruits extérieurs). Une autre possibilité consiste à faire reposer le cadre principal qui supporte le moteur diesel et le générateur sur des amortisseurs à ressorts afin de diminuer la transmission des bruits solidiens dans le bâtiment.

Alimentation électrique ininterrompue – Installations no-break

Il s'écoule en règle générale 12 secondes au maximum entre la coupure de courant et le basculement sur le groupe électrogène. Des installations *no-break* sont mises en service afin d'éviter une rupture d'alimentation électrique durant ce laps de temps. Les installations *no-break* statiques sont des dispositifs à batteries qui sont rechargées en continu par le réseau électrique. Selon l'équipement et la demande, une installation *no-break* sert à protéger les systèmes raccordés des risques suivants : coupure de courant, variations de tension, surtension, sous-tension, à-coups de tension, foudre/pointes de commutation, tensions parasites et modifications de fréquences.

Si les installations *no-break* sont conçues pour des pannes comprises entre 30 et 60 minutes, les groupes électrogènes diesel peuvent aussi couvrir des pannes de courant de plus longue durée.

LES ÉNERGIES RENOUVELABLES DANS LE BÂTIMENT

Si les crises énergétiques des années soixante-dix sont à l'origine de l'architecture solaire et bioclimatique, l'année 2005 a sans doute marqué en France la prise de conscience de la fin du pétrole bon marché et l'accélération des mesures en faveur des énergies renouvelables. Les sources d'énergie conventionnelles sont issues de stocks limités de matières premières extraites du sous-sol, qui seront bientôt épuisés. À plus ou moins long terme, fission nucléaire et combustibles fossiles (charbon, pétrole et gaz) ont une influence négative sur la santé de l'homme et sur l'environnement naturel : pollution atmosphérique, effet de serre, contamination radioactive. Les sources d'énergie renouvelables sont elles fondées sur des flux naturels qui traversent de façon plus ou moins permanente la biosphère : le rayonnement du Soleil pour l'énergie solaire, la force cinétique du vent pour l'énergie éolienne, le courant des cours d'eau pour la petite hydraulique, la chaleur de l'écorce terrestre pour la géothermie, la valorisation de matières organiques pour le biogaz et le bois-énergie. Les rendements étant très différents, il faut distinguer la conversion en électricité et la valorisation thermique directe : capteurs solaires pour l'eau chaude sanitaire, réseaux de chaleur à partir de la biomasse et géothermie traditionnelle. Les énergies renouvelables sont considérées comme inoffensives, localement et globalement, et présentent de multiples avantages : lutte contre le changement climatique, préservation de la santé publique, protection de l'environnement, sécurisation des approvisionnements face à des combustibles fossiles importés de plus en plus rares et chers, réduction des risques géopolitiques, décentralisation et relocalisation de la production. Si les indispensables mesures pour économiser l'énergie sont assez faciles à appliquer individuellement, l'essor des sources d'énergie renouvelables demande un investissement national. Les stratégies dépendent des gisements disponibles, du contexte énergétique et de la politique industrielle. La plupart des pays combinent des techniques déjà anciennes, optimisées et rentables (pompes à chaleur, capteurs solaires pour l'eau chaude sanitaire, chaudières à bois à haut rendement) et des technologies plus innovantes qui ont un

temps de retour sur investissement plus long : photovoltaïque et éolien. Plusieurs pistes sont à l'étude pour l'avenir : thalasso-énergie, héliothermodynamie (plateforme solaire d'Almería en Espagne) et géothermie profonde haute température (centrale à roches chaudes fracturées en Alsace).

Le contexte européen

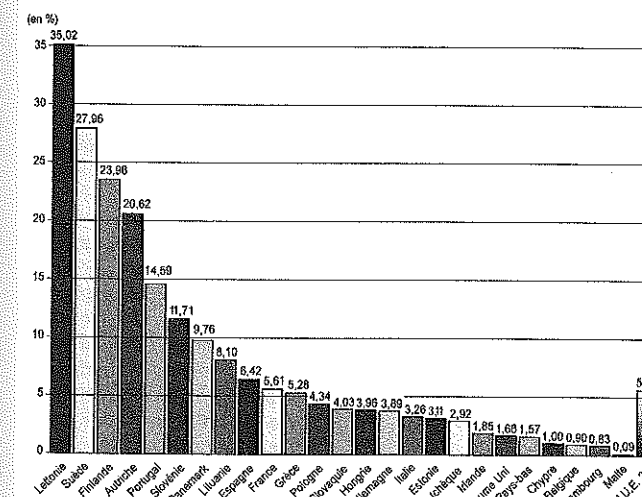
Dans le cadre du protocole de Kyoto, l'Union européenne s'est engagée à réduire de 8 % ses émissions de gaz à effet de serre à l'horizon 2008/2012 par rapport au niveau de 1990. La stratégie de l'Europe pour répondre à cet engagement combine économies d'énergies et soutien aux filières renouvelables. Elle s'appuie sur trois objectifs à l'horizon 2010 : 5,75 % de biocarburants, 21 % d'énergies renouvelables dans la part électricité et 12 % d'énergies renouvelables dans la consommation totale d'énergie. Ces chiffres, que de nombreux experts estiment insuffisants, ne seront sans doute pas atteints. En 2004, la part des énergies renouvelables dans la consommation d'énergie primaire de l'Union européenne n'était en effet que de 5,6 %, le même chiffre qu'en 2001. Cette proportion est très variable selon les pays : 28 % en Suède, 24 % en Finlande, 20,6 % en Autriche, 14,6 % au Portugal, mais seulement 5,6 % en France (dont environ 90 % d'hydraulique) et 1,7 % au Royaume-Uni. Les deux sources d'énergies renouvelables les plus utilisées en Europe sont la biomasse (65 %) et l'hydraulique (27 %) ; l'éolien (5 %), la géothermie (2 %) et le solaire (1 %) restent encore marginaux. En Allemagne, la part des énergies renouvelables ne représente que 3,9 % bien que le pays soit leader incontesté pour l'éolien (48 % du parc éolien), pour le photovoltaïque (79 %) et le solaire thermique (40 %).

La situation française

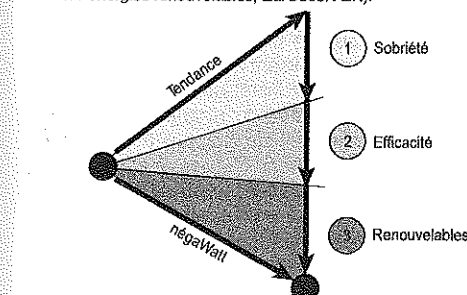
En France, le secteur du bâtiment est responsable de 25 % des émissions de CO₂ et de 42 % de la consommation d'énergie, un chiffre en forte hausse du fait de l'élévation du niveau de confort (appareils électroménagers) et de l'apparition de nouveaux besoins (climatisation). Le chauffage représente les deux tiers de cette consommation et la majeure partie des émissions de CO₂ du secteur. Seule une mobilisation des pouvoirs publics, des professionnels et des usagers permettra de réaliser l'objectif clairement défini : stabiliser les émissions de gaz à effet de serre en 2010 (par rapport à 1990) et les diviser par quatre avant 2050. En 2004, les énergies renouvelables ont fourni 13,45 % de l'électricité, alors qu'elles représentaient 15 % en 2000. La tendance est donc à la baisse malgré l'objectif de 21 % en 2010. L'Ademe soutient de plusieurs manières le développement des énergies renouvelables : campagnes d'information visant le grand public pour changer les mentalités, incitations financières de plus en plus attractives et introduction d'une « étiquette énergie bâtiments » pour informer les consommateurs (juillet 2006 pour les ventes, juillet 2007 pour les locations). Pour l'acquisition ou le raccordement d'équipements de production d'énergie dans les habitations principales neuves ou anciennes, l'incitation prend la forme d'un crédit d'impôt de 50 % sur les dépenses effectuées à partir de 2006. Ce crédit s'applique aux équipements utilisant une source d'énergie renouvelable (solaire thermique et photovoltaïque, bois, biomasse, éolien, micro-hydraulique) et aux pompes à chaleur ayant un coefficient de performance supérieur à 3. D'autres crédits d'impôts (25 % ou 40 %) concernent les chaudières à condensation, les matériaux d'isolation thermique et les appareils de régulation et de programmation des équipements de chauffage. Dans le cas de systèmes reliés au réseau, le développement suppose que les compagnies d'électricité achètent l'énergie verte à un tarif assez attractif pour être incitatif. Le tarif français pour l'électricité photovoltaïque a doublé en 2006, entraînant une forte augmentation de la production photovoltaïque. Fin 2008, la puissance installée raccordée au réseau français était de 18 MW.

La stratégie négaWatt

L'énergie la moins chère reste celle qui n'est pas consommée et la solution la plus judicieuse est la stratégie proposée par l'association négaWatt : sobriété et efficacité puis énergies renouvelables. La sobriété implique la responsabilisation des usagers dans leurs comportements quotidiens et l'engagement des professionnels afin

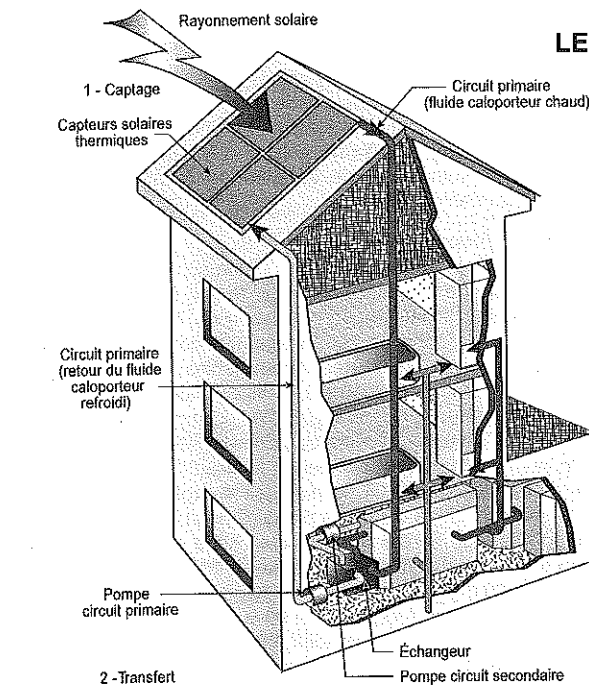


1 Part des énergies renouvelables dans la consommation d'énergie primaire des pays de l'Union européenne en 2004 (en %). (source : Baromètre européen 2005 des énergies renouvelables, EurObserv'ER).

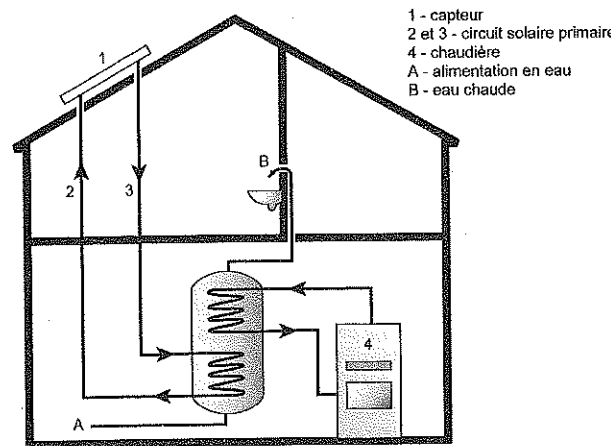


2 Schéma négaWatt (source : association négaWatt).

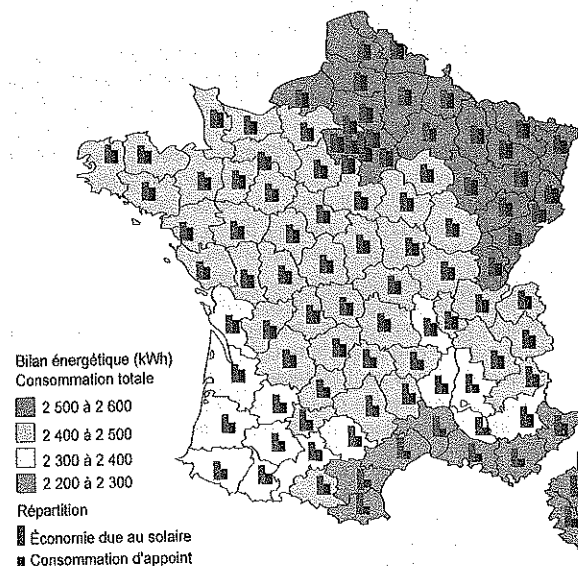
LES ÉNERGIES RENOUVELABLES DANS LE BÂTIMENT



3 Schéma de fonctionnement d'un chauffe-eau solaire collectif (source : Ademe).



4 Système combiné circuit solaire/chaudière.



5 Performance d'un chauffe-eau solaire utilisé dans les mêmes conditions en fonction du climat (source ASDER).

de supprimer les insupportables gaspillages. L'efficacité énergétique exige entre autres le recours systématique à des solutions techniques et à des installations optimisées, même s'ils impliquent un léger surcoût d'investissement. D'après ce scénario, le gisement de mégawatts (énergie non consommée) représente 70 % de la consommation tendancielle. Nos besoins étant ainsi réduits à la source, le solde pourrait être couvert par des énergies renouvelables issues de ressources inépuisables. L'application à grande échelle de cette démarche de bon sens permettra de réduire notre consommation énergétique, nos émissions de gaz à effet de serre et notre dépendance vis-à-vis des énergies fossiles. Il est essentiel qu'elle concerne non seulement les constructions neuves, mais aussi le bâti existant, qui représente 99 % du parc et consomme en moyenne 250 kWh/m²/an. Les bâtiments construits avant 1975 nécessitent 365 kWh/m²/an pour le chauffage et l'eau chaude alors que l'objectif politique à court terme est de 50 kWh/m²/an.

Le solaire

L'énergie solaire incidente sur un plan horizontal varie en France de 1 100 kWh/m² an dans le Nord à 1 700 kWh/m² an dans le Midi. Elle est utilisée activement, pour la production d'eau chaude sanitaire ou pour la conversion en électricité grâce à des cellules photovoltaïques, mais il est essentiel de profiter aussi des apports passifs. L'implantation judicieuse d'un bâtiment par rapport à la courbe du Soleil et l'application des principes bioclimatiques peut diminuer de 30 % la consommation d'énergie et rendre inutile la climatisation (voir p. 59). Le stockage de l'énergie solaire, qui fait l'objet de plusieurs recherches, permettrait de remédier aux déphasages jour/nuit et été/hiver, surtout dans nos climats tempérés.

Les capteurs solaires thermiques

Développés dans les années soixante-dix, les capteurs solaires thermiques ont connu depuis de nombreuses améliorations. Les capteurs transforment le rayonnement du Soleil en chaleur, transmise à un réservoir de stockage grâce à un fluide caloporteur.

Le fonctionnement été comme hiver est assuré même les jours de faible ensoleillement et le rayonnement lumineux suffit au préchauffage de l'eau chaude sanitaire. La solution solaire est intéressante quand les besoins sont réguliers et élevés (habitat, hôpitaux, hôtels), mais moins pertinente pour des bureaux ou des bâtiments scolaires.

La surface de capteurs nécessaire est évaluée, en France, à 1 m² par personne en maison individuelle et au moins 1,5 m² par logement en collectif. Les capteurs plans vitrés courants ont un rendement moyen et sont bien adaptés à la production de basses températures (50 °C à 60 °C). Les capteurs à tubes sous vide ont un rendement supérieur et permettent d'augmenter la température de l'eau (plus de 80 °C) ou la production pour une même surface. Bien dimensionnés, correctement installés, inclinés de 30° à 60° et orientés au sud, sans masque porté par la végétation ou le bâti, les capteurs peuvent couvrir 40 % à 60 % des besoins selon l'usage et la situation géographique.

Le plancher solaire direct et la combinaison chauffage et chauffe-eau solaires sont des systèmes intéressants qui devraient se développer. Compte tenu des subventions actuelles, le solaire thermique est une des énergies renouvelables dont l'investissement est le plus rapidement amorti, surtout pour le logement collectif. De plus en plus d'offices d'HLM les utilisent d'ailleurs pour de l'habitat neuf ou en réhabilitation. Pour les installations supérieures à 50 m² il est judicieux de signer un contrat de garantie de résultats solaires (GRS) performant, engagement sur cinq ans du fabricant, de l'installateur, de l'exploitant et du bureau d'études à atteindre au moins 90 % de la production calculée. Des incitations financières régionales complétant le crédit d'impôt de 50 %, la mise en œuvre de capteurs solaires devrait s'étendre en France, où la surface de panneaux installés est passée de 55 000 m² en 2004 à 106 000 m² en 2005. Avec ses 33 millions de m² en service, l'Union européenne ne représente que 10 % d'un marché mondial dominé par la Chine.

LES ÉNERGIES RENOUVELABLES DANS LE BÂTIMENT

La conversion photovoltaïque

Les cellules photovoltaïques convertissent l'énergie solaire en électricité sous forme de courant continu, transformé par un onduleur en courant alternatif, grâce à des semi-conducteurs fabriqués avec des composés de silicium. Fixés sur les façades ou les toitures des bâtiments, les cellules assemblées en modules photovoltaïques produisent de l'électricité pour les besoins internes, en site isolé, ou une redistribution sur le réseau. Il y a alors deux compteurs : un pour le courant fourni, un pour le courant consommé. Les modules peuvent devenir des éléments de la composition architecturale ou servir de pare-soleil.

L'intégration architecturale de certains modules est facilitée lorsque les cellules sont directement incluses dans les matériaux de construction : tuiles, ardoises, éléments de façade.

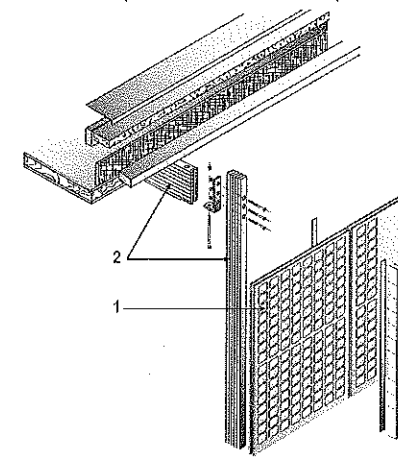
La production énergétique de 1 m² de capteurs photovoltaïques est en moyenne 100 kWh/an. La production maximale est réalisée pour une inclinaison de 30° avec une orientation plein sud. Cette performance ne sera garantie que sans ombres portées par le bâti et la végétation. L'Allemagne, où l'on trouvait fin 2004, 79 % du parc européen (794 000 Mwc), vient de s'assurer le leadership du marché mondial en construisant plusieurs unités de production à grande échelle. Cette croissance suppose cependant de résoudre les problèmes actuels sur l'approvisionnement en silicium.

En site isolé, le photovoltaïque qui ne représentait que 9 % du parc européen en 2004, a des applications très intéressantes dans les pays en voie de développement très ensoleillés qui ne disposent pas d'autres sources d'énergie.

Orientation	Inclinaison			
	0°	30°	60°	90°
Est	93 %	90 %	78 %*	55 %*
Sud-Est	93 %	96 %	88 %*	66 %*
Sud	93 %	100 %	91 %	68 %*
Sud-Ouest	93 %	96 %	88 %	66 %*
Ouest	93 %	90 %	78 %*	55 %*

* Position à éviter si elle n'est pas imposée par une intégration architecturale.

6 Influence de l'inclinaison et de l'orientation des modules photovoltaïques sur la production d'électricité (source : association HESPU).



7 Installation photovoltaïque intégrée à la façade d'une école à Morschwiller (Haut-Rhin) : les cellules photovoltaïques (1) constituent des modules insérés entre deux vitrages qui sont directement fixés sur la structure bois (2) du bâtiment. Arch. : TOA architectes.

Système	Fluides du capteur enterré	Fluide des émetteurs de chauffage	Type de capteurs	Avantages
SOL/SOL Procédé à détente directe	Fluide frigorigène	Fluide frigorigène dans le plancher chauffant	Capteurs horizontaux	Système simple Coût limité Rafraîchissement possible avec ventilo-convecteurs
EAU GLYCOLÉE/EAU Procédé avec fluide intermédiaire	Eau avec antigel	Eau dans les ventilo-convecteurs ou le plancher chauffant à basse température	Capteurs horizontaux et sondes verticales	Rafraîchissement possible et bien maîtrisé Froid par le sol plus confortable
SOL/EAU Procédé mixte	Fluide frigorigène	Eau dans les ventilo-convecteurs, ou le plancher chauffant à basse température	Capteurs horizontaux	Production d'eau chaude possible Pas de fluide frigorigène dans l'espace habité

8 Comparaison des procédés techniques des pompes à chaleur géothermiques.

La géothermie

La géothermie de surface permet de profiter de la température constante de la terre par le biais de puits canadiens ou de pompes à chaleur. Il est aussi possible d'exploiter directement les nappes aquifères du sous-sol avec un réseau de chaleur urbain. Dans nos régions tempérées, on estime que la température à 2 m de profondeur correspond à la température extérieure moyenne : 13 °C en Bretagne).

Les puits canadiens

Un puits canadien (ou provençal) permet de préchauffer l'air neuf en hiver et de le rafraîchir en été grâce au passage dans des tuyaux enterrés, si possible en grès vernissé ou en polyéthylène. Le volant thermique est de ~ 5 °C à 7 °C, mais il atteint 12 °C lorsque les températures extérieures sont très basses. La longueur, le diamètre (30 à 80 cm), l'écartement et la profondeur de l'enfouissement (1 à 2 m) varient selon la nature du sol, la taille du bâtiment et les performances attendues. Il est possible de superposer ou de juxtaposer des tubes parallèles raccordés.

Le dimensionnement de l'installation doit correspondre à une vitesse d'écoulement de l'air de 2 à 3 m/s. L'air neuf, capté si possible dans une zone ombragée protégée des pollutions, doit être filtré pour éliminer pollens et fines particules. Une pente d'environ 1,5 % permet de récupérer les condensats, avec un regard.

Dans les climats froids, il est judicieux de combiner puits canadien et ventilation double flux avec récupérateur de chaleur à haut rendement. Un by-pass pour court-circuiter le puits canadien lorsque l'air neuf est entre 18 °C et 20 °C favorise l'efficacité du système.

Les pompes à chaleur

Les pompes à chaleur sont robustes et leur efficacité s'est accrue de plus de 25 % au cours de la dernière décennie. Elles transfèrent vers un échangeur l'énergie gratuite contenue dans l'air extérieur, le sol, voire les nappes souterraines peu profondes (moins de 100 m), un système réservé aux immeubles importants. Une pompe à chaleur est dépourvue de brûleur et la combustion, source importante de pollution localisée, y est absente.

Les différents systèmes se distinguent par la source d'énergie naturelle (air, eau ou sol) et par le système de répartition de la chaleur produite dans le logement (air ou eau). La température constante de la terre favorise un rendement beaucoup plus élevé pour les pompes géothermiques (consommation moyenne : 22 à 25 kWh/m²/an) que pour les équipements air-eau (28 à 32 kWh/m²/an) ou air-air (32 à 35 kWh/m²/an). Voir p. 520.

Le chauffage des locaux est assuré par eau chaude avec plancher chauffant ou ventilo-convecteurs ; il existe aussi des pompes réversibles qui restituent de la fraîcheur en été.

La performance des appareils est définie par le rapport entre l'énergie thermique livrée au condenseur pour le chauffage et l'énergie consommée par le compresseur et ses accessoires. Pour un chauffage domestique, cette performance varie entre 2,5 et 5. Ce sont bien sûr les équipements les plus efficaces qu'il faut retenir et il faut prendre en compte les dépenses de maintenance du groupe frigorifique et sa longévité. Le fluide frigorigène doit être une alternative au fluide réfrigérant R22 qui participe à l'effet de serre et sera interdit à court terme. Compte tenu des incitations financières, la mise en œuvre de pompes à chaleur devrait s'étendre en France où le nombre d'installations est passé de 13 700 en 2004 à 18 000 en 2005.

La biomasse

La valorisation énergétique des matières organiques recouvre le bois de chauffage et le biogaz, produit par digestion anaérobie de la biomasse : gaz de décharges et méthanisation des boues d'eaux usées et des déchets de l'agriculture et de l'industrie agroalimentaire.

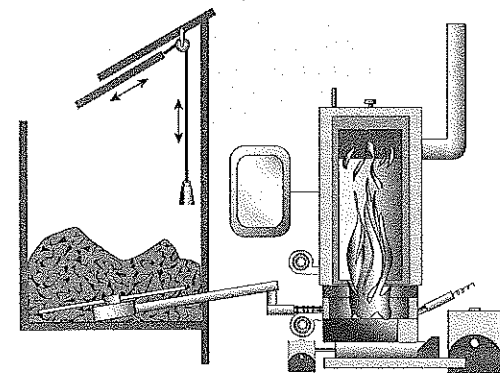
Le bois-énergie

Le bois est la troisième ressource énergétique française (4 %), après le nucléaire et l'hydraulique. Son utilisation valorise les déchets produits par sa transformation industrielle ou l'entretien des espaces verts et apporte des débouchés à notre potentiel forestier sous-exploité : seulement les 2/3 de l'accroissement annuel (87 millions de mètres cubes) sont utilisés.

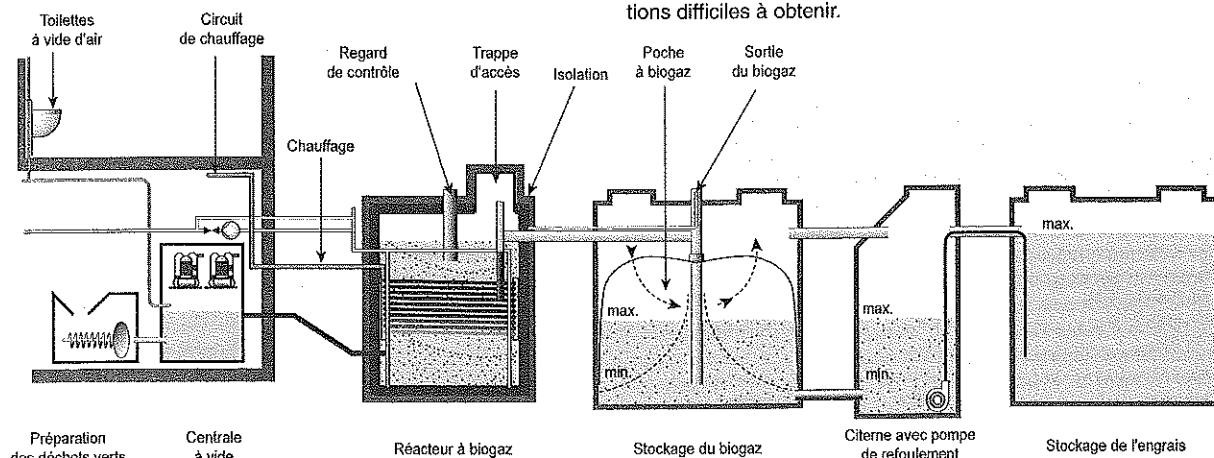
Des poêles à bois bien placés et bien dimensionnés suffisent souvent à chauffer un logement pendant la demi-saison et réduisent la période de mise en service du chauffage conventionnel. Inspirés des traditionnels poêles en faïence, ils sont intégrés dans un ensemble maçonné qui apporte de l'inertie. Les poêles compact en fonte ou en acier ont un bon rendement. Les nouvelles technologies à foyer fermé ont un rendement jusqu'à 85 %, bien supérieur à celui d'une cheminée classique (moins de 10 %). Le bois peut aussi chauffer un petit collectif, voire plusieurs bâtiments, grâce à un réseau de chaleur.

Les chaudières de petite et moyenne puissance, jusqu'à 150 kW, peuvent utiliser des granulés de bois. La taille de la chaudière est celle d'une installation au gaz ou au fuel, mais il faut prévoir un local pour le stockage à proximité de la chaufferie. L'alimentation se fait par vis sans fin ou par poussoir à commande hydraulique.

Les chaudières automatisées sont apparues en secteur urbain et industriel au milieu des années quatre-vingt-dix. Les petites installations ont une puissance de 200 à 900 kW, mais il en existe de 1 à 5 MW pour l'industrie et les collectivités. Le traitement des fumées est obligatoire à partir de 4 MW.



⑨ Principe de fonctionnement d'une chaudière à plaquettes de bois (source Ajena).



⑩ Principe de traitement des eaux vannes et valorisation en biogaz dans l'immeuble Habitat et Travail à Fribourg en Brisgau, 2000. Arch. : Common et Cies (dessin : Jörg Lange).

Le biogaz

Issu de la fermentation de déchets ménagers, de boues produites dans les stations d'épuration et d'effluents de l'agriculture, le biogaz peut être transformé en chaleur par combustion ou produire de l'électricité grâce à des moteurs thermiques ou des turbines à gaz. La méthanisation des matières organiques permet non seulement de limiter les émissions de gaz à effet de serre, mais aussi de gérer une partie de nos déchets, un avantage notable face à la réglementation européenne concernant la limitation et la taxation de la mise en décharge. Avec une production annuelle de 210 000 Tep en 2004, la France se classe au 4ème rang européen. Elle se distingue des deux leaders (Allemagne et Royaume-Uni) par le fait que son biogaz est essentiellement valorisé en chaleur, ce qui est énergétiquement plus efficace : il faut 3 unités thermiques pour une unité électrique. Même si le biogaz couvre aujourd'hui moins de 1 % de la consommation française de gaz, son potentiel est évalué entre 5 % et 10 %.

L'énergie éolienne

Grâce aux éoliennes, la force cinétique du vent devient une énergie mécanique utilisée directement, par exemple pour le pompage de l'eau, ou transformée en électricité consommée sur place ou renvoyée vers le réseau. Le vent est cependant une énergie au caractère instable et aléatoire et l'installation d'une éolienne nécessite une vitesse de vent minimum de 5 m/s. Les installations de petite puissance (moins de 30 kW) sont destinées aux particuliers. Des appareils plus importants peuvent alimenter un lotissement, un quartier, des équipements publics ou une zone industrielle. En 2004, l'Union européenne représentait 73 % du parc mondial installé, avec plus de 34 000 MW. On trouve à la fois des installations individuelles, avec une seule éolienne alimentant par exemple une ferme, pratique courante au Danemark, ou des centrales comprenant plusieurs dizaines d'appareils sur terre ou offshore, et alimentant un quartier ou une zone industrielle, par exemple en Allemagne et en Espagne. La France dispose du deuxième gisement européen, derrière le Royaume-Uni. Fin 2005, les 745 MW implantés produisaient 2,3 % de l'électricité verte nationale avec un objectif de 5,5 % en 2010. Les projets sont bien sûr concentrés dans les régions les plus ventées, en particulier le Languedoc-Roussillon et le Nord-Pas de Calais.

La petite hydroélectricité

En 2004, l'énergie hydraulique a fourni 66,5 TWh, soit 91,5 % de l'électricité verte française. À côté d'équipements industriels, il existe des installations de petite hydroélectricité d'une capacité inférieure à 10 MW ; la majorité d'entre elles a une puissance inférieure à 1 MW. Les 1 810 micro-installations en service produisent 8,45 TWh, mais le potentiel techniquement exploitable est estimé à 1 000 MW supplémentaires. Les promoteurs de la micro-hydraulique s'orientent vers des solutions coopératives et partenariales, dans lesquelles propriétaires privés et collectivités locales sont invités à investir. Les procédures sont encore longues et les autorisations difficiles à obtenir.

APERÇU

La diminution des ressources et le renchérissement des énergies expliquent l'attention qui est portée aux énergies renouvelables. Le risque d'épuisement des réserves d'énergies fossiles et surtout l'augmentation de leur consommation justifient le développement d'alternatives énergétiques.

Les énergies renouvelables présentent une grande diversité mais proviennent presque toutes de l'énergie du Soleil. On distingue les énergies directement issues du Soleil, soit thermique (production de chaleur), soit photovoltaïque (production d'électricité) et les énergies qui en sont issues indirectement comme l'éolien (vent), l'hydraulique (cours d'eau), l'énergie des océans (marées, vagues et courants marins) ainsi que la biomasse (bois, biocombustibles, biocarburants et biogaz). À quoi, il convient d'ajouter la géothermie qui exploite la chaleur de la croûte terrestre (fig. 1).

Outre les économies d'énergie liées à l'amélioration de l'isolation thermique et le perfectionnement des méthodes de traitement de l'énergie accompagnés de rendements accrus, l'utilisation des énergies renouvelables joue un rôle toujours plus important. Le développement et la diffusion de procédés et d'appareils optimisés et nouveaux sont soutenus par des programmes de subventions publiques.

La conception optimisée des différents projets de construction joue à cet égard un rôle décisif.

L'évaluation des besoins en énergies électrique et thermique des bâtiments réels doit être pensée en fonction des potentialités locales et de procédés si possible efficaces.

L'arrivée continue sur le marché de nouveaux procédés et appareils, ainsi que leur perfectionnement, fait que les performances des bâtiments et des systèmes existants doivent régulièrement être réexaminés et améliorés le cas échéant.

Les possibilités d'utilisation des énergies renouvelables sont multiples et ne feront qu'augmenter dans un futur proche. Le mode et l'échelle de leur utilisation sont liés aux conditions locales, au type et à l'ampleur des mesures constructives, mais aussi au budget.

La mise en œuvre de procédés concrets est soutenue par des programmes publics de soutien et d'économies d'énergie, sachant que les montants des aides et leurs objets sont régulièrement soumis à l'évolution des conditions réelles.

Sources d'énergie	Énergie primaire	Transformation naturelle de l'énergie	Transformation technique de l'énergie	Énergie secondaire : chaleur	Énergie secondaire : électricité	Énergie secondaire : carburants
Soleil	Énergie hydraulique	Évaporation, précipitations, fonte	Centrale hydraulique		x	
	Énergie éolienne	Mouvements atmosphériques (vent)	Convertisseur de l'énergie éolienne		x	
		Mouvement de la houle	Usine houlomotrice		x	
	Rayonnement solaire	Courants marins	Énergie hydrolienne		x	
		Réchauffement de la surface de la terre et de l'atmosphère	Centrale ETM (Énergie Thermique des Mers)		x	
		Rayonnement solaire	Capteur, centrale thermique solaire	x		
			Cellule solaire, centrale photovoltaïque		x	
			Photolyse			x
	Biomasse	Production de biomasse	Installation de conversion de biomasse			x
Terre	Décomposition des isotopes	Géothermie	Centrale géothermique	x	x	
Lune	Gravitation	Marées	Usine marémotrice		x	

① Les énergies renouvelables et leur usage

Mesures passives	Mesures actives	Mesures hybrides
Écologie urbaine	Cogénération force-chaleur	Stockages thermique et frigorifique en lien avec des systèmes de pré-conditionnement d'air par l'intermédiaire des éléments de construction ou du sol
Volumétrie et orientation	Capteur solaire	
Inertie thermique	Photovoltaïque	
Complexes isolants	Régulation thermoactive	
Types de vitrages spécifiques	Pompes à chaleur (PAC)	
Façades doubles, zones tampons	Géothermie	
Atriums	Piles à combustible	
	Technique à condensation	
	Systèmes de refroidissement (par ex. accumulateur frigorifique)	

② Dispositifs et installations techniques écologiques

Postulats	Mesures
① Diminution des besoins en chaleur par des mesures constructives	<p>Déperditions thermiques minimisées</p> <p>Gains solaires passifs maximisés</p> <p>U Valeur U</p> <p>S Inertie thermique I</p> <p>A·V Volumétrie SV</p> <p>Proportion de fenêtres minimale</p> <p>Protection solaire</p> <p>Enveloppe</p> <p>Orientation</p> <p>Volumétrie</p> <p>Proportion de fenêtres maximale</p> <p>Situation du bâtiment</p>
② Diminution des besoins en énergie par des mesures constructives	<p>Réduction énergétique strict nécessaire de la zone ventilée ou climatisée de façon artificielle</p> <p>Utilisation de la lumière du jour</p> <p>Bureaux collectifs ou moyens, 3 à 15 postes de travail ventilés naturellement</p> <p>Inertie I</p> <p>Hauteur des pièces</p> <p>Minimisation des surfaces intérieures et des sous-sols</p> <p>Protection solaire extérieure</p> <p>Postes de travail proches des fenêtres</p> <p>Surfaces des parois de couleurs claires</p> <p>Fenêtres hautes</p> <p>Proportion de fenêtres maximale</p> <p>Verre clair</p>
③ Réduction de la consommation d'énergie finale pour chauffage et rafraîchissement par des mesures techniques	<p>Durées de fonctionnement minimales</p> <p>Bon rendement annuel</p> <p>Bonne régulation (par exemple en groupes)</p> <p>Récupération de chaleur</p> <p>Cogénération force-chaleur</p> <p>En cas d'installation de climatisation et de ventilation, flux d'air vicié</p>
④ Approvisionnement en énergie assuré par une diversification accrue	<p>Au moins deux sources d'énergie</p> <p>Flexibilité</p> <p>Proportion maximale d'apports en énergies renouvelables (air, vent, soleil, eau)</p> <p>Nouveaux vecteurs d'énergie</p> <p>Nouveaux systèmes techniques</p> <p>Renforcement de l'énergie</p> <p>accumulateur</p>

③ Objectifs et mesures de conception des systèmes d'énergie et d'installations techniques

ÉNERGIES RENOUVELABLES ÉNERGIE SOLAIRE

Photovoltaïque

L'énergie solaire est transformée en énergie électrique par des cellules solaires ; il s'agit d'un élément essentiel de la conception écologique des bâtiments car l'énergie électrique ainsi produite est renouvelable. Les cellules solaires exploitent le rayonnement direct et diffus du Soleil. Il faut alors éviter les zones d'ombrage, les ombrages partiels étant plus pénalisants que les ombrages temporaires.

Le rendement de l'électricité d'origine solaire est lié aux conditions climatiques locales et spatiales (fig. 1).

Sous nos latitudes, le rendement électrique solaire optimal se situe pour un angle d'inclinaison compris entre 20 et 35 °C avec une orientation au sud. La puissance maximale (capteurs bien orientés, bien inclinés, sans ombrage) d'une installation photovoltaïque constitue sa puissance-crête (en kWc) sous un ensoleillement donné. Dix mètres carrés de modules courants développent une puissance-crête d'un kilowatt, soit une énergie d'environ 900 kWh par an dans le nord de la France et de 1 100 kWh dans le sud.

Les cellules solaires sont reliées entre elles pour constituer des unités plus grandes (modules). Les différents types de modules (monocristallin, polycristallin, amorphe) se distinguent par leur puissance, leur rendement et leur apparence. Les cellules monocristallines présentent une surface régulière variant du gris foncé au noir, les cellules multicristallines passent du gris au bleu ; des modules semi-transparents sont également possibles.

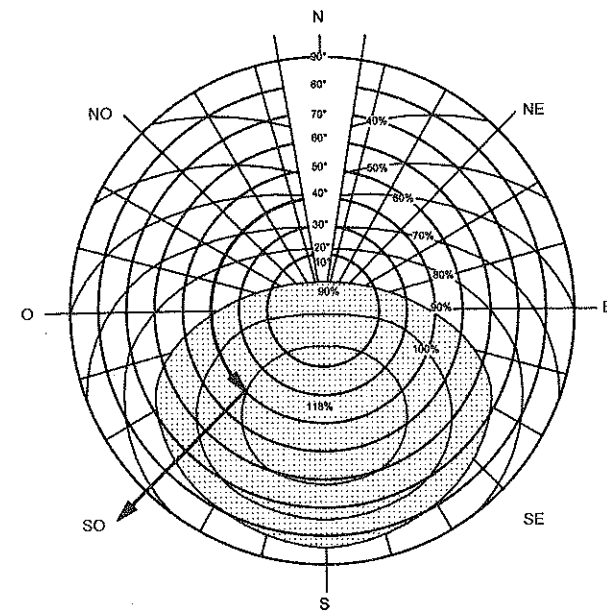
La transformation par un onduleur de la tension continue issue des cellules solaires en tension alternative n'entraîne que de faibles déperditions par conversion. La plupart des installations sont reliées au réseau pour des raisons d'économie de fonctionnement : le courant provenant des cellules solaires est injecté dans le réseau, ce qui nécessite un compteur d'énergie injectée séparé. Le courant ainsi produit par énergie solaire est injecté sur le réseau du fournisseur d'électricité qui est obligé de l'acheter à un prix attractif, fixé par la loi.

En cas, les grandes installations photovoltaïques avec des inclinaisons et des orientations variées devraient fonctionner avec des générateurs solaires et des systèmes d'injection dans le réseau distincts dans un souci d'adaptation optimale. Les installations reliées au réseau fonctionnent de façon totalement automatisée, ne nécessitent aucun entretien et ont une durée de vie minimale de 20 ans.

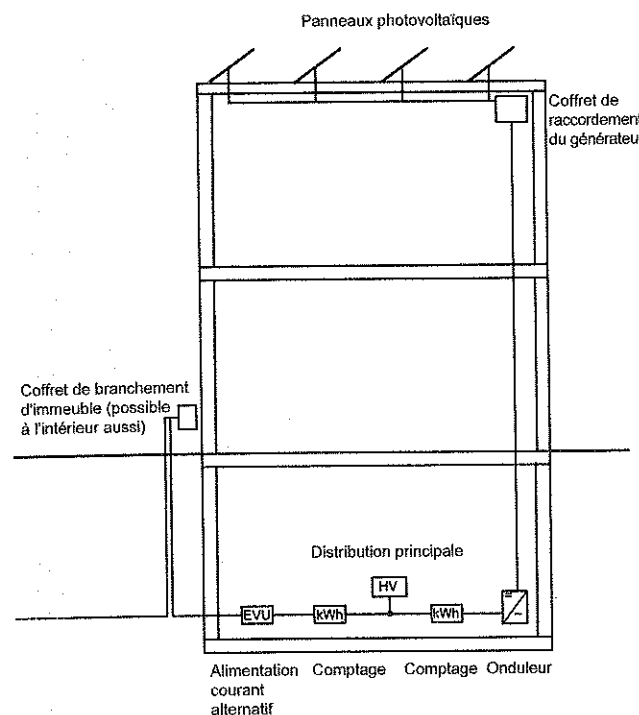
Les éléments photovoltaïques peuvent être intégrés de différentes manières dans l'enveloppe du bâtiment ou bien rapportés ultérieurement. Installés à l'extérieur, ils peuvent fonctionner comme une partie autonome des façades ou de la toiture : les cellules solaires résistent aux rayons ultraviolets et aux intempéries.

Elles peuvent jouer un rôle esthétique décisif et assurer d'autres fonctions : protections acoustique, visuelle, solaire et contre les intempéries. Les cellules solaires sont souvent installées en toiture : posées sur le toit (indépendantes, souvent lors d'une modernisation), intégrées à la toiture ou jouant le rôle de couverture.

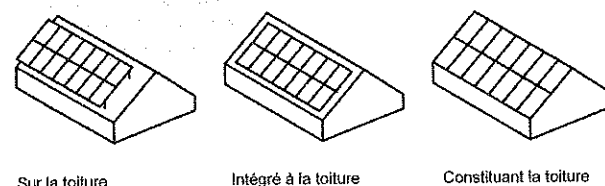
L'installation des modules photovoltaïques est aussi envisageable en façade : on choisit alors des constructions ventilées par l'arrière afin d'éviter les diminutions de performance dues à l'échauffement du dispositif (fig. 3 et 4).



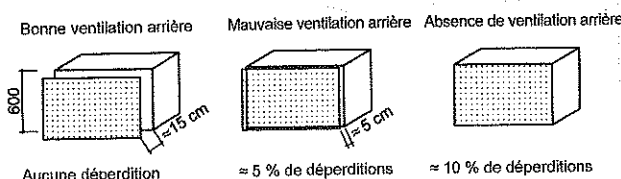
① Performance des éléments photovoltaïques en fonction de leur disposition et de leur orientation



② Principe d'une installation photovoltaïque reliée au réseau



③ Possibilités de disposition en toiture des éléments photovoltaïques



④ Éléments photovoltaïques en façade et diminution des performances

ÉNERGIES RENOUVELABLES BIOÉNERGIE

Utilisation de la biomasse

L'utilisation de l'énergie de la biomasse s'effectue selon des procédés chimiques ou biologiques (combustion, gazéification et liquéfaction).

Le biodiesel, le bois et les déchets issus de l'agriculture occupent une place prépondérante. Le biodiesel s'obtient par liquéfaction de matières premières renouvelables contenant des hydrocarbures. Il peut remplacer le mazout ou le gaz naturel ou encore être utilisé dans des chaudières adéquates ou des centrales de cogénération.

Le bois-énergie

Le bois se trouve en grandes quantités et peut être exploité sous différentes formes. Le rendement dépend de la densité du bois et de son humidité : il est deux fois meilleur pour du bois sec que pour du bois vert. Le pouvoir calorifique, les dimensions, la forme et le traitement varient en fonction du type de bois ; il peut se trouver sous forme de bûches, de bois déchiqueté, de granulés ou de pellets.

Les petites installations avec une puissance calorifique nominale inférieure à 15 kW peuvent utiliser des bûches de bois naturelles, mais aussi des bois de feuillus et de résineux (forêt) ou des déchets de bois provenant de la transformation ; les bois usagés sont toutefois déconseillés. Les sciures de bois, la paille, etc. peuvent être également exploitées par des installations plus importantes.

Les installations centrales de combustion sont préférables aux foyers individuels car elles offrent un meilleur contrôle des émissions. Les chaudières à alimentation automatique présentent de meilleures valeurs d'émission par rapport à une alimentation manuelle.

Dans le cas du chauffage avec bois déchiqueté ou à pellets, le combustible est amené depuis un local attenant ou un silo, à l'aide d'une vis sans fin ou d'un dispositif d'aspiration, vers la chambre de combustion, après avoir transité par un réservoir intermédiaire.

L'alimentation continue en combustible garantit un bon rendement et une bonne régulation de la puissance.

Les pellets (déchets compressés issus de l'industrie de transformation du bois, valeur énergétique élevée de 4,3-5 kWh/kg, environ 1/3 de celle du mazout) sont livrés dans des camions citernes et stockés dans des réservoirs ; la technologie et les surfaces de stockage nécessaires sont comparables à celles du mazout.

Les dimensions d'une chaudière correspondent aussi plus ou moins à celles prévues pour le gaz ou le mazout. Le niveau de sécurité est néanmoins inférieur à celui du mazout. Les réservoirs de bois déchiqueté sont alimentés par benne.

Il est conseillé (et même indispensable pour des chaudières à bûches) de prévoir des ballons tampons pour augmenter la durée de la combustion dans la chaudière pour les chauffages à pellets et à bois déchiqueté ; on peut se baser sur une puissance nominale de 40 l/kW.

Les installations de combustion pour combustibles durs ne nécessitent pas d'autorisation pour une puissance thermique inférieure à 1 MW.

La gazéification du bois (ou du bois déchiqueté par exemple) est une autre technique de valorisation effectuée dans des centrales de cogénération ; le mazout sert alors de moteur à allumage commandé.

La combinaison d'une chaudière à bois et d'une installation thermique solaire est intéressante car l'eau préchauffée par l'énergie solaire peut alors être réchauffée dans la chaudière (fig. 5).

Biogaz

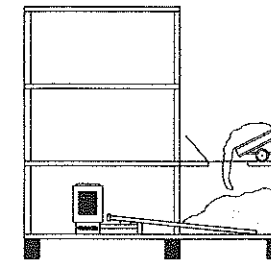
Le biogaz est issu de la décomposition des matières organiques selon un processus de fermentation : c'est une énergie renouvelable provenant de la biomasse animale ou végétale. La gazéification de la biomasse s'effectue dans un fermenteur qui alimente une centrale de cogénération. Le lisier décomposé est répandu dans les champs sous forme d'engrais tandis que les sédiments restants peuvent servir de compost.

La gazéification de la biomasse est un processus continu et sensible qui nécessite un contrôle permanent. Il est nécessaire de vérifier les conditions réglementaires d'installation d'unités de valorisation du biogaz.

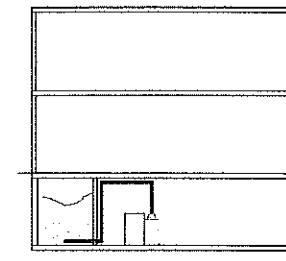
L'exploitation des gaz de décharges (matières solides fermentées) est également possible pour la production de chaleur et d'électricité, au moyen de sondes à gaz ou de drainages de gaz. Destinée au fonctionnement de centrales de cogénération ou en tant que gaz de chauffage, elle est soumise à autorisation.

Type de bois	kWh/m³	kWh/kg	Type de bois	kWh/m³	kWh/kg
Érable	1 900	4,1	Épicéa	1 700	4,4
Bouleau	1 900	4,3	Mélèze	1 700	4,4
Hêtre	2 100	4,0	Peuplier	1 200	4,1
Chêne	2 100	4,2	Robinier	2 100	4,1
Aulne	1 500	4,1	Sapin	1 400	4,5
Frêne	2 100	4,2	Saule	1 400	4,1

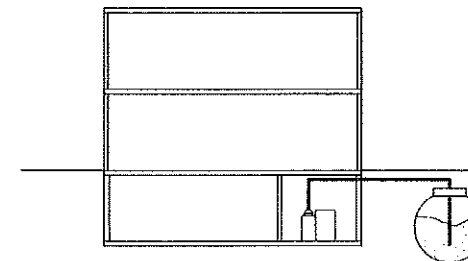
① Pouvoir calorifique des types de bois



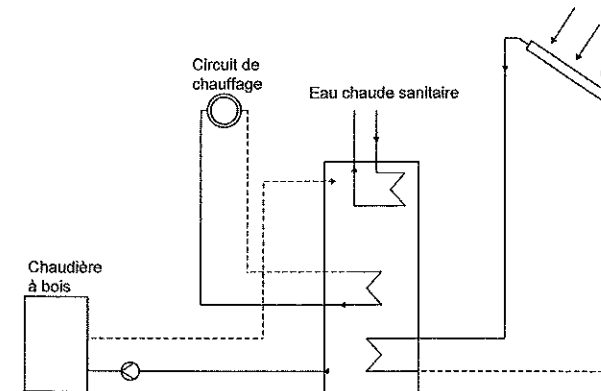
② Chauffage au bois déchiqueté avec alimentation automatique



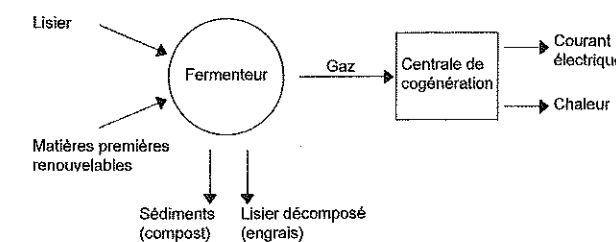
③ Chauffage aux pellets de bois avec stockage dans une cave



④ Chaudière à pellets de bois avec stockage en citerne



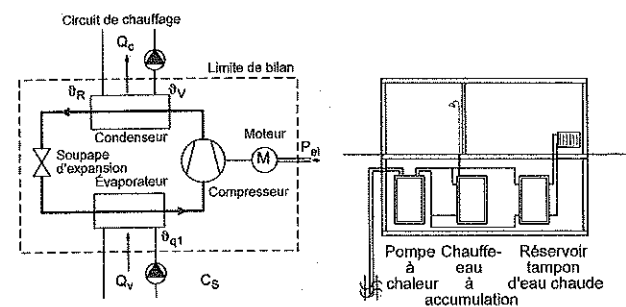
⑤ Installation de production de chaleur avec installation thermique solaire, chaudière à bois et ballon tampon



⑥ Principe d'utilisation du biogaz dans l'agriculture

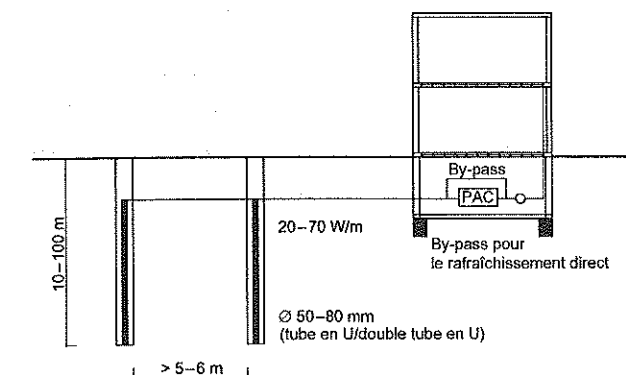
Eau	Eau de surface	Eaux des cours d'eau, de lac et des océans
	Eau souterraine	Nappe souterraine, eau de source, de puits, eaux profondes et thermales
	Rejets thermiques	Eau de refroidissement, eaux usées communales, eaux usées des particuliers, eau à usage industriel
	Circuit d'eau	Réseau de chauffage à distance, de distribution d'eau, eau de processus
Air	Air extérieur, air vicié, air vicié industriel, chaleur dégagée par l'éclairage, par les personnes, chaleur industrielle	
	Sous-sol	
Énergie solaire		

1 Sources d'énergie utilisées par les pompes à chaleur

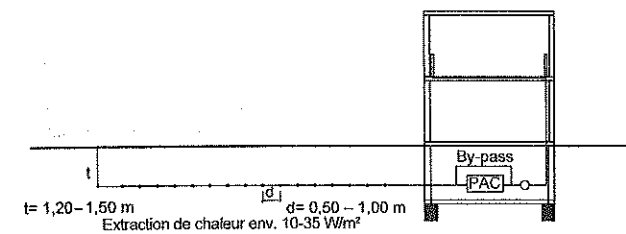


2 Principe de fonctionnement d'une pompe à chaleur

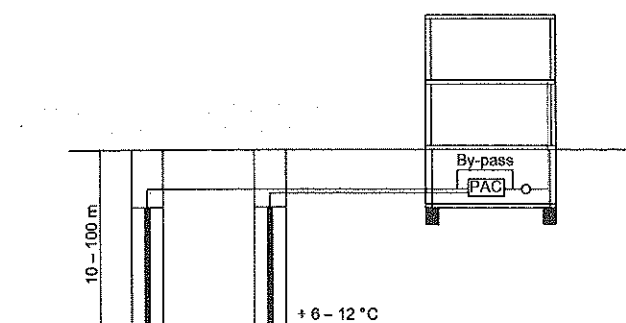
3 Installation complète d'une pompe à chaleur



4 Sondes terrestres servant de source de chaleur pour pompe à chaleur (en combinaison avec une régulation thermoactive)



5 Collecteurs enterrés servant de source de chaleur pour pompe à chaleur



6 Nappe souterraine servant de source de chaleur pour pompe à chaleur (en combinaison avec un chauffage par le sol)

ÉNERGIES RENOUVELABLES GÉOTHERMIE, POMPES À CHALEUR

Géothermie de surface

Il s'agit de l'utilisation de l'énergie géothermique jusqu'à une profondeur d'environ 400 m. L'augmentation de la température est d'environ 7 à 11 °C entre 10 et 20 m de profondeur. Le flux thermique est influencé dans la couche superficielle par les intempéries et les températures de l'environnement. Celles qui sont relativement constantes peuvent être exploitées pour le chauffage et le rafraîchissement. Plusieurs procédés de production d'énergie existent :

Capteurs géothermiques

Il s'agit de tubes métalliques ou en polyéthylène posés à l'horizontale dans le sol et dans lesquels circule un fluide frigorigène ou de l'eau avec de l'antigel. Ils sont installés en boucle avec un écartement de 40 cm à faible profondeur (0,6 à 1,2 m). L'extraction de chaleur varie entre 20 et 40 W/m². Les capteurs géothermiques ne doivent pas être recouverts par des constructions ni leur surface imperméabilisée.

Sondes géothermiques

Par rapport aux capteurs, elles n'occupent qu'une faible surface et présentent des puissances calorifiques supérieures. Elles sont installées en réseau fermé, généralement de façon indirecte et plus rarement sous forme de système direct. Dans ce dernier cas, un circuit enterré est par exemple relié à une pompe à chaleur à l'aide d'un échangeur thermique. Il existe plusieurs types de formes : tube en U, sonde en double U, sonde coaxiale ; le trou de forage est scellé avec un mélange de bentonite et de ciment pour une meilleure transmission thermique. Les puissances d'extraction se situent entre 20 et 70 W/m. Deux sondes de 50 m de profondeur suffisent pour chauffer une maison de 150 m², mais ce système coûteux est surtout adapté aux petits ensembles de logements et aux immeubles de bureaux.

Puits servant de source de chaleur

Le rafraîchissement direct à partir des nappes aquifères est possible : des échangeurs thermiques en forme de thermoplongeur sont immergés dans l'aquifère à travers des trous de forage et reliés à une pompe à chaleur par l'intermédiaire d'un circuit enterré.

Le plus souvent, l'eau est pompée et réinjectée à travers des puits de prélèvement et d'extraction. De telles installations (tout comme les sondes géothermiques) sont en principe soumises à autorisation ; les nécessaires travaux de forage doivent être réalisés par des entreprises spécialisées.

L'énergie obtenue peut être directement utilisée au moyen d'une régulation thermoactive ou par des pompes à chaleur.

Il faut déterminer avec précision si les sources de chaleur (air ou eau) sont adaptées aux projets de construction envisagés car leurs températures évoluent sur l'année à l'inverse des besoins.

Pompes à chaleur (PAC)

La chaleur de l'environnement et de la terre est exploitée en utilisant un processus thermodynamique et par un apport d'énergie mécanique. Les 3/4 de l'énergie nécessaire au chauffage sont prélevés sur l'environnement, le reste étant utilisé comme électricité pour le fonctionnement du compresseur. Les installations de pompes à chaleur conçues selon un concept global d'approvisionnement en énergie occupent une place de premier choix car elles peuvent assurer à la fois le chauffage et le rafraîchissement.

Une pompe à chaleur est constituée, d'une manière générale, d'un évaporateur, d'un compresseur, d'un condenseur et d'un détendeur. Ces éléments sont reliés au moyen de conduites pour former un système fermé parcouru par le fluide frigorigène. Ce système extrait de la chaleur à l'environnement par évaporation. Le fluide actif, désormais gazeux, est comprimé par un condenseur actionné de façon électrique (augmentation de la pression et de la température). Un second échangeur thermique restitue alors cette chaleur au système de chauffage. Le fluide actif se refluïdifie à cette occasion. Le détendeur lui permet de retrouver sa pression d'origine plus basse.

Utilisable pour les chauffages à basse température (optimal pour les basses températures de départ, notamment les chauffages par le sol) et la production centrale d'eau chaude sanitaire. La chaleur livrée par le condenseur de la pompe à chaleur doit toujours être évacuée, d'où la mise en place d'un ballon tampon (inutile en cas de chauffage par le sol).

Fonctionnant nuit et jour toute l'année de façon indépendante, la pompe à chaleur est considérée comme un système de chauffage préservant au mieux l'environnement. L'énergie nécessaire à son fonctionnement bénéficie en partie de tarifs d'énergie privilégiés et nécessite des compteurs séparés.

ÉNERGIES RENOUVELABLES

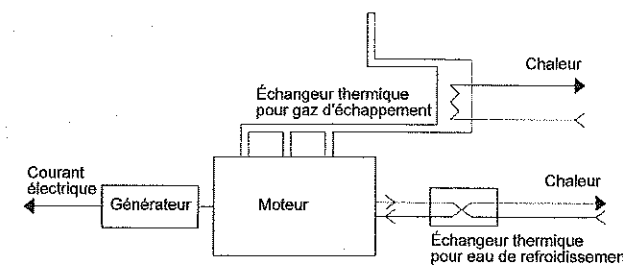
PRODUCTION COMBINÉE ÉLECTRICITÉ-CHALEUR, CENTRALE DE COGÉNÉRATION, PILES À COMBUSTIBLE

La production combinée électricité-chaleur assure la production combinée de chaleur utile et d'énergie mécanique transformée en énergie électrique dans un générateur. Le principe fondamental consiste à produire de l'énergie électrique en exploitant les rejets thermiques inévitables. Dans le cas des petites installations (pour un ou plusieurs bâtiments), des moteurs à combustion ou des turbines à gaz sont utilisés à la place des habituels circuits d'eau/vapeur des centrales.

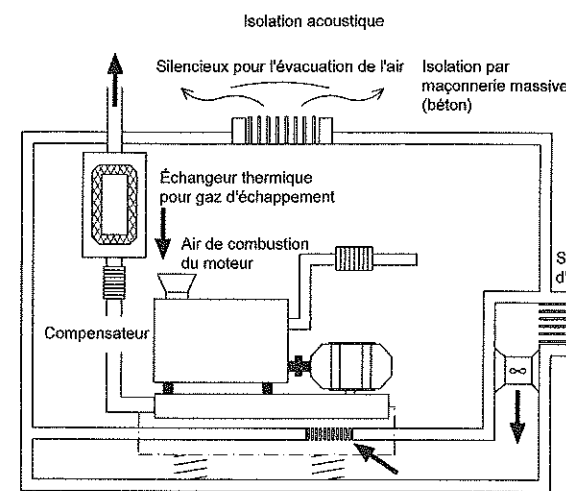
Par centrale de cogénération, on entend une petite centrale qui produit par la cogénération force-chaleur à la fois de l'électricité et de la chaleur utile.

Le dimensionnement d'une centrale de cogénération a une influence décisive sur sa performance. L'énergie obtenue selon le principe de la production combinée électricité-chaleur se compose pour 1/3 d'électricité et pour 2/3 de chaleur. Les besoins en énergie d'un bâtiment variant en fonction des heures de la journée et des saisons déterminent si le dimensionnement d'une centrale de cogénération doit se baser sur l'électricité ou sur la chaleur. Dans le second cas, le courant électrique en excès ou manquant est équilibré par le réseau public ; dans le premier cas, l'excès de chaleur obtenue est provisoirement stocké dans des ballons tampons et, en cas de manque de chaleur, on fera alors appel à des installations de production de chaleur supplémentaires. Les centrales de cogénération fonctionnent la plupart du temps grâce à la chaleur, c'est-à-dire qu'elles sont conçues en fonction de la charge thermique. Cela suppose toutefois que l'évolution dans le temps des besoins en chaleur et en électricité du bâtiment soit connue ; en cas notamment de construction neuve de logements, les besoins peuvent être précisément évalués à l'aide de courbes caractéristiques. Généralement, la centrale de cogénération couvre l'essentiel des besoins de chaleur, l'électricité en excès étant alors reversée dans le réseau à condition d'avoir installé un compteur supplémentaire. Les besoins de chaleur aux heures de pointe sont couverts par un producteur de chaleur supplémentaire. Les centrales de cogénération existent en différentes dimensions, les plus petits modules pour maison familiale ont une puissance électrique minimale de l'ordre de 2 kW et sont appelés microcentrales de cogénération. Les petites centrales de cogénération jusqu'à 30 kW conviennent à des petits collectifs d'habitation jusqu'à 6 logements. Les centrales de cogénération compactes couvrent des besoins jusqu'à 400 kW et davantage encore pour les grandes centrales de cogénération. La surface nécessaire pour une petite centrale de cogénération de 5,5 kW de puissance électrique est de 4 m² et de 6,5 m² pour celles de 15 kW, à quoi s'ajoutent les surfaces prévues pour les chaudières supplémentaires.

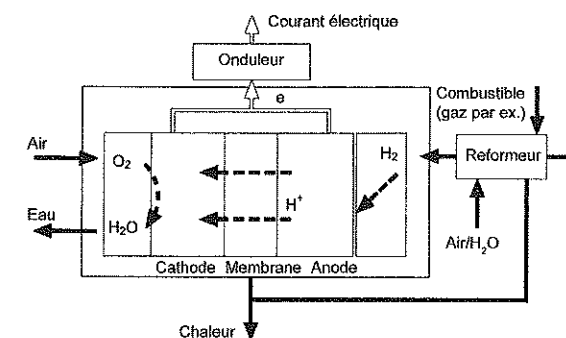
Les piles à combustible produisent de l'électricité et de la chaleur à partir d'hydrogène et d'oxygène selon un processus électrochimique inverse à l'électrolyse. Elles sont composées d'électrodes (anode et cathode) et d'un électrolyte qui sépare les électrodes et de réactifs. Les piles à combustible produisent du courant continu qu'il convient de transformer en courant alternatif à l'aide d'un onduleur. Les rejets thermiques assurent le chauffage du bâtiment à l'aide d'un circuit de refroidissement. L'hydrogène est obtenu à partir de gaz naturel ou de méthane/méthanol transformés. Comme les centrales de cogénération, les piles à combustible produisent à la fois de l'électricité et de la chaleur, toutefois sans éléments mécaniques ni émissions sonores. À l'instar des centrales de cogénération, la charge thermique et la puissance électrique installée sont des critères pour choisir le type de pile à combustible. Là aussi, il vaut mieux prévoir de n'assurer qu'une charge partielle et de couvrir les besoins aux heures de pointe à l'aide de producteurs de chaleur supplémentaires. Les rejets thermiques peuvent être utilisés au cours des mois les plus chauds pour faire fonctionner une machine frigorifique à absorption. On distingue les piles à combustible d'après leur température de fonctionnement (à basse ou haute température) et l'électrolyte utilisé. Les piles à combustible à basse température conviennent à de petits ouvrages comme les petits collectifs d'habitation ou les petites entreprises. Les piles à combustible haute température ne conviennent qu'à des échelles plus importantes car elles fournissent de l'électricité et de la chaleur en grandes quantités et que les températures élevées doivent être décomposées en de multiples utilisations selon un principe de cascade énergétique. Les piles à combustible peuvent servir en cas de modernisation technique ou de construction neuve.



1 Principe de fonctionnement de la production combinée électricité-chaleur



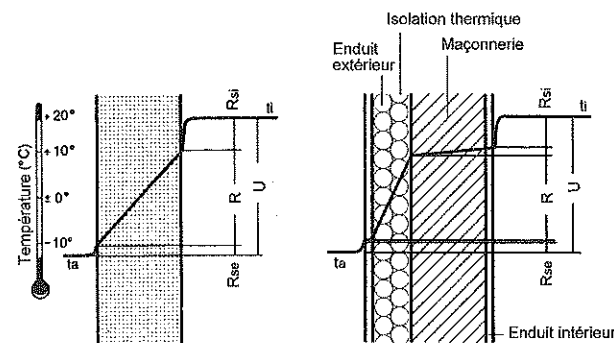
2 Centrale de cogénération et mesures constructives



3 Schéma de montage d'une pile à combustible

Désignation	Abréviation	Température de fonctionnement	Électrolyte	Combustible	Oxydant	Domaine d'utilisation
Pile à combustible alcaline	AFC	80 °C	Hydroxyde de potassium	Hydrogène	Oxygène	Aéronautique
Pile à combustible à membrane électrolyte polymère	PEMFC	80 °C	Polymère solide	Hydrogène, méthanol	Oxygène/air	Transports, petites centrales
Pile à combustible à l'acide phosphorique	PAFC	200 °C	Acide phosphorique	Gaz naturel	Air	Centrales thermiques
Pile à combustible à carbonate fondu	MCFC	650 °C	Lithium et carbonate de calcium	Gaz naturel, gaz dérivé, charbon et biogaz	Air	Centrales électriques, centrales thermiques
Pile à combustible à oxyde solide	SOFC	1 000 °C	Oxyde de zirconium	Gaz naturel, gaz dérivé, charbon et biogaz	Air	Centrales électriques, centrales thermiques

4 Aperçu des différents types de piles à combustible



Paroi extérieure avec complexe isolant

U 0,35 W/m²K
R 1,2 m²K/W

Coefficient de transmission thermique
U_{effectif} = 0,29 W/m²K

Couche de matériau	Densité (kg/m³)	Épaisseur e (m)	FG (kg/m²)	λ (W/mK)	e/λ (m²K/W)
1 Rse					0,040
2 Enduit ext.		0,01			
3 Isolation	30	0,12	3,6	0,040	3,000
4 Maçonnerie	1800	0,24	432,0	0,990	0,242
5 Enduit int.	1400	0,01	14,0	0,700	0,014
6 Rsi					0,130
Σ					RT = 3,427

3 Calcul du coefficient de transmission thermique (valeur U) d'après la norme EN ISO 6946 pour une paroi extérieure avec un complexe isolant

Toiture en pente

U 0,30 W/m²K
R 1,75 m²K/W

Proportion d'isolation f_i 85 %
Proportion de chevron f_c 15 %

Coefficient de transmission thermique moyen
U_{effectif} = 0,29 W/m²K

Couche de matériau	Densité (kg/m³)	Épaisseur e (m)	FG (kg/m²)	λ (W/mK)	e/λ (m²K/W)
Rse					0,040
1 Couverture					
2 Lattage					
3 Sous-toiture					
4 Isolation	30	0,16	4,8	0,040	4,000
Chevron	600	0,16	96,0	0,130	1,231
5 Freine-vapeur					
6 Lattage, couche d'air fermée		0,025			0,16
7 Plaque de plâtre	900	0,0125	11,3	0,250	0,050
Rsi					0,100
Σ					Valeur limite supérieure R _T = 1/(1/R _{se} + 1/R _{si} + 1/R _{isol} + 1/R _{chev}) = 3,445
					Valeur limite inférieure R _T = R _{se} + R ₁ + R ₂ + R ₃ + R ₄ + R ₅ + R ₆ + R ₇ + R _{si} = 3,341
					R _T = (R _T + R _T)/2 = 3,393

4 Calcul du coefficient de transmission thermique (valeur U) d'après la norme EN ISO 6946 pour une toiture en pente

PHYSIQUE DU BÂTIMENT

ISOLATION THERMIQUE

Des mesures techniques de protection thermique sont indispensables pour limiter les déperditions thermiques de façon suffisante et pour éviter les désordres liés à l'eau de condensation ; celles-ci doivent faire l'objet d'une documentation. La détermination des coefficients de transmission thermique (valeurs U), des valeurs de calcul énergétiques (conductibilité thermique) et des principales notions sont décrites plus loin :

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 1 K la température de 1 000 g d'eau.

Les échanges de chaleur par convection (transport de chaleur), conduction, rayonnement et par diffusion de vapeur d'eau peuvent être ralentis mais pas complètement arrêtés par l'isolation.

Conductibilité thermique λ en W/mK [kcal/mhK]. C'est une propriété spécifique de la matière. Plus sa valeur est petite, moins sa capacité à conduire la chaleur est grande. Les valeurs de calcul correspondant aux normes comprennent en plus des valeurs nominales des majorations pour l'application pratique (température, humidité, vieillissement).

Résistance thermique R en m²K/W [m²hK/kcal]. C'est une grandeur spécifique à une couche de matériau : $R = e/\lambda$ (e = épaisseur de la couche en m). Le calcul de la résistance thermique est important pour déterminer les coefficients de transmission thermique U selon les normes en vigueur (voir fig. 3 et 4).

Résistance à la transmission thermique : c'est la valeur d'isolation thermique de la couche d'air jouxtant des éléments de construction. On distingue les résistances à la transmission thermique de la surface extérieure de l'élément de construction (R_{se}) et celles de la surface intérieure (R_{si}).

Résistance thermique 1/U, exprimée en m²K/W [m²hK/kcal]. C'est la somme des résistances d'un élément de construction contre le passage de la chaleur (résistances thermiques et résistances à la transmission thermique) : $1/U = R_{si} + R + R_{se}$.

Coefficient de transmission thermique U d'une paroi en W/m²K [kcal/m²hK]. Il caractérise la quantité de chaleur traversant une paroi en régime permanent, par unité de temps, par unité de surface et en fonction de la différence de température de part et d'autre de ladite paroi. Il est l'inverse de la résistance thermique totale (RT) de la paroi. Plus sa valeur est faible et plus la construction sera isolée. La réglementation thermique RT 2005 précise l'utilisation de U et indique ses valeurs maximales pour différents cas (voir p. 527). Les figures 3 et 4 détaillent le calcul des coefficients de transmission thermique U en prenant l'exemple d'un mur extérieur avec un complexe isolant et d'une toiture en pente.

Ce dernier ouvrage est constitué d'une partie de poutre (15 %) et d'un espace compris entre chevrons (85 %). La résistance thermique R représente dans ce cas une valeur moyenne entre la valeur limite supérieure R_T et la valeur limite inférieure R_T. La détermination de R_T s'effectue par addition de la partie de poutre et de la partie d'isolation à proportion de leur surface respective. Celle de R_T consiste en la somme des différentes résistances thermiques et à la transmission thermique.

ISOLATION THERMIQUE

DIFFUSION DE 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.

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.

La température particulière pour laquelle le degré relatif d'humidité de l'air atteint 100 % s'appelle le « point de rosée ».

La pression atmosphérique de l'air est de 1 bar ou 1 000 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 vapeur d'eau de l'air (voir tableau 2), 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 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 .

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 °C / 50 % ≈ 11,70 mbar
Extérieur -15 °C / 80 % ≈ 1,3 mbar
Différence 11,70 - 1,30 = 10,4 mbar

Mur 24 cm ETM ; $\mu \times d$ 4,5 × 24 = 108 cm 94,7 % × 10,5 = 9,8 mbar
Enduit intérieur 1,5 cm ; $\mu \times d$ 6 × 1,0 = 6 cm 5,3 % × 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. 4 à 9), l'élément de construction y compris ses couches d'air limite est représenté avec une échelle graduée en isolation thermique (à comparer avec p. 524). 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. 14) relatif à un élément de construction à simple paroi, alors que la condensation se forme dans (fig. 5) 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. 3).

• 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 côté extérieur (fig. 6) : sinon, la condensation apparaît (fig. 10).

• 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. 8). 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. 3) !

Température de l'air

Point de rosée pour une humidité relative de l'air de :

	35 %	40 %	45 %	50 %	55 %	60 %	65 %	70 %	75 %	80 %	85 %
30 °C	12,9	14,9	16,8	18,4	20,0	21,4	22,7	23,9	25,1	26,2	27,2
25 °C	8,5	10,5	12,2	13,9	15,3	16,7	18,0	19,1	20,3	21,3	22,3
24 °C	7,6	9,6	11,3	12,9	14,4	15,8	17,0	18,2	19,3	20,3	21,3
23 °C	6,7	8,7	10,4	12,0	13,5	14,8	16,1	17,2	18,3	19,4	20,3
22 °C	5,9	7,8	9,5	11,1	12,5	13,9	15,1	16,3	17,4	18,4	19,4
21 °C	5,0	6,9	8,6	10,2	11,6	12,9	14,2	15,3	16,4	17,4	18,4
20 °C	4,1	6,0	7,7	9,3	10,7	12,0	13,2	14,3	15,4	16,4	17,4
19 °C	3,2	5,1	6,8	8,3	9,8	11,1	12,3	13,4	14,5	15,5	16,4
18 °C	2,3	4,2	5,9	7,4	8,8	10,1	11,3	12,5	13,5	14,5	15,4
17 °C	1,4	3,3	5,0	6,5	7,9	9,2	10,4	11,5	12,5	13,5	14,5
16 °C	0,5	2,4	4,1	5,6	7,0	8,2	9,4	10,5	11,6	12,6	13,5
15 °C	-0,3	1,5	3,2	4,7	6,1	7,3	8,5	9,6	10,6	11,6	12,5

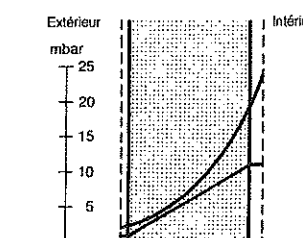
1 Température du point de rosée en fonction de la température et de l'humidité relative de l'air

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

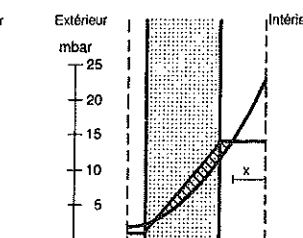
Temp. ext. (°C)	Humidité relative de l'air		
	50	60	70
-12	33,5 %	25 %	17,8 %
-15	30,8 %	23 %	16,2 %
-18	28,4 %	21 %	15,0 %

2 Pression partielle de vapeur d'eau de l'air

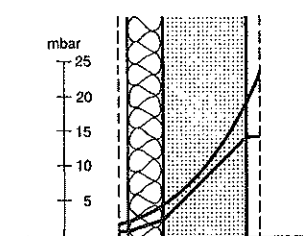
3 Pourcentage maximal de la couche d'air limite, le cas échéant jusqu'à la surface limite de la vapeur



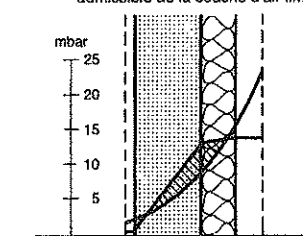
4 La pression partielle de vapeur d'eau reste en dessous de la valeur maximale possible, il n'y a pas de condensation.



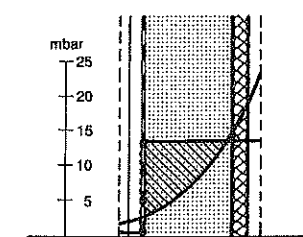
5 Pourcentage de couche d'air limite trop élevée (isolation thermique trop faible) : condensation à l'intérieur et à l'extérieur de l'élément de construction. x = pourcentage max. admissible de la couche d'air limite



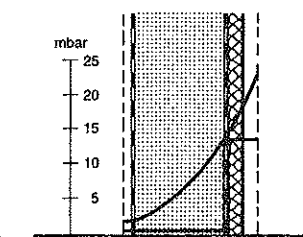
6 Le facteur de position (pente de la courbe) décroît du côté de l'extérieur : bon !



7 Mauvaise configuration des couches isolantes : le facteur de position (pente de la courbe) croît vers l'extérieur : condensation dans l'élément de construction !

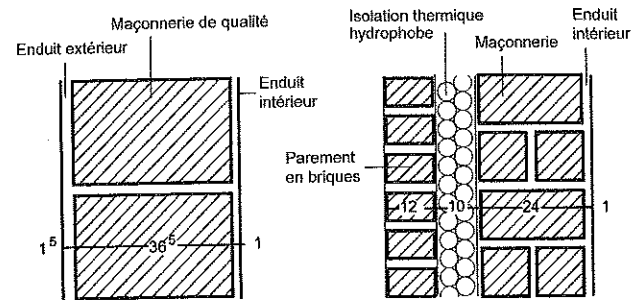


8 Étanchéité à la vapeur d'eau du côté froid : condensation dans l'élément de construction !



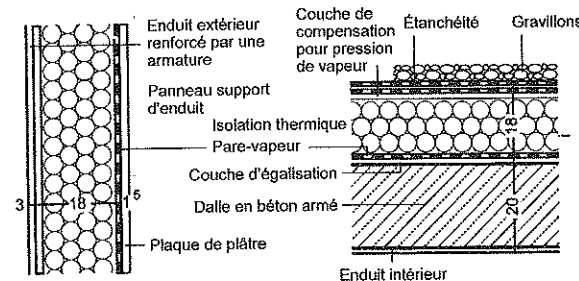
9 La couche supplémentaire d'étanchéité à la vapeur posée du côté chaud empêche la formation de condensation. x = isolation therm. max. sur le côté intérieur de la couche d'étanchéité à la vapeur d'eau

ISOLATION THERMIQUE DIFFÉRENTS TYPES DE CONSTRUCTIONS



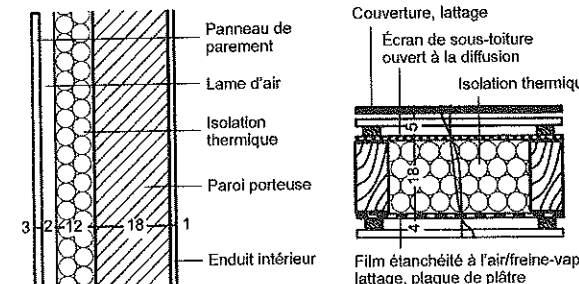
1 Mur massif simple

2 Mur massif double avec isolation centrale



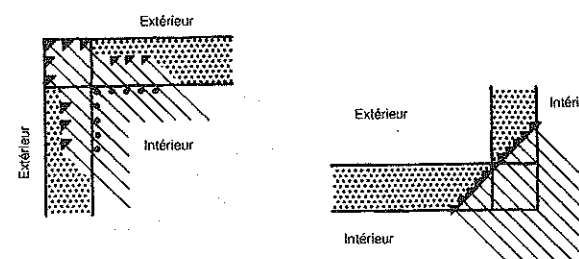
3 Façade « chaude » par panneaux préfabriqués

4 Toiture plate sous forme de toiture « chaude »



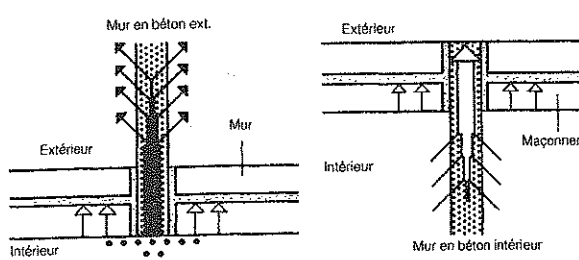
5 Paroi massive avec peau extérieure ventilée par l'arrière

6 Toiture en pente, construction ventilée par l'arrière (toiture « froide »)



7 L'eau se condense sur la surface intérieure de l'encadrement dont la concavité est tournée vers l'intérieur.

8 L'eau ne se condense pas sur la surface intérieure de l'encadrement dont la concavité est tournée vers l'extérieur.



9 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).

10 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 et 2)

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. 523, fig. 4 et 5). 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). **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).

Construction avec pare-vapeur (fig. 3 et 4)

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. 523, fig. 5 et 7). 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. 523, fig. 5 et 7). Il faut prévoir pour les bâtiments en dur une couche d'égalisation afin de préserver le pare-vapeur des dégâts mécaniques. 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. 523), 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. 123 et suivantes)).

Construction avec couverture extérieure et couche d'air intercalaire (fig. 6)

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 où l'isolation thermique est moins grande que celle des zones voisines. 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 (fig. 9). 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.

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 $1/\alpha$, 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 $1/k$.

La mise en place d'une réglementation thermique s'est opérée en prolongement du code de la Construction et de l'Habitation de 1969 et ses évolutions successives. Il s'agit d'imposer des normes aux constructions, afin de réduire significativement la consommation d'énergie au sein des bâtiments, et participer ainsi à la réduction générale d'émission de gaz à effet de serre.

L'engagement de la France, consécutif à la signature du protocole de Kyoto (1998) qui a pris effet en février 2005, est de ramener en 2010 le niveau d'émission de ces gaz à celui de 1990.

La contrainte de réduction par quatre des émissions de CO_2 du secteur du bâtiment à 2050, selon les objectifs de la politique énergétique du 13 juillet 2005, se traduira par l'obligation d'une division par six des émissions ramenées au mètre carré construit, compte tenu de l'augmentation du parc de bâtiments.

En supposant que la relation entre les quantités de CO_2 émises et les quantités d'énergie primaire reste identique, ces objectifs nécessiteraient de parvenir en moyenne sur le parc à une consommation moyenne d'énergie primaire par an et par mètre carré chauffé ou climatisé de moins de 70 kWh, dont environ 35 kWh pour le chauffage ou la climatisation et la production d'eau chaude sanitaire. Actuellement, la consommation moyenne annuelle d'énergie

RÉGLEMENTATION THERMIQUE EN FRANCE RT 2005

du secteur du bâtiment est de l'ordre de 400 kWh d'énergie primaire par m^2 par an (environ 330 pour le résidentiel et environ 550 pour le tertiaire, électricité spécifique comprise).

Ainsi, la réglementation thermique est mise à jour tous les cinq ans, afin de poursuivre les objectifs déclarés pour le secteur de la construction. La RT2005, qui fait suite à la RT2000, en constitue la première mise à jour.

La RT2012 dont les règles sont en cours d'élaboration sera obligatoire à compter de 2011 dans le tertiaire et de 2013 dans le résidentiel.

Le décret n° 2006-592 du 24 mai 2006 et l'arrêté qui lui fait suite définissent les caractéristiques thermiques et les performances des nouvelles constructions des secteurs résidentiel et non-résidentiel dont le permis de construire sera déposé à partir du 1er septembre 2006.

L'objectif de cette réglementation est de parvenir, à partir de son application, à une amélioration de l'ordre de 15 % de la performance énergétique par rapport à la RT2000. Ce n'est cependant qu'une étape intermédiaire car l'objectif est une diminution de 40 % de la consommation énergétique des bâtiments en 2020.

La RT2005 devra permettre le calcul et la mise en œuvre de constructions bioclimatiques en vue de diminuer les consommations de chauffage et obtenir un meilleur confort d'été. D'autre part la prise en compte des énergies renouvelables dont les systèmes énergétiques sont introduits en référence encourage leur développement.

Pour mieux prendre en compte le confort d'été, les zones climatiques sont redéfinies en fonction des particularités géographiques des départements qui sont répartis selon huit zones (H1A, H1B, H1C, H2A, H2B, H2C, H2D, H3) (fig. 1).

Par ailleurs, une limite de consommation maximale exprimée en énergie primaire est introduite pour les consommations conventionnelles de chauffage, de refroidissement et de production d'eau chaude sanitaire dans les bâtiments d'habitation (fig. 2).

Domaine d'application et critères

La réglementation thermique s'applique aux bâtiments neufs à l'exception :

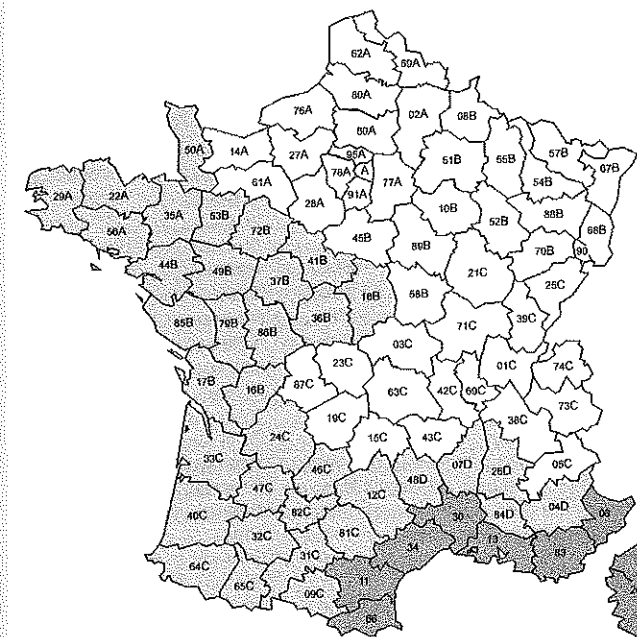
- des bâtiments et parties de bâtiment dont la température normale d'utilisation est inférieure ou égale à 12 °C ;
- des constructions provisoires prévues pour une durée d'utilisation de moins de deux ans ;
- des bâtiments d'élevage ainsi que les bâtiments ou parties de bâtiments qui, en raison de contraintes liées à leur usage, doivent garantir des conditions particulières de température, d'hygrométrie ou de qualité de l'air et nécessitant de ce fait des règles particulières.

Les bâtiments, et parties de bâtiment, sont regroupés en deux catégories CE1 et CE2, qui légitiment ou non la présence d'un système de refroidissement. Ces catégories dépendent de la fonction du bâti, de sa zone climatique d'implantation et de son exposition au bruit.

Les critères établis par la RT2005 sont de deux ordres différents. D'une part, la réglementation est articulée autour de deux indices forts qui caractérisent les performances globales du bâti :

- la consommation conventionnelle d'énergie du bâtiment (C, exprimée en kWh/m² de SHON), reflet fidèle de la consommation énergétique réelle ;
- la température intérieure conventionnelle du bâtiment (T_{ic}, exprimée en degrés Celsius) en référence au confort d'été, soit la température maximale atteinte à l'intérieur du bâtiment.

Ces indices sont calculés pour un projet de bâtiment particulier, puis comparés à des valeurs de référence C_{ref} et T_{icref}, obtenues en fonction de sa localisation, de son altitude et de son programme fonctionnel.

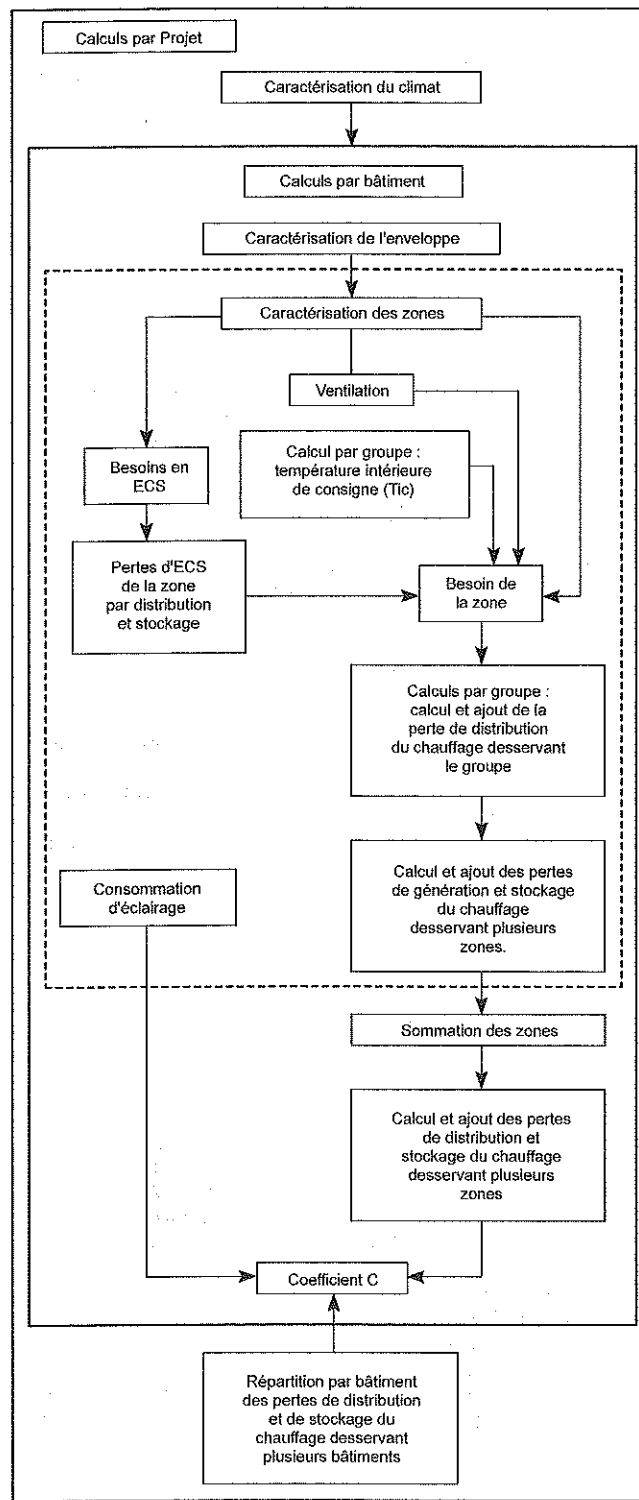


1 Carte des 8 zones climatiques.
(en blanc : zone H1, en gris zone H2, en gris foncé zone H3)

Type de chauffage	Zone climatique (*)	Consommation conventionnelle pour le chauffage, le refroidissement et la production d'ECS en kWh primaire/m ² /an
Combustibles fossiles	H1	130
	H2	110
	H3	80
Chauffage électrique (y compris les pompes à chaleur)	H1	250
	H2	190
	H3	130

2 Consommations conventionnelles maximales pour l'habitat individuel et collectif.

D'autre part, des caractéristiques thermiques minimales, appelées garde-fous, imposent des performances aux systèmes énergétiques employés. Les spécifications de ces garde-fous sont propres à chaque type d'équipement et permettent d'écarter des solutions peu performantes qui auraient pu être compensées par ailleurs par d'autres dispositifs. Les économies énergétiques sont ainsi plus homogènes.



③ Principe de calcul du coefficient C : il s'effectue à 3 niveaux (niveau du projet, niveau des bâtiments et niveau des zones à l'intérieur du bâtiment).

Conformité

Afin d'être conforme à la réglementation, une construction doit vérifier (arrêté du 24 mai 2006, art. 9) :

- le respect des garde-fous (systèmes performants) ;
- $C \leq C_{ref}$ (contrôle de consommation) ;
- $Tic \leq Tic_{ref}$ (confort d'été) pour les bâtiments de catégorie CE1 ;
- $C \leq C_{max}$ pour les consommations de chauffage, refroidissement et production d'eau chaude sanitaire (ECS), dans le cas particulier d'une maison individuelle chauffée à 90 % par une énergie autre que le chauffage au bois (en kWh_{ep}/m² par an), définie en fonction de la typologie du bâtiment, des zones climatiques et de l'énergie de chauffage.

Cas particulier (RT2000) : pour une maison individuelle non climatisée d'une surface habitable inférieure à 220 m² et dont la surface des portes et fenêtres est inférieure à 25 % de la surface habitable, il est possible de ne pas effectuer ces calculs en se conformant à des solutions techniques agréées.

Garde-fous

Ils sont édictés par l'arrêté qui développe le décret d'application de la réglementation thermique (arrêté du 24 mai 2006, Titre III, art. 38 à art. 77). Ils sont exigés pour une série de composants du bâtiment : isolation thermique des parois opaques et des baies ; protections solaires (confort d'été) ; ventilation ; chauffage ; eau chaude sanitaire ; climatisation ; éclairage ; suivi des consommations.

1. Isolation thermique

Pour chaque paroi d'un local chauffé, le coefficient U de transmission thermique ne doit pas dépasser une valeur maximale U_{max} , définie pour chaque type de paroi.

Concernant les parois et les baies du bâtiment, le coefficient de déperditions du bâtiment (U_{bat}) ne peut excéder le coefficient maximal de déperditions de base par les parois et les baies du bâtiment, noté « U_{bat_max} » : $U_{bat} \leq U_{bat_max}$ (voir encadré p. 527).

2. Confort d'été

Pour tout local destiné au sommeil, de catégorie CE1, le facteur solaire doit être inférieur au facteur solaire de référence.

Les baies d'un local de catégorie CE1 doivent pouvoir s'ouvrir sur 30 % de leur surface, sauf dans le cas de règles d'hygiène ou de sécurité particulières, ou dans le cas d'un local à occupation passagère.

3. Ventilation

Des spécifications précises sont données pour certains cas d'utilisation d'un système de ventilation, en particulier pour ce qui concerne les techniques d'asservissement et de temporisation lorsqu'elles doivent être installées.

4. Chauffage

Les différents systèmes de chauffage sont décrits avec des fonctionnalités particulières visant à optimiser leur utilisation.

5. Eau chaude sanitaire (ECS)

Des normes doivent être appliquées aux différents types de chauffe-eau.

6. Éclairage

La commande de l'éclairage doit être conforme à certaines caractéristiques.

7. Refroidissement

Dans les locaux à usage autre que d'habitation, la mise en place d'une climatisation nécessite celle d'une ventilation. Les portes des locaux climatisés doivent se refermer après le passage. D'autres spécifications sont données quant au système de refroidissement.

8. Suivi des consommations

Pour les installations de grande importance, des systèmes de suivi de la consommation doivent être mis en place.

Ce volet nouveau de la réglementation préfigure une évolution en terme de gestion automatique des consommations pour les réglementations à venir.

Les calculs de consommations s'effectuent selon des règles précises. Elles sont développées par le CSTB et permettent d'effectuer les calculs d'indice. Elles sont regroupées en trois catégories :

La règle Th-Bât

Elle permet de caractériser le bâtiment de manière globale, en s'intéressant aux caractéristiques de l'enveloppe.

1. Déperdition par les parois (règle Th-U)

Le coefficient de déperdition spécifique par transmission (U_{bat}) représente les pertes par transmission pour 1 m² de surface de l'enveloppe du bâtiment et pour 1 K d'écart de température entre la température intérieure et la température extérieure. Il représente le niveau d'isolation.

La valeur du coefficient moyen de référence de déperdition par les parois et les baies du bâtiment (U_{bat_ref}) s'exprime en fonction des surfaces de planchers, murs, sols et des linéaires correspondant en contact avec l'extérieur et de coefficients de référence (voir encadré).

2. Inertie (règle Th-I)

Alors que la RT2000 associait à un bâtiment une classe d'inertie

(cinq classes de très légère à très lourde), la RT2005 prévoit une méthode de calcul de l'inertie réelle, ceci en particulier pour favoriser les constructions bioclimatiques.

3. Apports solaires (règle Th-S)

La capacité du bâtiment à capter les apports solaires est caractérisée par ses aires réceptrices équivalentes : horizontale (AsH), Nord (AsN), Ouest (AsO), Sud (AsS), Est (AsE), toutes exprimées en mètres carrés. L'aire réceptrice équivalente As d'une baie, est calculée comme suit :

$$A_s = A \times F_s \times S,$$

avec A , aire de la baie, F_s facteur d'ombre de la baie et S est le facteur solaire de la baie.

Le facteur solaire dépend de l'orientation et de l'inclinaison de la paroi, de la zone climatique et de l'altitude ainsi que de l'exposition au bruit. Le facteur d'ombre peut varier suivant les saisons, notamment avec l'utilisation de masques en végétal à feuilles caduques (arbres, treille...).

La prise en compte de l'apport solaire favorise également les constructions bioclimatiques.

Coefficient de déperdition U

U_{bat}

Le coefficient de déperdition spécifique par transmission, U_{bat} représente les pertes par transmission pour 1 m² de surface de l'enveloppe du bâtiment et pour 1 K d'écart de température entre la température intérieure et la température extérieure. On a $U_{bat} = H_t/A_t$, avec :

– H_t , déperdition par transmission entre le volume chauffé et l'extérieur, le sol et les locaux non chauffés ;

– A_t , surface intérieure totale des parois qui séparent le volume chauffé de l'extérieur, du sol et des locaux non chauffés.

U_{bat,ref}

La valeur du coefficient moyen de référence de déperdition par les parois et les baies du bâtiment ($U_{bat,ref}$) s'exprime en fonction des surfaces de planchers, murs, sols et des linéaires correspondant en contact avec l'extérieur et de coefficients de référence (arrêté du 24/05/2006, art. 16) :

$$U_{bat,ref} = \frac{a_1 A_1 + a_2 A_2 + a_3 A_3 + a_4 A_4 + a_5 A_5 + a_6 A_6 + a_7 A_7 + a_8 L_8 + a_9 L_9 + a_{10} L_{10}}{A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5 + A_6 + A_7}$$

(voir désignation de A_i et L_i et valeurs des a_i ci-contre).

À noter que le décompte des surfaces dépend de l'indice étudié. Pour C_{ref} , il faut prendre en compte les surfaces décrites à l'article 12 (arrêté du 24/05/2006, art. 12) alors que dans le cas du calcul du Tic et du garde-fou n° 2, il faut prendre en compte celles du projet réel pour les surfaces des baies, des parois opaques et les linéaires de liaison.

Les surfaces A_1 à A_7 sont les surfaces intérieures des parois et les linéaires L_8 à L_{10} sont déterminés à partir des dimensions intérieures des locaux. Seules sont prises en compte, pour les déterminations de ces surfaces et de ces linéaires, les parois ou liaisons donnant sur un local chauffé, d'une part, et, d'autre part, sur l'extérieur, un local non chauffé, le sol ou un vide sanitaire. La surface à prendre en compte pour les portes, les fenêtres et les portes-fenêtres est celle en tableau. Dans le cas où la liaison périphérique d'un plancher se situe à la jonction d'un plancher intermédiaire avec un plancher bas ou un plancher haut, le linéaire à prendre en compte est respectivement L_8 ou L_{10} .

Garde-fous

1. Garde-fou n° 1

Pour chaque paroi d'un local chauffé, le coefficient U de transmission thermique ne doit pas dépasser une valeur maximale U_{max} , définie pour chaque type de paroi (valeurs de U_{max} voir ci-contre).

2. Garde-fou n° 2

Concernant les parois et les baies du bâtiment, le coefficient de déperditions du bâtiment (U_{bat}) ne peut excéder le coefficient maximal de déperditions de base par les parois et les baies du bâtiment, noté U_{bat_max} déterminé selon l'usage du bâtiment et le coefficient de déperditions de base par les parois et les baies du bâtiment (U_{bat_ref}) :

$$U_{bat} \leq U_{bat_max} \text{ où } U_{bat_max} = \gamma \times U_{bat_ref}, \text{ avec}$$

- $\gamma = 1,20$ pour les maisons individuelles
- $\gamma = 1,25$ pour les autres bâtiments d'habitation
- $\gamma = 1,50$ pour les autres bâtiments

COEFFICIENT a_i en W/m ² ·K	ZONES H1, H2 et H3 > 800 m	ZONE H3 ≤ 800 m
a1	0,36	0,4
a2	0,2	0,25
a3	0,27	0,27
a4	0,27	0,36
a5	1,5	1,5
a6	2,1	2,3
a7	1,8	2,1
a8	0,4	0,4
a9	0,55 pour les maisons individuelles 0,60 pour les autres bâtiments	0,55 pour les maisons individuelles 0,60 pour les autres bâtiments
a10	0,50 pour les maisons individuelles 0,60 pour les autres bâtiments	0,50 pour les maisons individuelles 0,60 pour les autres bâtiments

Valeur des a_i .

PAROIS	COEFFICIENT U MAXIMAL
Murs en contact avec l'extérieur ou avec le sol	0,45
Murs en contact avec un volume non chauffé	0,45/b (*)
Planchers bas donnant sur l'extérieur ou sur un parking collectif	0,35
Planchers bas donnant sur un vide sanitaire ou sur un volume non chauffé	0,4
Planchers hauts en béton ou en maçonnerie, et toitures en toiles métalliques étanchées	0,34
Planchers hauts en couverture en toiles métalliques	0,41
Autres planchers hauts	0,28
Fenêtres et portes-fenêtres prises nues donnant sur l'extérieur	2,6
Façades rideaux	2,6
Coffres de volets roulants	3

(*) b étant le coefficient de réduction des déperditions vers les volumes non chauffés, défini dans la méthode de calcul de U_{bat} .

Coefficient U de transmission thermique en fonction du type de parois.

A1	surface des parois verticales opaques, y compris les parois verticales des combles aménagés et les surfaces projetées des coffres de volets roulants non intégrés dans la baie, à l'exception des surfaces opaques prises en compte dans A5, A6 et A7
A2	surface des planchers hauts et toitures autres que ceux pris en compte en A3
A3	surface des planchers hauts donnant sur l'extérieur en béton ou en maçonnerie pour tout bâtiment, et surface des planchers hauts à base de toiles métalliques nervurées des bâtiments non résidentiels
A4	surface des planchers bas
A5	surface des portes, exception faite des portes entièrement vitrées
A6	surface des fenêtres, des portes entièrement vitrées, des portes-fenêtres et des parois transparentes ou translucides des bâtiments non résidentiels
A7	surface des fenêtres, des portes entièrement vitrées, des portes-fenêtres ou des parois transparentes et translucides des bâtiments résidentiels
L8	linéaire de la liaison périphérique des planchers bas avec un mur
L9	linéaire de la liaison périphérique des planchers intermédiaires ou sous comble aménageable avec un mur
L10	linéaire de la liaison périphérique avec un mur des planchers hauts en béton, en maçonnerie ou à base de toiles métalliques nervurées.

Désignation des A_i , L_i .

La règle Th-C

Elle prend en compte les éléments de l'enveloppe (ceux de Th-Bât ainsi que la perméabilité à l'air) afin de fournir les méthodes de calculs des consommations pour la ventilation, le chauffage, les besoins en eau chaude sanitaire, le système de refroidissement et l'éclairage. Ces calculs sont effectués suivant la hiérarchisation bâtiment/zone/groupe des locaux du bâtiment. Ce découpage permet, en regroupant les résultats, de déterminer l'indice C. La règle Th-C établit également les consommations de référence pour ces différentes dépenses énergétiques, pour déterminer l'indice Cref. La valeur de référence Cref à ne pas dépasser est en quelque sorte un « droit à consommer » pour un bâtiment de référence.

1. Perméabilité à l'air

Elle est représentée par le débit de fuite (en m³/h) sous une dépression de 4 Pa/m² de surface de l'enveloppe. La surface de l'enveloppe considérée est la surface des parois déperditives AT définies pour le calcul d'Ubat, dont on exclut les planchers bas.

2. Ventilation

Afin d'établir la dépense énergétique due à la ventilation, on étudie différentes configurations possibles CBS (Climat Bâtiment Système), fonction des débits extraits et soufflés, des puissances élec-

Types de locaux	Séquence normale			Réduit nuit			Réduit de week-end			Apports internes
	Durée (h)	Nombre dans la semaine	Température de consigne (°C)	Durée (h)	Nombre dans la semaine	Température de consigne (°C)	Durée (h)	Nombre dans la semaine	Température de consigne (°C)	
Établissement sanitaire avec hébergement	16	7	21	8	7	18	Pas de réduit de week-end			7
Logement	16	7	18	8	7	16				4
Hôtels et autres hébergements	16	7	18	8	7	15				4
Locaux où il n'est pas possible pour des raisons de conservation des objets entassés de laisser dériver sensiblement la température	16	7	18	8	7	18				4
Établissement sanitaire sans hébergement	10	5	21	14	4	18	62	1	7	4
Enseignement	10	5	18	14	4	15	62	1	7	4
Bureaux	10	5	18	14	4	15	62	1	7	7
Salles de spectacles, de conférences	10	5	18	14	4	15	62	1	7	7
Commerces	10	5	18	14	4	15	62	1	7	7
Restauration plusieurs repas par jour	10	5	18	14	4	15	62	1	7	7
Locaux non compris dans une autre catégorie	10	5	18	14	4	15	62	1	7	4
Établissement sportif	10	5	15	14	4	7	62	1	7	2
Stockage	10	5	15	14	4	7	62	1	7	2
Industrie	10	5	15	14	4	7	62	1	7	2
Transport	10	5	15	14	4	7	62	1	7	2
Restauration 1 repas par jour	5	5	18	19	4	15	67	1	7	4

④ Valeurs correspondant aux différents usages des zones. Les coefficients sont utilisés, par exemple, pour déterminer les probabilités de fonctionnement d'une chaudière (ECS et chauffage).

Type d'activités	a	Nu
Logement	12,2	m² de surface habitable
Hébergement	330	Nombre de lits
Établissement sanitaire sans hébergement	120	Nombre de lits
Établissement sanitaire avec hébergement - avec blanchisserie	1050	Nombre de lits
Établissement sanitaire avec hébergement - sans blanchisserie	665	Nombre de lits
Enseignement		
Bureaux		
Salles de spectacles, de conférences		
Commerces		
Restauration 2 repas par jour. Cuisine traditionnelle	255	Nombre de repas par service
Restauration 2 repas par jour. Self	95	Nombre de repas par service
Restauration 1 repas par jour. Cuisine traditionnelle	125	Nombre de repas par service
Restauration 1 repas par jour. Self	45	Nombre de repas par service
Hôtel - 1* - sans blanchisserie	665	Nombre de chambres
Hôtel - 1* - avec blanchisserie	830	Nombre de chambres
Hôtel - 2* - sans blanchisserie	910	Nombre de chambres
Hôtel - 2* - avec blanchisserie	1075	Nombre de chambres
Hôtel - 3* - sans blanchisserie	1160	Nombre de chambres
Hôtel - 3* - avec blanchisserie	1325	Nombre de chambres
Hôtel - 4* et GC - sans blanchisserie	1405	Nombre de chambres
Hôtel - 4* et GC - avec blanchisserie	1570	Nombre de chambres
Établissement sportif	1200	Nombre de douches installées
Stockage		
Industrie		
Transport		
Autre		

⑤ Besoins unitaires d'ECS à 40 °C. Permet de calculer le volume d'eau chaude mitigée, Vuw, par semaine : $Vuw = a \cdot Nu$.

RÉGLEMENTATION THERMIQUE EN FRANCE

RT 2005

triques appelées et la de position de systèmes spécifiques de ventilation (ouverture de fenêtre par exemple). La RT2005 cherche à promouvoir les systèmes réduisant les déperditions de ventilation.

3. Chauffage

Les calculs sont effectués sur période d'une semaine, ce pour chaque mois de l'année. Les données prises en compte sont les déperditions de chaleur, les apports de chaleur interne (qui dépendent de la fonction de la zone considérée), les apports solaires et le taux d'utilisation des apports, fonction de l'inertie du bâtiment. Ces calculs aboutissent aux besoins de chauffage nets.

Pour la RT2005, la chaudière basse température devient la chaudière de référence et les panneaux rayonnants la référence en chauffage électrique.

4. Eau chaude sanitaire

Pour évaluer la puissance nécessaire au chauffage de l'eau chaude sanitaire, il faut prendre en compte le volume d'eau chaude consommé (dépendant de la fonction de la zone) ainsi que la température d'eau froide, fonction de la zone climatique. Une attention particulière est apportée quant à la distribution et aux pertes.

Le chauffe-eau solaire est pris en référence pour la production d'eau chaude ce qui se traduit par une réduction de 20 % de la consommation d'énergie entre les RT2000 et RT2005.

5. Système de refroidissement

La RT2005 préconise de réduire l'utilisation de la climatisation pour les bâtiments de catégorie CE1, qui devront compenser la présence d'un système de refroidissement en augmentant les performances des autres postes de dépense énergétiques.

6. Éclairage

Une puissance d'éclairage de référence est attribuée en fonction de la destination de la zone. La RT2005 introduit la prise en compte de l'éclairage pour tout type de bâtiment, et non plus seulement pour le tertiaire.

La règle TH-E

En évaluant l'influence des données climatiques, de la présence de masques solaires naturels ou artificiels et en étudiant le renouvellement de l'air, elle produit la méthode de calcul pour l'indice Tic.

1. Données climatiques et prise en compte des masques

La carte des zones climatiques, l'éloignement de la mer ainsi que l'altitude sont les critères pris en compte afin de déterminer la classe auquel appartient le bâtiment, pour sa température et son hygrométrie.

L'évaluation du rayonnement solaire et du rayonnement froid vers la voûte céleste prend en compte la zone climatique et est fortement influencé par les masques.

Le comportement radiatif et convectif du bâtiment est également pris en compte en fonction de tranches horaires.

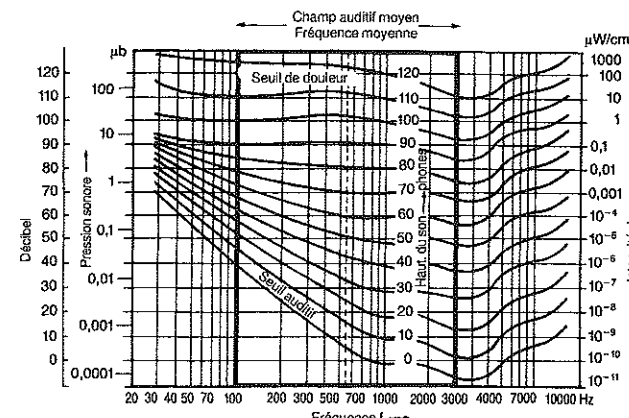
2. Renouvellement d'air

Les calculs prennent en compte le débit de renouvellement d'air par l'ouverture des fenêtres, tout en considérant le facteur d'exposition au bruit, ainsi que le débit résultant de la ventilation.

3. Apports solaires par les baies

Elles sont considérées fermées pour un usage d'habitation, alors qu'on prend en compte la partie ouverte devant le store pour un autre usage.

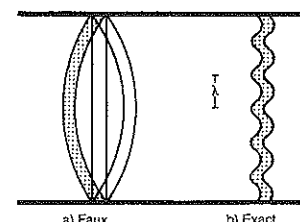
L'ensemble de ces règles est fourni par le CSTB aux éditeurs de logiciels qui produisent les calculateurs thermiques pour le bâtiment destinés aux concepteurs.



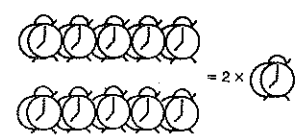
① Rapport entre la hauteur du son (p), la pression du son (p), l'intensité du son (I) et la force du son (F).

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.

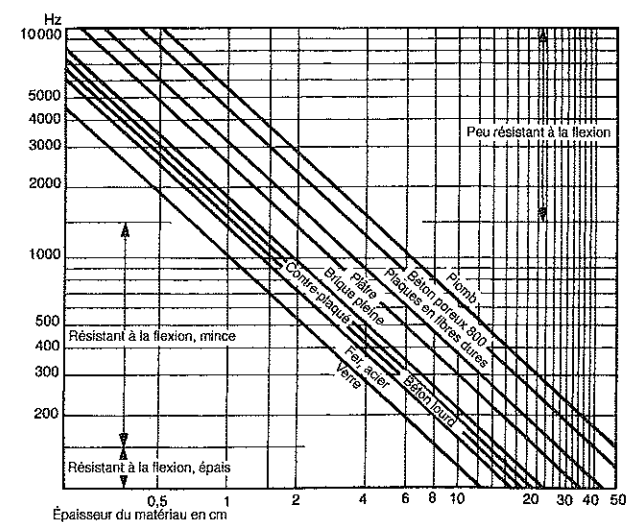
② Échelle des hauteurs de sons.



③ Représentation graphique d'ondes sonores. (a) Faux : une onde sinusoïdale simple. (b) Exact : une onde complexe montrant la superposition de plusieurs fréquences.



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.

ISOLATION ACOUSTIQUE

On appelle 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. 532). 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. 530) pour les bruits transmis par l'air et pour les bruits provenant de chocs (p. 532). 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.

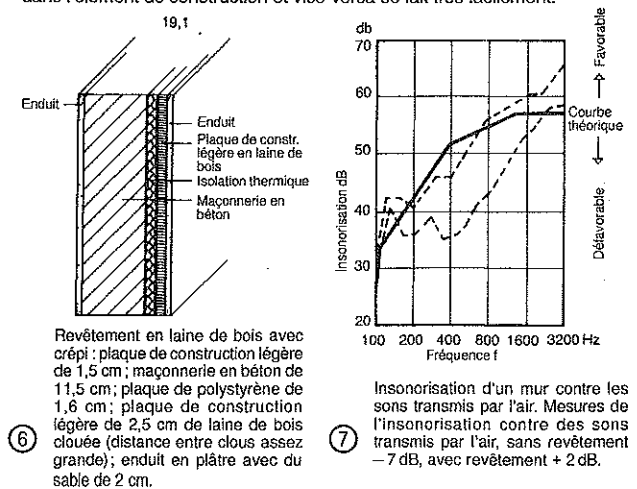
Mais pour les constructions, c'est la gamme de 100 à 3 200 Hz qui est importante, là où l'oreille humaine est surtout sensible. Les pressions d'ondes sonores audibles pour l'homme sont comprises entre le seuil auditif et le seuil de la douleur (fig. 1). Ce champ auditif est partagé en douze parties = 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.

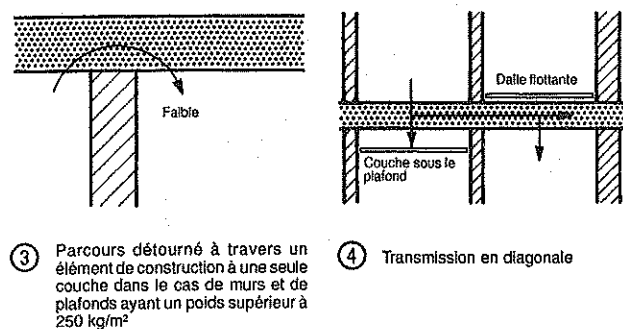
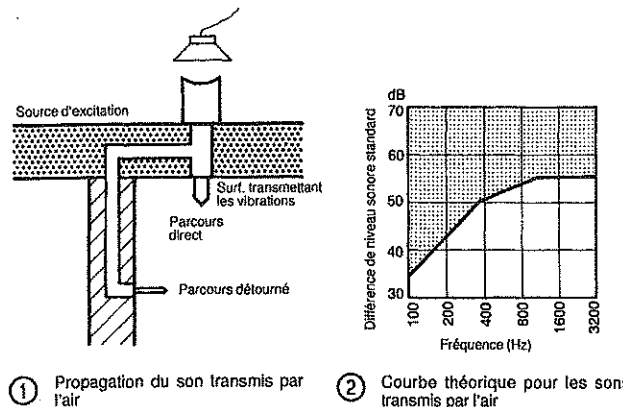
On utilise pour les constructions légères insonorisées (fig. 6) les propriétés de ce passage multiple air-élément de construction-air-élément de construction-air, pour l'isolation acoustique. Mais on obtient, comparativement à ce que la matière de l'élément de construction laisse espérer, une meilleure 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.



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.



Número	Désignation du matériau	Poids spécifique kg/m³	Poids du mur > 400 kg/m² mm	Poids du mur > 350 kg/m² < 400 kg/m² kp/m²	Poids du mur > 350 kg/m² < 400 kg/m² mm	Poids du mur > 350 kg/m² < 400 kg/m² kp/m²
Maçonnerie avec une couche d'enduit de 15 mm des deux côtés						
1	Briques perforées, br. pleines	1,2	365	450	300	380
2	Briques pleines	1,4	300	445	240	360
3	Briques pleines	1,8	240	405	-	-
4	Br. recuites pour superstruc.	1,9	240	505	-	-
5	Br. recuites pour superstruc.	1,9	240	505	-	-
6	Parpaings creux silico-calc.	1,2	300	440	240	360
7	Parpaings creux silico-calc.	1,2	300	445	240	360
8	Parpaings creux silico-calc.	1,4	240	405	-	-
9	Parpaings creux silico-calc.	1,6	240	440	-	-
10	Parpaings creux silico-calc.	1,6	240	440	-	-
11	Parpaings creux silico-calc.	1,8	240	485	-	-
12	Parpaings creux silico-calc.	2	240	530	-	-
13	Parpaings creux silico-calc.	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 à 2 ou 3 compartiments	1,2	300	420	-	-
17	Parpaings creux à 2 ou 3 compartiments	1,2	300	460	-	-
18	Parpaings creux à 2 ou 3 compartiments	1,4	240	410	-	-
19	Parpaings creux à 2 ou 3 compartiments	1,6	240	440	-	-
20	Parpaings creux à 2 ou 3 compartiments	1	365	400	-	-
21	Parpaings creux à 2 ou 3 compartiments	1,2	-	-	-	-
22	Parpaings creux à 2 ou 3 compartiments	1,4	-	-	300	355
23	Parpaings creux à 2 ou 3 compartiments	1,6	300	430	240	380
24	Béton léger - parpaings pleins	0,8	365	405	-	-
25	Béton léger - parpaings pleins	1	365	450	300	380
26	Béton léger - parpaings pleins	1,2	300	445	240	360
27	Béton léger - parpaings pleins	1,4	240	405	-	-
28	Béton léger - parpaings pleins	1,6	240	440	-	-
29	Parpaings en béton-gaz et béton cellulaire	0,6	490	485	365	380
30	Parpaings en béton-gaz et béton cellulaire	0,8	490	485	365	380
Béton léger en panneaux sans joints avec couche d'enduit de 15 mm des deux côtés						
31	Béton-gaz et béton cellulaire	0,6	-	400	500	350
32	Béton-gaz et béton cellulaire	0,8	437,5	400	375	360
33	Béton ponce, scories de houille, de débris de briques et autres	1	375	425	312,5	350
34	Béton ponce, scories de houille, de débris de briques et autres	1,2	312,5	425	250	-
35	Béton ponce, scories de houille, de débris de briques et autres	1,4	250	400	-	350
36	Béton poreux de déblais avec agrégats non poreux (gravier p.ex.)	1,6	250	450	187,5	350
37	Béton poreux de déblais avec agrégats non poreux (gravier p.ex.)	1,7	250	475	187,5	370
38	Béton poreux de déblais avec agrégats non poreux (gravier p.ex.)	1,5	250	425	-	-
39	Béton poreux de déblais avec agrégats non poreux (gravier p.ex.)	1,7	250	475	187,5	370
40	Béton poreux de déblais avec agrégats non poreux (gravier p.ex.)	1,9	187,5	405	-	-
41	Béton poreux de déblais avec agrégats non poreux (gravier p.ex.)	1,9	187,5	405	-	-
42	Béton de gravillons à texture dense	2,2	187,5	460	150	380

5 Épaisseur minimale des cloisons à une seule paroi avec valeur d'insonorisation contre les bruits transmis par l'air supérieurs à 0 dB

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. 7).

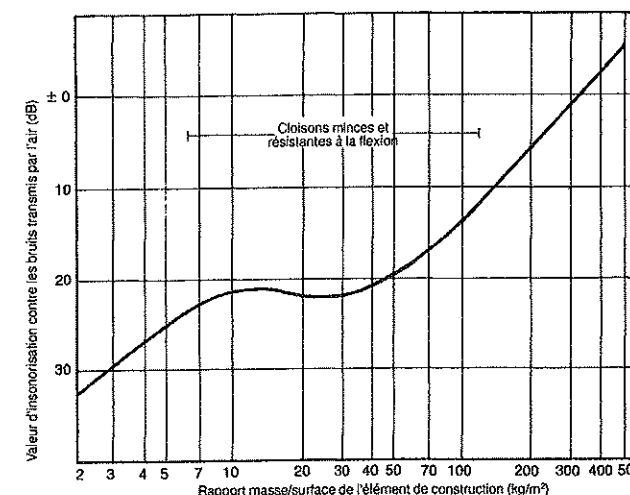
Insonorisation contre les bruits transmis par l'air
Lorsqu'il s'agit de sons transmis par l'air, l'onde agit tout d'abord sur l'élément de construction (fig. 1). En conséquence, l'influence de la fréquence limite sur l'insonorisation augmente (fig. 7). La courbe théorique indique quelle doit être la 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. 5).

Les portes et les fenêtres avec leur faible isolation acoustique (fig. 7) 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. Les parois doubles fournissent une très bonne insonorisation lorsqu'elles reposent sur des matériaux isolants élastiques et souples à la flexion (p. 529, fig. 5) 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.

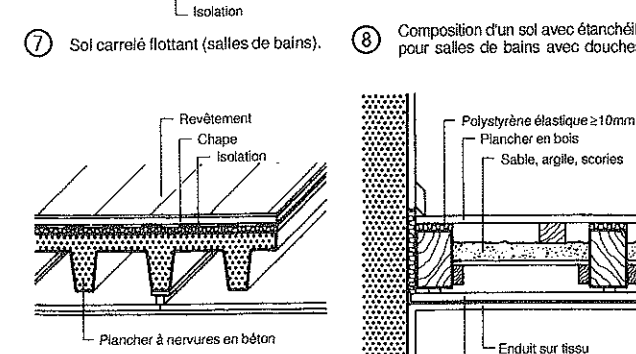
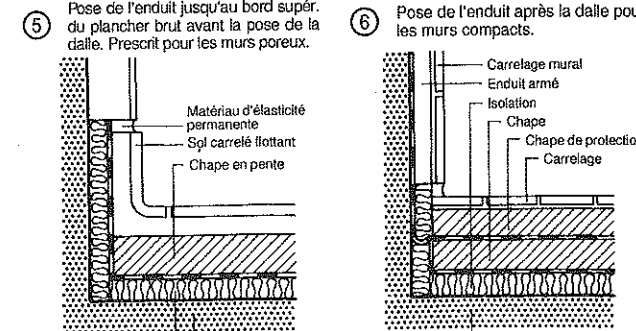
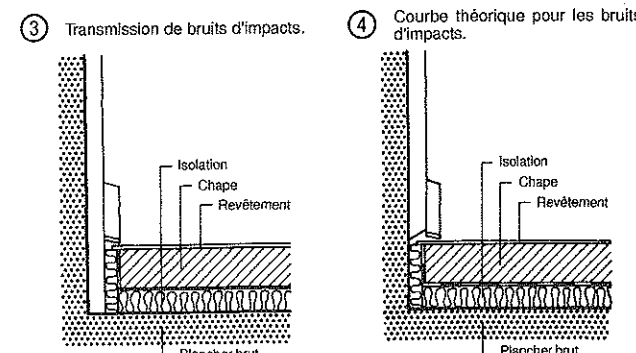
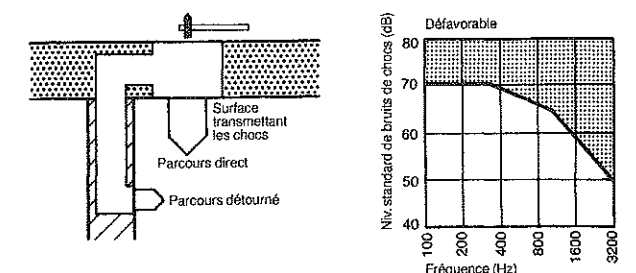
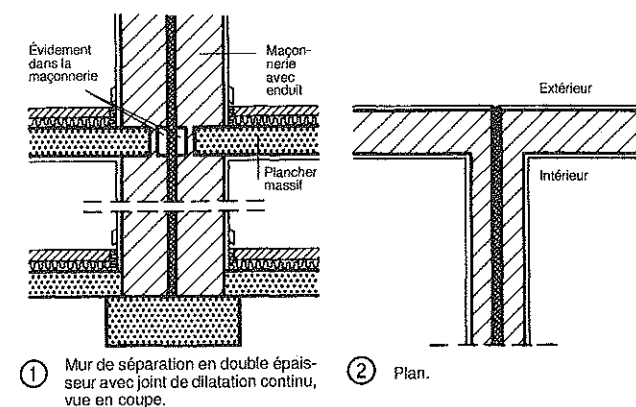
1	Porte simple avec seuil sans raccords spéciaux	jusqu'à	20 dB
2	Porte lourde avec seuil et bons raccords	jusqu'à	30 dB
3	Porte double avec seuil sans raccords spéciaux	jusqu'à	30 dB
4	Double porte lourde avec seuil et raccords	jusqu'à	40 dB
5	Fenêtre simple sans étanchéité supplémentaire	jusqu'à	15 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



7 Insonorisation contre les bruits transmis par l'air, en fonction du poids et de l'épaisseur de l'élément de construction

ISOLATION ACOUSTIQUE FONDAMENTAUX



10 Possibilité d'insonorisation contre les bruits d'impacts pour un plancher en bois.

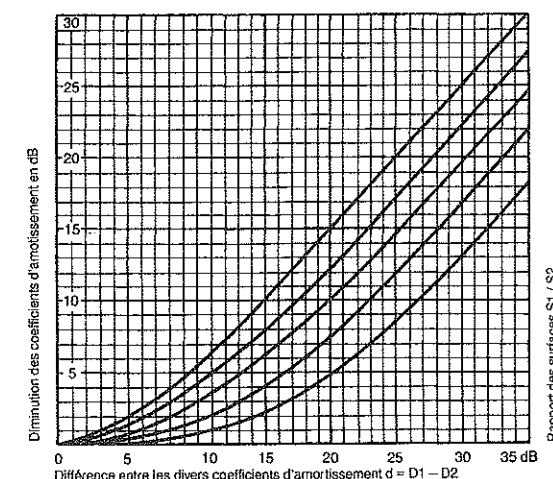
ISOLATION ACOUSTIQUE CLOISONS INTÉRIEURES

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 $d = D1 - D2$, 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

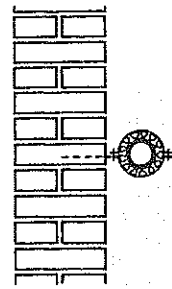
Le plafond est directement excité par les vibrations lorsqu'il s'agit de bruits de chocs (fig. 3). La courbe théorique (fig. 4) indique le niveau sonore normal, c'est-à-dire le niveau maximal qu'il est admissible d'entendre dans une pièce lorsqu'on met en mouvement un appareil standard simulant les bruits 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 d'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.

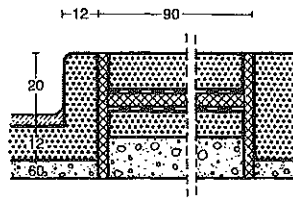
On peut réaliser, pour les planchers dont l'insonorisation contre les bruits transmis par l'air est suffisante, une insonorisation contre les bruits d'impacts en appliquant un revêtement de sol élastique (fig. 9). On peut aussi installer un faux plafond peu résistant à la flexion (fig. 9). On constate, d'après les valeurs d'amélioration (dB), combien une dalle flottante ou un revêtement de sol élastique améliore l'amortissement des bruits d'impacts.

ISOLATION ACOUSTIQUE TRANSMISSION DES SONS

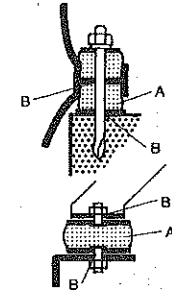
Construction :
Béton B25 ép. 12 cm
Carton bitumé 500 g/m²
Plaque de liège ép. 5 cm
Carton bitumé 500 g/m²
Béton B25 ép. 12 cm



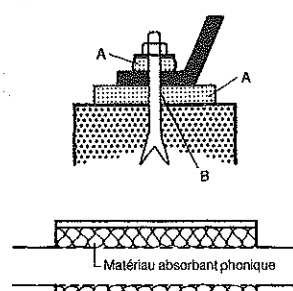
① Etrier de fixation avec insonorisation.



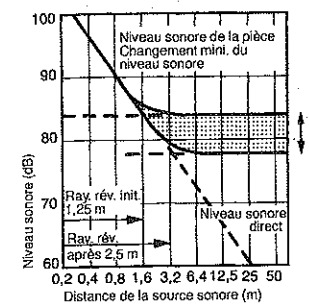
② Socle insonorisé sous chaudière.



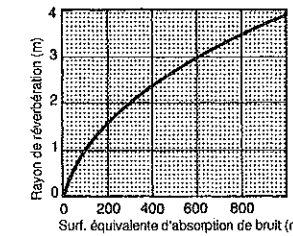
③ Élément en métal et caoutchouc.



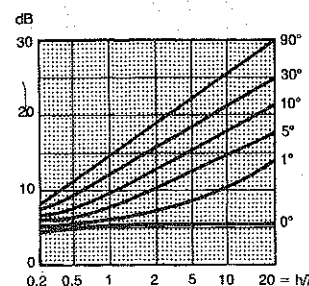
④ Canalisation garnie de matière absorbant le son (amortisseur phonique).



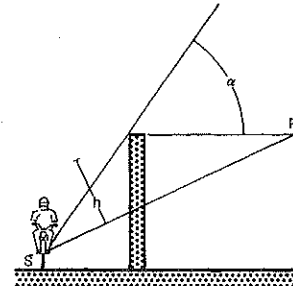
⑤ Le niveau sonore des sons réfléchis peut être réduit par des mesures d'insonorisation. En conséquence, le rayon de réverbération augmente et, en même temps, le niveau sonore des bruits en dehors du rayon de réverbération initial diminue.



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: $\alpha = 30^\circ$, $h = 2,50$ m : pour 500 Hz (milieu de la gamme de fréquence), longueur d'onde 340/350 = 0,68 Hz; $h/\lambda = 2,5/0,68 = 3,68$; 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, 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

$A = 29 / 150 \approx 0,2$ 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 :

- Étude exacte du projet de construction : éloigner les salles de séjour des sources sonores extérieures.
- Construction du mur extérieur avec isolation acoustique, surtout en ce qui concerne les fenêtres et les portes donnant sur l'extérieur ; vitrages fixes avec dispositifs d'aération.
- Installation d'un écran acoustique dans la façade.
- 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.

ISOLATION ACOUSTIQUE TRANSMISSION DES SONS

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/surface supérieure à 250 kg/m² (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'eau 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.

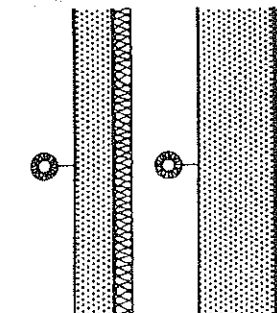
On peut aussi envisager la pose d'une isolation contre les bruits d'impacts en fibre minérale ou en mousse de polystyrène dure. Étant donné leur rigidité, l'utilisation de liège, caoutchouc plein et autres est déconseillée. Plus un matériau d'isolation est comprimé sous la charge, sans pour autant dépasser 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/mm². 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).

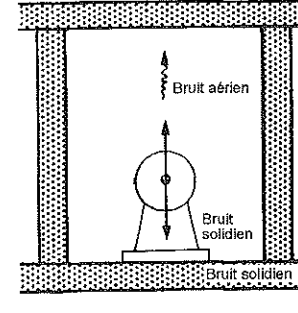
Dans le cas d'une incitation périodique (des masses vibrantes ou tournantes) la fréquence incitatrice ne doit pas correspondre à la fréquence propre du système fixé de façon souple. La résonance provoque de tels mouvements que des éléments peu isolés risquent de casser (fig. 8).

Une isolation particulièrement efficace est obtenue quand l'appareil repose sur une double isolation élastique (fig. 9).

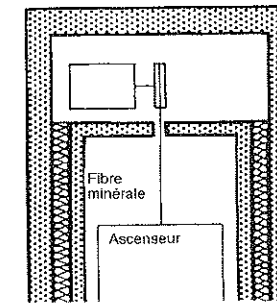
Une mauvaise adaptation, par exemple des fondations sur une dalle flottante, peut entraîner une dégradation.



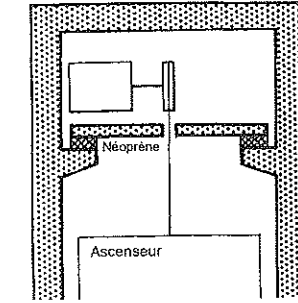
① Mur léger = grande incitation. Mur lourd = faible incitation.



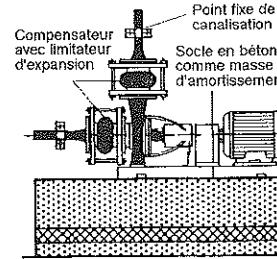
② Incitation de bruits solidiens.



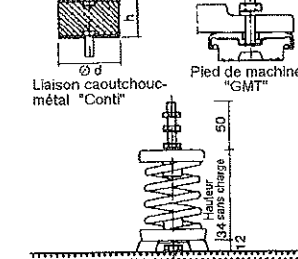
③ Gaine d'ascenseur isolée. Fibre minérale ≥ 3 cm.



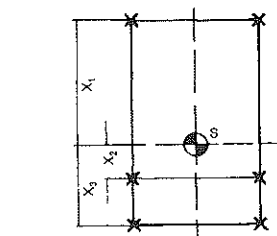
④ Tête de gaine sur néoprène.



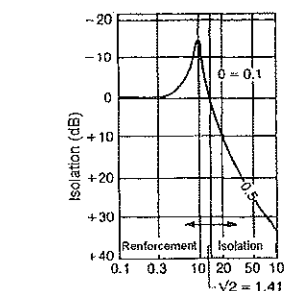
⑤ Installation d'appareils. a. Insertion élastique dans le socle.



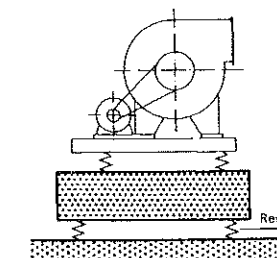
⑥ Exemples d'éléments amortisseurs.



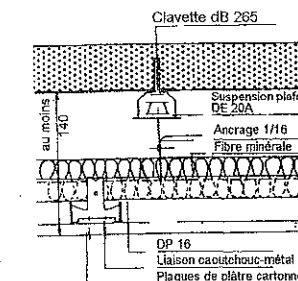
⑦ Disposition des ressorts sur le centre de gravité.



⑧ Effet d'un appui élastique.



⑨ Ventilateur reposant sur une double isolation élastique.



⑩ Exemple d'élément de plafond avec liaison caoutchouc-métal.

ACOUSTIQUE DES SALLES FONDAMENTAUX

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).

$A = a \cdot S$, a = 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 :

$$t = \frac{0,163V}{a_s \times S}$$

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.

ACOUSTIQUE DES SALLES PRINCIPES

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. 534) :

— parole : 4 m³/personne,

— concert : 10 m³/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. Éviter des surfaces parallèles non articulées pour contrecarrer les échos multiples (fig. 6). Un pliage avec des angles supérieurs à 5° permet d'éviter le parallélisme et d'obtenir une dispersion du son.

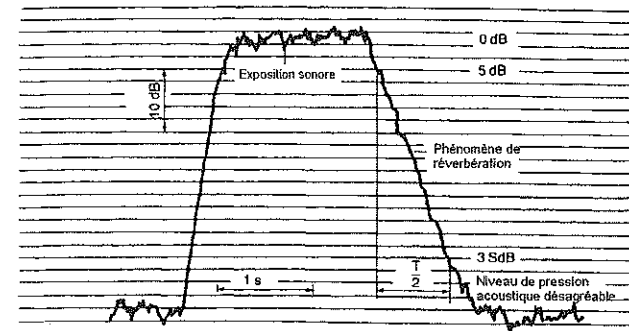
Le plafond sert à la propagation du son vers le fond de la salle et doit être conçu de façon à assurer cette fonction (fig. 5). Sinon, on constate d'importantes variations de l'intensité sonore par concentration acoustique.

Des salles dont les murs latéraux divergent vers le fond ont l'inconvénient de ne pas provoquer suffisamment de réflexions latérales (fig. 7). Des surfaces de réflexion supplémentaires peuvent y remédier, par exemple *La Philharmonie de Berlin* et de *Cologne* (fig. 1), ou bien les murs reçoivent un pliage important pour la propagation du son.

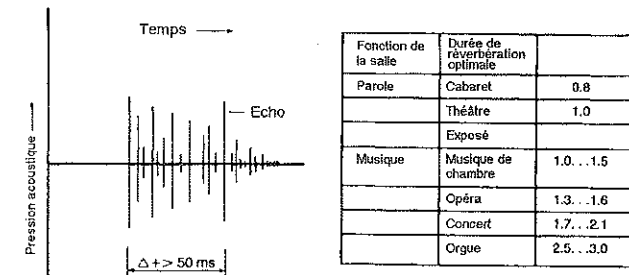
Disposition du podium : De préférence contre le mur le plus étroit de la salle ; pour la parole ou dans de petites salles (musique de chambre) également contre un mur latéral (fig. 2). Des salles polyvalentes avec des podiums variables et un parquet plat sont souvent problématiques pour un spectacle 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. 8).

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. 4), la pose de voiles pour des plafonds inadaptés (p. 536, fig. 1) ou d'éléments de restitution acoustique (p. 536, fig. 2).

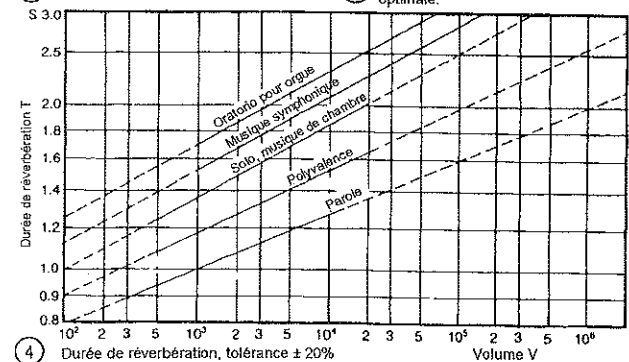


1 Mesurage de la durée de réverbération.

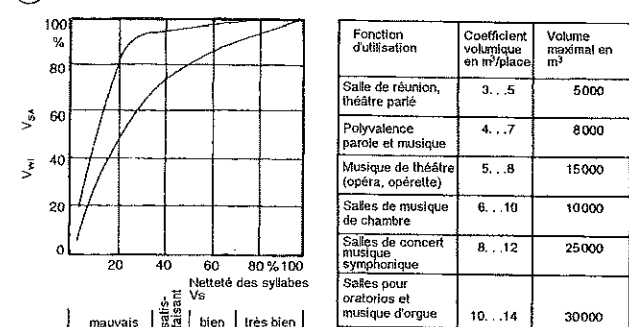


2 Critère de l'écho.

3 Zone de durée de réverbération optimale.

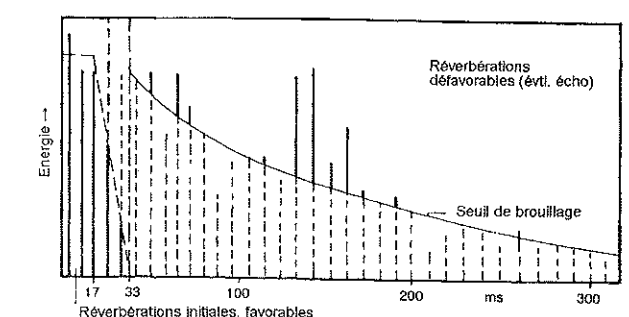


4 Durée de réverbération, tolérance ± 20%

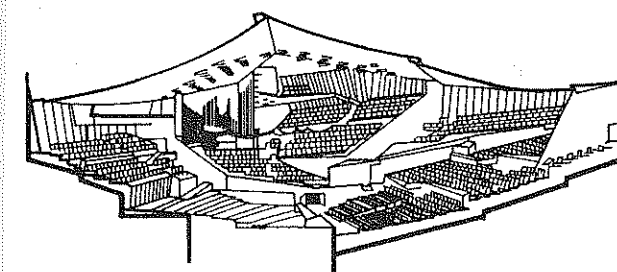


5 Intelligibilité de la parole (netteté phonique).

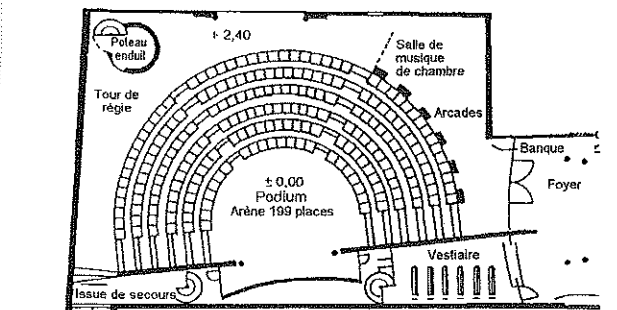
6 Tableau volume spécifique $V = f(\text{Art})$



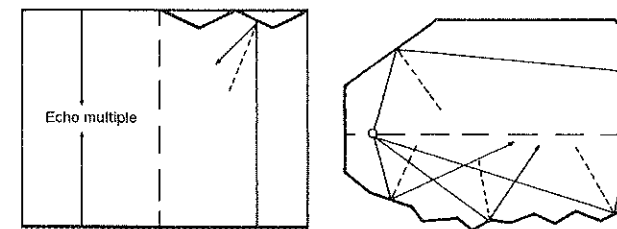
7 Suite des réverbérations dans une salle.



1 Philharmonie de Berlin - Echelonnement des rangs.

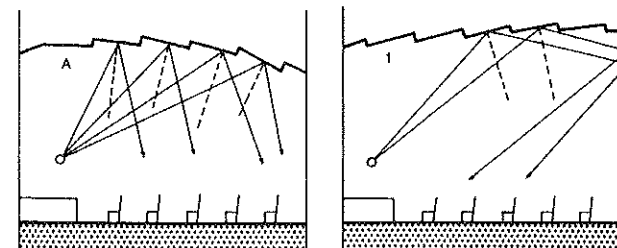


2 Scène de la petite salle de musique de chambre de la Beethovenarchiv de Bonn.



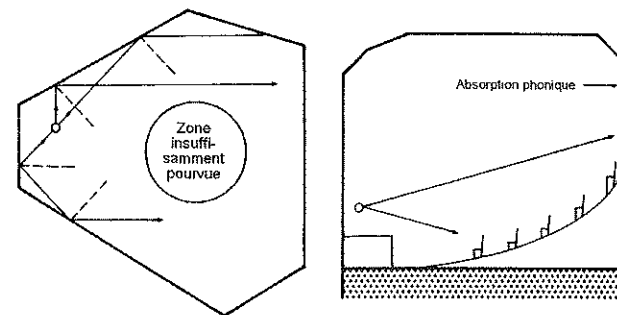
3 Suppression d'écho multiple.

4 Pliage de la surface murale



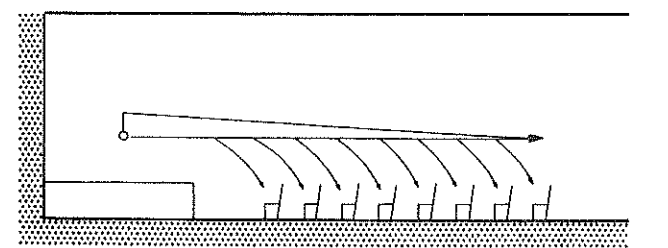
5 Incliné vers le haut pour la musique, vers le fond pour la parole.

6 Réflexions diffusées par pliage de la surface murale.



7 Plan peu favorable.

8 Surélévation des rangs en spirale log.



9 Chute du niveau sonore au-dessus de surfaces absorbantes.

ACOUSTIQUE DES SALLES

PRINCIPES

Des surfaces absorbantes évitent les concentrations de son et permettent d'adapter la durée de réverbération aux valeurs souhaitées. Une alternance de matériaux réfléchissants 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). Éviter 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.

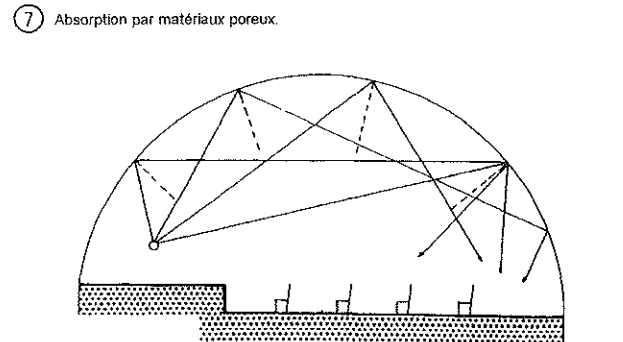
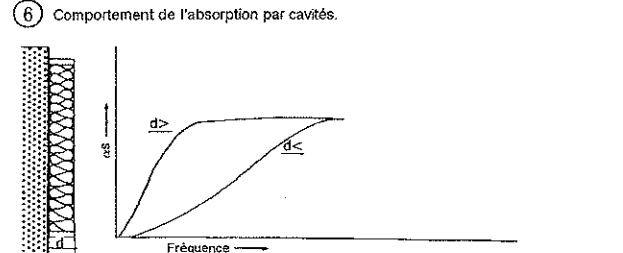
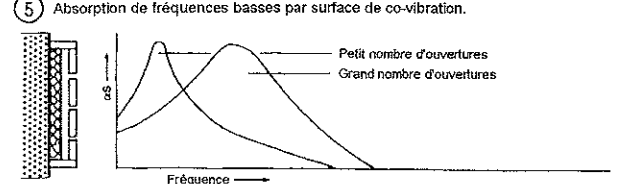
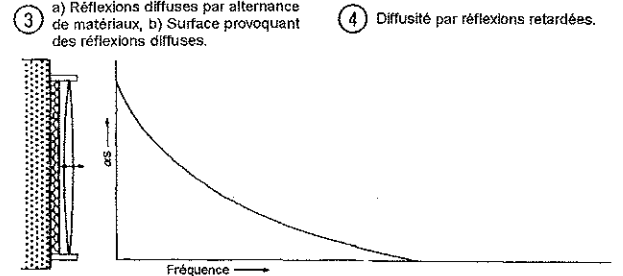
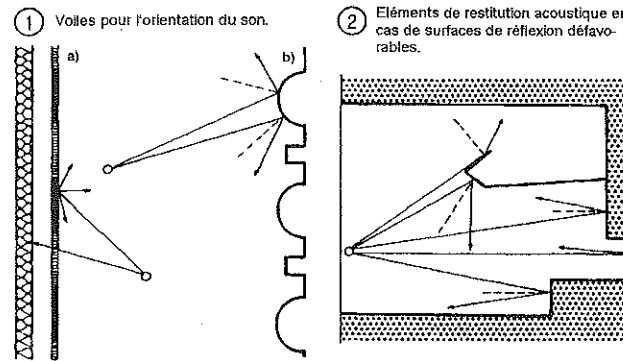
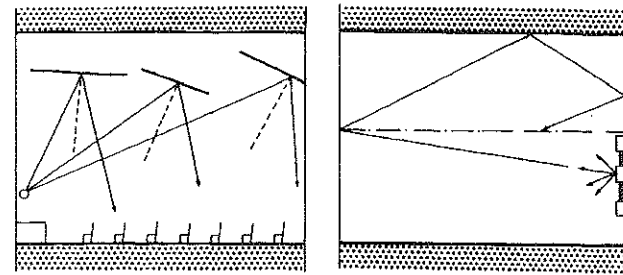
Souvent la durée de réverbération est atteinte uniquement par l'absorption des personnes et des fauteuils. Pour rendre la durée de réverbération indépendante de la présence de personnes, on choisira des fauteuils dont l'assise et le dossier présentent une grande surface absorbante, qui sera recouverte par les personnes assises. Des surfaces absorbantes supplémentaires pour hautes fréquences ne sont nécessaires qu'en cas de dépassement sensible du volume spécifique (p. 534, 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 :

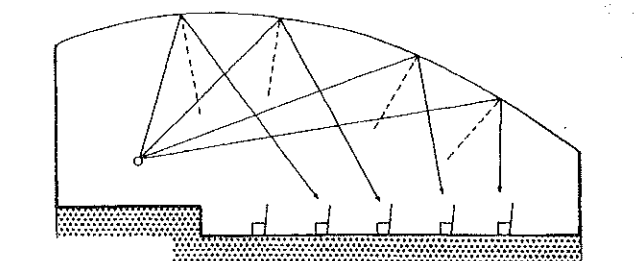
– les surfaces co-vibrantes absorbent les fréquences basses. Leurs dimensions, distances et compositions jouent un rôle important lors du réglage final (fig. 5) ;

– les surfaces avec des cavités devant un espace creux absorbent souvent des fréquences de la gamme moyenne (résonateur de Helmholtz) ; 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.

PROTECTION CONTRE LA FOUDRE

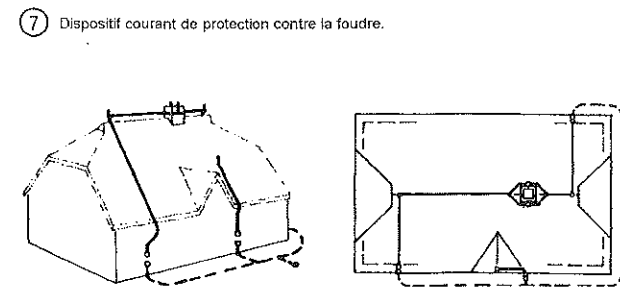
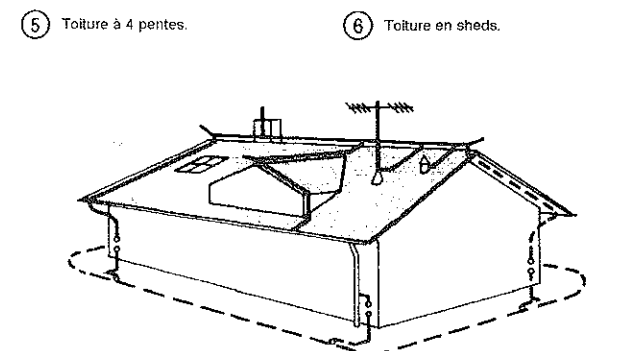
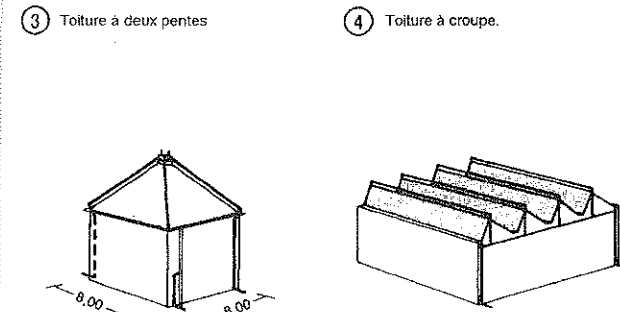
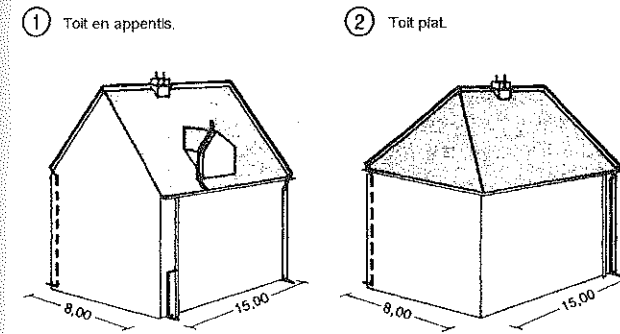
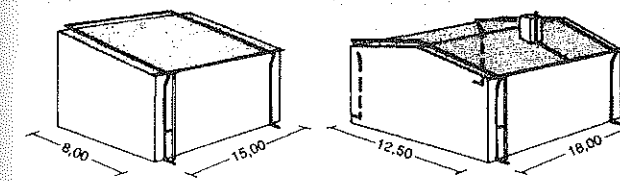
PRINCIPES

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, chauffe 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 exposés 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 et 9).

Quand le courant d'un éclair traverse la résistance de la mise à la terre, on constate une hausse de tension (par exemple 100 000 A x 5 Ω = 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.



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.

— Ligne de faîtage	↑ Antenne
- - - Ligne de mise à la terre	⊠ Ascenseur
— Mise à la terre	⊠ Cheminée
— Barrette de coupure	□ Superstructures métalliques
— Barrette de coupure supplémentaire (point de coupure)	⊠ Court-circuit sur le compteur d'eau et de gaz
— Connexion à du métal	— Traversée de toiture
— Raccordement souple	== Conduites d'eau ou de gaz
— Barre d'égalisation du potentiel / barre de mise à la terre	① Numéro du point de coupure
— Mise à la terre en profondeur	— Gouttière et descente pluviale
— Éclateur	— Recouvrement métallique
— Élément de dilatation	— Grille à neige
— Tige de captation	⊠ Point de raccordement aux conduites, gouttières, descentes pluviales, etc.
— Descente de surtension	⊠ Barre ou tube de mise à la terre
— Béton armé avec raccordement	⊠ Mise à la terre
— Angle de bâtiment	⊠ W compteur d'eau, G compteur de gaz
— Construction en acier	— Potelet pour lignes électriques
— Cuve en acier	— Barre de captation - lance de drapeau
— Lampe	○ Conduites métalliques

9 Symboles des éléments de construction de la protection contre la foudre

PROTECTION CONTRE LA Foudre MISE À LA TERRE

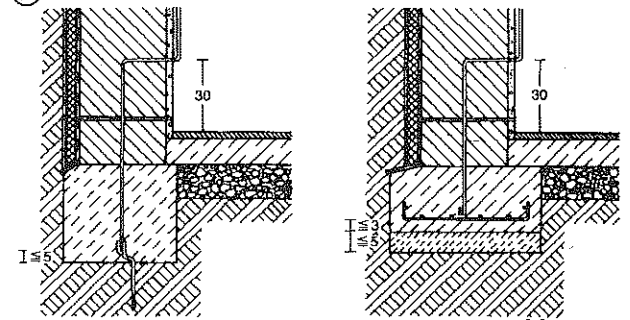
Assurer la mise à la terre par des rubans, tubes, plaques métalliques non isolés enfouis dans le sol, de façon à obtenir une faible résistance de diffusion dans le sol (fig. 12 et 13). La valeur de la résistance de diffusion varie en fonction de la nature et de l'humidité du sol. Le dispositif de mise 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 enfoncées 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 grasse, terre arable	Sable humide	Gravier humide	Sable et gravier sec	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

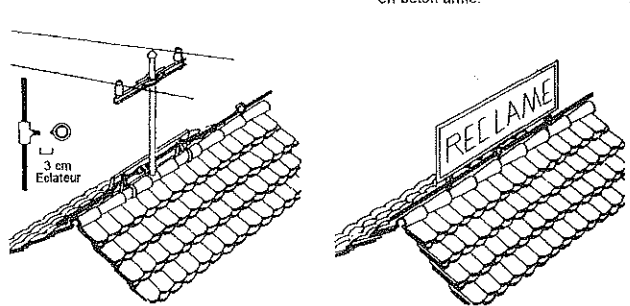
rentable non rentable

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.

PROTECTION CONTRE LA Foudre ZONES DE PROTECTION

Par principe, un objet à protéger dans l'une ou l'autre des zones de protection est désigné aussi suivant les normes LPZ (lightning protection zone) et classé selon la figure 6.

Zone de protection OA

La zone de protection OA se trouve en dehors d'un bâtiment à protéger. Les coups de foudre directs sont possibles dans cette zone où domine le champ non atténué des décharges de la foudre.

Zone de protection OB

Grâce aux dispositifs d'interception sur et le long des constructions à protéger, il existe des zones, fonction de la classe de protection, dans lesquelles les coups de foudre directs sont exclus. Il y règne aussi le champ non atténué des décharges de la foudre. De telles zones à l'extérieur des constructions sont désignées comme des zones de protection contre la foudre de type OB.

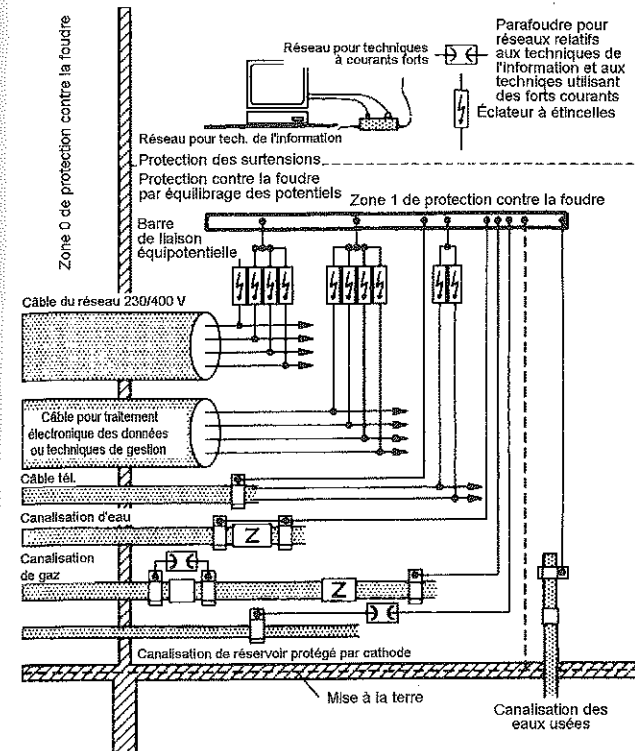
Zone de protection 1

La construction à protéger, elle-même, forme le cadre de la zone de protection 1 contre la foudre. La limite avec la zone de protection 0 est définie généralement par le toit, les murs extérieurs et le sol de la cave de la construction à protéger, dont l'état (rôle d'écran des parties extérieures des bâtiments) doit remplir certaines exigences.

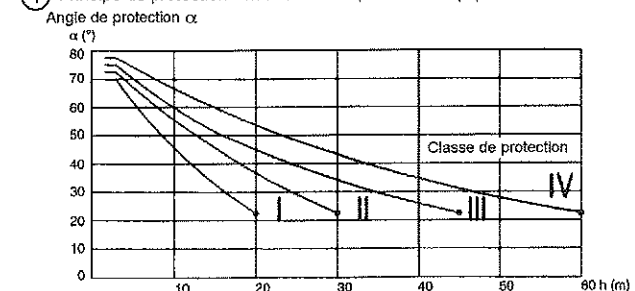
Zone de protection 1 et au-dessus

Il peut être raisonnable ou indiqué d'installer d'autres zones de protection contre la foudre, à l'intérieur de la zone de protection 1, par exemple une zone de protection 2 pour les installations informatiques et une zone de protection 3 pour des appareils électroniques particuliers.

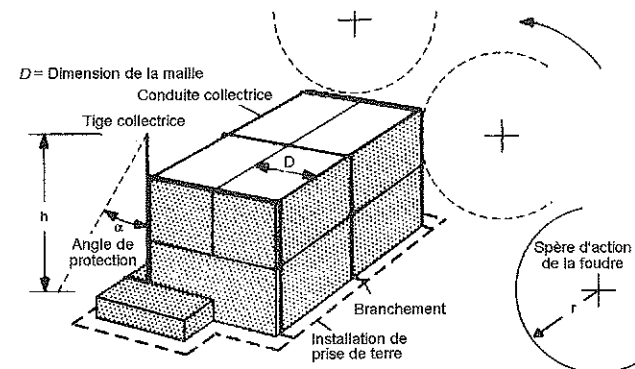
Classe de prot. contre la foudre	Efficacité	Rayon de la sphère d'action de la foudre (r)	Dimension de la maille (d)	Distance de déviation caractéristique	Angle de protection (α)	Valeur de crête du courant de foudre
I	98%	20 m	5 m x 5 m	10 m	20°	200 kA
II	95%	30 m	10 m x 10 m	15 m	30°	150 kA
III	90%	45 m	15 m x 15 m	20 m	45°	100 kA
IV	80%	60 m	20 m x 20 m	25 m	60°	



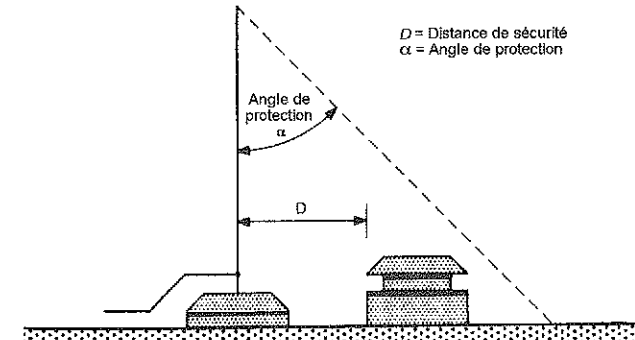
1 Principe de protection contre la foudre par liaison équipotentielle



2 Angle de protection en fonction de la classe de protection de la foudre et de la hauteur au-dessus de la zone à protéger

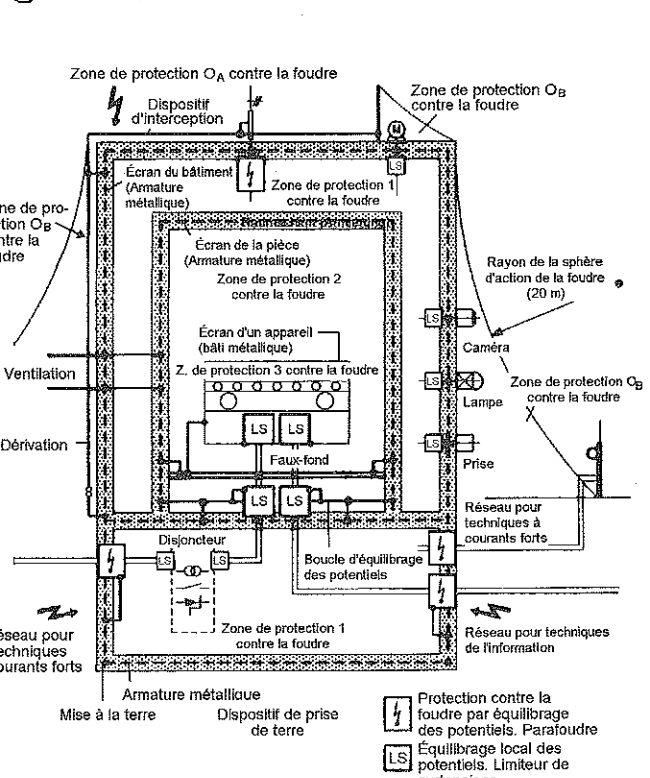


3 Méthodes pour le dimensionnement des dispositifs d'interception : sphère d'action de la foudre, angle de protection et maillage



4 Toits protégés par une tige collectrice

5 Classes de protection contre la foudre



6 Répartition en zones de protection contre la foudre dans une construction

PROTECTION CONTRE LA FOUDRE

MISE À LA TERRE

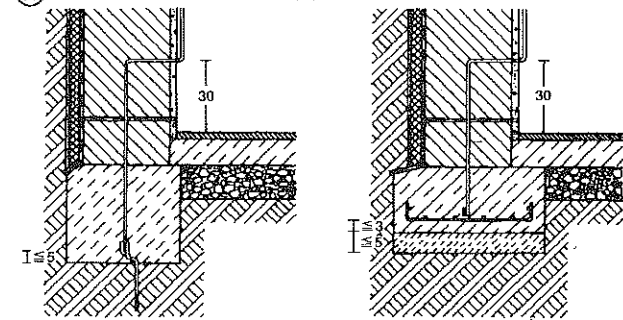
Assurer la mise à la terre par des rubans, tubes, plaques métalliques non isolés enfouis dans le sol, de façon à obtenir une faible résistance de diffusion dans le sol (fig. 12 et 13). La valeur de la résistance de diffusion varie en fonction de la nature et de l'humidité du sol. Le dispositif de mise 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 enfoncées 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	5
Prof. piquet de terre en m	6	20	40	100	200	600	
Long. ruban de terre en m	6	20	40	100	200	600	10
Prof. piquet de terre en m	3	10	20	50	100	300	
Long. ruban de terre en m	4	13	27	67	133	400	15
Prof. piquet de terre en m	2	7	14	34	70	200	
Long. ruban de terre en m	2	7	13	33	67	200	30
Prof. piquet de terre en m	1	3	7	17	33	100	

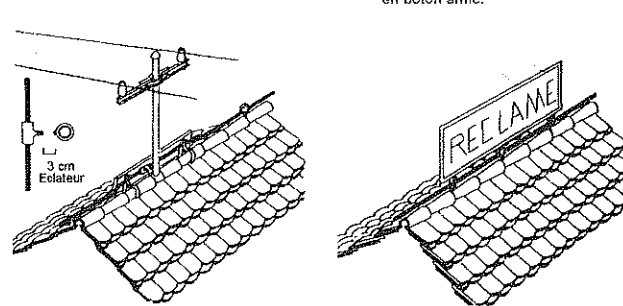
rentable non rentable

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.

PROTECTION CONTRE LA FOUDRE

ZONES DE PROTECTION

Par principe, un objet à protéger dans l'une ou l'autre des zones de protection est désigné aussi suivant les normes LPZ (lightning protection zone) et classé selon la figure 6.

Zone de protection OA

La zone de protection OA se trouve en dehors d'un bâtiment à protéger. Les coups de foudre directs sont possibles dans cette zone où domine le champ non atténué des décharges de la foudre.

Zone de protection OB

Grâce aux dispositifs d'interception sur et le long des constructions à protéger, il existe des zones, fonction de la classe de protection, dans lesquelles les coups de foudre directs sont exclus. Il y règne aussi le champ non atténué des décharges de la foudre. De telles zones à l'extérieur des constructions sont désignées comme des zones de protection contre la foudre de type OB.

Zone de protection 1

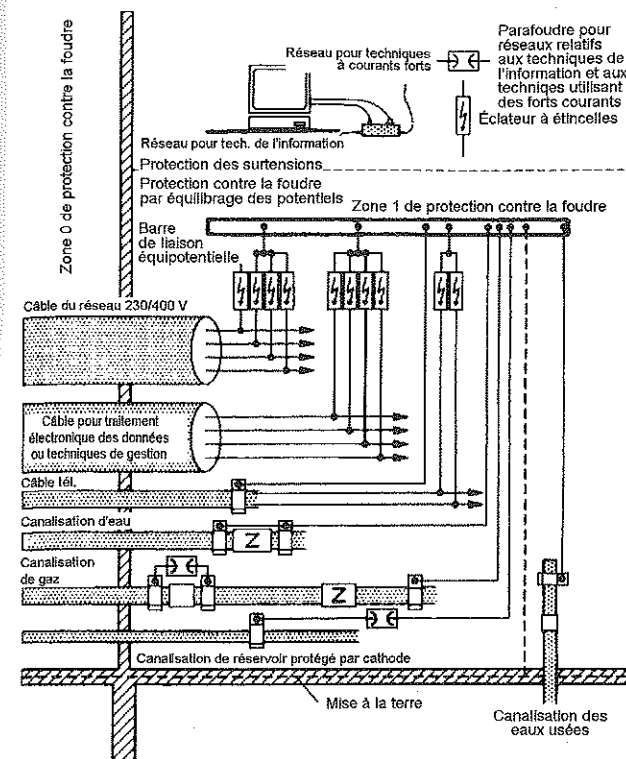
La construction à protéger, elle-même, forme le cadre de la zone de protection 1 contre la foudre. La limite avec la zone de protection 0 est définie généralement par le toit, les murs extérieurs et le sol de la cave de la construction à protéger, dont l'état (rôle d'écran des parties extérieures des bâtiments) doit remplir certaines exigences.

Zone de protection 1 et au-dessus

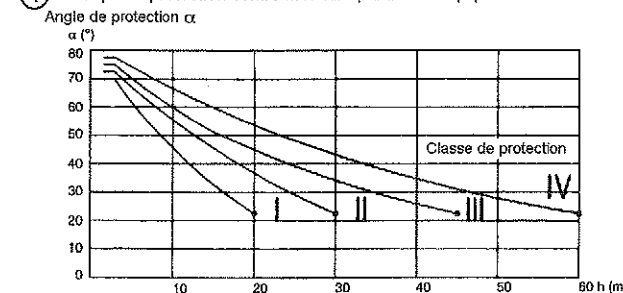
Il peut être raisonnable ou indiqué d'installer d'autres zones de protection contre la foudre, à l'intérieur de la zone de protection 1, par exemple une zone de protection 2 pour les installations informatiques et une zone de protection 3 pour des appareils électroniques particuliers.

Classe de prot. contre la foudre	Efficacité	Rayon de la sphère d'action de la foudre (r)	Dimension de la maille (d)	Distance de déviation caractéristique	Angle de protection (α)	Valeur de crite du courant de foudre
I	98%	20 m	5 m x 5 m	10 m	→ ②	200 kA
II	95%	30 m	10 m x 10 m	15 m		150 kA
III	90%	45 m	15 m x 15 m	20 m		100 kA
IV	80%	60 m	20 m x 20 m	25 m		

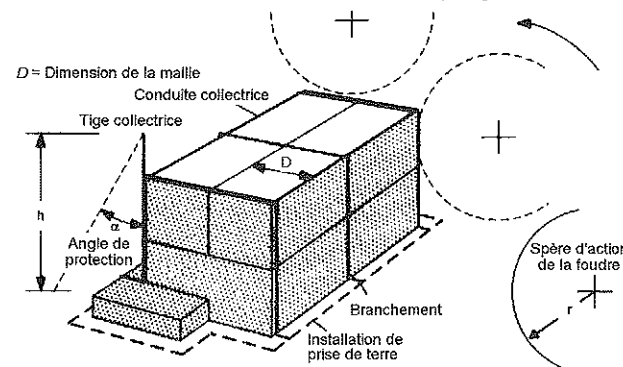
⑤ Classes de protection contre la foudre



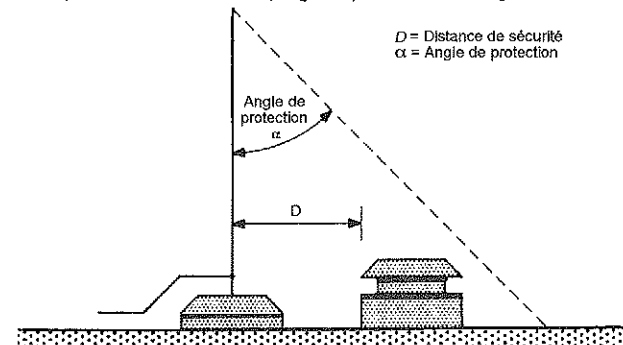
① Principe de protection contre la foudre par liaison équipotentielle



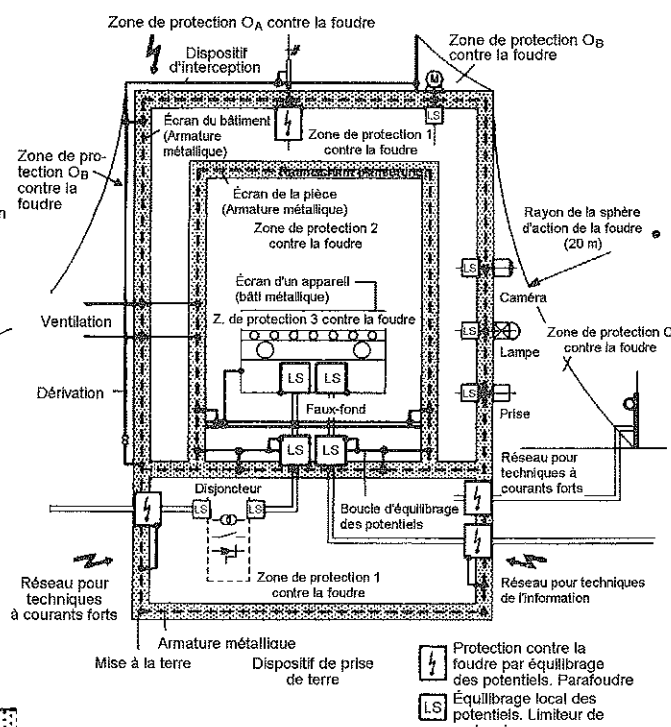
② Angle de protection en fonction de la classe de protection de la foudre et de la hauteur au-dessus de la zone à protéger



③ Méthodes pour le dimensionnement des dispositifs d'interception : sphère d'action de la foudre, angle de protection et maillage



④ Toits protégés par une tige collectrice



⑥ Répartition en zones de protection contre la foudre dans une construction

LUMIÈRE DU JOUR

EXIGENCES POUR L'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. 541, 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°.

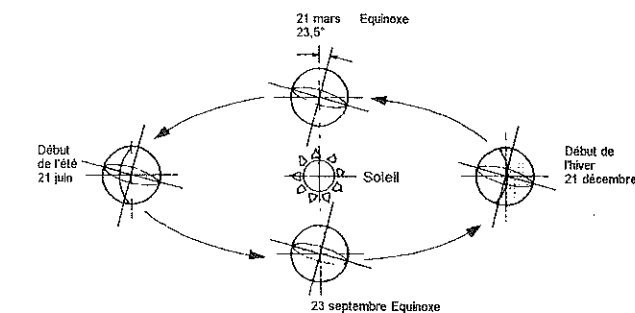
La position du Soleil découle des latitudes. Le 21/3 et le 23/9 à midi ($\alpha_s = 180^\circ$), le Soleil forme pour toute latitude un azimut identique. Par exemple à 49° latitude nord, l'azimut à midi ($\alpha_s = 180^\circ$) est 51° (fig. 6). L'angle de hauteur du Soleil au-dessus de l'horizon est 90° - 49° = 41°.

Le 21/6, la position du Soleil à midi ($\alpha_s = 180^\circ$) 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.

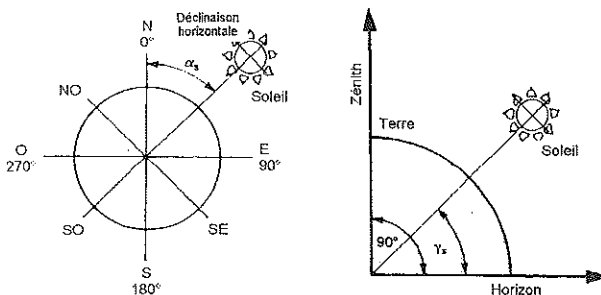
Ainsi on peut calculer pour toutes les latitudes l'angle γ de la position du Soleil correspondant à la saison.

Longueur d'onde			Fréquence	
En mètre	en nanomètres (nm)	En hertz (Hz)		
100 000	10 ⁵	100 billions	10 ¹⁴	Ondes longues
10 000	10 ⁴	10 billions	10 ¹³	
1 000	10 ³	1 billions	10 ¹²	
100	10 ²	100 milliards	10 ¹¹	Ondes courtes
10	10	10 milliards	10 ¹⁰	Ondes ultra courtes
1	1	1 milliard	10 ⁹	Télévision
1 dixième	10 ⁻¹	100 millions	10 ⁸	Ondes radar
1 centième	10 ⁻²	10 millions	10 ⁷	
1 millièm	10 ⁻³	1 millions	10 ⁶	
1 dix millièm	10 ⁻⁴	100 000	10 ⁵	Rayons infrarouges
1 cent millièm	10 ⁻⁵	10 000	10 ⁴	
1 millièm	10 ⁻⁶	1 000	10 ³	
1 dix millièm	10 ⁻⁷	100	10 ²	Rayons ultraviolets
1 cent millièm	10 ⁻⁸	10	10 ¹	
1 millièm	10 ⁻⁹	1	10 ⁰	
1 dix millièm	10 ⁻¹⁰	1 dixième	10 ⁻¹	Rayons X
1 cent millièm	10 ⁻¹¹	1 centième	10 ⁻²	
1 millièm	10 ⁻¹²	1 millièm	10 ⁻³	
1 dix millièm	10 ⁻¹³	1 dix millièm	10 ⁻⁴	Rayons gamma
1 cent millièm	10 ⁻¹⁴	1 cent millièm	10 ⁻⁵	
1 millièm	10 ⁻¹⁵	1 millièm	10 ⁻⁶	

① Spectre énergétique du rayonnement électromagnétique (1 nanomètre = 1 millièm de millimètre)



② Les saisons - ici sur l'hémisphère Nord



③ Angle azimutal- α

④ Angle d'ascension γ

LUMIÈRE DU JOUR

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 $\alpha_s = 180^\circ$ (sud), l'angle de hauteur est de 39°, le coucher du Soleil est à 18,00 heures, $\alpha_s = 270^\circ$.

Pour déterminer le tracé local du Soleil, il existe un diagramme de la position du Soleil en couleur (fig. 4). 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.

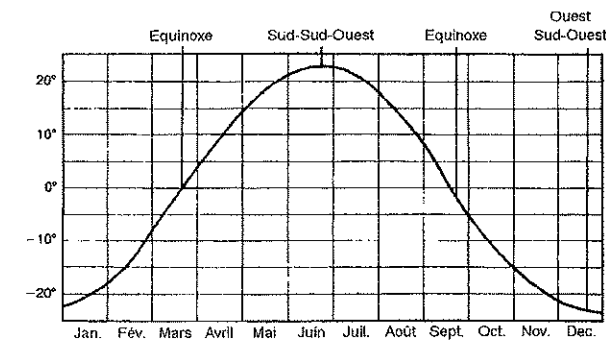
L'intersection entre les courbes de l'heure et du jour d'une même couleur marque la position du Soleil selon le jour et l'heure. À l'aide du diagramme polaire en orange, il est possible de déterminer la position du Soleil par l'angle de direction du Soleil (azimut) et l'angle d'ascension du Soleil (hauteur) (fig. 4).

Projection de la trajectoire solaire

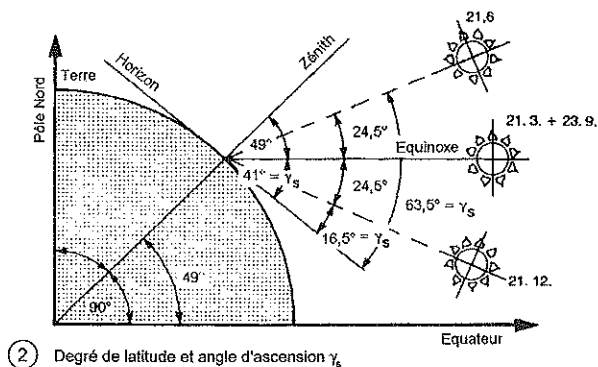
Avec les projections stéréographiques on peut déterminer pour chaque degré de latitude (fig. 5) la trajectoire solaire, le 21 du mois concerné, en fonction de la saison et de l'heure diurne.

Position du Soleil, heure, détermination de l'heure

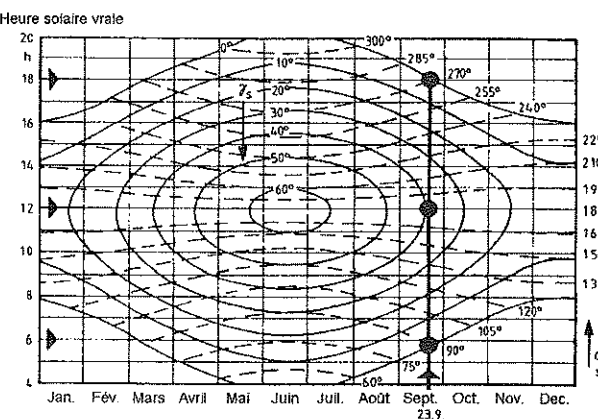
La position du Soleil détermine les conditions de la lumière du jour en fonction de l'heure et de la saison. L'heure solaire vraie est l'indication usuelle de l'heure dans les diagrammes de la position du Soleil lorsque l'on détermine l'heure en fonction de la lumière du jour. À tout lieu est attribué 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.



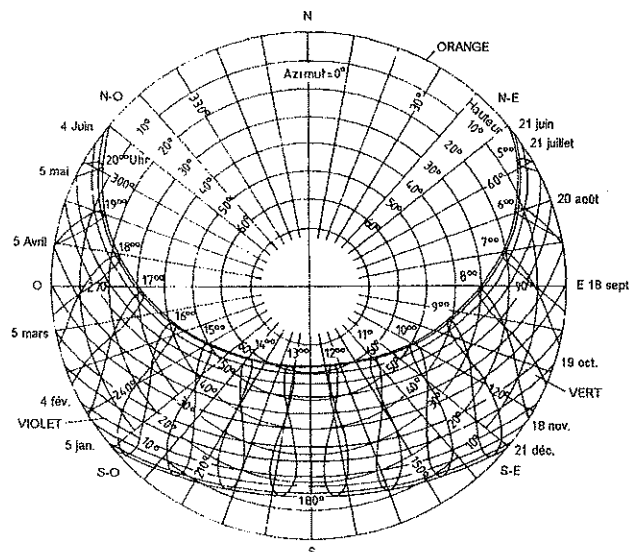
① Déclinaison du Soleil pendant l'année



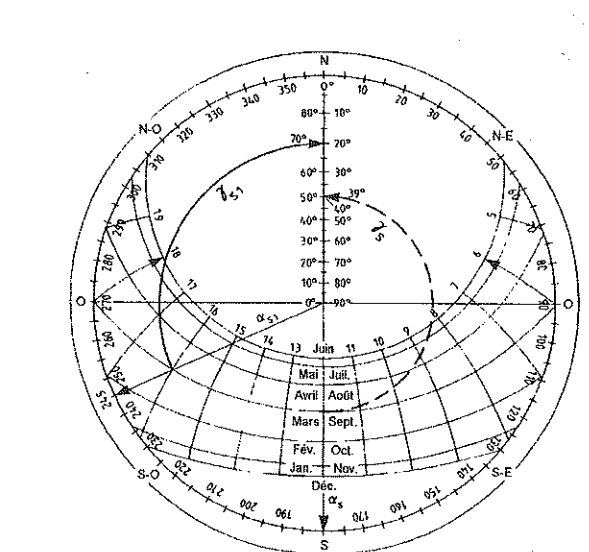
② Degré de latitude et angle d'ascension γ_s



③ Azimut du Soleil et hauteur du Soleil γ_s 51° lat. N. en fonction de la saison et l'heure

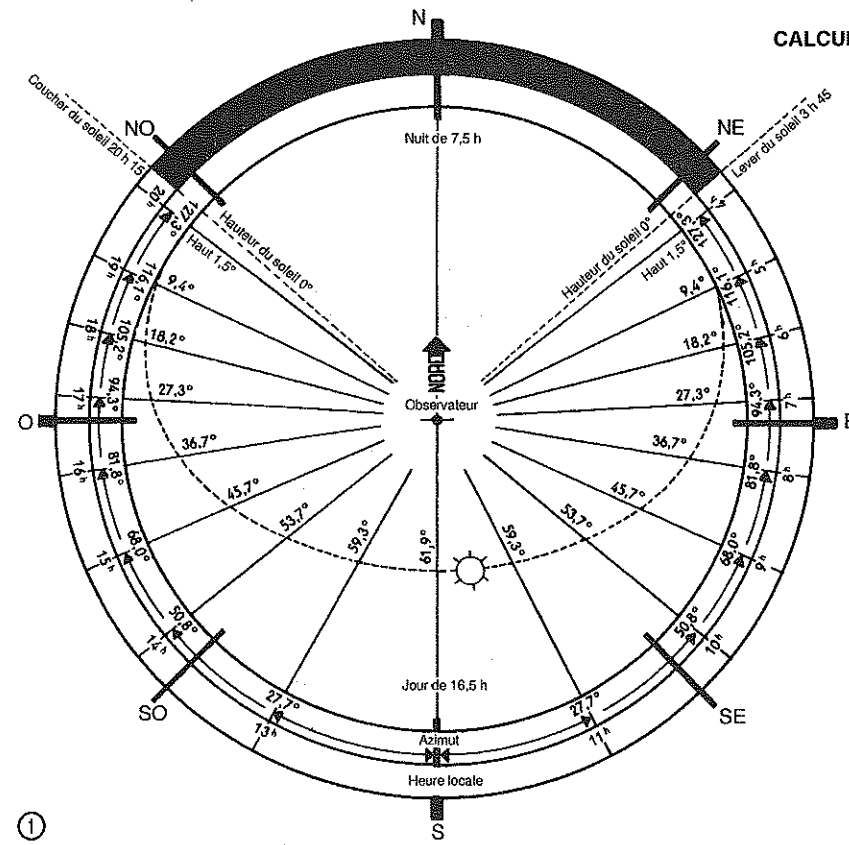


④ Diagramme de la position du Soleil pour 49°52' lat. N., 8°39' long. E., méridien d'origine pour l'heure : 15°00' long. E

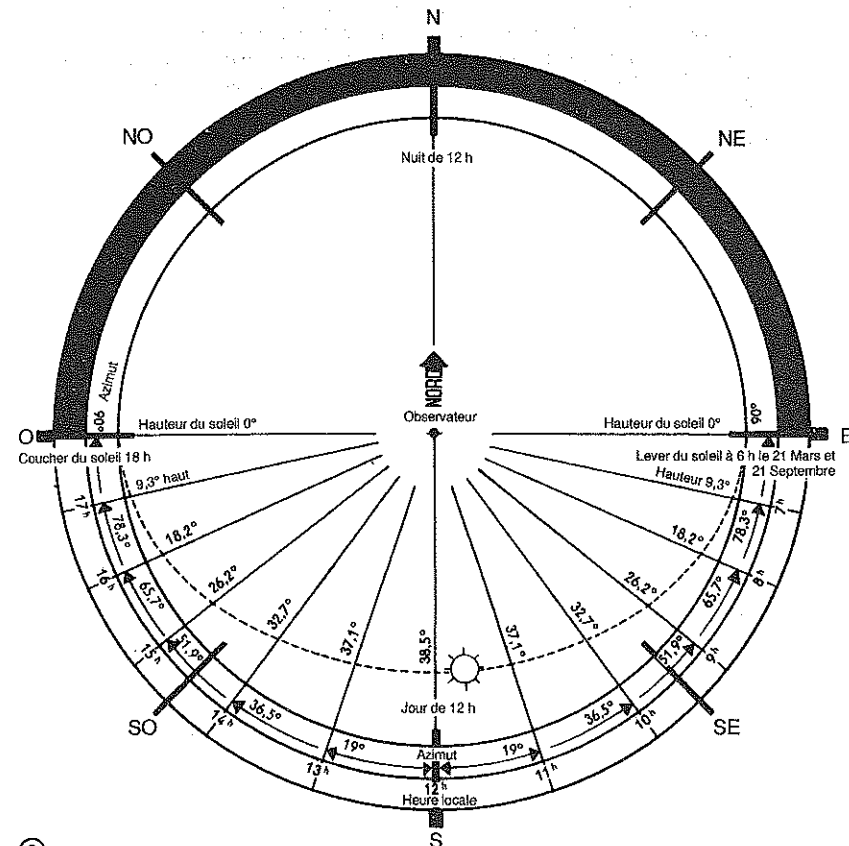


⑤ Projection stéréographique de la trajectoire du Soleil, pour 51° lat. N. le 21.3 et le 23.9 : lever du Soleil à 6 h 00, coucher du Soleil à 18 h 00 $\gamma_s = 39^\circ$ à 12 h 00

LUMIÈRE DU JOUR 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 1 h 18 min à Brest (4°30' ouest).

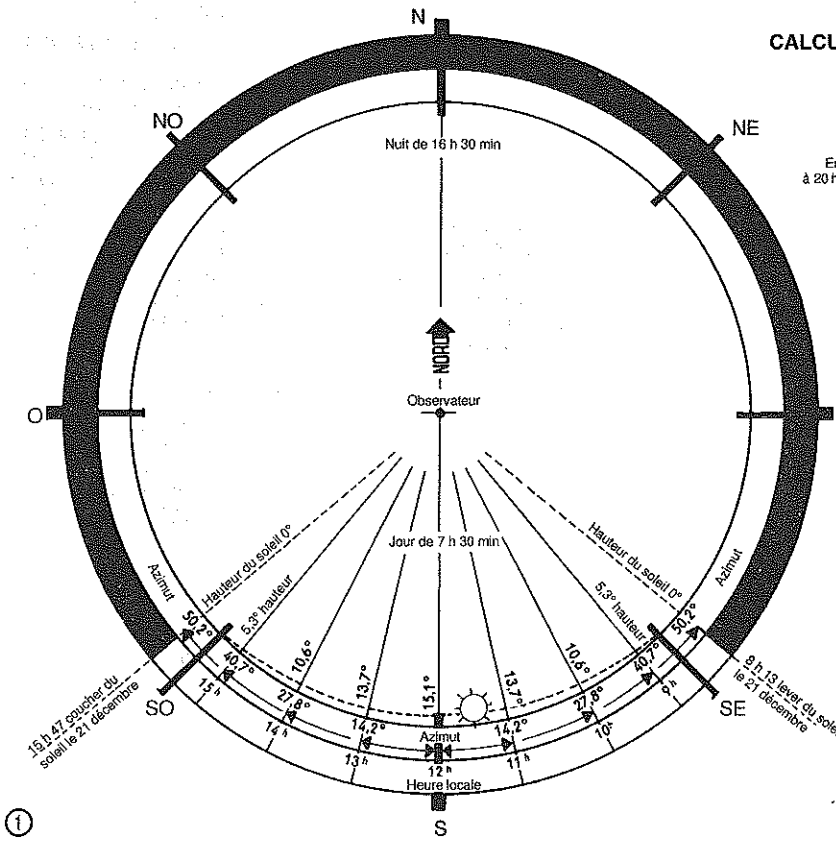
Durée d'ensoleillement

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.

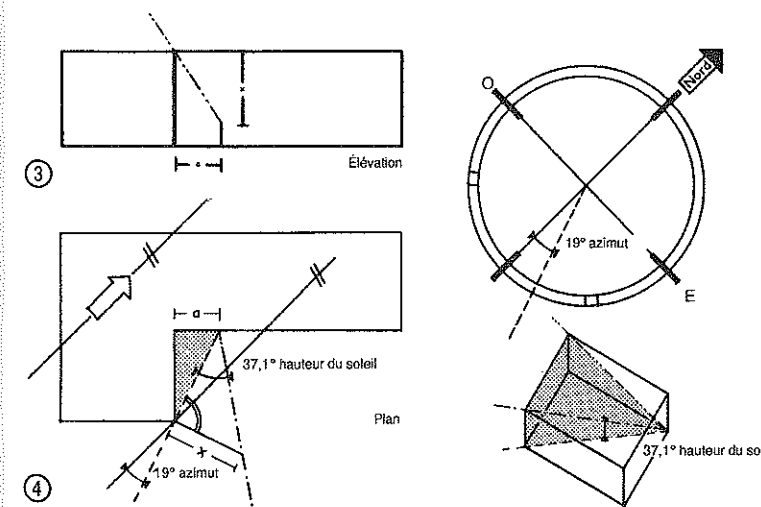
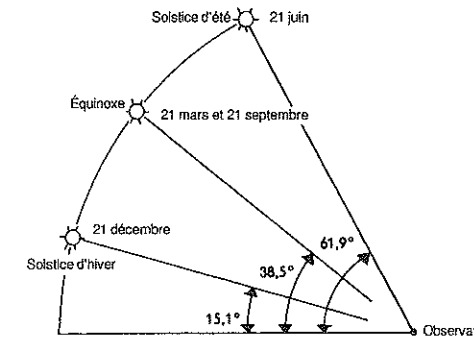
LUMIÈRE DU JOUR CALCUL DE L'ENSOLEILLEMENT DES BÂTIMENTS



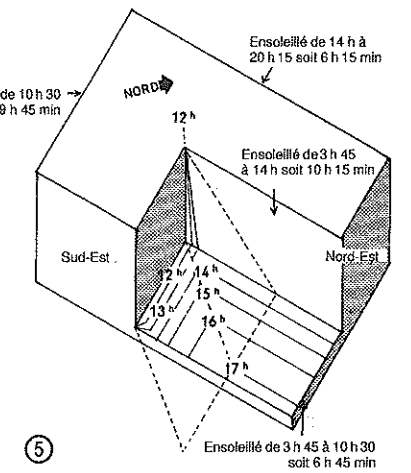
③ Trajectoire du soleil. Solstice d'hiver (vers le 21 décembre), le jour le plus court de l'année. 51°30' latitude Nord (Anvers).

④

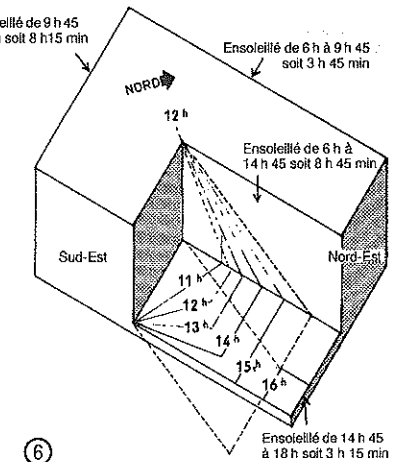
Hauteur du Soleil à midi aux jours de l'année marquant les changements de saison. La distance du Soleil par rapport à l'observateur correspond au rayon intérieur du tracé en pointillé représentant la trajectoire du soleil sur la sphère céleste.



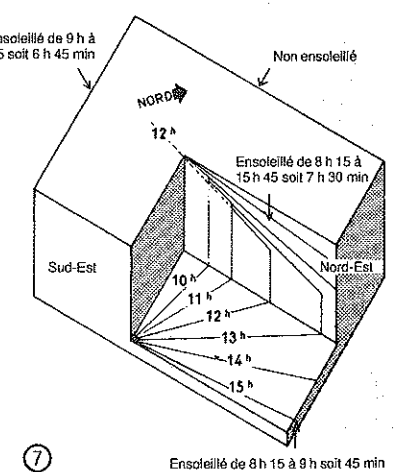
④ Pour déterminer l'ensoleillement ou les parties ombragées d'une construction à une époque déterminée de l'année et à une heure déterminée du jour (par exemple à l'équinoxe à 11 h) on porte sur le plan, à l'angle intéressé, l'angle azimutal. Il détermine en plan la limite de l'ombre sur laquelle on 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.

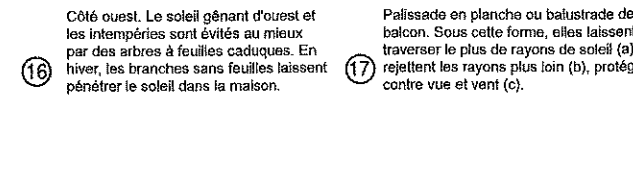
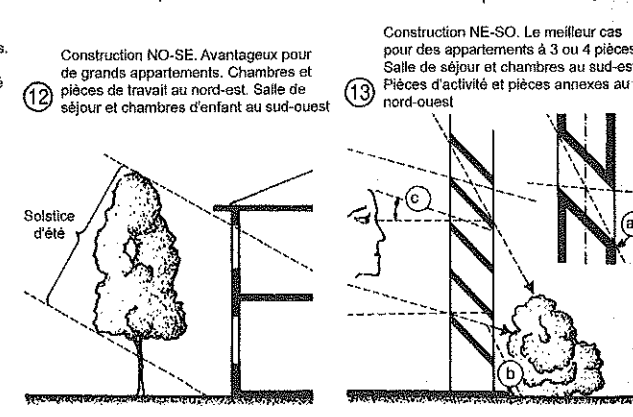
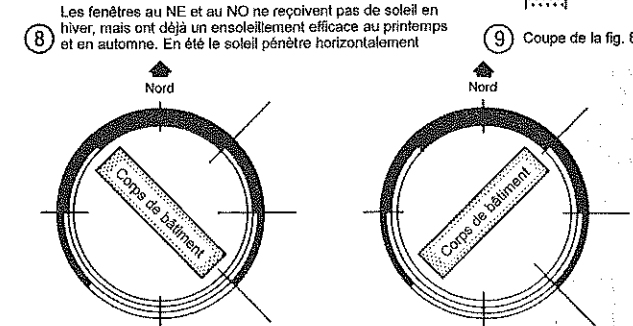
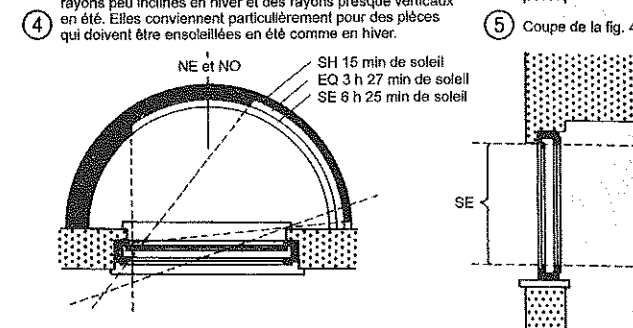
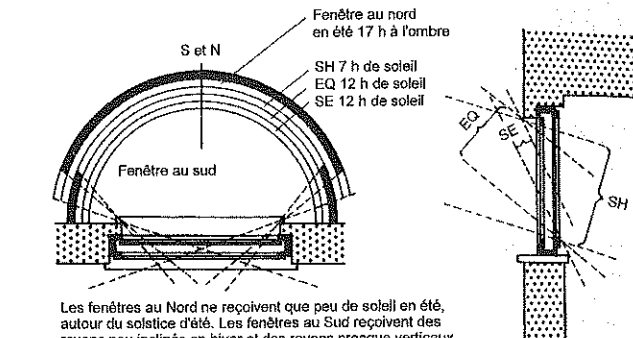
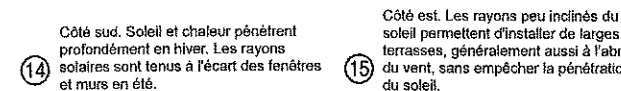
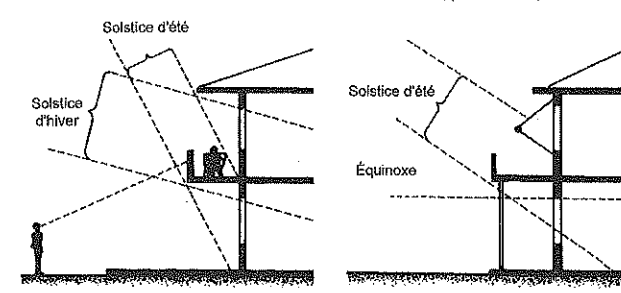
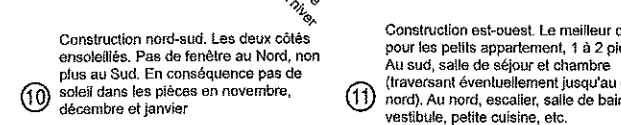
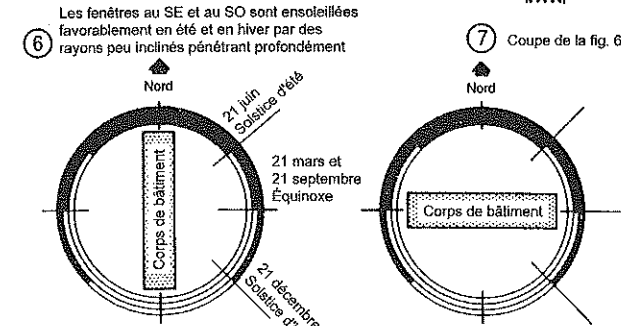
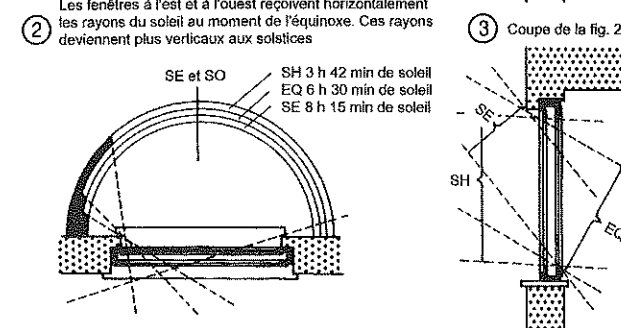
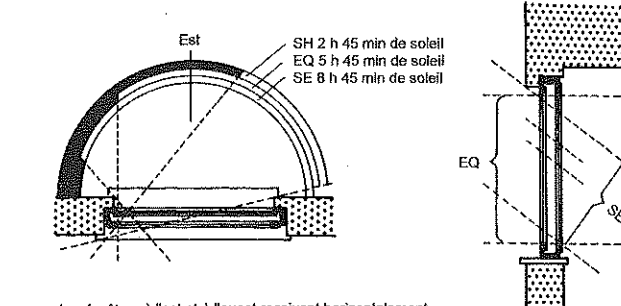
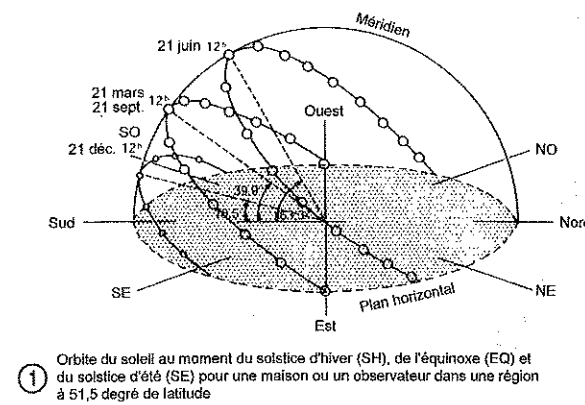


⑦ Solstice d'hiver. Le côté Nord-Est est ensoleillé à peine 1 heure, le côté Sud-Est se trouve à l'ombre peu après 15 h.

LUMIÈRE DU JOUR

CALCUL DE L'ENSOLEILLEMENT DES BÂTIMENTS

La bonne disposition d'un bâtiment, ou d'une fenêtre, par rapport au soleil est déterminante dans l'utilisation d'une construction pour profiter de son effet bénéfique ou, le cas échéant, pour se protéger de sa chaleur indésirable. En général, la pénétration du soleil dans toutes les pièces est souhaitée en automne et en hiver dans la matinée. Elle n'est pas souhaitée entre juin et août à midi et l'après-midi. Ces exigences sont réalisées par un positionnement adéquat du bâtiment (fig. 10 à 13) et des agencements de construction (fig. 14 à 17). La forme des embrasures des fenêtres et le profil des petits bois ne doit pas beaucoup porter préjudice à la pénétration du soleil. De hautes fenêtres laissent pénétrer les rayons du soleil tout au fond des pièces, d'où un bon éclairage.



LUMIÈRE DU JOUR

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 (voir p. 541, fig. 5), 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. À ce moment, le Soleil brille sous un angle d'azimut (α_{st}) de 245° et sous un angle d'ascension (γ_{st}) de 20° (fig. 1 et voir p. 541, fig. 5). 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 ($\alpha_{st} = 245^\circ$). 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 recopié (fig. 3). On pourra alors consulter le transparent pour analyser les ombres et l'ensoleillement de la façade ou du bâtiment à la véritable échelle.

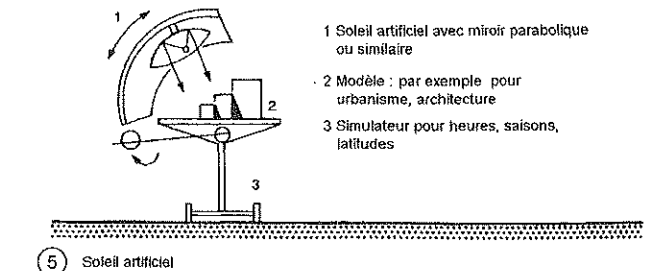
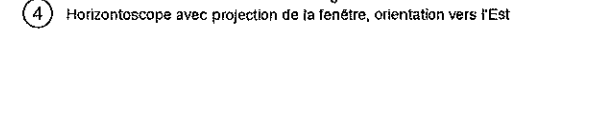
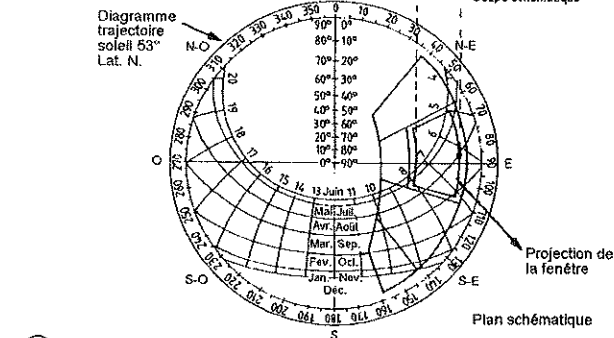
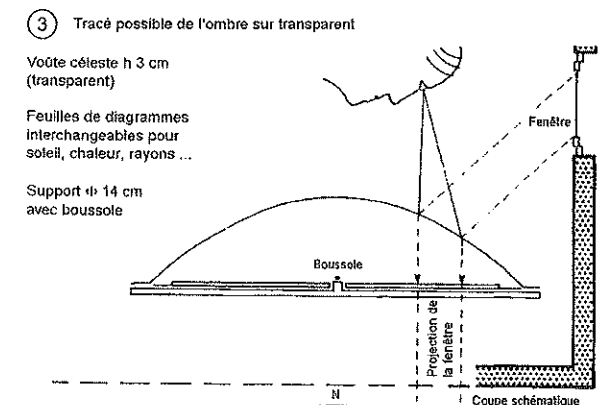
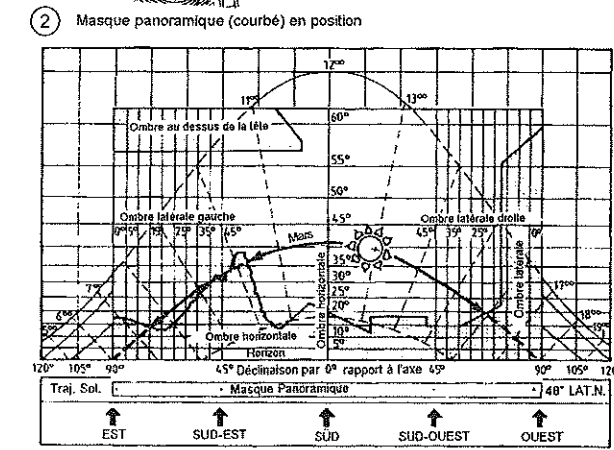
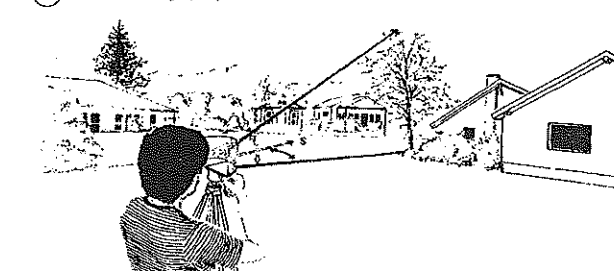
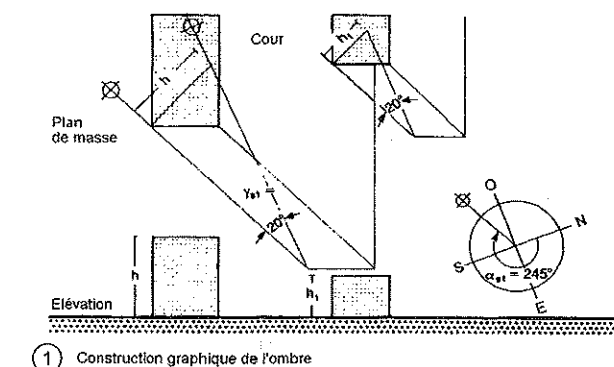
Horizontoscope :

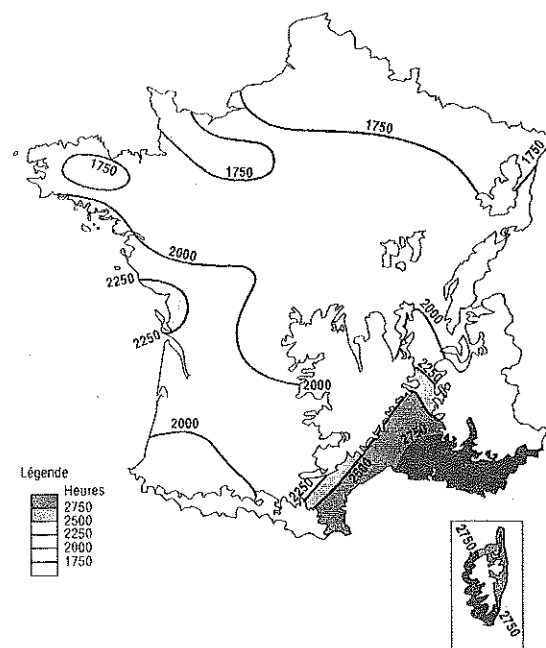
C'est un appareil qui sert à déterminer sur place les proportions réelles d'ensoleillement ou d'ombre sur le bâtiment et à l'intérieur. Il est constitué d'une coupole transparente, d'une boussole, d'un support et des feuilles de diagrammes qui y seront posées et qui varient selon ce qui est recherché, par ex. éclairage, 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. 4). À 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. 4).

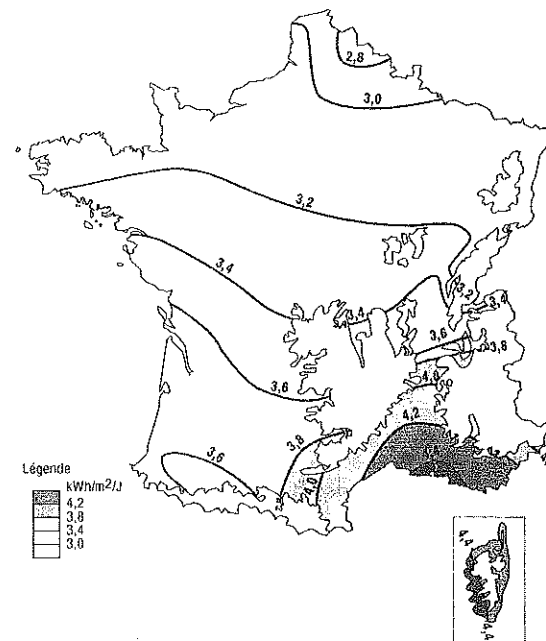
Simulation sur maquette :

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. 5).



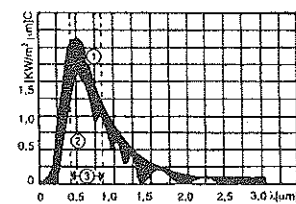


1 Durée moyenne d'insolation annuelle en heures (d'après document de la Météorologie française)



2 Irradiation solaire globale quotidienne en France (d'après document de la Météorologie française)

Etat du ciel p.ex. 51° latitude nord	Clair, sans nuages, ciel bleu	Brumeux, nuageux, soleil per- ceptible en disque blanc	Ciel totale- ment couvert, sombre
Temps			
Intensité d'irradiation horiz. W/m²	600-800	200-400	50-150
Éclairement horiz. lux	60000-100000	19000-40000	5 000-20000
Part de diff du ciel	10-20%	20-30%	60-100%



1 Intensité J du rayonnement solaire à la limite de l'atmosphère terrestre en fonction de la longueur d'onde (λ). 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

3 Éclairement en fonction de la qualité de la lumière du jour et des conditions météorologiques

LUMIÈRE DU JOUR 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 1 300 et 1 900 heures par an (fig. 1), 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. 2). « 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. 3).

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.

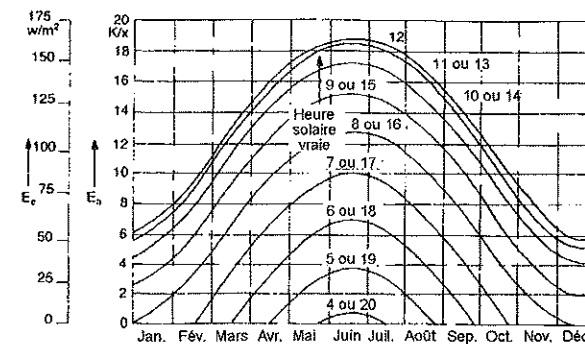
Cette diminution se fait essentiellement par des facteurs de trouble tels que la dispersion, la réflexion et l'absorption du rayonnement, par des particules de poussière ou de brume (cause d'une lumière du jour diffuse) ainsi que par la teneur de l'air en vapeur d'eau, gaz carbonique et ozone.

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 m.

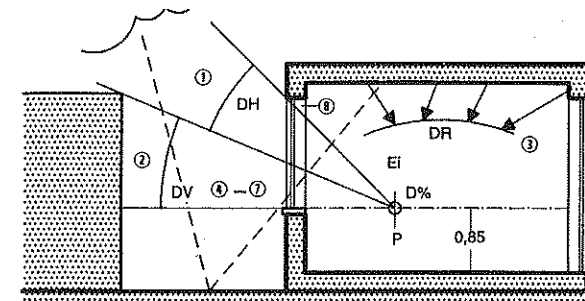
Distribution de la totalité de l'énergie à la surface de la Terre : environ 3 % de rayons ultraviolets dans une gamme de longueurs d'ondes de 0,2 à 0,38 m, environ 44 % de rayonnement visible dans une gamme de longueurs d'ondes de 0,38 à 0,78 m, environ 53 % de rayons infrarouges dans une gamme de longueurs d'ondes de 0,78 à 3,0 m.

La zone 2 (fig. 4) indique le rayonnement solaire atteignant la Terre, elle est appelée constante solaire et atteint sous nos latitudes env. 1 000 W/m² sur une surface perpendiculaire au rayonnement.

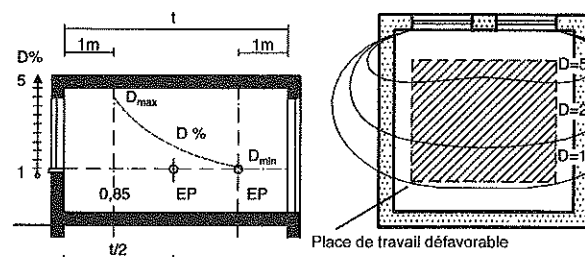
Son intensité tombe par temps presque couvert à environ 200 W/m² par rayonnement diffus (ciel couvert avec Soleil entièrement caché) (fig. 3).



1 Éclairement horizontal E_h par ciel couvert pour 51° latitude Nord en fonction de la saison et de l'heure. E_0 = Intensité d'irradiation horizontale.

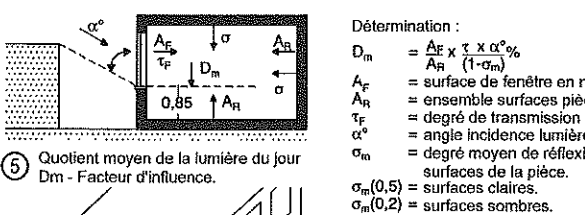


2 Lumière du jour et éclairage de l'intérieur d'une pièce pour le point P.

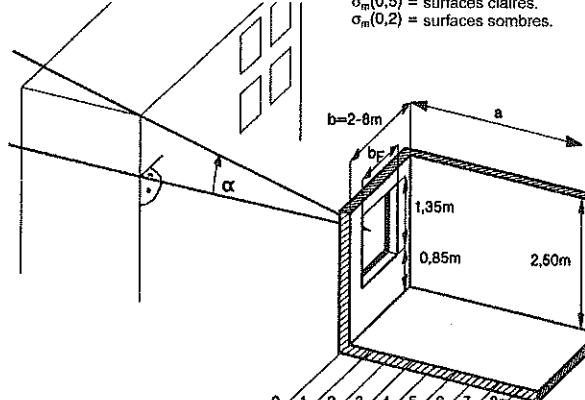


3 Quotient de la lumière du jour D % avec niveau de référence en coupe.

4 Évolution de la lumière du jour D % en plan dans le cas de 2 fenêtres latérales.



5 Quotient moyen de la lumière du jour D_m - Facteur d'influence.



6 Valeurs exigées pour les quotients de la lumière du jour D (en %)

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. 3).

Dans les lieux de travail : point de référence : le point le plus profond de la pièce (fig. 3).

$D_{min} \geq 2\%$ pour les lieux de travail à vitrage sur deux côtés.

$D_{min} \geq 2\%$ pour les lieux de travail à éclairage zénithal, pour $D_m \geq 4\%$ (fig. 5).

LUMIÈRE DU JOUR LUMIÈRE LATÉRALE

Lumière du jour à l'intérieur des pièces avec éclairage latéral

La lumière naturelle à l'intérieur d'une pièce peut être évaluée selon les critères suivants :

- L'éclairement et luminosité,
- La réflexion,
- L'uniformité, D_{min}/D_{max} ,
- Le rendu des couleurs,
- L'éblouissement,
- La configuration de l'espace,
- L'ombrage,
- La vue vers l'extérieur.

Principes de bases

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 (E_i) et l'éclairement extérieur (E_e) au même moment, $D = E_i/E_e \times 100\%$. 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 5 000 lux en hiver jusqu'à 20 000 lux en été (fig. 1).

Variation de la lumière du jour à l'intérieur

Le quotient de lumière du jour pour le point P se compose de plusieurs facteurs d'influence (fig. 2) :

$$D = (DH + DV + DR) \tau k_1 k_2 k_3$$

Signification :

DH part de la lumière du ciel et incidence de la lumière du jour < α° ,

DV part de la construction voisine,

DR part de la réflexion intérieure,

Coefficients de minoration :

τ 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.

Position et taille de la fenêtre

Niveau de référence pour l'éclairement horizontal de l'intérieur (fig. 3). Sa hauteur virtuelle est de 0,85 m. 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 plan fournit des renseignements concernant l'éclairement horizontal pour le plan de référence (aux points définis) (fig. 4) ; 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.

Valeurs exigées pour les quotients de la lumière du jour D (en %)

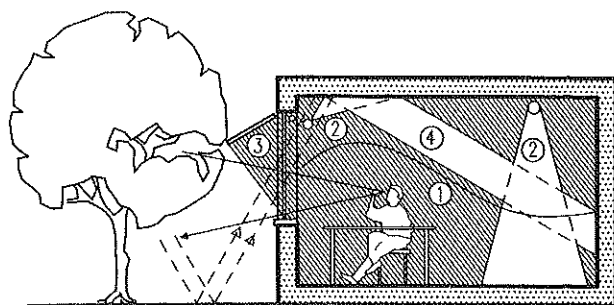
Les directives s'appliquant à ce domaine figurent dans la réglementation sur l'éclairage naturel des locaux et les lieux de travail (lumière du jour à l'intérieur). En l'absence d'autres données dans ce domaine, on peut cependant obtenir par le biais de l'uniformité (voir ci-après) la valeur de la variation 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. 3).

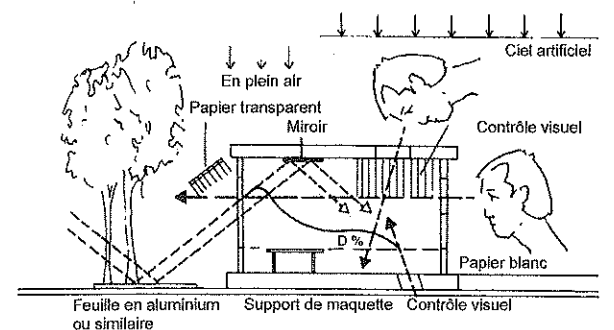
Dans les lieux de travail : point de référence : le point le plus profond de la pièce (fig. 3).

$D_{min} \geq 2\%$ pour les lieux de travail à vitrage sur deux côtés.

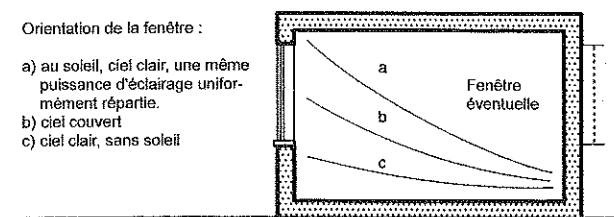
$D_{min} \geq 2\%$ pour les lieux de travail à éclairage zénithal, pour $D_m \geq 4\%$ (fig. 5).



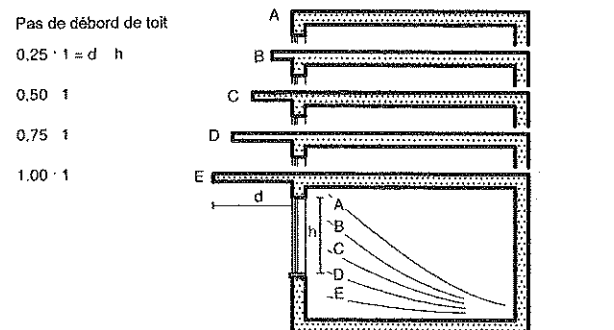
1 Régulation du niveau d'éclairement au moyen des lumières du jour et artificielles : 1. évolution de la lumière du jour D%, 2. éclairage complémentaire à la lumière du jour, 3. protection contre l'éblouissement, 4. surface brillante.



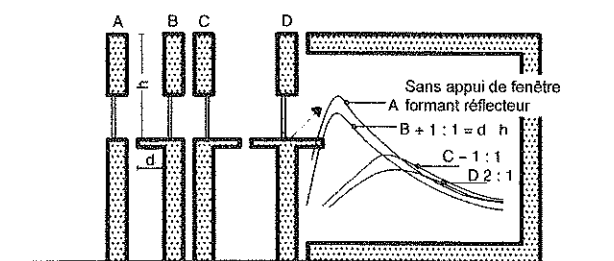
2 Expériences avec la lumière du jour pour la maquette sous le ciel artificiel.



3 Niveau d'éclairement en fonction de divers états du ciel.



5 Variation de la lumière du jour dans une pièce par ciel couvert en fonction de différentes formes de débords de toit.



7 Variation de la lumière du jour dans une pièce en fonction des différentes sortes d'appuis de fenêtre formant réflecteur.

Objectifs (fig. 1 à 8)

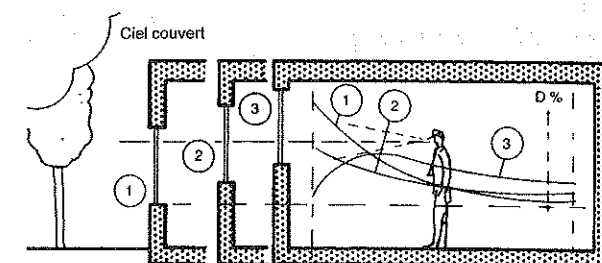
- Pas d'éblouissement direct ou indirect.
- Ombrage différencié.
- Illumination optimale par la lumière du jour, contrôlée.
- Vue en toutes saisons.
- Ambiance lumineuse équilibrée entre le jour et la nuit.
- Complément d'éclairage analogue à la lumière du jour et coloré.
- Réduction de la part de lumière artificielle.
- Surfaces mates, claires et de couleur pastel.

Exigences

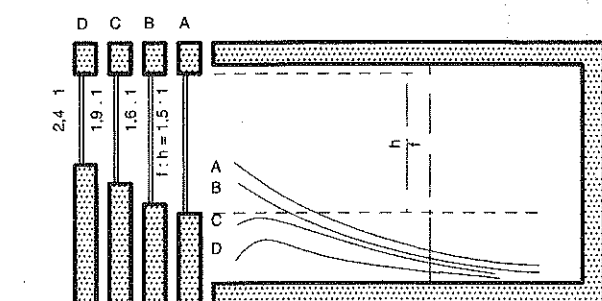
Voir normes dont la norme européenne sur les emplacements pour le travail avec écran d'ordinateurs ainsi que le Code de la construction et de l'habitation.

En particulier :

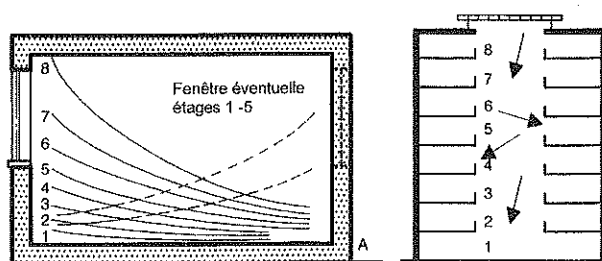
1. quotient de lumière du jour $D_{min} \geq 2\%$;
2. uniformité d'éclairage $G \geq 1/6$;
3. estimation de l'importance des ouvertures pour des pièces de profondeur donnée :
 - 16-20 % environ de la surface au sol pour une profondeur ≤ 8 m,
 - 25 % environ de la surface au sol pour une profondeur ≤ 8 à 11 m,
 - 30 % environ de la surface au sol pour une profondeur ≤ 11 à 14 m,
 - 35 % environ de la surface au sol pour une profondeur ≤ 14 m.



4 Variation de la lumière du jour à l'intérieur d'une pièce en fonction de différentes hauteurs de fenêtres verticales.

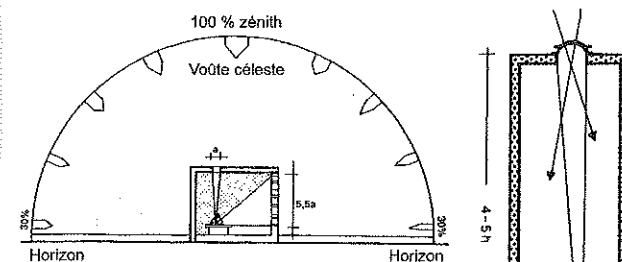


6 Variation de la lumière du jour dans une pièce en fonction de différentes hauteurs d'allège.

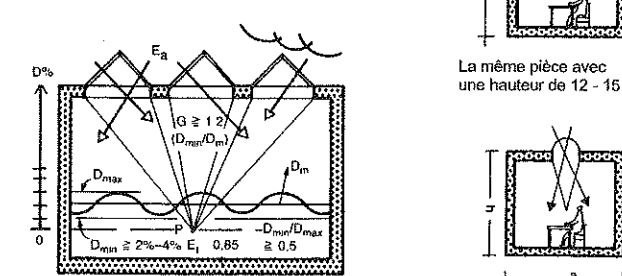


8 Intensité de la lumière du jour aux niveaux 1 à 8 d'un atrium (voir coupe fig. 9).

LUMIÈRE DU JOUR LUMIÈRE LATÉRALE

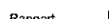



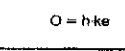


1 Espace avec ouvertures dans le plafond et disposition latérale des fenêtres en fonction de la luminance zénithale.



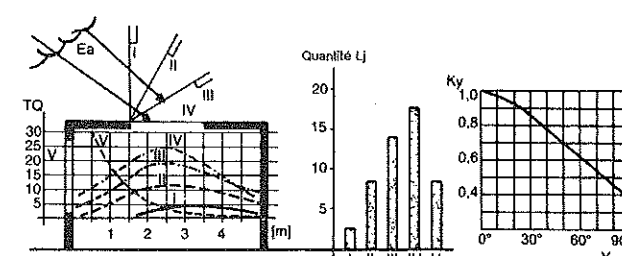
2 Coupe sur une pièce avec éclairage zénithal.

3 Pièce carrée d'une hauteur de 3 m avec une ouverture au plafond.

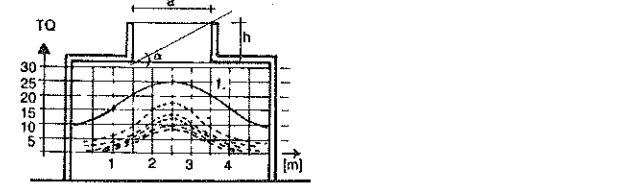
Rapport D_{min}/D_{max}	Recommandation	Valeurs pour $ke = 0,8$			$Q = h \cdot ke$
	} Recherchée Admissible Critique À éviter				
Près de 1:1		< 1 ... 1,1			
1:1,5		1,2	1,3	1,4	
1:2		1,4	1,5	1,7	
1:2,5		1,6	1,8	2,0	
1:3	1,7	2,0	2,2		

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).

4 Valeurs conseillées pour le rapport D_{min}/D_{max} .



5 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. b Coefficient de réduction ky en fonction de la pente d'un toit en sheds.



6 1. Pour une entrée de lumière sans costières $h = 0$ (—) 2. Pour une entrée de lumière avec costières pour $h = a$ (---) 3. Pour une entrée de lumière avec costières pour $h = 2a$ (---)

LUMIÈRE DU JOUR ÉCLAIRAGE ZÉNITHAL

Principes de bases

Lumière du jour à l'intérieur d'un local avec lanterneau

L'éclairage de l'intérieur par la lumière du jour zénithale est assujéti aux mêmes conditions que par fenêtres latérales, c'est-à-dire lumière du jour par ciel couvert. Alors que l'éclairage 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, réflexion des parois de la pièce, lanterneaux, coefficients de minoration.

Soit un poste de travail (fig. 1) 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 pénètre par le lanterneau alors que l'incidence de cette lumière n'est que de 33,3 % par la fenêtre latérale. L'éclairage d'une pièce par le haut (l'incidence) dépend de ses proportions, c'est-à-dire de sa longueur, largeur et hauteur. Éviter l'effet de cave éventuel (fig. 3).

Quotients minimaux de lumière du jour à atteindre

Pour assurer un éclairage convenable de la pièce il faut veiller à ce que :

- $D_{min}/D_{max} > 0,5$ $D_{min} > 2\%$, dans les locaux de travail $> 4\%$,
- l'uniformité $G > 1:2$,
- la surface de l'ouverture représente environ plus de 16 à 22 % de la surface au sol (fig. 2).

Ouvertures d'éclairage zénithal

La qualité de l'éclairage recherchée dans le cas d'une lumière du jour zénithale est influencée par la hauteur de la pièce et la forme de l'ouverture (facteur ky). On obtient une uniformité idéale quand les distances entre lanterneaux (O) correspondent à la hauteur de la pièce, c'est-à-dire dans le cas d'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.

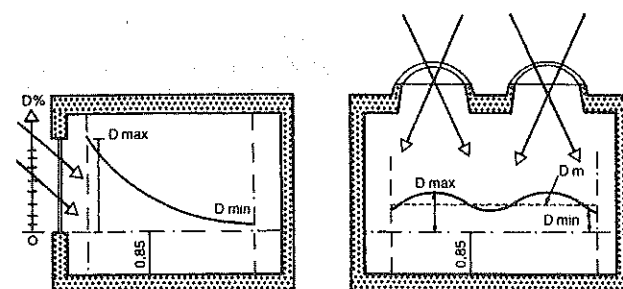
Le tableau indique ces rapports et leurs effets, de même que des recommandations pour les puits de lumière à créer sous les lanterneaux.

Type d'ouverture et construction

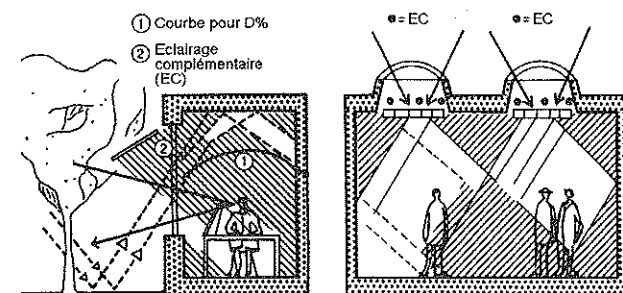
La pente des ouvertures lumineuses détermine le pourcentage de lumière par rapport au firmament lumineux ainsi sélectionné. La comparaison entre la quantité de lumière entrant par une fenêtre latérale et celle entrant par une ouverture dans le toit, selon différentes inclinaisons, est donnée sur la figure 5a. 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 (ky) 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 5b. Le rayonnement plus 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 6. Il faut donc éviter des relevés trop hauts et massifs ou un encastrement trop profond. On recommande ainsi une construction légère à bon pouvoir de réflexion.

Type de travail	Lumière du jour 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)
Grossier	1,33	Rouge 0,1 à 0,5	Béton brut 0,25-0,5	Sombre 0,1-0,15
Peu précis	2,66	Jaune 0,25-0,65	Maçonnerie brute	Moyen 0,15-0,25
Très précis	5,00	Vert 0,15-0,55	Brique rouge 0,15-0,3	Clair 0,25-0,4
Précis	10,00	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	

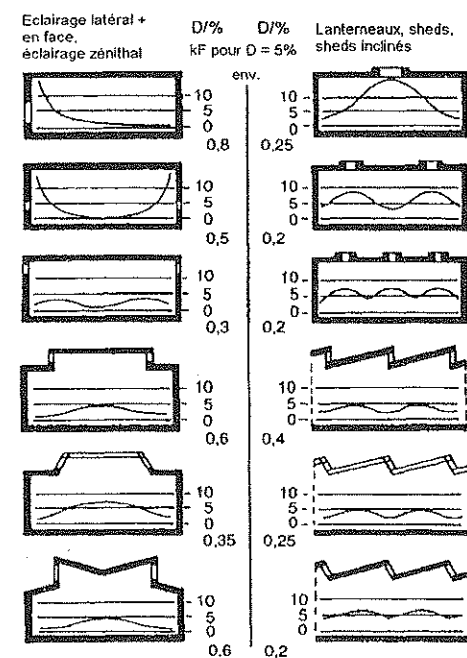
- ① Éclairage D% ② Degrés de réflexion (couleurs d'un matériau sans préparation).



③ Uniformité par éclairage latéral. ④ Uniformité par éclairage zénithal



⑤ Zones d'ombre avec éclairage latéral. ⑥ Zones d'ombre avec éclairage zénithal.



⑦ Influence de l'entrée de lumière sur l'évolution du quotient de lumière du jour - pour des dimensions 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%.

LUMIÈRE DU JOUR ÉCLAIREMENT

Éclairage, 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. 1). 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. 2).

L'uniformité (G) de l'éclairage naturel à l'intérieur devrait s'élever pour un éclairage latéral à $G \geq D_{\min}/D_{\max}$ 1:6 (fig. 3), et pour un éclairage zénithal à $G \geq D_{\min}/D_{\max}$ 1:2 (fig. 4). Ainsi se caractérise en principe la variation de la lumière du jour à l'intérieur. L'uniformité avec 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.

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. 5). Mesures pour obtenir un ombrage d'une certaine plasticité par éclairage latéral :

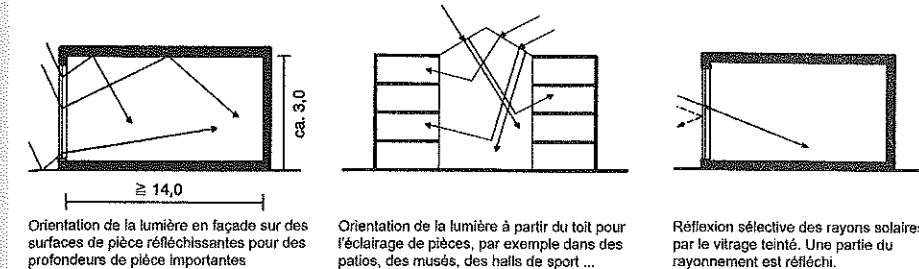
- protection antisolaire,
- protection contre l'éblouissement (également au Nord),
- distribution équilibrée de la lumière du jour,
- pas d'éblouissement direct,
- façade différenciée ou échelonnée.

Mesures pour obtenir un ombrage d'une certaine plasticité pour éclairage zénithal :

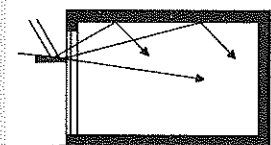
- filtrer la lumière incidente au niveau du bord inférieur des lanternes par des matériaux transparents, grilles ou autres (fig. 6),
- éclairage complémentaire (EC),
- surfaces claires et mates en combinaison avec des différenciations de couleurs (structure portante...).

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.

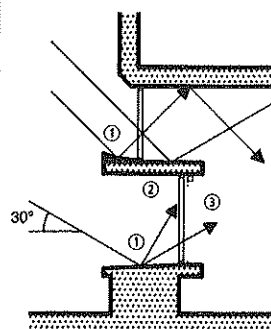


① Principe du guidage de la lumière

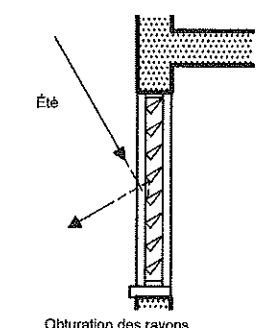


- déviation des rayons lumineux
- surface courbe réfléchissante, encoffrement devant l'imposte

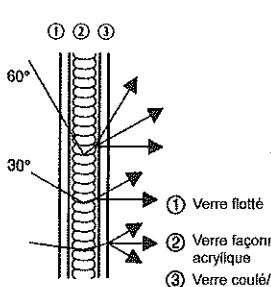
② Déflecteur de lumière



⑤ Déviation de la lumière par « tablette réfléchissante »

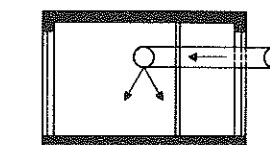


⑦ Profilés réflecteurs : entre verres isolants



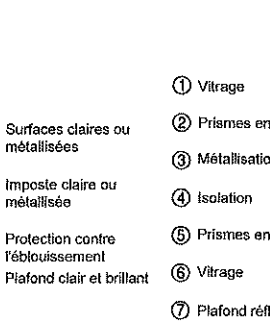
- déviation de la lumière
- système « laser cut » : entailles dans verre isolant

⑨ Verres conduisant la lumière

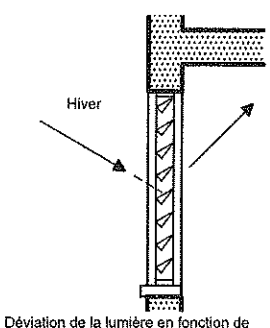


- déviation des rayons lumineux
- tuyau très réfléchissant ou fibres de verre (par ex. de la société Schott)

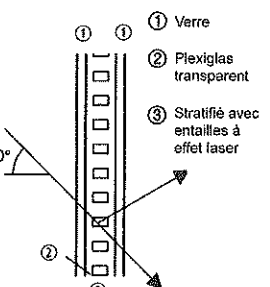
③ Conduit de lumière



④ Miroir

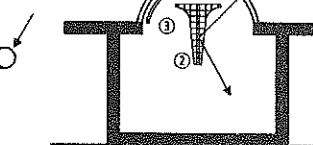


⑧ Jalousies entre 2 verres isolants



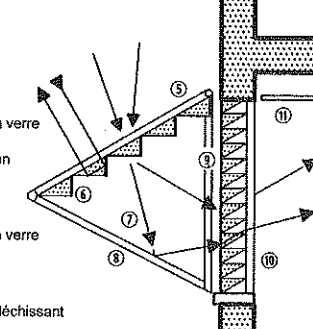
- déviation de la lumière
- transmission élevée de la lumière
- écoulement de la lumière de part en part

⑩ Système « Laser cut » (taille à effet laser)

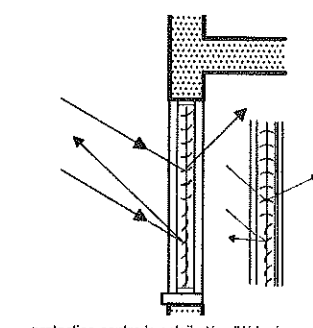


⑥ Prisme en verre
⑦ Protection solaire par ex. Reichstage à Berlin (Arch. Foster)
Déviation de la lumière directe ou indirecte comme réflexion de la lumière

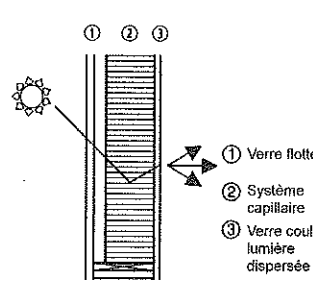
⑧ Miroir



⑨ Prisme : obturation et déviation suivant la saison



⑩ Jalousies entre 2 verres isolants



- déviation de la lumière
- transmission élevée de la lumière
- écoulement de la lumière de part en part

⑪ Isolation thermique translucide

LUMIÈRE DU JOUR GUIDAGE DE LA LUMIÈRE DU JOUR

Plus une pièce est profonde (généralement 5 à 7 m) plus l'intensité de la lumière du jour diminue (voir 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 :

- 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.

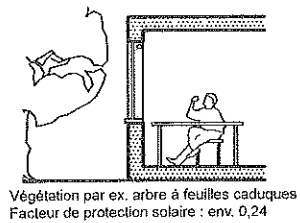
Réflecteurs (lightshelves)
Ils peuvent se montrer devant ou derrière la fenêtre au niveau de l'imposte. Des surfaces brillantes, polies ou blanches servent de plan de réflexion. Elles améliorent l'uniformité de l'éclairage, d'autant plus quand le plafond est structuré de façon convenable. Éventuellement poser une protection contre l'éblouissement dans la zone entre imposte et plafond (fig. 5).

Prismes
L'utilisation de prismes optiques permet une sélection et une déviation des rayons plus contrôlée (fig. 6). Les plaques des prismes réfléchissent 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 éclairage 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'éclairage d'une pièce. 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.

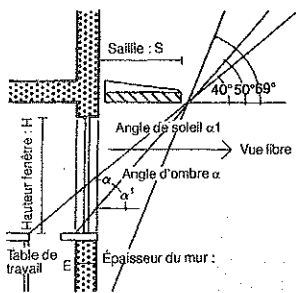
Verres solaires, briques de verre, jalousies
Possibilités de sélectionner et dévier le rayonnement par les dispositifs suivants (fig. 7 à 10) :

- verres solaires : des miroirs réflecteurs (immobiles) entre les verres renvoient la lumière l'été et la transmettent en hiver ;
- briques de verre : rectifiées prismatiquement, elles augmentent l'uniformité ;
- jalousies : des jalousies extérieures claires et agréables guident la lumière du jour. Exemples de musées avec déviation de la lumière en plafond (fig. 1 à 4).

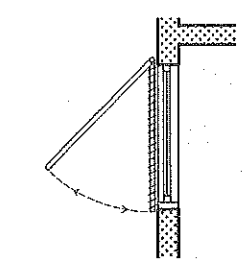


Végétation par ex. arbre à feuilles caduques
Facteur de protection solaire : env. 0,24

1 Protection solaire naturelle



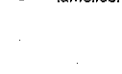
2 Dimensionnement des éléments de stores



3 Volets ouvrants à l'italienne

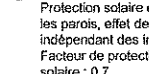
Volet abattant avec ouverture éventuelle ; volets coulissants ; permanents
Facteur de protection : env. 0,5 - 0,1

4 Store à lamelles



50-100
125
265

5 Façade double



Protection solaire entre les parois, effet de serre ; indépendant des intempéries
Facteur de protection solaire : 0,7

6 Brise-soleil à lames orientables



7,5
1,60
2,10
3,10

7 Stores horizontaux

Efficaces pour la protection contre le soleil mais très exposés aux intempéries (connecter le moteur à un capteur météo)

8 Stores à 45°

Efficaces pour la protection contre le soleil et moins exposés aux intempéries mais rendent la vue moins dégagée

9 Stores rabattables

Réglables selon différentes positions du soleil ; couleur blanche
Facteur de protection solaire : 0,2 - 0,4

10 Stores verticaux

L'écartement entre le store et la façade permet une ventilation.

11 Avancée en porte à faux

Toit en encorbellement, balcon, etc. ; permanent

12 Écran extérieur

Protection solaire et anti-éblouissement fixe - Translucide, grille ou lamelles - Permanent - Facteur de protection solaire : environ 0,8

13 Façade double

Protection solaire entre les parois, effet de serre ; indépendant des intempéries
Facteur de protection solaire : 0,7

14 Façade double

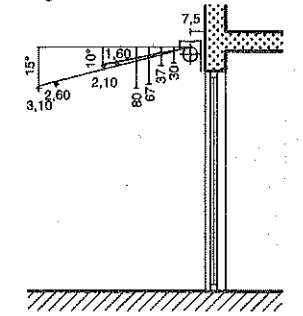
Lamelles en verre transparentes, protection solaire et réglage du passage de la lumière.

LUMIÈRE DU JOUR PROTECTION SOLAIRE

Verres pour lumière zénithale et lumière latérale
Les objectifs sont : les augmentations de la transmission de la lumière t et du gain d'énergie g , la réduction des pertes de chaleur k , le contrôle de l'effet de serre, la garantie de la vue et l'optimisation de la couleur de la lumière.

Protection contre le soleil et l'éblouissement
Les objectifs sont : les augmentations du gain de chaleur et de la luminosité naturelle, l'équilibre $\approx 1/6$ (lumière latérale), $1/2$ (lumière zénithale), le contrôle de la lumière en toutes saisons, la garantie de la vue, la réduction de la lumière artificielle et l'éclat brillant de la lumière latérale et de la lumière zénithale.

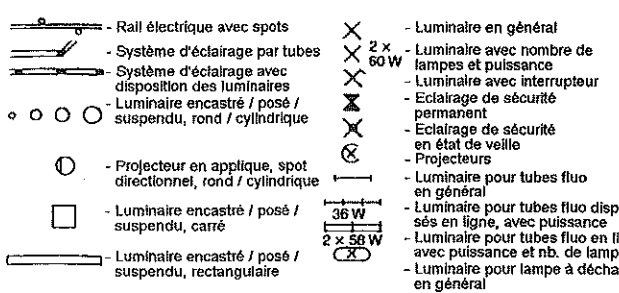
La protection contre le soleil consiste à éviter l'éblouissement et réduire le rayonnement calorifique. Dans le Sud, l'ouverture minimale des fenêtres permet une entrée suffisante de lumière, dans les pays plus au Nord, il est préférable des fenêtres plus grandes (fig. 1). À la latitude 50° les fenêtres situées au sud sont protégées du soleil par une saillie formant un angle de 30° (fig. 9) et des jalousies (fig. 13) en lamelles plates (bois, aluminium, matières synthétiques) dont l'écartement est un peu inférieur à la largeur des lamelles (fig. 14). Les stores et volets roulants sont réglés selon les besoins. Les brise-soleil (fig. 15) fixes ou orientables conviennent pour les grandes surfaces vitrées ou 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 entrer ainsi dans l'ouverture des fenêtres. D'après Houghton, 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 %.



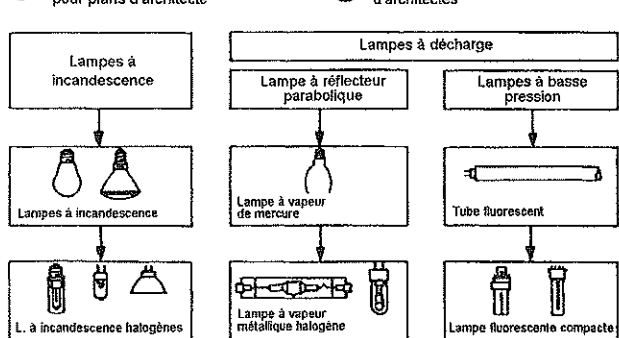
15 Store à bras articulés

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	Éclairement E	LUX (lx)
Luminance énergétique	Luminance L	(cd/m ²)
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

Lampes à incandescence		Lampes à incandescence halogènes	
A	P(W) : 60 - 200 Lampe standard	QT	P(W) : 75 - 250
PAR 38	P(W) : 60 - 120 Lampe à réflecteur	QT-DE	P(W) : 200 - 500
PAR 56	P(W) : 300 Lampe à réflecteur	PAR 38 (QR 122)	P(W) : 75 - 250 Lampe à réflecteur parabolique
R	P(W) : 60 - 150 Lampe à réflecteur	QT	P(W) : 20 - 100
A	P(W) : 25 - 100 Lampe softtone	QR-48	P(W) : 20 Lampe à réflecteur
A	P(W) : 25 - 100 Lampe au krypton	QR-CB	P(W) : 20 - 75 Réflecteur lumière froide
A	P(W) : 15 - 60 Lampe flamme	QR-111	P(W) : 35 - 100 Lampe à réflecteur
A	P(W) : 35 - 120 Lampe tube		

4 Classification des lampes

25 W → 5 W
40 W → 7 W
60 W → 11 W
75 W → 15 W
100 W → 20 W
120 W → 23 W
Comparaison : jusqu'à 80 % d'économie d'énergie, durée de vie 10 fois plus longue.

5 Tableau des lampes à incandescence

ÉCLAIRAGE MOYENS D'ÉCLAIRAGE

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. 568, 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).

Pour l'éclairage de l'intérieur, on utilise des lampes à incandescence et à décharge (fig. 4).

Lampes à incandescence
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 1 000 et 3 000 heures.

Lampes à décharge haute pression

HME 125/250
Lampe à vapeur de mercure

HI-PAR 20/L30
Lampe à réflecteur aux halogénures métalliques

HIT
Lampe aux halogénures métalliques

HIT-CRI
Lampe aux halogénures métalliques avec brûleur céramique

HIT-DE
Lampe aux halogénures métalliques

HIE
Lampe aux halogénures métalliques

HST
Lampe haute pression à vapeur de sodium

HSE
Lampe à vapeur de sodium

Tubes fluorescents

T 26 (T 8)
P(W): 18, 30, 36, 58

T 16 (T 5)
P(W): 14, 28, 35

T 7 (T 2)
P(W): 8, 11, 13

Lampes fluorescentes compactes
TC
P(W): 7, 9, 11

TC-D
P(W): 10, 13, 18, 26

TL
P(W): 18, 24, 36, 55

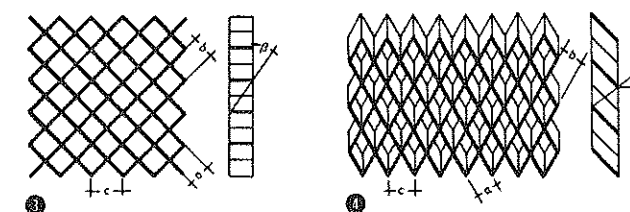
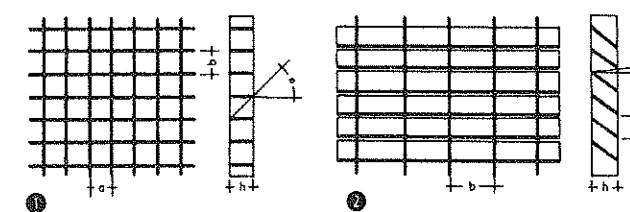
TC-SB
P(W): 7, 11, 15, 20, 40

TC-T
P(W): 18, 26, 32, 40

① Nomenclature Lampes à décharge selon la désignation de l'Association centrale de l'industrie de l'électrotechnique et de l'électronique

Type de lampe	Durée de vie (h)	Rendement lumineux (lm/W)	Abbréviation
Ampoule	1000	6 - 12	A...
Lampe à réflecteur parabolique	2000	15	PAR...
Ampoule halogène	1500 - 2000	12 - 24	Q...
Lampe halogène basse tension	2000 - 6000	12 - 24	Q...
Lampe à vapeur de mercure (haute pression)	6000 - 8000	70 - 120	HM...
Lampe aux halogénures métalliques (haute pression)	6000 - 12000	70 - 120	HI...
Lampe haute pression à vapeur de sodium	8000 - 10000	70 - 120	HS...
Lampes fluorescentes	20 000	80 - 104	T...
Lampes compactes fluorescentes	8000 - 12000	60 - 75	TC...

② Tableau des durées de vie et des rendements lumineux



Types de trames

- Trame parallèle
- Trame parallèle/oblique
- Trame diagonale
- Trame diagonale/oblique
- Disposition des lampes à $\geq 2/3$ d

③ Types de diffuseurs pour plafonds lumineux avec lampes fluorescentes

ÉCLAIRAGE
MOYENS D'ÉCLAIRAGE

Lampes à décharge

Les ampoules contiennent un gaz qui éclaire lorsqu'il est mis sous tension. Caractéristiques des lampes à décharge : fonctionnement en règle générale avec ballast et appareil d'allumage. Rendement lumineux élevé et durée de vie relativement importante, entre 5 000 et 20 000 heures. Faible production de chaleur. Couleur de lumière : blanc chaud, blanc neutre ou blanc lumière du jour. Rendu des couleurs moyen à très bon ; variateur partiellement réglable. Fonctionnement sans vibrations avec ballast. On distingue les lampes à décharge en fonction du gaz employé et de la pression dans les ampoules.

Lampes à vapeur de mercure basse pression

En forme de barre, appelées tubes fluorescents, lampes les plus courantes. La décharge libère essentiellement à l'intérieur de la lampe un rayonnement ultraviolet qui se transforme en lumière visible grâce à un revêtement de l'ampoule. Rendement lumineux 104 lm/W. Dans la désignation, la valeur qui suit le T indique le diamètre en mm du tube (T 16 = 16 mm de diamètre) et en 1/8" de pouce (T 5 = 5 · 1/8" = 16 mm). De faibles diamètres permettent une orientation de la lumière plus précise dans les luminaires. Les ballasts sont maintenant réglés de façon électronique. Utilisation dans les bureaux et les commerces au-dessus des plafonds à diffuseurs à lamelles. La lumière arrive directement et majoritairement d'en haut (voir fig. 3) ou depuis des bandes lumineuses et des luminaires à champs lumineux (émission directe ou indirecte). Ils assurent un éclairage général homogène avec des ombrages doux rappelant la lumière du jour.

Lampes fluorescentes compactes

Développées pour remplacer les ampoules, elles comportent un ballast dans le socle à visser. Leur rendement lumineux est inférieur à celui des tubes fluorescents en forme de barre.

Tubes fluorescents pour enseignes publicitaires

Les tubes de verre sont remplis d'un gaz noble (par exemple du néon, d'où l'appellation générique « tube néon ») mis sous tension. En fonction du verre, les tubes éclairent de différentes couleurs. Les tubes peuvent être pliés à volonté avant le remplissage et permettent donc aussi bien les écritures que les ornements ou les représentations figurées. Grande maniabilité (le réglage s'effectue au moyen de résistances ou de transformateurs de réglage), usage courant pour les cinémas, théâtres, commerces, publicité.

Lampes haute pression à vapeur de mercure ou de sodium

Dans les lampes haute pression, un arc lumineux formé entre les électrodes produit la lumière. Elles ont une durée de vie importante et un rendement lumineux élevé mais avec un rendu des couleurs médiocre (bleu avec le mercure et jaune avec le sodium). On les retrouve donc essentiellement dans les usines, entrepôts et pour l'éclairage extérieur. Les lampes revêtues d'halogénures métalliques HME ont de meilleurs rendus des couleurs.

Lampes halogènes haute pression à vapeurs métalliques

Elles émettent une lumière avec un bon rendu des couleurs (couleurs de lumière : blanc, ton chaud, si nécessaire lumière du jour) et des rendements lumineux élevés. Ponctuelle et compacte, la source de lumière permet une orientation précise. La haute densité lumineuse et la forte proportion de rayonnement ultraviolet doivent être prises en compte lors du choix des lampes pour éviter l'éblouissement, les réflexions et une décoloration des objets sensibles aux rayonnements ultraviolets.

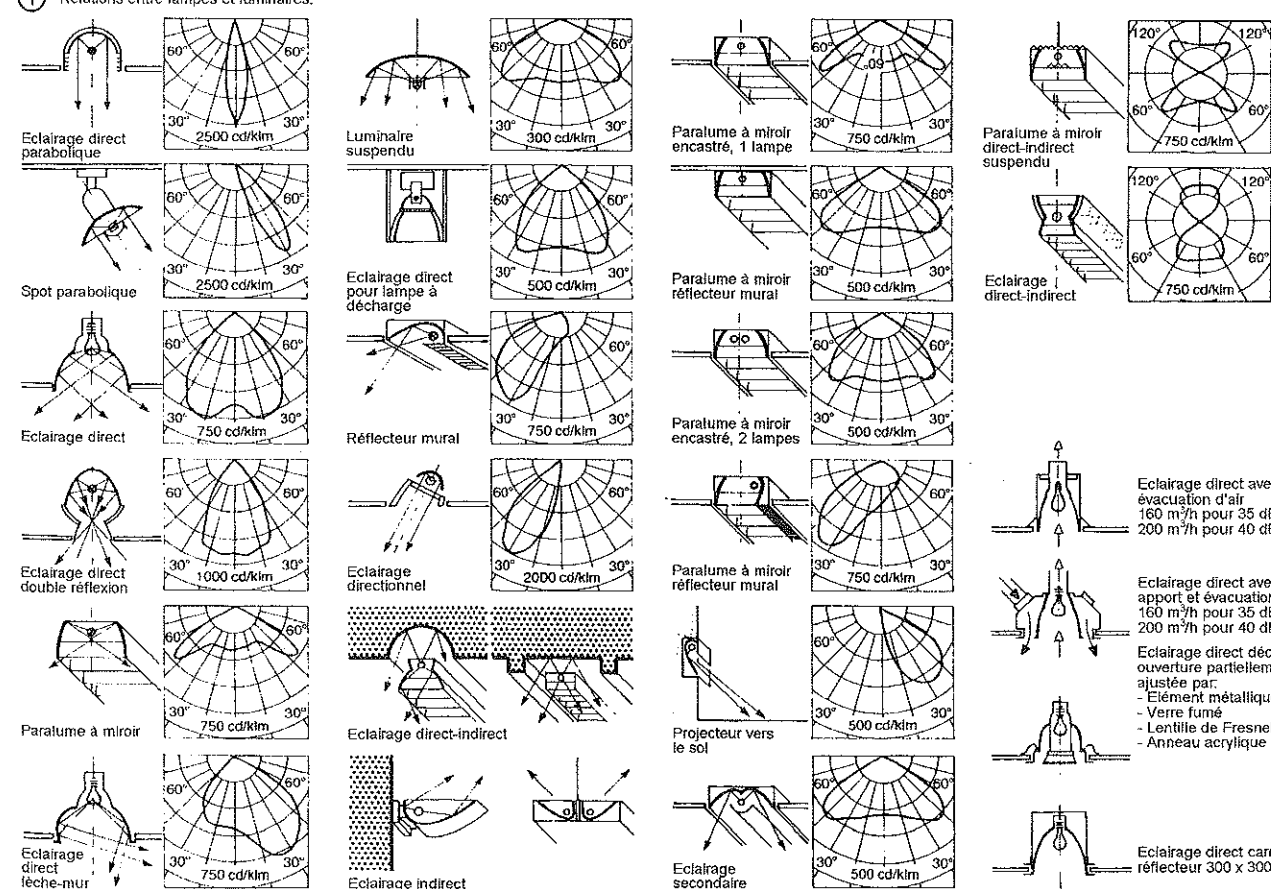
LED

Les lampes à diode électroluminescente (LED) fonctionnent avec un courant continu qui crée une recombinaison d'électrons dans un semi-conducteur. Le passage du courant permet à un corps de cristal solide d'éclairer. Le choix du cristal conditionne la couleur de la lumière. La lumière blanche est obtenue par combinaison de plusieurs LED de couleurs ou par des colorants luminescents qui transforment la lumière blanche d'origine. Les densités lumineuses sont actuellement proches des lampes halogènes basse tension et vont encore s'améliorer. Avantages : compacité de la source lumineuse, faible baisse de puissance lumineuse au cours de la durée de vie, absence de rayonnements ultraviolets et infrarouges, insensibilité aux chocs, grande durée de vie (env. 25 000-50 000 heures).

ÉCLAIRAGE
MOYENS D'ÉCLAIRAGE

Moyens d'éclairage	Projecteur	Spot	Eclairage indirect	Eclairage direct	Paralumes Carré	Paralumes Rectangulaire
A Lampe standard 60-200 W						
PAR-R Lampe à réflecteur parabolique 60-300 W						
QT Lampe halogène à incandescence 75-250 W						
QT-DE Lampe halogène à incandescence double culot 100-300 W						
OT-LV Lampe halogène basse tension 20-100 W						
QR-LV Lampe halogène basse tension à réflecteur 20-100 W						
T Tube fluorescent 18-55 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.

ÉCLAIRAGE

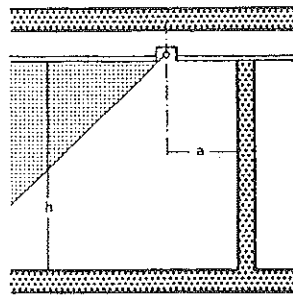
TYPES D'ÉCLAIRAGES POUR L'INTÉRIEUR

Géométrie de la disposition des lampes

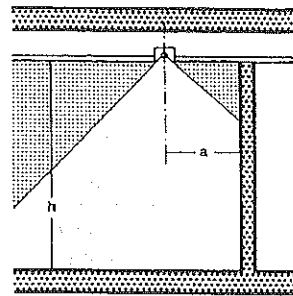
Les distances des lampes entre elles et vers le mur sont fonction de la hauteur de la pièce (fig. 1 à 4).

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).

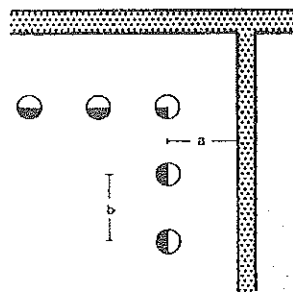
L'angle anti-éblouissement pour un éclairage vers le bas se situe entre 30° (faisceau large, protection contre l'éblouissement satisfaisante) et 50° (éclairage en profondeur, haute protection contre l'éblouissement) (fig. 10), en cas de paralumes entre 30° et 40°.



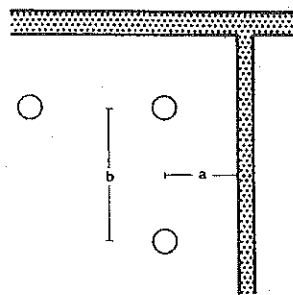
1 Eclairage direct lèche-mur.
Distance du mur : a = env. 1/3h



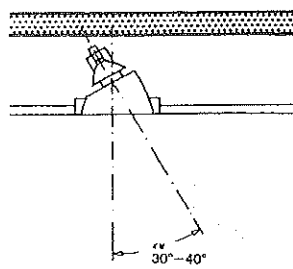
2 Eclairage direct.
Distance du mur : a = env. 1/3h



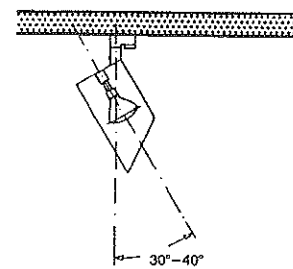
3 Eclairage direct lèche-mur.
Distance entre lampes : b = 1 à 1,5a



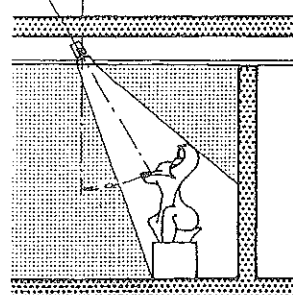
4 Eclairage direct.
Distance entre lampes : b = env. 2a



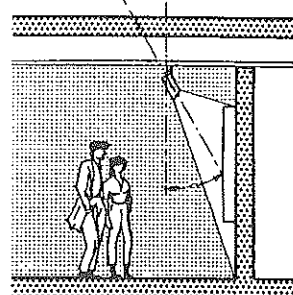
5 Angle d'inclinaison pour spots directionnels et projecteurs : α = 30° à 40° (optimum).



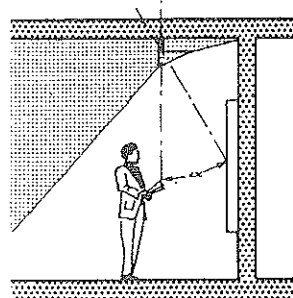
6 Angle d'inclinaison pour spots vers un objet ou un mur : α = 30° à 40° (optimum).



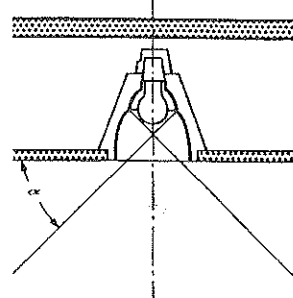
7 Eclairage d'un objet.



8 Eclairage d'un mur par spot.



9 Eclairage d'un mur par projecteur.



10 Angle anti-éblouissement (30°, 40° ou 50°)

20 lx	Nécessaire pour reconnaître les traits du visage. C'est pourquoi un éclairage 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 constitue l'éclairage minimal pour postes de travail occupés en permanence.
2000 lx	2000 lx sont ressenties comme l'éclairage optimal pour postes de travail.
Le facteur 1,5 est considéré comme la plus petite nuance de variation de l'éclairage perceptible. C'est pourquoi la gradation de l'éclairage nominal à l'intérieur est la suivante : 20 ; 30 ; 50 ; 75 ; 100 ; 300 ; 500 ; 750 ; 1000 ; 1500 ; 2000 ; etc.	

11 Niveaux d'éclairage à l'intérieur.

Eclairage 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 spécialisées

12 Eclairage 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	0 Aucune protection
1 Protection contre corps étrangers de grande taille (> 50 mm)	1 Protection contre gouttes d'eau verticales
2 Protection contre corps étrangers de taille moyenne (> 12 mm)	2 Tombant avec un angle jusqu'à 15°
3 Protection contre corps étrangers de petite taille (< 2,5 mm)	3 Contre de l'eau vaporisée
4 Protection contre corps étrangers de la taille du grain (< 1 mm)	4 Contre les projections d'eau
5 Protection contre dépôt de poussière	5 Contre les jets d'eau
6 Protec. contre infiltration de poussière	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	80 > Ra > 70	Industrie
2B	70 > Ra > 60	
3	60 > Ra > 40	Industrie et autres secteurs avec faible exigence concernant le rendu des couleurs
4	40 > Ra > 20	Industrie et autres secteurs avec faible exigence concernant le rendu des couleurs

14 Rendu des couleurs pour les sources lumineuses.

ÉCLAIRAGE

GÉOMÉTRIE DE LA DISPOSITION DES LAMPES

Critères qualitatifs 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 architecturaux.

Critères quantitatifs

Niveau d'éclairage : 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 éclairage général, un niveau d'éclairage supérieur peut être atteint par un éclairage 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. 555, 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 l'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/m² (utilisation de réflecteurs extra-brillants).

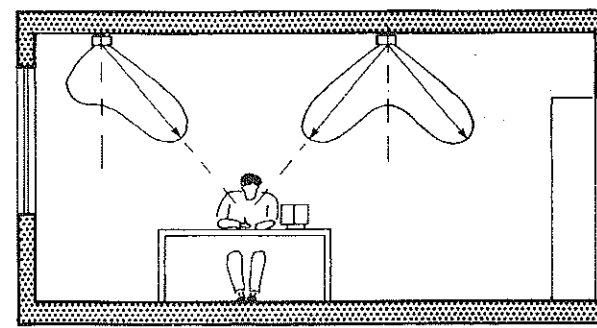
Distribution de la luminance : La distribution harmonieuse de la luminance résulte d'une harmonisation minutieuse de tous les facteurs de réflexion dans la pièce (fig. 7). La luminance pour un éclairage indirect ne doit pas dépasser 400 cd/m².

Couleur et rendu de la lumière (p. 561, fig. 1) : 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 3 300 K), blanc neutre (3 300 K à 5 000 K) et blanc lumière du jour (au-dessus de 5 000 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).

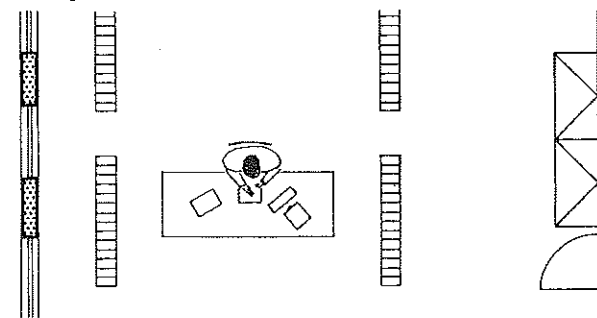
Calcul de l'éclairage ponctuel (fig. 6) : L'éclairage (horizontal E_h et vertical E_v) produit par des sources lumineuses ponctuelles pourrait être calculé à l'aide du principe de distance photométrique par le biais de l'intensité lumineuse et la géométrie de la pièce (hauteur h , distance d et angle d'incidence de la lumière α).

Réflectance %	Réflectance %
Matériaux brillants	Mortier clair, enduit de chaux 40 à 45
Aluminium, extra-pur 80 à 87	Mortier foncé 15 à 25
Aluminium anodisé, mat 80 à 85	Grès 20 à 40
Aluminium, poli 65 à 75	Contreplaqué, brut 25 à 40
Aluminium, mat 55 à 75	Ciment, béton, brut 20 à 30
Peinture-aluminium, mat 55 à 65	Brique, rouge, neuve 10 à 15
Chrome, poli 60 à 70	Couleurs
Email, blanc 65 à 75	Blanc 75 à 85
Laque, blanc pur 80 à 85	Gris clair 40 à 60
Cuivre, extra-poli 60 à 70	Gris moyen 25 à 35
Laiton, extra-poli 70 à 75	Gris foncé 10 à 15
Nickel, extra-poli 50 à 60	Bleu clair 40 à 50
Papier, blanc 70 à 80	Bleu foncé 15 à 20
Miroir à fond argenté 80 à 88	Vert clair 45 à 55
Argent, extra-poli 90 à 92	Vert foncé 15 à 20
Matériaux	Jaune clair 60 à 70
Chêne, clair, poli 25 à 35	Marron 20 à 30
Chêne, foncé, poli 10 à 15	Rouge clair 45 à 55
Granit 20 à 25	Rouge foncé 15 à 20
Calcaire 35 à 55	
Marbre, poli 30 à 70	

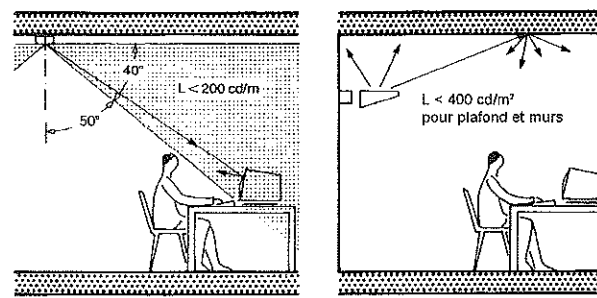
7 Réflectance de matériaux constructifs de la technique d'éclairage.



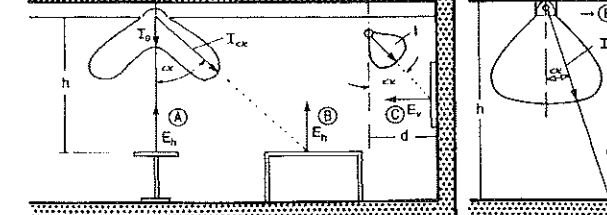
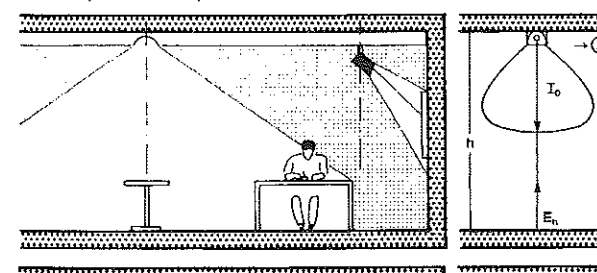
1 Bonne disposition des luminaires par rapport à la place de travail: angle d'incidence latéral.



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.



5 Eclairages ponctuels.

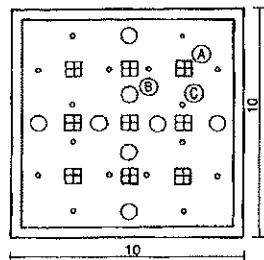


6 Principe de distance photométrique.

Puissance connectée spécifique P^* W/m ² pour 100 lx pour hauteur 3 m, surface ≥ 100 m ² et réflexion 0,7 ; 0,5 ; 0,2		
		12 W/m ²
		10 W/m ²
		5 W/m ²
		4 W/m ²
		3 W/m ²

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
	IV 100	1,00	0,90	0,85
3-5 m	20	0,55	0,45	0,40
	50	0,75	0,65	0,60
	IV 100	0,90	0,80	0,75
5-7 m	50	0,55	0,45	0,40
	IV 100	0,75	0,65	0,60

1 Puissance connectée spécifique P^* pour différents types de lampes.



2 Tableau de coefficients de correction.

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 fluo compacte)
 $P = 9,45$ W = 405 W

Type d'appareil B:
 $P^* = 12$ W/m² (Lampe standard)
 $P = 8 \cdot 100$ W = 800 W

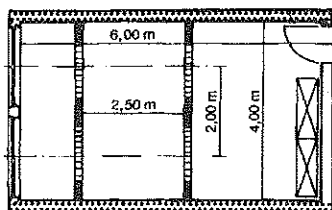
Type d'appareil C:
 $P^* = 10$ W/m² (Lampe halogène à incandescence)
 $P = 16,20$ W = 320 W

Formule Fig. 8

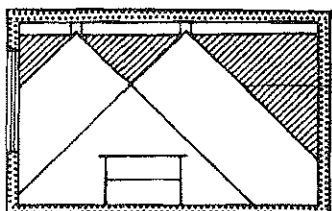
$$E_n = \left(\frac{100 \cdot 405}{100 \cdot 4} + \frac{100 \cdot 800}{100 \cdot 12} + \frac{100 \cdot 320}{100 \cdot 10} \right) \cdot 0,9$$

$$E_n = 180 \text{ lx}$$

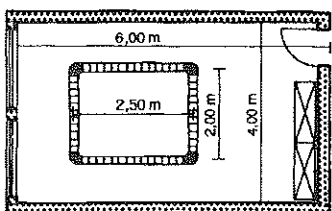
3 Calcul de l'éclairage pour un volume intérieur.



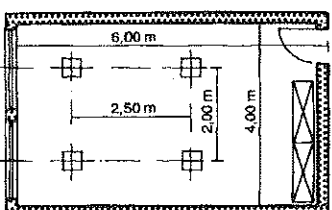
4 Calcul pour un bureau.



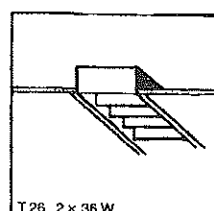
5 Paralumes encastrés (ERCO).



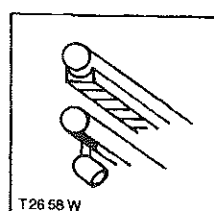
6 Structure lumineuse (ERCO).



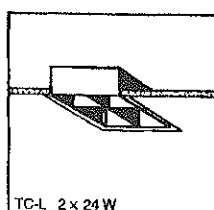
7 Paralumes encastrés (ERCO).



T 26 2 x 36 W



T 26 58 W



TC-L 2 x 24 W

Calcul de l'éclairage moyen

Dans la pratique se pose souvent le problème d'un calcul approximatif d'éclairage moyen (E_n) pour une puissance électrique donnée (P) des lampes ou inversement le calcul de la puissance électrique des lampes pour un éclairage exigé. À 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'éclairage 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 90 W) on obtient selon (fig. 8) un éclairage 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 environnement très clair).

$$E_n = \frac{100 \cdot P \cdot k}{A \cdot P^*}$$

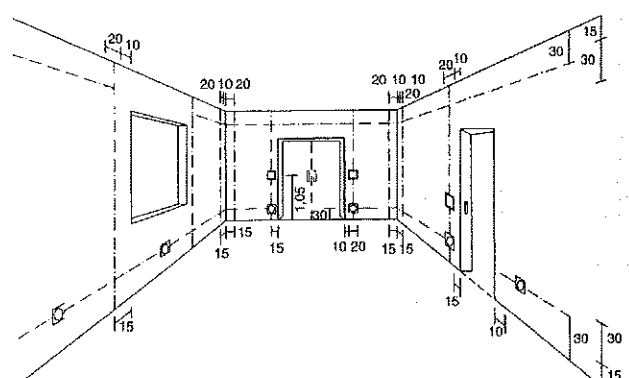
$$P = \frac{E_n \cdot A \cdot P^*}{100 \cdot k}$$

E_n : Éclairage 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'éclairage moyen E_n et de la puissance électrique P .

Formule du calcul du flux lumineux		$\Phi = \frac{\pi \cdot L \cdot A}{\eta_a \cdot \rho}$	
Luminance pour éclairage par projecteurs		Facteur de réflexion par illumination	
Objet	(cd/m ²) L	Matériau de construction	ρ
Isolé	3 - 6,5	Brique vitrifiée blanche	0,85
Entourage sombre	6,5 - 10	Marbre blanc	0,6
Entourage mi-clair	10 - 13	Enduit de mortier clair	0,3 - 0,5
Entourage très clair	13 - 16	Enduit de mortier foncé	0,2 - 0,3
Rendement de l'éclairage	η_a	Grès clair	0,3 - 0,4
Objet	η_a	Grès foncé	0,1 - 0,2
Grande surface	0,4	Brique claire	0,3 - 0,4
Petite surface	0,3	Brique foncée	0,1 - 0,2
Grande distance	0,2	Bois clair	0,3 - 0,5
Tours	0,2	Granit	0,1 - 0,2

9 Flux lumineux nécessaire pour projecteurs d'ambiance.



10 Implantation préférentielle (dimensions en cm) des circuits électriques dans une pièce habitée

	blanc chaud					blanc neutre					blanc lumière du jour			
	76	29	827	927	830	930	25	33	840	940	950	865	965	54
Couleur de la lumière (PHILIPS)	3	1B	1A	1B	1A	2A	2B	1B	1A	1A	1B	1A	2A	
Degré de rendu des couleurs														
Locaux de vente														
Denrées alimentaires														
Viandes														
Textiles, cuirs														
Meubles, tapis														
Sport, jeux, papeterie														
Photo, montres, bijoux														
Cosmétiques, coiffure														
Fleurs														
Pâtisseries														
Congélateurs-bahuts, présentoirs réfrigérés														
Fromages, fruits, légumes														
Poissons														
Grands magasins, supermarchés														
Industrie, artisanat														
Ateliers														
Electrotechnique, constructions mécaniques														
Fabrication textile														
Imprimerie, industrie graphique														
Contrôle de couleur														
Atelier de peinture et vernissage														
Stockage, expédition														
Culture de plantes														
Travail du bois														
Usine métallurgique, laminoir														
Contrôle de couleur														
Bureaux et administration														
Bureaux, couloirs														
Salles de conférence														
Locaux d'enseignement														
Amphithéâtre, salle de classe, jardin d'enfants														
Bibliothèque, salle de lecture														
Locaux de réunions														
Restaurants, auberges, hôtels														
Théâtre, salles de concert, hôtels														
Locaux pour manifestations														
Halles d'exposition et de foire														
Halles de sport et à fonctions multiples														
Galerias, musées														
Cliniques et cabinets médicaux														
Diagnostic et soins														
Chambre de malade, salle d'attente														
Habitation														
Salle de séjour														
Cuisine, salle de bain, salle de loisir, cave														
Eclairage extérieur														
Rues, chemins, zone piétonne														
Eclairage de panneaux														

1 Utilisation adéquate des lampes et tubes fluorescents

× = Recommandé

• = Possible

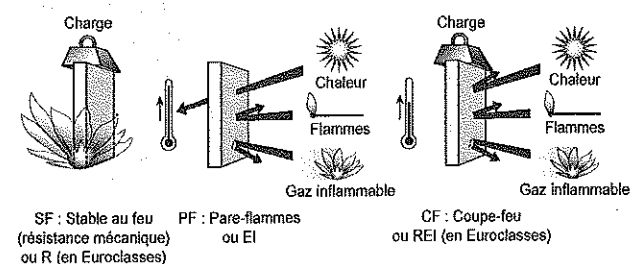
Tableau des éclairagements nominaux, valeur indicative pour lieux de travail

Type de local Type d'activité	En/lx	Type de local Type d'activité	En/lx	Type de local Type d'activité	En/lx	Type de local Type d'activité	En/lx
Locaux communs		Usines métallurgiques, aciéries, fonderies		Industrie électrotechnique		Fabrication et usinage textiles	
Zones de circulation dans les dépôts	50	manipulation d'instruments en verre	500	Distribution à l'extérieur	20	exigences élevées	1000
Entrepôts	50	Travaux de décoration	500	Postes d'observation des installations de distribution	300	Contrôle de la qualité, exigences très élevées	1500
Entrepôts avec tâches de recherche	100	Meuler à la main, graver	750	Travaux de révision	500	Contrôle de la couleur	1000
Entrepôts avec tâches de lecture	200	Travaux de précision	1000	Industrie de bijoux et horlogerie		Industrie alimentaire, produits de consommation	
Passages entre rayonnages très hauts	20	Usinage des métaux		Fabrication de câbles et lignes, travaux de montage, travaux avec du fil métallique grossier	300	Postes de travail dans des bains	200
Poste de commande	200	Installations de production sans interventions	50	Montage d'appareils téléphoniques, travaux avec du fil métallique moyen	500	Filatures	300
Expédition	200	Installations de production avec interventions	100	Montage d'appareils de précision, réglage, contrôle	1000	Teinture	300
Cantines	2500	Postes de travail occupés en permanence dans installations de production	200	Montage d'éléments minuscules, composants électroniques	1500	Filage, tricotage, tissage	500
Autres salles de détente	100	Postes d'observation	300	Stoppage	1500	Couture, impression de tissu	750
Salles de gymnastique	300	Postes de contrôle	500	Commerce de gros et de détail		Magasin de modes	750
Vestiaires	100	Usinage de métaux		Fabrication de bijoux	1000	Fabrication de modes	1000
Salles d'eau	100	Forgeage de petites pièces	200	Façonnage de pierres précieuses	1500	Contrôle des articles, de la couleur	1000
Toilettes	100	Soudage	300	Atelier d'opticien et d'horloger	1500	Artisanat et commerce (exemples pour différentes branches)	
Infirmières	500	Travaux grossiers et moyens sur machines	300	Usinage et transformation du bois		Magasin de vente, postes de travail permanents	300
Salles de machines	100	Travaux de précision sur machines	500	Bassins de vapeur	100	Caisse	500
Approvisionnement en énergie	100	Postes de contrôle	750	Scie alternative à cadre	200	Secteur tertiaire	
Bureau de poste	500	Laminier à froid	200	Assemblage	200	Hôtellerie, restauration, accueil	200
Centrale téléphonique	300	Tréfilier	300	Choix de bois de placage, laquage, menuiserie selon modèle	500	Cuisines	500
Circulation dans des bâtiments		Usinage de tôles lourdes	200	Travaux sur machines à bois	500	Salles de restauration	200
Pour personnes	50	Usinage de tôles légères	300	Affinage de bois	500	Buffets	300
Pour véhicules	100	Production de petit outillage	500	Recherche de défauts	750	Salles de réunion	300
Escaliers	100	Montage grossier	200	Fabrication et transformation de papier, industrie graphique		Restaurants à libre service	300
Quais de chargement	100	Montage mi-fin	300	Fabrique de cellulose	200	Laverie, lavage	300
Bureaux		Montage de précision	500	Machines à papier, fabrication de cartonnages	300	Repassage à la machine	300
Bureaux avec postes de travail à proximité de fenêtres	300	Etampage	200	Reliure, impression de papiers muraux	300	Repassage à la main	300
Bureaux	500	Atelier de moulage, cave etc.	50	Tous travaux sur pierres, planches et machines à imprimer, fabrication de matrices	500	Tri	300
Grand bureaux et bureaux collectifs	750	Passerelles	100	Impression à la main, tri du papier	750	Contrôle	1000
Réflexion élevée	1000	Préparation du sable	200	Industrie du cuir		Soins des cheveux	500
Réflexion moyenne	750	Ebarbage	200	Travail de tannage	200	Esthétique	750
Dessin technique	300	Poste de travail au mélangeur	200	Usinage des peaux	300		
Salles de réunion	100	Halls de moulage	200	Sellerie	500		
Locaux de réception	100	Postes de vidage	200	Teinture des peaux	750		
Locaux pour circulation du public	200	Atelier de moulage par machines	300	Contrôle de la qualité, exigences moyennes	750		
Salles d'ordinateurs	500	Atelier de moulage à la main	300	Contrôle de la qualité,			
Industrie chimique		Construction de modèles	500				
Installations télécommandées	50	Galvanisation	300				
Installations avec interventions manuelles limitées	100	Application de peinture	300				
Postes de travail occupés en permanence dans des installations techniques	200	Postes de contrôle	750				
Postes d'observation	300	Fabrication d'outils, mécanique de précision	1000				
Laboratoires	300	Carrosserie	500				
Travaux avec exigences visuelles élevées	500	Laquage	750				
Contrôle de couleurs	1000	Laquage en travail de nuit	1000				
Industries du ciment, de la céramique et du verre		Rembourrage	500				
Postes ou zones de travail près de tourneaux, mélangeurs, broyeurs,	200	Montage de produits finis	500				
rouleaux, presses, moulage, soufflage	300	Inspection	750				
Meuler, coroder, polir le verre,		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				

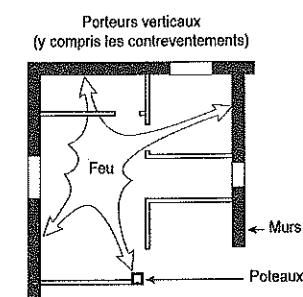
En préambule, nous vous rappelons que les thèmes évoqués et les indications données dans ce chapitre ne traitent que des dispositions constructives pouvant influencer l'architecture et la conception des constructions de bâtiment et ce, dans l'esprit du Neufert. Les spécificités relatives aux installations électriques, équipements techniques, système de sécurité incendie et équipements de désenfumage mécanique ne sont abordées que dans les grands principes.

En matière de sécurité incendie, le concepteur se trouve face à deux problématiques :

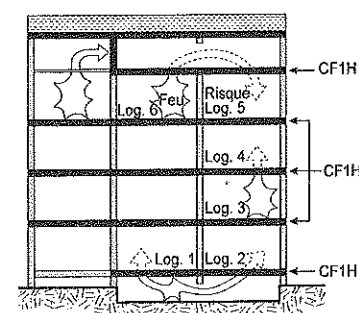
- la réduction de la charge calorifique et la limitation de l'usage de produits inflammables et très combustibles, laquelle contribue à limiter la chaleur et le volume des fumées ;
 - la protection des éléments de construction, afin de garantir la stabilité de l'ouvrage malgré le feu.
- Pour cela il existe deux possibilités :
- la protection active, qui consiste à mettre en place des dispositifs qui se déclenchent lorsque la température s'élève et contribuent soit à éteindre l'incendie, soit à alerter les personnes présentes du type systèmes d'arrosage automatique, diffusion de gaz spécifique, alarmes en tout genre, désenfumage automatique, etc. ;
 - la protection passive, par un revêtement approprié, appliqué sur ou contre les structures à protéger du type béton, plâtre, peintures intumescentes, mortier de perlite ou vermiculite, etc., compléter par des dispositions constructives (compartimentage, paroi coupe-feu, etc.).



① Résistance au feu



② Éléments de structure devant résister au feu



③ Isolation au feu des planchers

La combinaison de plusieurs de ces dispositions permet de réduire les risques et de satisfaire les trois exigences auxquelles doit répondre tout bâtiment en cas d'incendie : évacuation des occupants, intervention des secours et limitation de la propagation du feu.

La législation nationale française fixe les exigences que le concepteur devra atteindre en mettant en œuvre les dispositifs nécessaires. La législation européenne unifiera les moyens de répondre à ces exigences qui restent du ressort national. Ce chapitre présente les textes réglementaires en vigueur et expose les dispositions techniques qui permettront de préserver les personnes, protéger la structure durant le temps d'évacuation et répondre aux obligations réglementaires.

À chaque bâtiment ou exploitation correspond un règlement précis. Le texte officiel correspondant à l'activité du bâtiment définit clairement les différents niveaux à atteindre dans chacune des exigences communes.

- Ces exigences communes à l'ensemble des constructions sont :
- stabilité et résistance au feu des structures ;
 - réaction au feu des matériaux et aménagements ;
 - accessibilité aux services de secours et desserte de la construction ;
 - classement des locaux ;
 - isolement et distribution entre locaux et tiers ;
 - dégagements et évacuations ;
 - désenfumage ;
 - moyens de secours.

Résistance au feu

La résistance au feu des structures a un rôle de frein à l'action de l'incendie dans le cadre d'éléments de construction regroupant plusieurs matériaux. Autrement dit, cela concerne le temps pendant lequel les éléments de construction jouent le rôle qui leur est dévolu malgré l'action d'un incendie. Des points particuliers ont été étudiés : les façades vitrées, les couvertures, l'opacité et la toxicité des fumées d'incendie.

Il est à noter qu'il est possible de modifier le comportement au feu d'un matériau. En effet, pour limiter la combustibilité et l'inflammabilité des matériaux, on peut les ignifuger. L'ignifugation est une opération qui consiste à modifier les caractéristiques d'inflammabilité des matériaux. C'est un traitement qui agit essentiellement sur la facilité d'inflammation, sur la vitesse de combustion et sur la vitesse de propagation du feu (fig. 1).

L'arrêté du 22 mars 2004 relatif à la résistance au feu des produits, éléments de construction et d'ouvrages (JO du 1^{er} avril 2004) a redéfini les méthodes d'essai et de classification. Les éléments de construction sont essayés dans des fours (poteaux) ou devant des fours (murs, cloisons, planchers...) en subissant des contraintes mécaniques à l'aide de vérins, ces vérins reproduisent les contraintes réelles que les éléments subissent en temps normal dans la construction.

De ces essais, il ressort des informations qualitatives comme le caractère de stabilité au feu (SF), de pare-flammes (PF) ou de coupe-feu (CF) de l'élément essayé, et des informations quantitatives sur la durée (en heures) pendant laquelle l'élément a résisté à l'incendie normalisé (fig. 2 et 3).

Les temps réels d'essai sont arrondis en degrés de résistance au feu (1/4 h, 1/2 h, 3/4 h, 1 h, 1 h 30, 2 h, 3 h, 4 h, 6 h) immédiatement inférieurs à ces temps réels.

La résistance au feu peut être améliorée en assurant une isolation thermique des éléments par isolement, par badigeonnage de peintures dites intumescentes ou de vernis ignifuge, par enrobage ou encoffrement. Le degré de stabilité au feu caractérise la faculté d'un élément à conserver ses qualités mécaniques pendant un incendie.

Les éléments de construction concernés par la résistance au feu

La résistance au feu concerne les éléments porteurs (poteaux, murs porteurs, poutres, planchers avec plafonds et les assemblages) (fig. 4 et 5).

Le classement européen

Plusieurs laboratoires sont en cours d'agrément pour la délivrance du « rapport d'essai européen ».

Cet agrément permettra de délivrer les classements européens qui se répartiront entre les éléments porteurs (R) et les éléments non porteurs (E et EI) :

- un élément classé R correspondra au classement SF,
- un élément classé RE ou E correspondra au classement PF,
- un élément classé REI ou EI correspondra au classement CF.

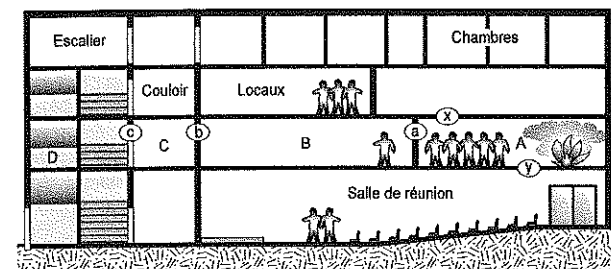
En outre, le temps de résistance au feu de l'élément de construction sera donné en minutes et sera plus proche de l'incendie réel dans un bâtiment.

Par exemple :

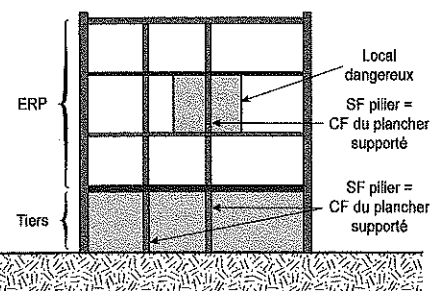
- un poteau classé R 120 représentera une résistance SF 2 h ;
- un bloc porte E 30 représentera une résistance PF 1/2 h,
- un mur REI 60 représentera une résistance CF 1 h.

Réaction au feu

L'aptitude des matériaux de construction et d'aménagement intérieur à participer à un incendie s'apprécie au cours de différents essais qui ont récemment été harmonisés à l'échelle européenne. L'arrêté du 21 novembre 2002 du ministère de l'Intérieur, rectifié au JO du 15 février 2003, a annulé et remplacé celui du 30 juin 1983. Le nouveau texte précise les méthodes d'essais et les catégories de classification en ce qui concerne la réaction au feu des produits de construction et des matériaux d'aménagement dont les conditions d'emploi sont prescrites par les règlements de sécurité contre l'incendie.



4 L'isolement au feu par les planchers permet d'évacuer les zones non contaminées par le feu.



5 Principe d'isolement des locaux dangereux

Le classement M (classement français)

Les matériaux sont répartis selon les cinq catégories suivantes :
– une catégorie *incombustible* : classement M0,
– quatre catégories *combustibles* : classement M1, M2, M3 et M4 correspondant à un ordre croissant d'inflammabilité.

Les Euroclasses

Les instances européennes ont validées un système appelé « Euroclasses », qui harmonise le classement européen des matériaux face au risque incendie.

Par rapport à la classification actuelle, on distinguera deux catégories : les revêtements de sol (classement identifié par un indice FI comme Floor) et tous les autres produits. Les nouvelles classes sont au nombre de sept :

- **A1 et A2** : produits très peu combustibles (en remplacement de la classe actuelle M0),
- **B** : contribution très limitée,
- **C** : contribution limitée,
- **D** : acceptable mais satisfait à l'essai SBI,
- **E** : acceptable mais satisfait à la petite flamme,
- **F** : aucun essai.

Les Euroclasses comportent des classifications additionnelles, relatives à la production de fumée et de particules, ou de gouttes enflammées.

Prescriptions réglementaires officielles permettant l'intégration de matériaux naturels du type bois massif

Afin de prendre en compte la préoccupation mondiale liée à l'environnement, la réglementation officielle permet dorénavant une plus grande intégration du bois naturel sans traitement dans les établissements recevant du public :

Peroirs des dégagements protégés

Les parois des escaliers protégés sont classées :

- B-s1, d0 ou en catégorie M1 pour les plafonds et les rampants ;
- B-s2, d0 ou en catégorie M1 pour les parois verticales ;
- CFL-s1 ou en catégorie M3 pour les paliers de repos et les marches.

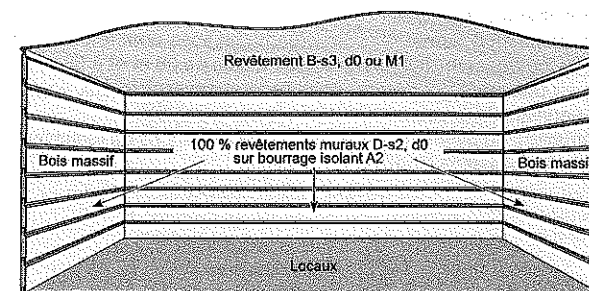
Les parois des circulations horizontales protégées sont classées :

- B-s2, d0 ou en catégorie M1 pour les plafonds ;
- C-s3, d0 ou en catégorie M2 pour les parois verticales ;
- DFL-s2 ou en catégorie M4 pour les sols.

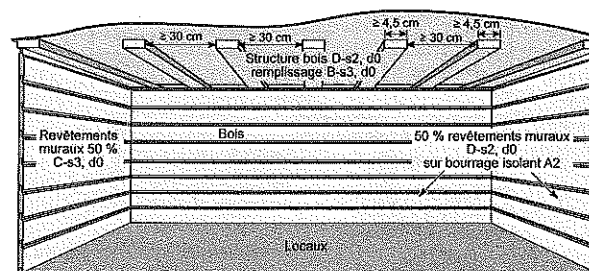
Peroirs verticales des dégagements non protégés et des locaux

Les parois verticales des dégagements non protégés et des locaux sont classés C-s3, d0 ou en catégorie M2. Toutefois, les lambris en bois massifs sans systèmes de revêtements et les panneaux à base de bois classés D-s2, d0 peuvent être posés sur tasseaux de bois, avec remplissage de la cavité par un produit ou matériau classé A2-s2, d0 dans les deux cas suivants :

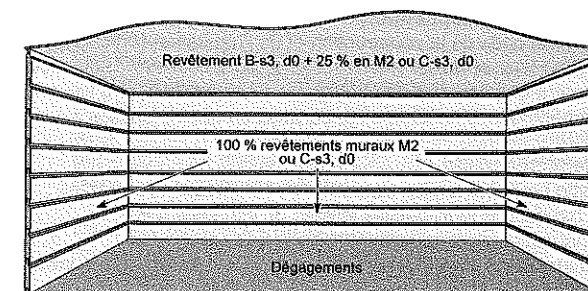
- le plafond est classé B-s3, d0 ou en catégorie M1 ; les lambris et les panneaux peuvent alors couvrir l'ensemble des parois verticales (fig. 6) ;
- les éléments porteurs en bois ou en dérivés du bois du plafond, d'une largeur minimale de 45 mm, sont disposés avec un écartement bord à bord supérieur ou égal à 30 cm ; les lambris et les panneaux peuvent alors couvrir au maximum 50 % de la surface des parois verticales (fig. 7) ;
- le plafond est classé B-s3, d0 ou en catégorie M1 ; les lambris et les panneaux peuvent alors couvrir l'ensemble des parois verticales ;
- les éléments porteurs en bois ou en dérivés du bois du plafond, d'une largeur minimale de 45 mm, sont disposés avec un écartement bord à bord supérieur ou égal à 30 cm ; les lambris et les panneaux peuvent alors couvrir au maximum 50 % de la surface des parois verticales.



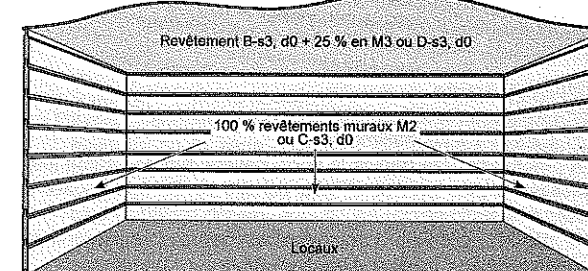
6 1^{re} solution



7 2^e solution



8 3^e solution



9 4^e solution

Plafonds des dégagements non protégés et des locaux

Les plafonds des dégagements non protégés et des locaux sont classés B-s3, d0 ou en catégorie M1.

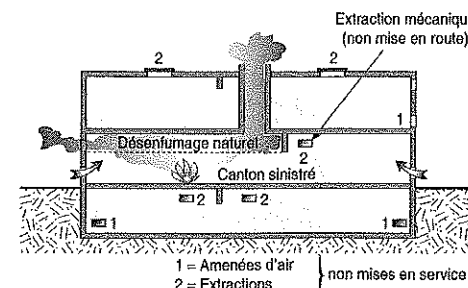
Toutefois, il est admis que 25 % de la superficie totale de ces plafonds soient réalisés en produits ou éléments classés C-s3, d0 ou de catégorie M2 dans les dégagements (fig. 8) et D-s3, d0 ou de catégorie M3 dans les locaux (fig. 9).

Les éléments porteurs en bois ou en dérivés du bois d'une largeur minimale de 45 mm disposés avec un écartement bord à bord supérieur ou égal à 30 cm ne sont pas visés par les dispositions ci-dessus ; ils sont soumis aux seules exigences des articles CO 12 et CO 13.

Les éléments d'habillage des plafonds, ajourés ou à résilles, sont classés B-s3, d0 ou en catégorie M1. Ils peuvent être classés C-s3, d0 si la surface totale développée de leurs pleins est inférieure à 50 % de la surface au sol du dégagement non protégé ou du local. Les suspentes et les fixations des plafonds suspendus doivent être conçues pour éviter les risques de chute de ce plafond. Sont réputées satisfaire à cet objectif les suspentes classées A1.

Pour les suspentes comportant des parties combustibles, il doit être démontré que la présence de ces parties n'entraîne pas d'effondrement en chaîne du plafond avant un quart d'heure.

Les plafonds tendus sont classés B-s3, d0. Toutefois, lorsqu'ils sont imprimés à fonction décorative, il est admis qu'ils peuvent être classés C-s3, d0 si la surface totale imprimée est inférieure à 25 % de la surface au sol du dégagement autre que celui visé à l'article AM 3 ou du local.



10 Principe de désenfumage

Les plafonds suspendus et les plafonds tendus doivent rester en place sous l'effet des variations de pression dues au fonctionnement du désenfumage mécanique.

Sols des dégagements non protégés et des locaux

Les sols des dégagements non protégés et des locaux sont classés DFL-s2 ou en catégorie M4.

Revêtements muraux tendus et éléments de décoration en relief fixés à l'intérieur des locaux ou dégagements

Dans les locaux ou dégagements, les revêtements muraux tendus et leurs éventuels intercalaires sont de catégorie M2.

Les éléments de décoration en relief fixés sur les parois verticales des locaux ou dégagements protégés ou non sont classés C-s3, d0 ou en matériaux de catégorie M2 lorsque la surface globale de tous ces éléments, projetée sur les parois verticales, est supérieure à 20 % de la superficie totale de ces parois. En cas d'implantation d'un filet, et dès lors que la surface entre les mailles du filet est supérieure à 10 cm² et que la trame de celui-ci n'excède pas 25 % de la surface totale du filet, aucune exigence de réaction au feu n'est imposée à ce filet. Dans le cas contraire, le filet est considéré comme un élément de décoration et relève des exigences correspondantes de réaction au feu.

Principe du désenfumage

Le désenfumage a pour objectif d'extraire des locaux enclos une partie des fumées et des gaz de combustion et de rendre praticables les cheminements utilisés pour l'évacuation du public et l'intervention des secours, limiter la propagation de l'incendie en évacuant vers l'extérieur : chaleur, gaz et imbrûlés. Il est important de connaître les raisons et les conséquences structurelles et architecturales dues aux passages des gaines de désenfumage. Ce désenfumage est réalisé par une gestion de la stratification des fumées au-dessus d'une zone praticable par apport d'air neuf en partie basse et évacuation des fumées en zone haute et par la différence de pression entre le volume à protéger et le volume sinistré (fig. 10). Des dispositions particulières à chaque type de bâtiment précisent les cas où un désenfumage est imposé, ces spécificités seront détaillées ici pour chaque type de bâtiment. Elles concernent souvent la mise à l'abri des fumées ou le désenfumage des escaliers, la mise à l'abri des fumées ou le désenfumage des circulations horizontales.

SÉCURITÉ INCENDIE

LES DIFFÉRENTS TYPES DE CONSTRUCTIONS

Immeubles d'habitation

Selon le code de la construction et de l'habitation (articles R.111.1 à R.111.19 et arrêté interministériel du 31 janvier 1986 modifié, relatif à la protection des bâtiments d'habitation contre l'incendie), les bâtiments d'habitation sont divisés en quatre familles :

Première famille

Cette première famille concerne les constructions suivantes :

- habitations individuelles isolées ou jumelées à R + 1 ;
- habitations individuelles en bande à R + 0 ;
- habitations individuelles en bande R + 1 si structures indépendantes.

Deuxième famille

Cette deuxième famille concerne les constructions suivantes :

- habitations individuelles non visées ci-dessus ;
- habitations collectives à R + 3 au maximum.

Troisième famille

Cette troisième famille concerne les constructions suivantes :

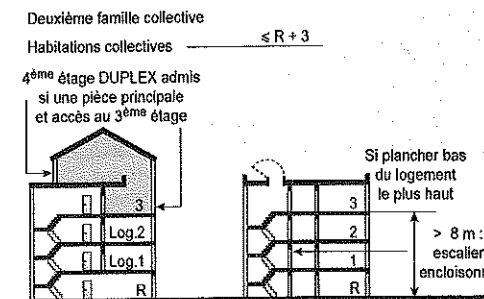
- R + 4 à R + 7 au maximum ;
 - A : moins de 7 m depuis la porte palière d'un logement jusqu'à l'escalier le plus proche et voie échelle accès aux escaliers au RdC ;
 - B : de R + 4 à R + 7 ne répondant pas aux règles ci-dessus, supérieure à R + 7 mais inférieure à 28 m.
- Toutefois la troisième famille B peut être déclassée en A si tous les appartements sont accessibles aux échelles aériennes de hauteur suffisante et sur décision du Maire.

Quatrième famille

Cette quatrième famille concerne les habitations dont le plancher bas du logement le plus haut est situé à plus de 28 m et à 50 m au plus au-dessus du niveau du sol utilement accessible aux engins des services de secours et de lutte contre l'incendie.

La structure du bâtiment doit respecter les exigences de résistance au feu données dans le tableau ci-dessous :

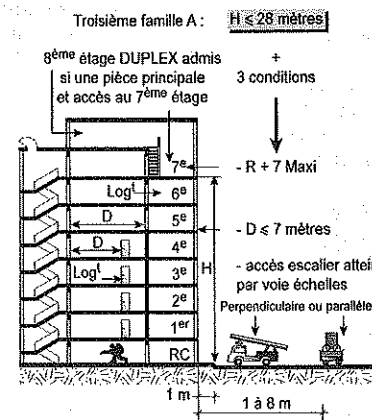
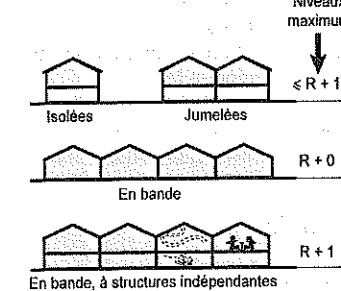
	Éléments de structure	
	Porteurs verticaux	Planchers
1 ^{ère} famille	SF 1/4 h	CF 1/4 h
2 ^{ème} famille	SF 1/2 h	CF 1/2 h
3 ^{ème} famille	SF 1 h	CF 1 h
4 ^{ème} famille	SF 1 h 30	CF 1 h 30



(12) Immeubles d'habitations collectives de deuxième famille

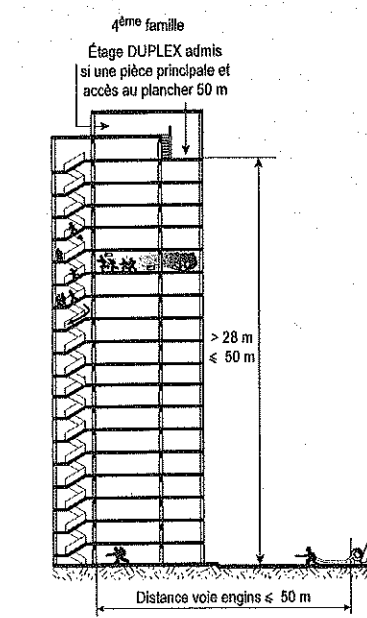
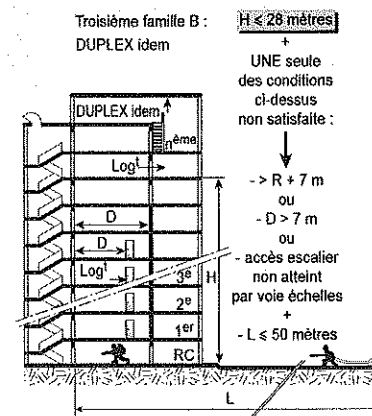
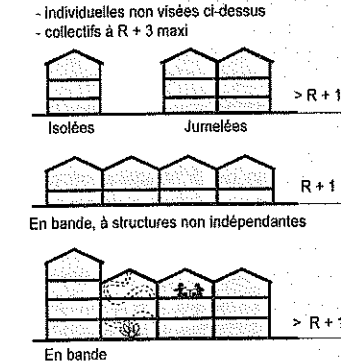
Première famille

Habitations individuelles



Deuxième famille

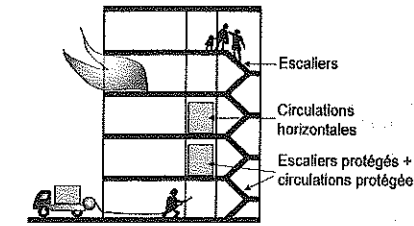
Habitations individuelles



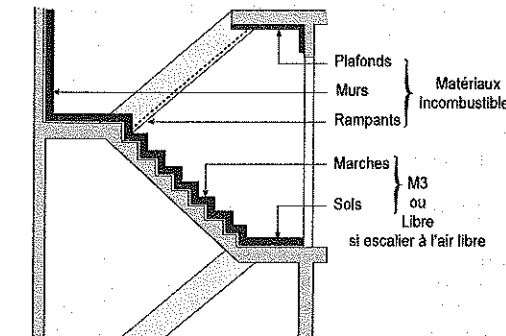
(11) Immeubles d'habitations individuelles

(13) Immeubles d'habitations collectives

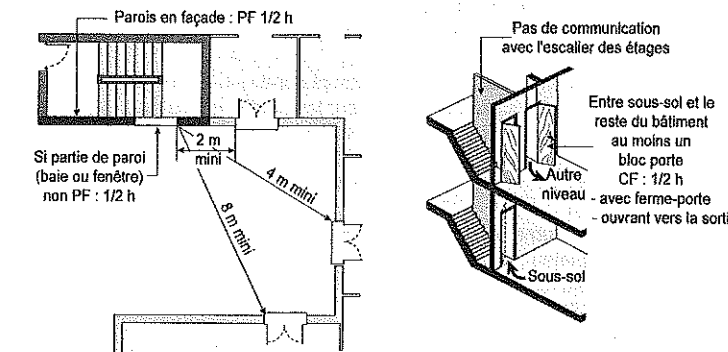
(14) Immeubles d'habitations collectives de 4^{ème} famille



(16) Les escaliers des habitations des 3^{ème} et 4^{ème} familles doivent être réalisés en matériaux incombustibles.

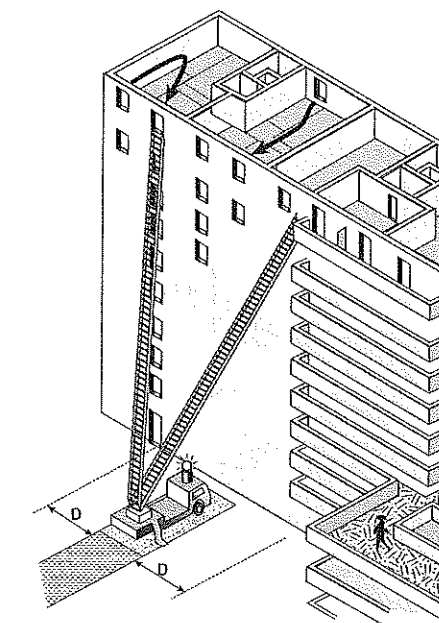


(17) Escaliers : réaction au feu des matériaux



(18) Escaliers d'habitation Distances mini avec les baies des logements

(19) Escaliers de sous-sol : discontinuité avec l'escalier des étages



(15) Accessibilité des façades en habitation

SÉCURITÉ INCENDIE

LES DIFFÉRENTS TYPES DE CONSTRUCTIONS

Définitions de la règle dite du « C + D » pour les façades vitrées.

Les valeurs C et D doivent être liées par une des relations ci-après, en fonction de la masse combustible mobilisable : Le C et D, exprimés en mètres, sont définis soit dans l'arrêté relatif à la classification des façades vitrées par rapport au danger d'incendie, soit dans l'instruction technique relative aux façades.

Dans les habitations de la quatrième famille, les parois de l'escalier protégé, communes avec le bâtiment desservi, doivent être coupe-feu de degré 1 heure au moins, à l'exception des impostes ou oculi qui peuvent être pare-flammes de degré 1 heure.

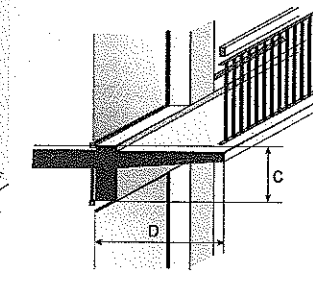
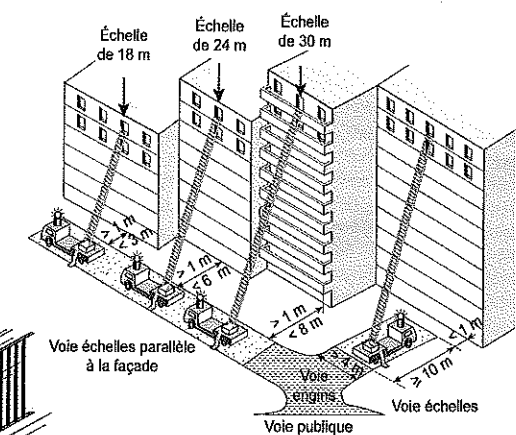
Les escaliers des habitations des troisième et quatrième familles doivent être réalisés en matériaux incombustibles.

Dans les habitations collectives de la deuxième famille, les revêtements des parois verticales, du rampant et des plafonds de la cage d'escalier doivent être classés en catégorie M2.

Ces escaliers doivent aboutir, au rez-de-chaussée, dans un hall ou une circulation horizontale et ne doivent pas aboutir dans les escaliers desservant les étages.

Dans les habitations collectives de la deuxième famille et dans les habitations de la troisième famille A, les dispositions suivantes doivent être appliquées, en partie haute de l'étage le plus élevé, la cage d'escalier doit comporter un dispositif fermé en temps normal permettant, en cas d'incendie, une ouverture de 1 m² au moins assurant l'évacuation des fumées et une commande située au rez-de-chaussée de l'immeuble, à proximité de l'escalier, doit permettre l'ouverture facile par un système électrique, pneumatique, hydraulique, électromagnétique ou électropneumatique.

Dans le cas des habitations collectives de la deuxième famille, cette commande peut également être réalisée par un système de tringlerie.



Règle du C + D en habitation

SÉCURITÉ INCENDIE

LES DIFFÉRENTS TYPES DE CONSTRUCTIONS

En outre, dans les habitations de la troisième famille A, l'ouverture du dispositif doit être asservie à un détecteur autonome déclencheur.

Dans les habitations de la troisième famille B, l'escalier doit être un escalier protégé soit à l'air libre, soit à l'abri des fumées, c'est-à-dire l'escalier doit être desservi à chaque niveau par une circulation horizontale protégée, avec laquelle il ne communique que par une seule issue. L'escalier à l'abri des fumées est un escalier fermé sur toutes ses faces par des parois qui doivent être coupe-feu de degré 1 h à l'exception des impostes et oculus qui doivent être pare-flammes de degré 1 h.

Le bloc-porte séparant l'escalier de la circulation protégée doit être pare-flamme de degré 1/2 h. La porte, d'une largeur de 0,80 m au moins, doit être munie d'un ferme-porte et s'ouvrir dans le sens de la sortie en venant des logements.

La cage d'escalier doit être, en temps normal, fermée à sa partie supérieure et à sa partie inférieure, ce qui exclut toute ventilation. Elle doit comporter à son extrémité supérieure un ensemble permettant de réaliser une ouverture horizontale de 1 m² à l'air libre. La distance à parcourir entre la porte palière de chaque logement et la porte de l'escalier ou l'accès à l'air libre ne doit pas dépasser 15 m.

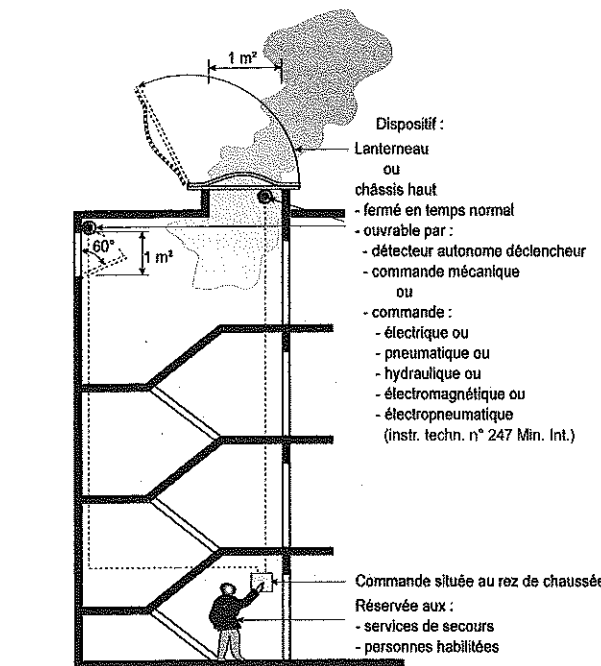
Structures des escaliers

Les revêtements des parois de cette circulation doivent être classés en catégorie :

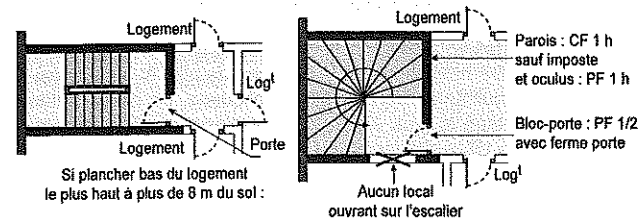
- M1 s'ils sont collés ou tendus en plafond ;
 - M2 s'ils sont collés ou tendus sur les parois verticales ;
 - M3 s'ils sont collés ou tendus sur le sol.
- Toutefois, lorsque l'escalier protégé aboutit directement à l'extérieur, en dehors du hall d'entrée, l'emploi du bois est autorisé dans ce hall.

Le désenfumage, c'est-à-dire l'évacuation efficace de la fumée et de la chaleur, doit être réalisé dans les circulations horizontales à l'abri des fumées :

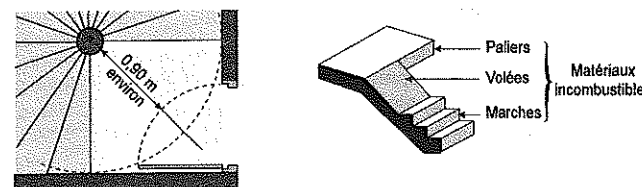
- soit par tirage naturel,
- soit par extraction mécanique.



(20) Protection des escaliers : désenfumage naturel

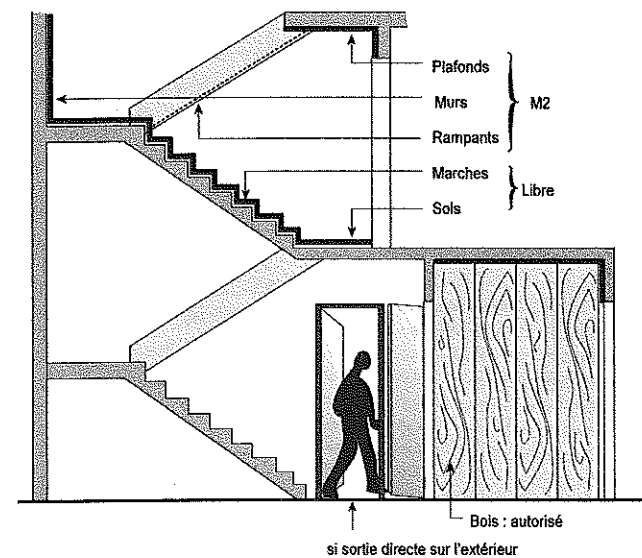


(21) Bloc-porte PF 1/2 h et encoignement des escaliers

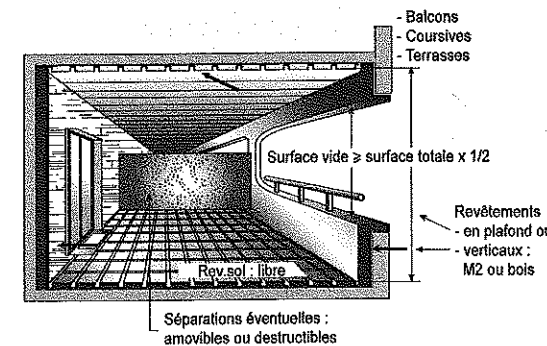


(22) Cage d'escalier : passage utile libre

(23) Structure des escaliers



(24) Revêtement des escaliers



(25) Désenfumage à l'air libre

SÉCURITÉ INCENDIE

LES DIFFÉRENTS TYPES DE CONSTRUCTIONS

Bouches d'évacuation et d'amenée d'air

Les bouches d'amenée d'air et les bouches d'évacuation doivent être réparties de façon alternée dans la circulation horizontale, la distance horizontale entre deux bouches de nature différente ne devant pas excéder 10 m dans le cas d'un parcours rectiligne et 7 m dans le cas d'un parcours non rectiligne.

Toute porte palière de logement non située entre une bouche d'amenée et une bouche d'évacuation doit être située à 5 m au plus d'une bouche (fig. 26 et 27).

Parcs de stationnement

Plusieurs textes spécifiques réglementent, en fonction du type de bâtiment auquel le parc est annexé :

- annexes de bâtiments d'habitation, arrêté du 31 janvier 1986 modifié ;
- annexes d'établissements recevant du public (ERP), arrêté du 9 mai 2006.

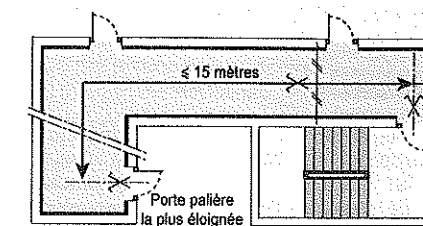
Les dispositions décrites dans ce chapitre sont applicables aux parcs de stationnement couverts lorsqu'ils ont plus de 100 m² et 6 000 m² au plus (fig. 28) annexés à un immeuble d'habitation.

Tous les éléments verticaux concourant à la stabilité de la construction doivent être protégés contre les chocs éventuels des véhicules ou présenter une résistance permettant d'absorber de tels chocs sans modification de leurs caractéristiques mécaniques.

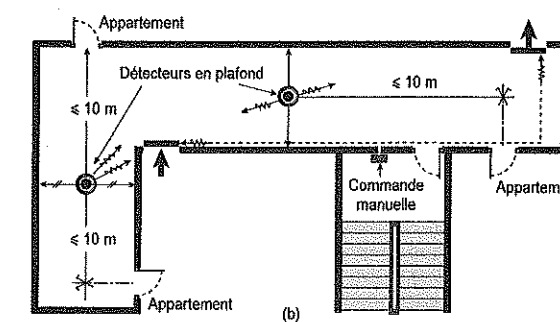
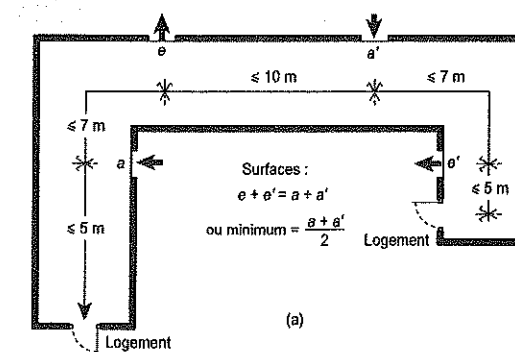
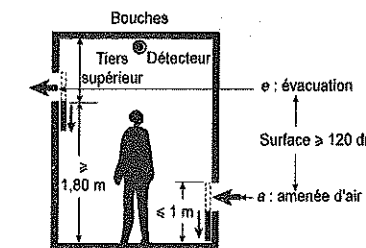
Les éléments de construction et leurs revêtements éventuels doivent être classés en catégorie M0 du point de vue de leur réaction au feu (fig. 29).

Les éléments porteurs du parc doivent être stables au feu de degré 1/2 h pour les parcs à simple rez-de-chaussée ou comportant un rez-de-chaussée surmonté d'un étage, stables au feu de degré 1 heure pour les parcs ayant au plus deux niveaux au-dessus ou au-dessous du niveau de référence.

Lorsque le parc n'est pas contigu, mais se trouve à moins de 8 m d'un immeuble habité ou occupé, les murs ou parois verticales extérieurs du parc, compris dans cette zone de 8 m, doivent être pare-flammes de degré 1 h. Les baies éventuelles doivent être fermées par des éléments pare flammes de degré 1/2 h.



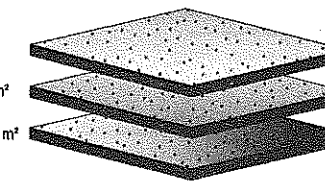
(26) Évacuations
Distances maxi à préconiser en logement de 3ème famille B



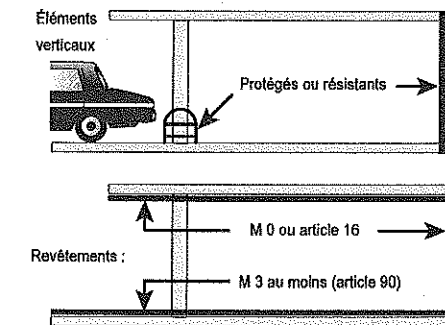
(27) Implantation des bouches (a) et des détecteurs (b) en habitation

Les parcs :

- couverts
- S > 100 m²
- ≤ 6 000 m²



(28) Parcs couverts, seuils de surface

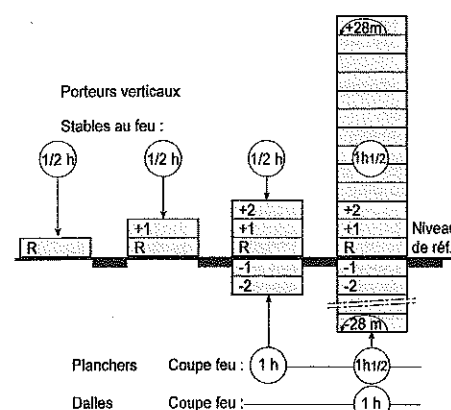


(29) Parcs couverts : éléments verticaux et revêtements

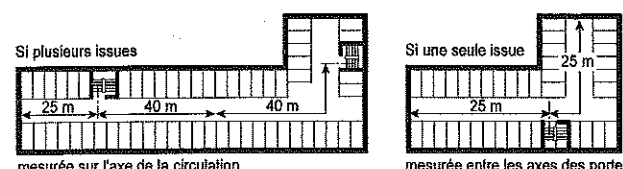
À chaque niveau, le ou les escaliers doivent être disposés de façon que les usagers n'aient pas à parcourir plus de 40 m pour atteindre une issue ou un escalier s'ils ont le choix entre plusieurs et plus de 25 m pour atteindre l'escalier s'il n'y en a qu'un ou s'ils se trouvent dans une partie de l'établissement formant cul-de-sac.

Les escaliers desservant les niveaux situés au-dessous du niveau de référence ne doivent pas aboutir dans les escaliers desservant les niveaux situés au-dessus du niveau de référence.

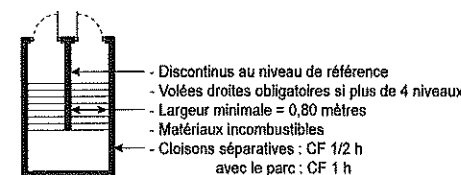
Ils doivent être à volées droites si le parc comporte plus de quatre niveaux par rapport au niveau de référence. Les escaliers doivent avoir une largeur minimale de 0,80 m.



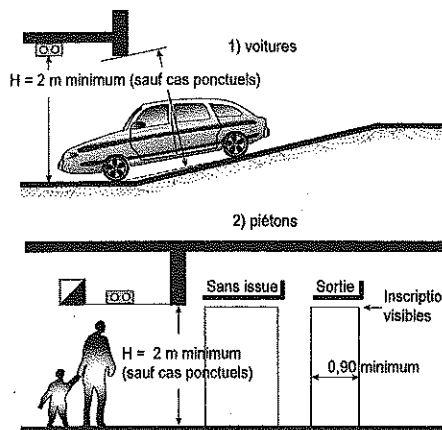
30 Structures des différents parcs



32 Distance maximale à parcourir en parking



33 Escaliers



34 Circulation - Passage libre en parking

SÉCURITÉ INCENDIE

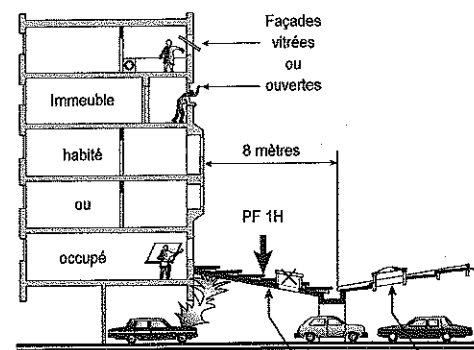
LES DIFFÉRENTS TYPES DE CONSTRUCTIONS

Les escaliers doivent être réalisés en matériaux incombustibles et doivent comporter des cloisons les séparant du reste du parc :

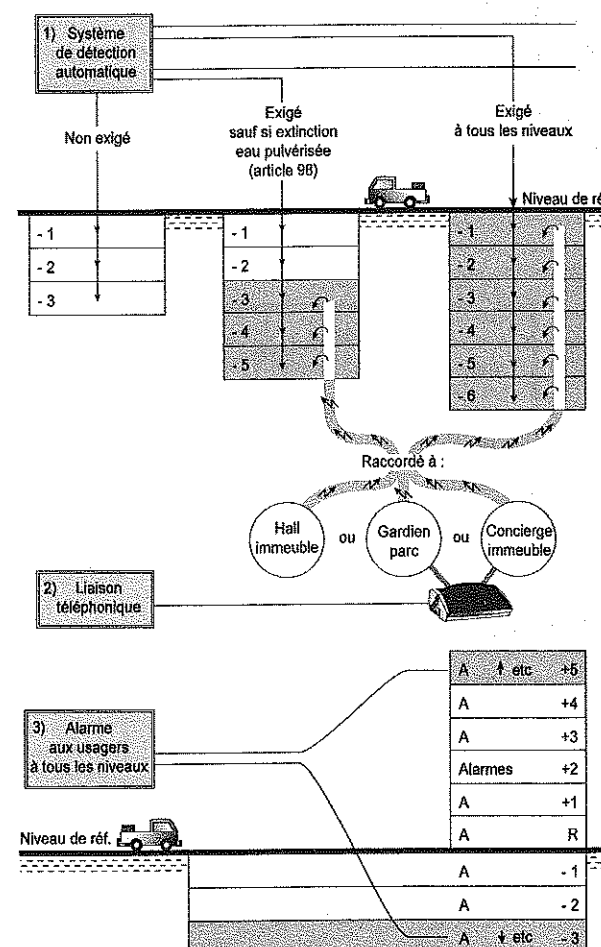
coupe-feu de degré 1 heure dans le cas général ;

coupe-feu de degré 1/2 heure si le parc ne comporte qu'un niveau sur rez-de-chaussée.

Les moyens de secours dans un parking sont résumés sur les schémas de la figure 35.



31 Protection au feu entre un parking et un immeuble d'habitation



35 Moyens de secours dans un parking

Immeuble de grande hauteur (IGH)

Définitions et classement

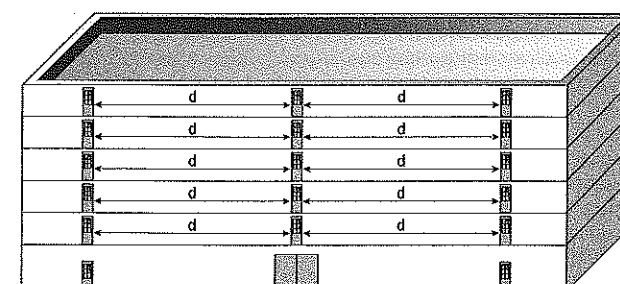
Constitue un IGH tout bâtiment dont le plancher bas du dernier niveau est situé par rapport au niveau du sol utilisable par les engins des services publics de lutte contre l'incendie :

- à plus de 50 mètres pour les immeubles d'habitation ;
- à plus de 28 mètres pour les autres immeubles.

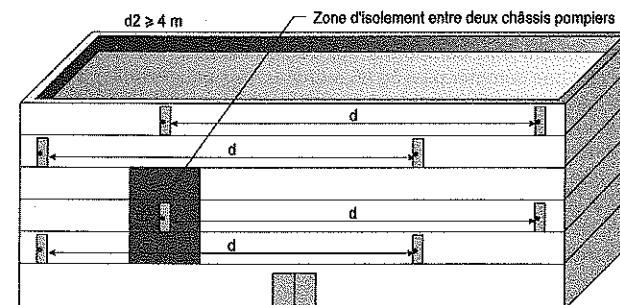
Les textes réglementaires sont le code de la construction et de l'habitation notamment aux articles R 122-1 à R 122-29 pour les dispositions générales et l'arrêté du 18 octobre 1977 modifié par arrêtés du 22 octobre 1982 et du 16 juillet 1992 pour les dispositions constructives, la circulaire du 7 juin 1974 pour le désenfumage dans un IGH, l'arrêté du 25 juin 1980 « Règlement de sécurité E.R.P » et le code du travail.

L'article R 122-5 du CCH indique le classement des différents types d'IGH.

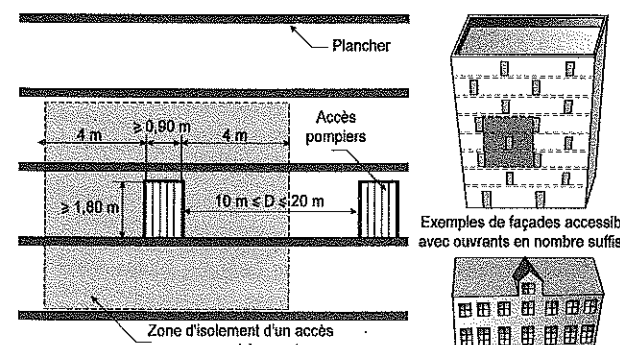
L'arrêté du 18 octobre 1977 modifié comprend les mesures générales communes à toutes les classes d'IGH (GH) et les dispositions particulières aux diverses classes d'immeubles, ces dernières étant définies comme suit :



36 Façade accessible, d < 10 m



37 Façade munie de baies pompiers, d < 20 m



38 Zones d'isolement des baies pompiers

SÉCURITÉ INCENDIE

LES DIFFÉRENTS TYPES DE CONSTRUCTIONS

- GHA : immeubles à usage d'habitation ;
- GHO : immeubles à usage d'hôtel ;
- GHR : immeuble à usage d'enseignement ;
- GHS : immeubles à usage de dépôt d'archives ;
- GHU : immeubles à usage sanitaire ;
- GHW1 : immeubles à usage de bureaux (le plancher bas du dernier niveau doit être compris entre 28 m et 50 m) ;
- GHW2 : immeubles à usage de bureaux (le plancher bas du dernier niveau est supérieur à 50 m) ;
- GHZ : immeubles à usage mixte ou incluant un ERP.

Construction d'un immeuble de bureaux

La prévention contre les risques d'incendie dans les lieux de travail est régie par trois textes principaux : Le décret n° 92-332 du 31 mars 1992 concernant la sécurité et la santé que doivent observer les maîtres d'ouvrage lors de la construction des lieux de travail ou lors de leurs modifications, extensions ou transformations (modifié par le décret 94-347 du 2 mai 1994), l'arrêté du 5 août 1992 (modifié par l'arrêté du 22 septembre 1995) pris en application des articles R.235-4-8 et R.235-4-15 du décret 92-332, le décret n° 92-333 du 31 mars 1992 relatif aux dispositions concernant la sécurité et la santé applicables aux lieux de travail que doivent observer les chefs d'établissements utilisateurs (modifié par le décret n° 94-346 du 2 mai 1994). Ces trois textes font l'objet de la circulaire DRT 95-07 du 14 avril 1995, relative aux lieux de travail, destinée à apporter un commentaire technique aux dispositions réglementaires.

Pour les cas courants d'immeubles de bureaux de plus de 8 m de hauteur (hauteur du plancher accessible au personnel de bureau), les façades seront desservies par au moins une voie accessible par les grandes échelles des Sapeurs Pompiers, répondant aux dispositions du code du travail, en outre tout le bâtiment possèdera des façades distribuées par des voies n'impliquant aucune manœuvre de retournement. Les planchers bas des derniers niveaux seront à moins de 28 m du sol extérieur et la façade accessible sera dotée d'ouvrants de 1,80 m de hauteur par une largeur de 0,90 m.

Le bâtiment sera isolé des tiers en vis-à-vis par des espaces libres de plus de 8 m.

Des parois et planchers CF 1 h devront être prévues par rapport aux éventuels locaux d'activités du rez-de-chaussée. Des parois CF 2 h seront prévues par rapport au parc de stationnement.

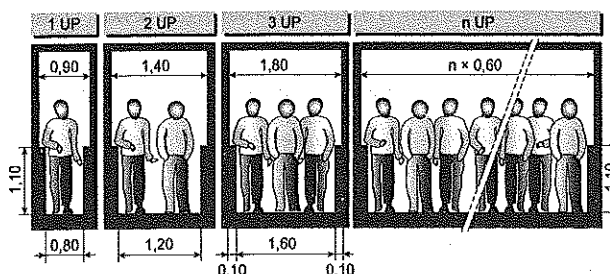
Au niveau des structures, le bâtiment de bureaux sera stable au feu et coupe-feu 1 h pour un bâtiment de moins de 28 m. Les planchers des étages de bureaux seront CF 1 h.

Au niveau de la distribution des bureaux, deux principes peuvent être envisagés : le cloisonnement traditionnel (cloisons de maçonnerie ou de plâtre CF 1 h) et le compartimentage qui est le principe le plus adapté aux constructions de bureaux contemporains. Ces compartiments auront une surface inférieure à 1 000 m². Ces compartiments seront isolés entre eux par des cloisons CF 1 h et portes en va-et-vient PF 1 h avec ferme-porte et oculus. Si pour des raisons d'exploitation, celles-ci sont maintenues ouvertes, elles seront asservies. Les communications entre compartiments se feront au droit des circulations principales.

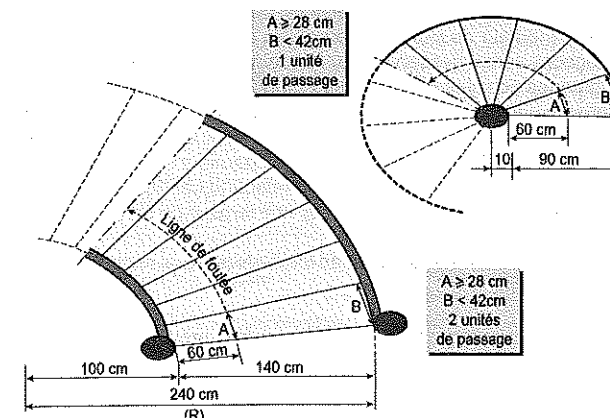
Le calcul de l'effectif est toujours un sujet délicat au niveau de la conception d'un bâtiment, le concepteur ne connaissant pas le futur ratio d'occupation des surfaces, cependant cet estimation peut être réalisée sur la base de textes réglementaires et des textes normatifs.

Niveaux	Locaux	Ratio		Effectifs	Effectif cumulé	Issues ou escaliers réglementaires	
		Surface	Taux			Nombre	Largeur
9	Bureaux	340	1/10	34	34	2	2UP(*)
8	Bureaux	450	1/10	45	79	2	2UP
7	Bureaux	550	1/10	55	134	2	3UP
6	Bureaux	550	1/10	55	189	2	3UP
5	Bureaux	550	1/10	55	244	2	4UP
4	Bureaux	550	1/10	55	299	2	4UP
3	Bureaux	550	1/10	55	354	2	5UP
2	Bureaux	550	1/10	55	409	2	6UP
1	Bureaux	550	1/10	55	464	2	6UP
RDC	Bureaux	600	1/10	60	524	3	6UP
Total					524	3	6UP

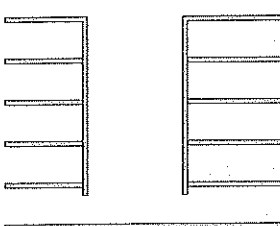
39 Exemple de calculs des dégagements d'immeubles de bureaux



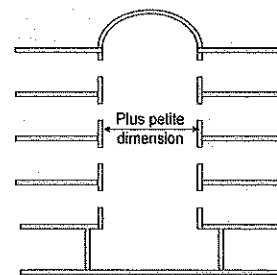
40 Largeur minimale des dégagements proportionnelle au nombre de personnes appelées à les emprunter, calculée en UP



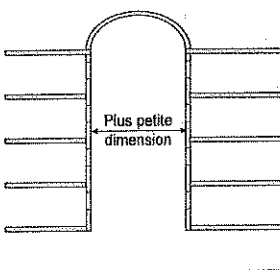
41 Conception d'un escalier



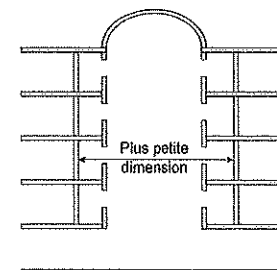
42 Atrium à l'air libre



43 Atrium couvert ouvert



44 Atrium couvert fermé



45 Autre type d'atrium couvert fermé

SÉCURITÉ INCENDIE

LES DIFFÉRENTS TYPES DE CONSTRUCTIONS

Ce principe d'estimation est donc donné à titre d'information sur la base d'un texte référencé ci-dessous et afin de déterminer, dans un cas courant d'occupation d'un immeuble de bureaux, les dégagements.

Texte normatif de référence : norme NF X 35 102, cette norme homologuée prescrit une occupation d'une personne pour 10 m² de surface utile minimum. Ce texte normatif ne peut s'imposer que dans un cadre contractuel.

Exemple de calcul des dégagements d'un immeuble de bureaux. En règle générale, un immeuble de bureaux ne peut posséder plus de neuf étages (moins de 28 m de hauteur) (fig. 39). Au-delà ce bâtiment sera classé en IGH (Immeuble de grande hauteur).

Chaque dégagement doit avoir une largeur minimale de passage proportionnelle au nombre total de personnes appelées à l'emprunter. Il découle de cette disposition qu'il ne doit pas y avoir de rétrécissement sur la largeur du cheminement d'évacuation par rapport à sa largeur initiale ou par rapport à l'élargissement consécutif à un apport supplémentaire d'occupants à évacuer. Cette largeur doit être calculée en fonction d'une largeur type appelée unité de passage de 0,60 m. Toutefois, quand un dégagement ne comporte qu'une ou deux unités de passage, la largeur est respectivement portée de 0,60 m à 0,90 m et de 1,20 m à 1,40 m.

La distance maximale à parcourir pour gagner un escalier en étage ou en sous-sol ne doit jamais être supérieure à 40 m. Le débouché au niveau du rez-de-chaussée d'un escalier doit s'effectuer à moins de 20 m d'une sortie sur l'extérieur. Les itinéraires de dégagement ne doivent pas comporter de cul-de-sac supérieur à 10 m. Ces 10 m concernent les parcours en circulations enclouées en cul-de-sac et, dans les grands espaces, les zones desservies par un accès en cul-de-sac.

Les marches ne doivent pas être glissantes. S'il n'y a pas de contre-marche, les marches successives doivent se recouvrir de 0,05 m. Il est interdit de placer une ou deux marches isolées dans les circulations principales. Les dimensions des marches des escaliers doivent être conformes aux règles de l'art. Les volées ne doivent pas compter plus de 25 marches. Les paliers doivent avoir une largeur égale à celle des escaliers et, en cas de volées non contrariées, leur longueur doit être supérieure à 1 m. Les escaliers tournants doivent être à balancement continu sans autre palier que ceux desservant les étages. Les dimensions des marches sur la ligne de foulée à 0,60 m du noyau ou du vide central doivent être conformes aux règles de l'art. Le giron extérieur des marches doit être inférieur à 0,42 m.

Conception d'un atrium

En préambule, les atriums sont régis par l'instruction technique n° 263 relative à la construction et au désenfumage des volumes libres intérieurs dans les ERP. Elle ne peut concerner que les bâtiments à construire. On admet qu'un volume libre intérieur soit construit à l'intérieur d'un bâtiment à condition qu'il ait une dimension minimale dans sa plus petite largeur, la largeur minimum dépend de la hauteur h entre le plancher de l'atrium et le plancher bas du niveau le plus élevé.

La largeur l dépend de la configuration des lieux. Si les dimensions de l sont respectées, on peut dire que les façades donnant sur un atrium couvert seront traitées comme s'il s'agissait de façades à l'air libre. Cette largeur l est donc essentielle.

Dans l'ensemble de ce chapitre, le mot « atrium » est seul utilisé pour désigner le volume libre intérieur (atriums, patios, puits de lumière...).

Un atrium à l'air libre est un volume libre fermé sur toutes ses faces latérales dont la plus petite dimension est inférieure ou égale à la hauteur de la façade la plus haute et qui ne comporte aucune occlusion en partie supérieure.

Un atrium couvert est le même volume que ci-dessus avec une couverture totale ou partielle. Dans cette catégorie d'atriums, il faut distinguer ceux dont un ou plusieurs niveaux sont ouverts en permanence sur le volume central : atriums couverts ouverts et ceux dont tous les niveaux (à l'exception du niveau inférieur) sont fermés par une paroi, même si celle-ci comporte des ouvrants, des balcons ou une circulation horizontale ouverte : atriums couverts fermés.

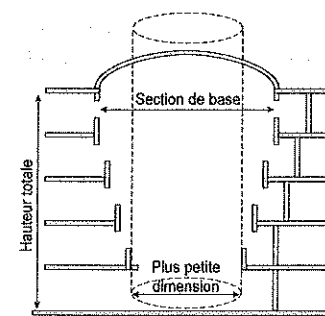
La plus petite dimension d'un atrium est définie comme étant le diamètre du cylindre droit s'inscrivant, sur toute la hauteur de l'atrium, dans l'espace libre compris entre le nez de balcons pour les atriums ouverts, les parois verticales pour les atriums fermés et le nez de balcons et parois verticales pour les atriums ouverts sur une face et fermés sur l'autre.

Bases de calcul pour le désenfumage des atriums

La section de base de l'atrium est la plus grande des sections horizontales comprises entre les éléments de construction délimitant l'atrium (nez de balcons et/ou parois verticales). À chaque niveau, la section du vide entre éléments de construction doit être au moins égale à la moitié de cette section de base. Le volume de base de l'atrium est le produit de cette section de base par la hauteur totale de l'atrium, mesurée au plafond du dernier niveau. Conventionnellement, un atrium, qu'il soit à l'air libre ou couvert, est un espace dont la plus petite dimension doit être au moins égale à $\sqrt{7H}$ (H étant la hauteur du plancher bas du niveau le plus haut par rapport au niveau bas de l'atrium) sans être inférieure à 7 m.

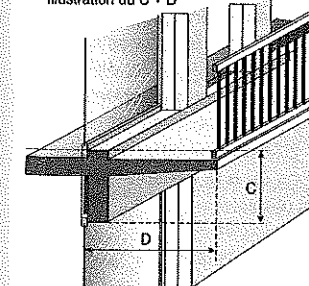
La réaction au feu des produits verriers isolant éventuellement les niveaux situés dans la partie supérieure du volume libre intérieur doit être de catégorie M2.

La règle dite du C + D s'applique obligatoirement à l'ensemble des façades intérieures des atriums. De plus, les revêtements extérieurs des façades intérieures des atriums couverts doivent être de catégorie M2.

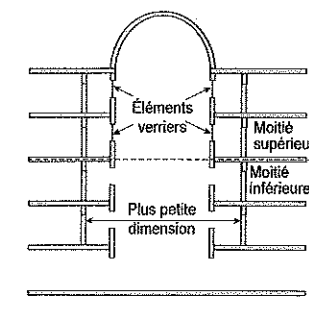


46 Section de base pour le calcul du désenfumage dans un atrium

Illustration du C + D



47 Façades intérieures d'atrium



48 Atrium couvert ouvert avec circulations autour du vide atrium

SÉCURITÉ INCENDIE

LES DIFFÉRENTS TYPES DE CONSTRUCTIONS

Si des locaux à sommeil sont disposés directement au bord d'un atrium couvert, le revêtement des façades sera réalisé en matériaux de catégorie M1.

Un escalier non encloué, situé dans le volume du puits, ne constitue pas un dégagement protégé.

Établissements recevant du public

Ces établissements (neufs, réhabilitation, modifications) sont soumis au Code de la construction et de l'habitation (C.C.H.), articles R. 123-1 à R. 123-55, R. 152-4 et R. 152-5, à l'arrêté du 25 juin 1980 modifié pour les ERP du premier groupe et à l'arrêté du 22 juin 1990 pour les établissements de cinquième catégorie (ERP du deuxième groupe).

Les ERP sont définis par l'article R. 123-2 du Code de la construction et de l'habitation : « Constituent des établissements recevant du public, tous bâtiments, locaux et enceintes dans lesquels des personnes sont admises soit librement, soit moyennant une rétribution ou une participation quelconque, ou dans lesquels sont tenues des réunions ouvertes à tout venant ou sur invitation, payantes ou non ».

Afin d'assurer la sécurité des personnes admises dans l'établissement, l'article R 123-4 du C.C.H. précise : « Les bâtiments et les locaux où sont installés les établissements recevant du public doivent être construits de manière à permettre l'évacuation rapide et en bon ordre de la totalité des occupants ». En outre, les établissements sont classés par catégories et types, selon la nature de leur exploitation (article R. 123-18 du C.C.H.).

Les établissements sont classés en catégories d'après l'effectif du public et du personnel. L'effectif du public est déterminé, selon le cas, par :

- le nombre de places assises,
- la surface réservée au public,
- la déclaration du chef de l'établissement,
- l'ensemble de ces indications.

Les catégories sont les suivantes :

Première catégorie : au-dessus de 1 500 personnes ;

Deuxième catégorie : de 701 à 1 500 personnes ;

Troisième catégorie : de 301 à 700 personnes ;

Quatrième catégorie : 300 personnes et au-dessous, à l'exception des établissements compris dans la 5^e catégorie ;

Cinquième catégorie : établissements faisant l'objet de l'article R. 123-14 dans lesquels l'effectif du public n'atteint pas le chiffre fixé par le règlement de sécurité pour chaque type d'exploitation.

Établissements du premier groupe (de la première à la quatrième catégorie) :

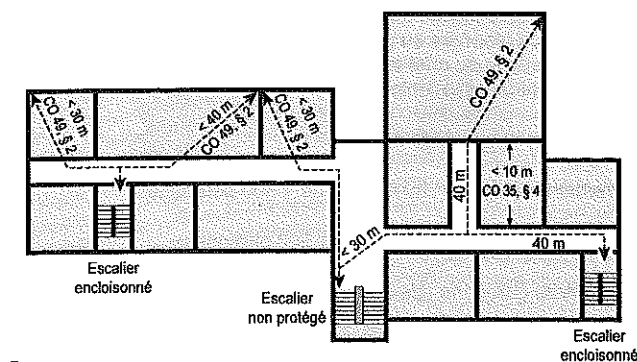
- O Hôtels, pensions de famille
- N Restaurants, débits de boissons
- P Salles de danse. Salles de jeux
- R Établissements d'enseignement et colonies de vacances
- S Bibliothèques et centres de documentation
- T Salles d'exposition
- U Établissements sanitaires
- V Établissements de culte
- W Administrations. Banques. Bureaux
- X Établissements sportifs couverts
- Y Musées
- J Structures d'accueil pour personnes âgées et personnes handicapées

Établissements spéciaux :

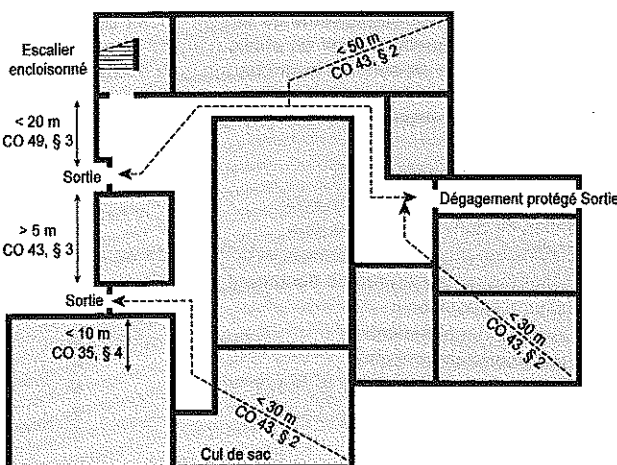
- EF Établissements flottants,
- GA Gares,
- OA Hôtels-restaurants d'altitude,
- PA Établissements de plein air,
- PS Parcs de stationnement couverts,
- SG Structures gonflables,
- CTS Chapiteaux et tentes,
- REF Refuges de montagne.

Effectif à évacuer	Nombre de dégagements	Largeur minimale en UP(*)
1 à 19	1	1
20 à 50	2	1UP + Acc
51 à 100	2	1UP + 1UP ou 2UP + Acc
101 à 200	2	3UP
201 à 300	2	4UP
301 à 400	2	5UP
401 à 500	2	6UP
501 à 600	3	6UP
601 à 700	3	7UP
701 à 800	3	8UP
801 à 900	3	9UP
901 à 1 000	3	10UP
1 001 à 1 100	4	11UP
1 101 à 1 200	4	12UP
1 201 à 1 300	4	13UP
1 301 à 1 400	4	14UP
1 401 à 1 500	4	15UP
1 501 à 2 000	5	16 à 20UP
2 001 à 2 500	6	21 à 25UP
2 501 à 3 000	7	26 à 30UP
3 001 à 3 500	8	31 à 35UP

(49) Nombre et largeur des dégagements en fonction de l'effectif à évacuer



(50) Distance maximale à parcourir en étage dans un ERP



(51) Principe de distance maximale à parcourir au rez-de-chaussée en ERP

SÉCURITÉ INCENDIE LES DIFFÉRENTS TYPES DE CONSTRUCTIONS

Dans le cadre de ce chapitre, nous allons développer quelques cas d'établissements courants.

Le principe de calcul des dégagements est identique pour tous les types d'ERP, ce principe se résume sous la forme du tableau de la figure 49 (où UP est appelée « unité de passage », cette largeur doit être calculée en fonction d'une largeur type de 0,60 m).

Toutefois, quand un dégagement ne comporte qu'une ou deux unités de passage, la largeur est respectivement portée de 0,60 m à 0,90 m et de 1,20 m à 1,40 m.

Principe commun à tous les ERP : Les dégagements doivent permettre une évacuation rapide et sûre du public. Sont considérés comme dégagements au sens du présent règlement : portes, sorties, issues, circulations horizontales, zones de circulation, escaliers, couloirs, rampe..., c'est-à-dire toute partie de la construction permettant un cheminement d'évacuation.

Construction des hôtels

Les dispositions de ce paragraphe sont applicables aux hôtels, motels, pensions de famille, etc., dans lesquels l'effectif du public est supérieur ou égal à 100 personnes. En dessous de cet effectif, il faut appliquer les règles de la cinquième catégorie et notamment les articles P0.

L'effectif maximal du public admis est déterminé d'après le nombre de personnes pouvant occuper les chambres dans les conditions d'exploitation hôtelière d'usage.

Construction des restaurants et bars

Les dispositions du présent chapitre sont applicables aux restaurants, cafés, brasseries, débits de boissons, bars, etc., dans lesquels l'effectif du public est supérieur ou égal à l'un des chiffres suivants :

- 100 personnes en sous-sol ;
- 200 personnes en étages, galeries et autres ouvrages en élévation ;
- 200 personnes au total.

L'effectif maximal du public admis, déduction faite des estrades des musiciens et des aménagements fixes autres que les tables et les sièges, est déterminé selon la densité d'occupation suivante :

- a) zones à restauration assise : une personne par mètre carré ;
- b) zones à restauration debout : deux personnes par mètre carré ;
- files d'attente : trois personnes par mètre carré.

Construction d'une salle de danse

Les dispositions du présent chapitre sont applicables aux établissements spécialement aménagés pour la danse (bals, dancing, etc.), les jeux (billards et autres jeux électriques ou électroniques) dans lesquels l'effectif du public est supérieur ou égal à l'un des chiffres suivants :

- 20 personnes en sous-sol ;
- 100 personnes en étage et autres ouvrages en élévation ;
- 120 personnes au total.

L'effectif maximal du public admis est déterminé à raison de quatre personnes pour 3 m² de la surface de la salle, déduction faite de la surface des estrades des musiciens et des aménagements fixes autres que les tables et les sièges. Toutefois, dans le cas des salles réservées exclusivement au billard autre qu'électrique ou électronique, le calcul est déterminé sur la base de quatre personnes par billard, augmenté le cas échéant des places réservées au public soit sur des chaises, des bancs ou des gradins, soit dans une zone réservée à la consommation de boissons ou à la restauration, qui constitue une activité annexe de type N (bar).

Construction d'une salle de spectacle

Les dispositions du présent chapitre sont applicables, en fonction de l'effectif reçu, aux locaux désignés ci-après :

- a) salle d'audition, salle de conférences, salle de réunions ;
- b) salle réservée aux associations, salle de quartier (ou assimilée) ;
- c) salle de projection, salle de spectacle (y compris les cirques non forains) ;
- d) cabarets ;
- e) salle polyvalente à dominante sportive dont la superficie unitaire est supérieure ou égale à 1 200 m², ou dont la hauteur sous plafond est inférieure à 6,50 m ;
- f) autre salle polyvalente ;
- g) salle multimédia.

Sont assujettis les établissements dans lesquels l'effectif total du public admis est supérieur ou égal à l'un des chiffres suivants :

Etablissements visés aux a, b et g :

- 100 personnes en sous-sol ;
- 200 personnes au total.

Autres établissements :

- 20 personnes en sous-sol ;
- 50 personnes au total.

Pour le seuil d'assujettissement, les salles de conférences et les salles de réunions qui possèdent des installations de projection, non destinées à un spectacle, ne sont pas considérées comme des salles de projection.

L'effectif maximal du public admis est déterminé comme suit :

Salles visées aux a, b et c :

- nombre de personnes assises sur des sièges ou des places de banc numérotées ;
- nombre de personnes assises sur des bancs où les places ne sont pas numérotées, à raison de 1 personne par 0,50 m linéaire ;
- nombre de personnes assistant à une manifestation sans disposer de sièges ou de bancs, à raison de 3 personnes par mètre carré ;
- nombre de personnes stationnant normalement dans les promenoirs et dans les files d'attente, à raison de 5 personnes par mètre linéaire.

Cabarets : 4 personnes par 3 m² de la surface de la salle, déduction faite des estrades des musiciens et des aménagements fixes autres que les tables et les sièges.

Salles polyvalentes : une personne par mètre carré de la surface totale de la salle.

Salles de réunions sans spectacle : une personne par mètre carré de la surface totale de la salle ;

Salles multimédia : selon la déclaration du maître d'ouvrage avec un minimum d'une personne par 2 m² de la surface totale de la salle.

Construction de centres commerciaux et magasins

Les dispositions particulières du présent chapitre sont applicables aux magasins, locaux ou aires de vente, centres commerciaux, etc., dans lesquels l'effectif du public est supérieur ou égal à l'un des chiffres suivants :

- 100 personnes en sous-sol ou en étages, en galeries et autres ouvrages en surélévation ;
- 200 personnes au total.

Pour l'application des mesures contenues dans le présent chapitre, il faut entendre par « centre commercial » tout établissement comprenant un ensemble de magasins de vente et, éventuellement, d'autres établissements recevant du public, qui sont, pour leur accès et leur évacuation, tributaires de mails clos.

Les mails peuvent comporter des bars, kiosques, aires de repos ou de promotion.

L'effectif théorique du public susceptible d'être admis dans les locaux de vente proprement dits est déterminé en fonction de la surface réservée au public selon la densité d'occupation suivante :

- au rez-de-chaussée : deux personnes par mètre carré ;

SÉCURITÉ INCENDIE

- au sous-sol et au premier étage, une personne par mètre carré ;
- au deuxième étage : une personne par 2 m² ;
- aux étages supérieurs : une personne par 5 m².

À moins que l'exploitant ne justifie des surfaces réellement mises à la disposition du public, la surface disponible réservée à ce dernier est évaluée forfaitairement au tiers de celle des locaux où il a accès, afin de tenir compte de la surface occupée par le mobilier de vente.

Dans les centres commerciaux, l'effectif total du public susceptible d'être admis est déterminé selon la densité d'occupation suivante : pour les mails : une personne pour 5 m² de leur surface totale ; pour les locaux de vente : conformément aux dispositions fixées au a ci-dessus. Toutefois, dans les boutiques d'une surface inférieure à 300 m², l'effectif du public est décompté, quel que soit le niveau, à raison de une personne par 2 m² sur le tiers de la surface des locaux accessibles au public.

Prescriptions réglementaires officielles permettant l'évacuation et la protection des personnes en situation de handicap en cas d'incendie

Pour tenir compte de l'incapacité des personnes handicapées à évacuer ou à être évacuées rapidement, les 7 principes suivants ont été retenus :

1. Tenir compte de la nature de l'exploitation et en particulier de l'aide humaine disponible en permanence pour participer à l'évacuation ;
2. Formaliser dans le dossier prévu à l'article R. 123-22 la ou les solutions retenues pour l'évacuation de chaque niveau de la construction en tenant compte des différentes situations de handicap ;
3. Créer à chaque niveau des espaces d'attente sécurisés ;
4. Créer des cheminements praticables, menant aux sorties ou aux espaces d'attente sécurisés ;
5. Installer un équipement d'alarme perceptible tenant compte de la spécificité des locaux et des différentes situations de handicap des personnes amenées à les fréquenter isolément ;
6. Garder au niveau de l'exploitant la trace de la solution retenue par le maître d'ouvrage et validée par la commission de sécurité compétente ;
7. Elaborer sous l'autorité de l'exploitant les procédures et consignes d'évacuation prenant en compte les différents types de handicap.

Pour répondre à l'obligation réglementaire de création de ce nouvel espace d'attente sécurisé, les solutions équivalentes suivantes peuvent être réalisées.

En effet, compte tenu des différentes architectures projetées, les solutions suivantes peuvent être considérées, au même titre que les espaces d'attente sécurisés :

- utiliser le concept de zone protégée ou celui de secteurs. Un moyen permettant à une personne de signaler sa présence doit être prévu (par exemple une fenêtre, sous réserve qu'elle soit visible des équipes de secours, interphone, téléphone, bouton d'appel d'urgence identifié et localisé pour les personnes sourdes ou malentendantes) ;
- augmenter la surface des paliers des escaliers protégés dont la résistance au feu des portes sera coupe-feu au lieu de pare-flammes ;
- offrir un espace à l'air libre de nature à protéger les personnes du rayonnement thermique pendant une durée minimale d'une heure.

Emplois d'un espace

Les espaces d'attente sécurisés peuvent être aménagés dans tous les espaces accessibles au public ou au personnel, à l'exception des locaux à risques particuliers. Ils peuvent ne pas être exclusivement destinés à cette fonction, sous réserve de ne pas contenir d'éléments pouvant remettre en cause l'objectif de sécurité attendu.

Caractéristiques d'un espace d'attente sécurisé

a) Implantation :

- être au nombre minimum de 2 par niveau où peuvent accéder des personnes circulant en fauteuil roulant. Dans le cas où un seul escalier est exigé, le niveau peut ne disposer que d'un seul espace d'attente sécurisé ;
- être créé à proximité d'un escalier considéré comme dégagement normal ;
- pouvoir être atteints dans le respect des distances maximales réglementaires.

b) Capacité d'accueil des espaces par niveau :

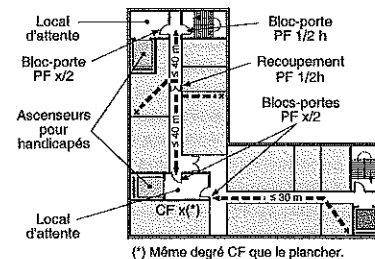
- avoir une superficie cumulée permettant d'accueillir au minimum 2 personnes en fauteuil roulant pour un effectif de public inférieur ou égal à 50 personnes, augmentée d'une personne en fauteuil roulant par tranche de 50 personnes supplémentaires reçues au niveau concerné, tout en maintenant la largeur du dégagement menant à l'issue ;
- chaque espace d'attente sécurisé doit avoir une capacité d'accueil minimale de 2 personnes circulant en fauteuil roulant.

c) Résistance au feu :

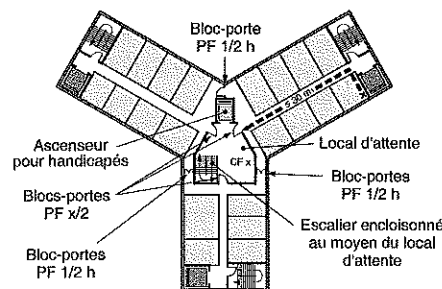
- avoir des parois d'un degré de résistance au feu équivalent à celui prévu à l'article CO 24 pour la séparation entre locaux à sommeil et dégagements, les blocs-portes étant coupe-feu de même degré que la paroi traversée avec un maximum d'une heure et les portes dotées de ferme-portes ou à fermeture automatique.

d) Protection vis-à-vis des fumées :

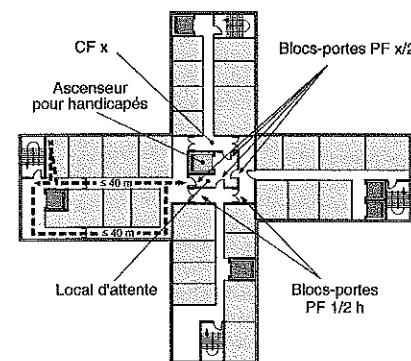
- l'espace d'attente doit posséder un ouvrant en façade (à commande accessible à la personne qui s'est placée dans l'espace), ou bien, soit être mis à l'abri des fumées, soit être désenfumé.



(52) Cas d'un bâtiment rectiligne ou en « L »
La surface peut être réduite de moitié.



(53) Cas d'un bâtiment en forme de tripode
La surface peut être réduite des deux tiers.



(54) Cas d'un bâtiment cruciforme
La surface peut être réduite des trois quarts.

e) Éclairage de sécurité :

- l'espace d'attente doit être équipé d'un éclairage de sécurité conforme à EC 10.

f) Signalisation et accès :

- l'espace doit être identifié et facilement repérable du public et de l'extérieur par les services de secours au moyen d'un balisage spécifique ;
- les accès et les sorties à l'espace doivent être libres en présence du public ;
- les dispositifs d'ouverture doivent être accessibles pour pouvoir être manœuvrés ;
- toute personne ayant accès à un niveau de l'établissement doit pouvoir accéder aux espaces d'attente sécurisés du niveau et doit pouvoir y circuler.

g) Moyens de secours :

- les espaces d'attente sécurisés doivent figurer sur les plans schématiques ;
- des consignes sont disposées à l'intérieur de l'espace, bien visibles, rédigées en français et dans les principales langues parlées par les usagers habituels des lieux et conformes aux prescriptions des textes relatifs à l'accessibilité ;
- au moins un extincteur à eau pulvérisée doit être installé dans un espace d'attente sécurisé non situé à l'air libre ;
- au moins un moyen permettant à une personne de signaler sa présence doit être prévu (par exemple une fenêtre, sous réserve qu'elle soit repérable des équipes de secours, téléphone, interphone ou bouton d'appel d'urgence identifié et localisé en cas de présence de service de sécurité).

Liste des normes

A. Bâtiments d'habitation

- NF S 61-93 0 à NF S 61-94 0, NF S 61-96 1 : « Matériels de détection d'incendie. Détecteurs autonomes déclencheurs (DAD) ».
- Fascicule de documentation FD S 61-949 : « Systèmes de sécurité incendie. Commentaires et interprétations des normes NF S 61-93 1 à NF S 61-93 9 ».

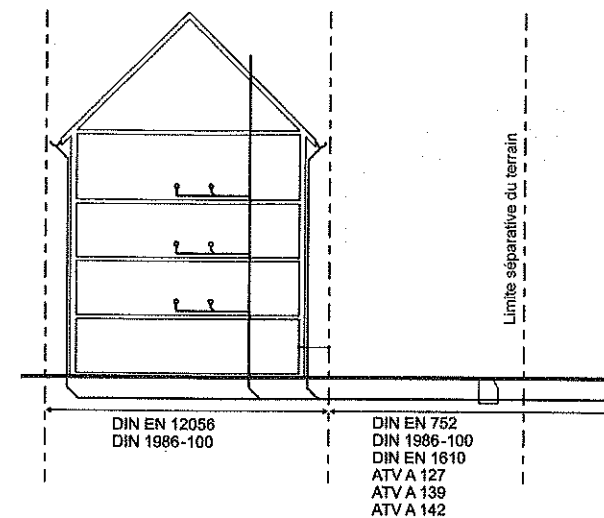
B. Lieux de travail (bureaux)

- NF S 61-93 1 : « Systèmes de sécurité incendie (SSI). Dispositions générales ».
- NF S 61-93 2 : « Systèmes de sécurité incendie (SSI). Règles d'installation ».
- NF S 61-93 3 : « Systèmes de sécurité incendie (SSI). Règles d'exploitation et de maintenance ».
- NF S 61-93 4 : « Systèmes de sécurité incendie (SSI). Centralisateurs de mise en sécurité incendie (CMSI). Règles de conception ».
- NF S 61-93 5 : « Systèmes de sécurité incendie (SSI). Unités de signalisation (US). Règles de conception ».
- NF S 61-93 7 : « Systèmes de sécurité incendie (SSI). Dispositifs actionnés de sécurité (DAS) ».

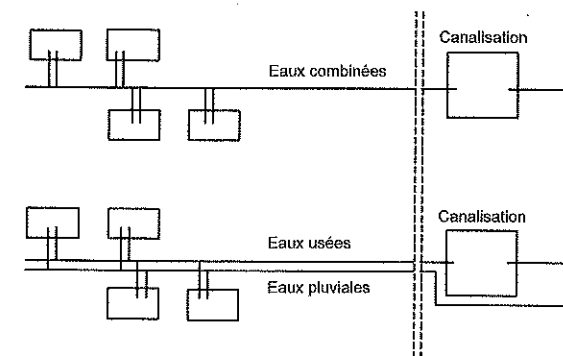
C. Etablissement recevant du public (ERP)

- Electricité
- NF C15-100 : « Installations électriques à basse tension. Règles ».
- NF C14-100 : « Installations de branchement à basse tension ».
- Ascenseurs
- NF EN 81-1 (P 82-210) (novembre 1998) : « Règles de sécurité pour la construction et l'installation des ascenseurs Partie 1 : Ascenseurs électriques ».
- NF P 82-615, NF EN 81-80 (janvier 2004) : « Règles de sécurité pour la construction et l'installation des ascenseurs. Ascenseurs existants. Partie 80 : « Règles pour l'amélioration de la sécurité des ascenseurs et des ascenseurs de charge existants ».

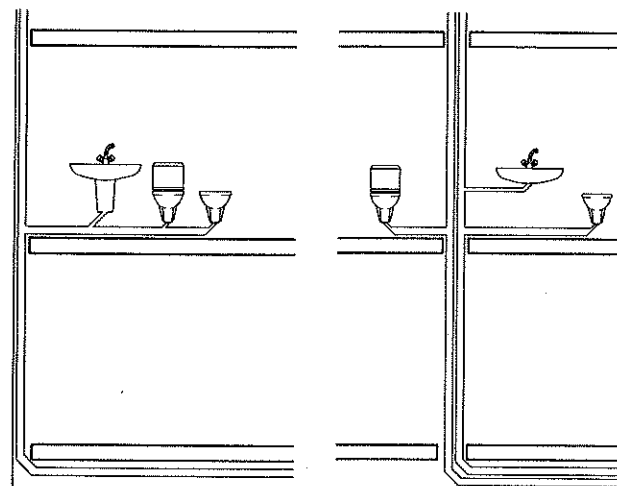
SÉCURITÉ INCENDIE



(1) Domaines d'application des normes et réglementations



(2) Systèmes de mélanges et de séparation



(3) Système d'évacuation I

(4) Système d'évacuation IV

Système I	Descente unique, canalisation de branchement à remplissage partiel, taux de remplissage de 0,5
Système II	Descente unique, système de canalisations de branchement, remplissage partiel, taux de remplissage de 0,7
Système III	Descente unique avec branchement à remplissage partiel, taux de remplissage de 1,0
Système IV	Division en 2 systèmes de canalisations (eaux grises, eaux usées)

(5) Différents systèmes d'évacuation selon la norme EN 12056

INSTALLATIONS TECHNIQUES ÉVACUATION DES EAUX USÉES

Installations d'évacuation des eaux de bâtiments et des terrains

Les installations d'évacuation des eaux doivent si possible être conçues en tirant parti du principe de gravité. La série de normes européenne EN 12056 vaut pour toutes les installations d'évacuation fonctionnant selon ce principe. Elle s'applique exclusivement à l'intérieur des bâtiments d'habitation, des commerces, des instituts de recherche et des bâtiments industriels. La norme DIN 1986-100 fixe des règles supplémentaires pour l'Allemagne (fig. 1).

Calcul

Le calcul repose sur l'estimation des charges des systèmes de canalisations qui dépendent des types d'utilisation et d'évacuation. On distingue en principe les eaux usées et les eaux pluviales. Il convient par la suite de décider si les eaux usées et pluviales doivent être rassemblées dans un système commun ou si elles seront séparées conformément aux statuts communaux (fig. 2).

Désignation des systèmes de canalisations

Une **conduite de descente** est une canalisation verticale de bâtiment, ventilée en toiture, qui permet l'écoulement des eaux pluviales ou usées dans une conduite horizontale.

Une **canalisation enterrée** est une conduite inaccessible située dans le sol ou sous une dalle de plancher qui reprend les eaux des descentes, les canalisations de branchement et les siphons de sol. Une **colonne de ventilation primaire** est le prolongement en toiture de la descente qui assure un écoulement libre par un équilibrage de pression grâce à l'amenée et à l'extraction d'air.

Les **collecteurs** assurent le même rôle qu'une canalisation enterrée mais ils courent librement sous la dalle du sous-sol ou contre les murs de ce dernier.

Les **canalisations de branchement** sont les conduites qui relient le siphon anti-odeurs du point d'écoulement à la canalisation suivante. Le **canal de raccordement** est la conduite qui relie le dernier regard de visite du terrain au canal d'évacuation du réseau public.

Dimensionnement des conduites d'évacuation des eaux usées

La formule suivante permet de calculer l'évaluation du débit d'eaux usées :

$$Q_{ww} = K \cdot \sqrt{\sum DU}$$

Q_{ww} = Débit d'eaux usées en l/s

K = Indice caractéristique de débit [-]

[Σ] DU = Somme des valeurs d'eaux usées en l/s

Les indices caractéristiques de débit sont les suivants :

Type de bâtiment	Indice caractéristique de débit K
Utilisation irrégulière, par exemple logements, pensions, bureaux	0,5
Utilisation régulière, par exemple hôpitaux, écoles, restaurants, hôtels	0,7
Utilisation fréquente, par exemple toilettes publiques et/ou douches	1,0
Utilisation spéciale, par exemple laboratoires	1,2

Le débit d'évacuation total s'obtient de la façon suivante :

$$Q_{tot} = Q_{ww} + Q_o + Q_p \text{ avec :}$$

Q_{tot} = Débit total d'eaux usées en l/s

Q_{ww} = Débit d'eaux usées en l/s

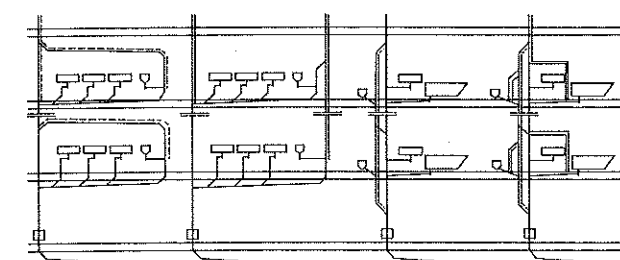
Q_o = Débit continu en l/s

Q_p = Courant de pompe en l/s

La valeur la plus importante (Q_{ww} ou Q_{tot}) ou bien la valeur du débit d'eaux usées du point d'écoulement avec la valeur de branchement la plus importante est décisive pour le dimensionnement. La norme EN 12056-2 indique le débit maximum qu'une colonne d'évacuation peut supporter en fonction du système de ventilation adopté. En raison des variations à l'échelle européenne, elle définit quatre systèmes d'évacuation selon le degré de remplissage, le type de branchements et la répartition en système de canalisations (fig. 5). Les systèmes I et IV sont autorisés en Allemagne (fig. 3).

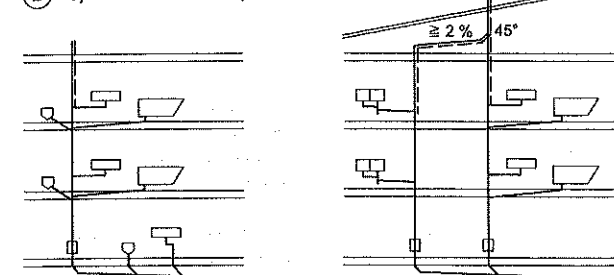
Point d'écoulement	Puissance DU	Canalisation de branchement
Lavabo, bidet	0,5	DN 40
Douche sans bouchon	0,6	DN 50
Douche avec bouchon	0,8	DN 50
Urinoir avec réservoir	0,8	DN 50
Urinoir avec chasse d'eau sous pression	0,5	DN 50
Urinoir	0,2	DN 50
Urinoir sans chasse d'eau	0,1	DN 50
Baignoire	0,8	DN 50
Evier de cuisine et lave-vaisselle*	0,8	DN 50
Lave-vaisselle	0,8	DN 50
Lave-linge jusqu'à 6 kg	0,8	DN 50
Lave-linge jusqu'à 12 kg	1,5	DN 56/60
WC avec réservoir 4,0/4,5 l	1,8	DN 80/DN 90
WC avec réservoir 6,0 l / chasse d'eau sous pression	2,0	DN 80-DN 100
WC avec réservoir 7,5 l / chasse d'eau sous pression	2,0	Voir remarque DIN
WC avec réservoir 9,0 l / chasse d'eau sous pression	2,5	DN 100
Siphon de sol DN 50	0,8	DN 50
Siphon de sol DN 70	1,5	DN 70
Siphon de sol DN 100	2,0	DN 100

① Puissance (DU) à respecter pour différents points d'écoulement



Recirculation Ventilation secondaire indirecte Ventilation secondaire directe Ventilation secondaire

② Systèmes de ventilation pour installations d'eaux usées



③ Une ventilation principale peut aussi être prolongée jusqu'au point haut d'un système de canalisations grâce à un collecteur de ventilation.

INSTALLATIONS TECHNIQUES ÉVACUATION DES EAUX USÉES

Dimensionnement des canalisations

Les dimensions déterminées doivent être indiquées par la dimension nominale DN ; le diamètre intérieur minimal correspondant figure dans le tableau (fig. 4).

Dimensions nominales (DN) DN	Diamètre intérieur minimal correspondant d_{int}
30	26
40	34
50	44
56	49
60	56
70	68
80	75
90	79
100	96
125	113
150	146
200	184
225	207
250	230
300	290

④ Dimensions nominales (DN) avec diamètre intérieur minimal correspondant d_{int} (selon le tableau 1 de la norme EN 12056-2)

Domaine d'application	Pente minimale	Norme et paragraphe correspondant
Canalisations de branchement non ventilées	1,0 %	EN 12056-2, tabl. 5
Canalisations de branchement ventilées	0,5 %	EN 12056-2, tabl. 8
Canalisations principales et collecteurs		
a) pour les eaux usées	0,5 %	
b) pour les eaux pluviales (taux de remplissage 0,7)	0,5 %	
Canalisations principales et collecteurs DN 90	1,5 %	
(réservoir de chasse d'eau de 4,5/6 l)		
Canalisations principales pour les eaux pluviales à l'extérieur du bâtiment (taux de remplissage 0,7)		
Jusqu'à DN 200	0,5 %*	
À partir de DN 200	1 : DN*	

* Vitesse d'écoulement max. 2,5 m/s. Pour le remplissage intégral sans surpression, il est possible de mesurer derrière une trappe avec un écoulement ouvert.

⑤ Pente minimale des canalisations de branchement pour l'évacuation avec écoulement libre

Aération et désaéragage des canalisations (fig. 2 et 3)

Les systèmes d'évacuation se distinguent encore selon le type d'aération et de désaéragage des canalisations. D'une manière générale, on parle de ventilations principale et secondaire. Outre la ventilation principale, une distinction se fait entre la recirculation, la ventilation secondaire indirecte, directe et la ventilation secondaire, sans oublier la ventilation principale avec une valve de ventilation supplémentaire. La section totale de la ventilation principale doit être au moins égale à la demi-somme des différentes sections des ventilations principales. La dimension nominale du collecteur de ventilation doit être au moins supérieure d'une dimension nominale à la plus grande des dimensions nominales de la ventilation principale concernée.

Limites d'application	Système I	Système IV
Longueur max. de tube (l)	4,0 m	10,0 m
Nombre max. de coudes à 90°	3*	3*
Hauteur de chute max. (h) (avec pente à 45° ou plus)	1,0 m	1,0 m
Pente minimale	1 %	1,5 %

* Coudes de branchement non compris

① Limites d'application pour des canalisations de branchement non ventilées (correspondant au tableau 5 de la norme EN 12056-2)

Limites d'application	Système I	Système IV
Longueur max. de tube (l)	10,0 m	Sans limitation
Nombre max. de coudes à 90°	Sans limitation	Sans limitation
Hauteur de chute max. (h) (avec pente à 45° ou plus)	3,0 m	3,0 m
Pente minimale	0,5 %	0,5 %

* Coudes de branchement non compris

② Limites d'application pour des canalisations de branchement et les collecteurs ventilés (correspondant au tableau 8 de la norme EN 12056-2)

DN	Longueur de canalisation max. (m)	Nb max. de coudes à 90°	Différence de hauteur max. (m)	Pente minimale
50	4,0	3	1,0	1 %
56	4,0	3	1,0	1 %
70	4,0	3	1,0	1 %
80	10,0	3	1,0	1 %
90	10,0	3	1,0	1 %
100	10,0	3	1,0	1 %

③ Limites d'application pour des collecteurs non ventilés

Descente d'eaux usées avec ventilation principale	Q_{max} (l/s)	
	Dérivation	Dérivation avec rayon intérieur
DN		
60	0,5	0,7
70	1,5	2,0
80*	2,0	2,6
90	2,7	3,5
100**	4,0	5,2
125	5,8	7,6
150	9,5	12,4
200	16,0	21,0

* Dimensions nominales minimales pour le raccordement des WC au système II

** Dimensions nominales minimales pour le raccordement des WC au système I, III, IV

④ Débit d'eaux usées Q_{max} autorisé et dimension nominale DN pour les descentes avec ventilation principale (correspondant au tableau 11 de la norme EN 12056-2)

INSTALLATIONS TECHNIQUES ÉVACUATION DES EAUX USÉES

Les limites d'utilisation des différents systèmes ventilés (canalisations de branchement et collecteurs) doivent être respectées conformément aux tableaux suivants (fig. 1 à 3).

Dimensionnement des canalisations de branchement

Les canalisations de branchement et les collecteurs doivent être dimensionnés conformément aux tableaux suivants (tableaux de l'entreprise Geberit) (fig. 5 et 6).

Le dimensionnement des descentes d'eaux usées dépend du système de ventilation (fig. 4 et 7).

K = 0,5	K = 0,7	K = 1,0	DN	d_i mm
Σ DU	Σ DU	Σ DU		
1,0	1,0	0,8	50	44
2,0	2,0	1,0	50/60	49/56
9,0	4,6	2,2	70*	68
13,0**	8,0**	4,0	80	75
13,0**	10,0**	5,0	90	79
16,0	12,0	6,4	100	96

* Sans WC

** 2 WC max.

⑤ Dimensionnement des collecteurs non ventilés

K = 0,5	K = 0,7	K = 1,0	DN	d_i mm
Σ DU	Σ DU	Σ DU		
3,0	2,0	1,0	50	44
5,0	4,6	2,2	56/60	49/56
13,0	10,0	5,0	70*	68
16,0	13,0	9,0	80	75
20,0	16,0	11,0	90	79
25,0	20,0	14,0	100	96

* Sans WC

⑥ Dimensionnement des collecteurs ventilés (dimensionnement simplifié en remplacement du calcul selon les règles des collecteurs, à savoir selon Prandtl-Colebrook)

Descente d'eaux usées avec ventilation principale	Ventilation secondaire	Q_{max} (l/s)	
		DN	Dérivation avec rayon intérieur
DN	DN		
60	50	0,7	0,9
70	50	2,0	2,6
80*	50	2,6	3,4
90	50	3,5	4,6
100**	50	5,6	7,3
125	70	12,4***	10,0
150	80	14,1	18,3
200	100	21,0	27,3

* Dimensions nominales minimales pour le raccordement des WC au système II

** Dimensions nominales minimales pour le raccordement des WC au système I, III, IV

*** Pour cette valeur, une erreur semble s'être glissée dans la norme EN 12045-2.

Recommandation : remplacement par 8,4

⑦ Débit d'eaux usées Q_{max} autorisé et dimension nominale DN pour les descentes avec ventilation secondaire (correspondant au tableau 12 de la norme EN 12056-2)

INSTALLATIONS TECHNIQUES ÉVACUATION DES EAUX USÉES

Canalisations de branchement et collecteurs

À l'intérieur d'un bâtiment, les collecteurs doivent être posés en respectant un taux de remplissage de h/D index $I = 0,5$ et une pente

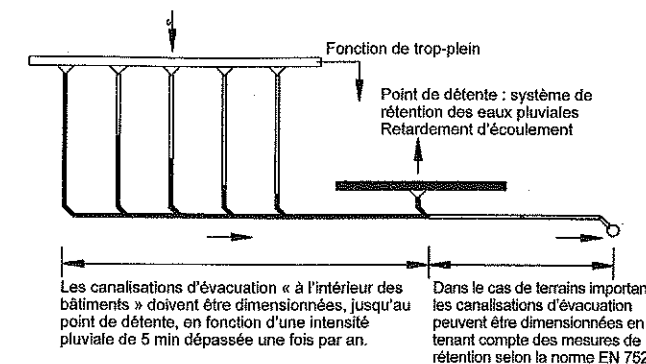
minimale de 0,5 % ; après raccordement à une installation de relevage des eaux usées, ils doivent encore présenter un taux de remplissage de h/D index $I = 0,7$.

Pente	DN 80		DN 90		DN 100		DN 125		DN 150		DN 200		DN 225		DN 250		DN 300	
i	Q_{max}	v	Q_{max}	v	Q_{max}	v	Q_{max}	v	Q_{max}	v	Q_{max}	v	Q_{max}	v	Q_{max}	v	Q_{max}	v
cm/m	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s
0,50	—	—	—	—	1,8	0,5	2,8	0,5	5,4	0,6	10,0	0,8	15,9	0,8	18,9	0,9	34,1	1,0
1,0	1,3	0,6	1,5	0,6	2,5	0,7	4,1	0,8	7,7	0,9	14,2	1,1	22,5	1,2	26,9	1,2	48,3	1,4
1,50	1,5	0,7	1,8	0,7	3,1	0,8	5,0	1,0	9,4	1,1	17,4	1,3	27,6	1,5	32,9	1,5	59,2	1,8
2,00	1,8	0,8	2,1	0,8	3,5	1,0	5,7	1,1	10,9	1,3	20,1	1,5	31,9	1,7	38,1	1,8	68,4	2,0
2,50	2,0	0,9	2,4	1,0	4,0	1,1	6,4	1,2	12,2	1,5	22,5	1,7	35,7	1,9	42,6	2,0	76,6	2,3
3,00	2,2	1,0	2,6	1,1	4,4	1,2	7,1	1,4	13,3	1,6	24,7	1,9	39,2	2,1	46,7	2,2	83,9	2,5
3,50	2,4	1,1	2,9	1,1	4,7	1,3	7,6	1,5	14,4	1,7	26,6	2,0	42,3	2,2	50,4	2,3	90,7	2,7
4,00	2,6	1,2	3,1	1,2	5,0	1,4	8,2	1,6	15,4	1,8	28,5	2,1	45,2	2,4	53,9	2,5	96,9	2,9
4,50	2,8	1,2	3,2	1,3	5,3	1,5	8,7	1,7	16,3	2,0	30,2	2,3	48,0	2,5	57,2	2,7	102,8	3,1
5,00	1,2	2,9	3,4	1,4	5,6	1,6	9,1	1,8	17,2	2,1	31,9	2,4	50,6	2,7	60,3	2,8	108,4	3,2

① Débit d'eaux usées autorisé, taux de remplissage de 50 % ($h/d_i = 0,5$) (correspondant au tableau B.1 de la norme EN 12056)

Pente	DN 80		DN 90		DN 100		DN 125		DN 150		DN 200		DN 225		DN 250		DN 300	
i	Q_{max}	n	Q_{max}	n	Q_{max}	n	Q_{max}	n	Q_{max}	n	Q_{max}	n	Q_{max}	n	Q_{max}	n	Q_{max}	n
cm/m	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s
0,50	1,5	0,5	—	—	2,9	0,5	4,8	0,6	9,0	0,7	16,7	0,8	26,5	0,9	31,6	1,0	56,8	1,1
1,0	2,2	0,7	2,5	0,6	4,2	0,8	6,8	0,9	12,8	1,0	23,7	1,2	37,6	1,3	44,9	1,4	80,6	1,6
1,50	2,6	0,8	3,0	0,8	5,1	1,0	8,3	1,1	15,7	1,3	29,1	1,5	46,2	1,6	55,0	1,7	98,8	2,0
2,00	3,1	0,9	3,5	0,9	5,9	1,1	9,6	1,2	18,2	1,5	33,6	1,7	53,3	1,9	63,3	2,0	114,2	2,3
2,50	3,4	1,0	4,0	1,1	6,7	1,2	10,8	1,4	20,33	1,6	37,6	1,9	59,7	2,1	71,7	2,2	127,7	2,6
3,00	3,8	1,1	4,3	1,2	7,3	1,3	11,8	1,5	22,3	1,8	41,2	2,1	65,4	2,3	77,9	2,4	140,0	2,8
3,50	4,1	1,2	4,7	1,3	7,9	1,5	12,8	1,6	24,1	1,9	44,5	2,2	70,6	2,5	84,2	2,6	151,2	3,0
4,00	4,4	1,3	5,0	1,3	8,4	1,6	13,7	1,8	25,8	2,1	47,6	2,4	75,5	2,7	90,0	2,8	161,7	3,2
4,50	4,6	1,4	5,3	1,4	8,9	1,7	14,5	1,9	27,3	2,2	50,5	2,5	80,1	2,8	95,5	3,0	171,5	3,4
5,00	4,9	1,5	5,6	1,5	9,4	1,7	15,3	2,0	28,8	2,3	53,3	2,7	84,5	3,0	100,7	3,1	180,8	3,6

② Débit d'eaux usées autorisé, taux de remplissage de 70 % ($h/d_i = 0,7$) (correspondant au tableau B.2 de la norme EN 12056)



① Limite des exemples d'application des normes EN 12056 et EN 752

N°	Type de surface	Coeff. d'écoulement C
1	Surfaces imperméables :	
	— Surfaces de toitures	1,0
	— Surfaces bétonnées	1,0
	— Rampes	1,0
	— Surfaces stabilisées avec joint d'étanchéité	1,0
	— Couvertures noires (asphalte)	1,0
	— Pavés avec joints coulés	1,0
	— Gravillons de toiture	0,5
	— Toitures végétalisées*	
	— pour végétalisation intensive	0,3
2	— pour végétalisation extensive à partir de 10 cm d'épaisseur	0,3
	— pour végétalisation extensive jusqu'à 10 cm d'épaisseur	0,5
	Surfaces partiellement perméables et à faible écoulement :	
	— Pavés de béton posés sur sable ou sur laitier, surfaces revêtues de plaques	0,7
	— Surfaces avec pavés, proportion de joints ≥ 15 %, par ex. 10 cm \times 10 cm ou inférieur	0,6
	— Surfaces liées à l'eau	0,5
3	— Surfaces de jeux pour enfants avec fixation partielle	0,3
	— Surfaces plastiques, gazons synthétiques	0,6
	— Revêtements superficiels minéraux pour aires de sport	0,4
	— Surfaces engazonnées	0,3
	Surfaces imperméables sans ou avec écoulement négligeable de l'eau :	0,0
3	— Aires de stationnement et surfaces de végétation, sol de gravats et de scories, gravillons roulés, également avec des surfaces stabilisées comme	0,0
	— Allées de jardins avec revêtement lié à l'eau	0,0
	— Entrées de véhicules et places de stationnement avec grilles de gazon	0,0
* Selon directives pour la conception, la réalisation et l'entretien des toitures végétalisées – directives pour les toitures végétalisées		

② Coefficients d'écoulement C pour la détermination du débit d'eaux pluviales

INSTALLATIONS TECHNIQUES ÉVACUATION DES EAUX USÉES

Évacuation des eaux pluviales

Les eaux pluviales que recueillent les toitures parcourent un système de canalisations. L'objectif principal consiste à conduire ces eaux issues des surfaces bâties, si possible dans le terrain, vers la nappe d'eau souterraine à l'aide de systèmes d'infiltration adaptés. En cas d'impossibilité, les eaux pluviales suivent des réseaux mixtes ou séparés. Le déversement dans le canal de raccordement doit le cas échéant respecter une limitation. Dans certaines conditions, cette limitation obligera à prévoir un système de rétention des eaux de pluie sous forme d'un réseau de canalisations surdimensionné ou d'un ouvrage. Chaque surface de toiture comporte au moins un écoulement et un trop-plein avec écoulement libre. Les eaux pluviales, même celles des petites surfaces de toiture, ne doivent pas rejoindre les descentes d'eaux usées. Le dimensionnement des réseaux de canalisations doit se baser sur un événement pluvial moyen. Pour tenir compte de fortes pluies, les surcharges des canalisations doivent, pour éviter tout désordre, être limitées par des mesures appropriées (trop-pleins, décharge de pression pour une évacuation à écoulement libre).

Le débit d'eaux pluviales est calculé dans la norme EN 12056-3 comme suit :

$$Q = r_{(T)} \cdot C \cdot A \cdot \frac{1}{10\,000} \text{ avec :}$$

$r_{(T)}$ intensité pluviale spécifique en l/s/ha, déterminée sur la base statistique d'une intensité pluviale de cinq minutes attendue une fois tous les deux ans,
C coefficient d'écoulement,
A surface de précipitations projetée en plan en m².

La durée de pluie considérée pour le calcul est $D = 5$ min. Les canalisations d'eaux pluviales, les collecteurs et les canalisations principales doivent être dimensionnés pour pouvoir répondre au moins à une intensité pluviale locale de 5 min. attendue une fois tous les deux ans ($r_{(5/2)}$), sans tenir compte d'un système de rétention des eaux de pluie.

L'énoncé suivant fixe les limites des exemples d'application des normes EN 12056 et EN 725-4 : les surcharges ou les crues doivent être limitées par des mesures appropriées par la mise en œuvre de trop-pleins, de décharges de pression pour une évacuation à écoulement libre, etc. Les coefficients d'écoulement C permettant de déterminer le débit d'eaux pluviales sont indiqués dans le tableau suivant (fig. 2). Le dimensionnement doit tenir compte de la durée de pluie de référence $D = 5$ min. L'annualité (T) est prévue en fonction du type de bâtiment et de son utilisation.

Évacuation à écoulement libre

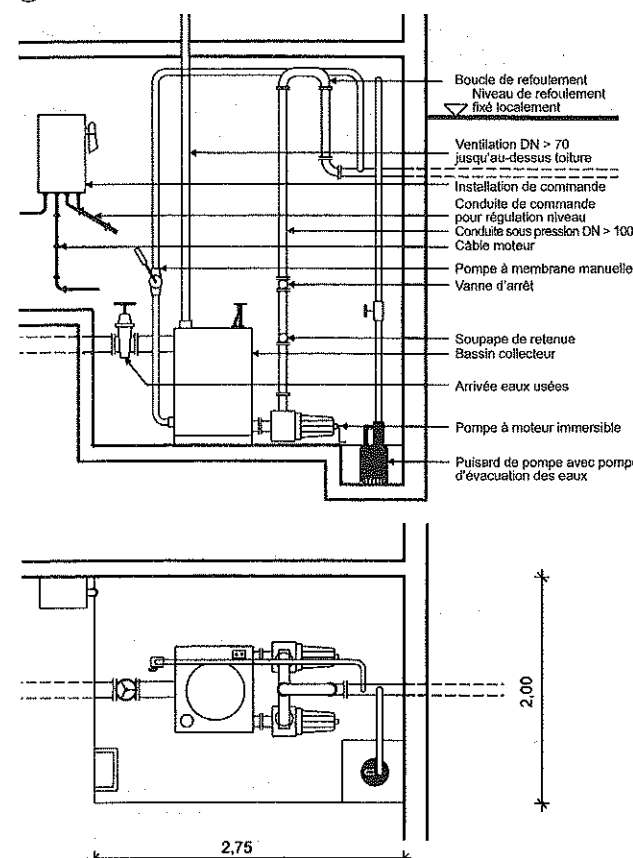
Les dimensions nominales de raccordement des descentes doivent être au moins égales à celles des écoulements de toiture. Le taux de remplissage peut aller jusqu'à $F = 0,33$. Les collecteurs et les canalisations principales doivent avoir un taux de remplissage de 0,7 et une pente minimale de 0,5 cm/m à l'intérieur du bâtiment. À l'extérieur du bâtiment, la vitesse ne doit pas dépasser 2,5 m/s. Le taux de remplissage maximal est ici de 0,7.

Le remplissage intégral sans surpression peut être mesuré derrière une trappe avec écoulement ouvert. La pente minimale peut être de 0,5 cm pour DN 200 et de 1 : DN à partir DN 250.

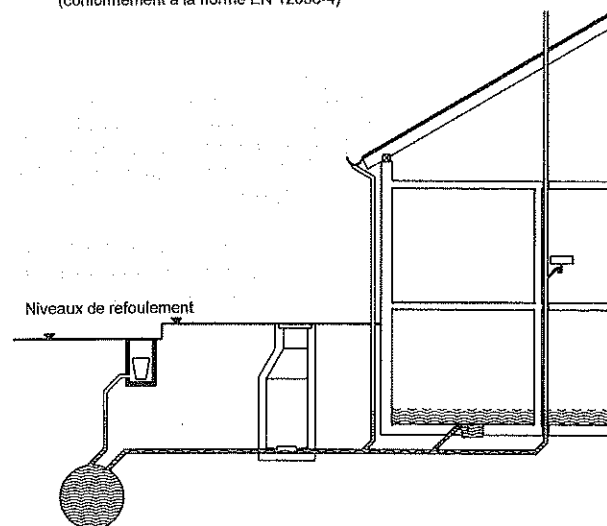
Domaine d'application	Utilisation des types de dispositifs de retenue autorisés ^a
Eaux usées exemptes de matières fécales Eaux pluviales	Types 2, 3 et 5
Eaux usées contenant des matières fécales	Type 3 avec désignation « F »
Systèmes d'exploitation des eaux pluviales ^b	Types 0, 1 et 2

^a Conformité à la norme EN 13564-1
^b Autorisé seulement pour les écoulements des collecteurs enterrés qui seront raccordés à une conduite d'eaux pluviales

1 Domaines d'application des dispositifs de retenue



2 Installations de relevage des eaux en guise de double poste de relevage (conformément à la norme EN 12056-4)



3 Refoulement dans les canalisations d'écoulement d'un réseau mixte suite à la surcharge de la conduite d'écoulement après de fortes pluies. Des eaux pluviales mélangées à des eaux usées apparaissent au niveau des points d'écoulement les plus bas si ces derniers n'ont pas été protégés.

INSTALLATIONS TECHNIQUES ÉVACUATION DES EAUX USÉES

Évacuation des toitures avec écoulement forcé

Ce système requiert l'installation d'un témoin hydraulique relié à l'objet. L'accumulation au niveau de l'écoulement, nécessaire à la fonction, ne signifie pas une immersion de la toiture dans la mesure où les valeurs déterminées par la norme relative aux écoulements ne sont pas dépassées.

Les surfaces de toitures comprenant par exemple une immersion conforme aux prévisions doivent être étanchéifiées jusqu'à la hauteur de l'immersion et dimensionnées par des calculs de statique. C'est la distance comprise entre l'écoulement de toiture et le niveau d'accumulation qui doit être fixée comme hauteur maximale disponible pour le système d'évacuation forcée des eaux pluviales. Lors de la mise en place d'un système de conduites sous pression dans une évacuation à écoulement libre, il convient d'assurer la transformation de l'importante énergie cinétique par la limitation de la vitesse d'écoulement à 2,5 m/s.

Retenue d'eau

Pour les points d'écoulement situés en dessous du niveau de retenue d'eau, des installations de relevage des eaux automatiques munies de boucles de refoulement ou de dispositifs de retenue doivent être mises en place pour éviter une retenue d'eau au niveau de la conduite (EN 12056-4). La capacité de mise en œuvre est limitée dans le cas de dispositifs de retenue (fig. 1).

Les installations de relevage des eaux pour lesquelles l'arrivée d'eau usée ne doit pas être interrompue, doivent être conçues comme des doubles postes de relevage des eaux (fig. 2). Pour les eaux pluviales qui sont évacuées en dessous du niveau de retenue, il convient de prévoir également des installations de relevage des eaux. Leur pose doit permettre d'éviter les désordres en cas d'intensités pluviales attendues une fois par siècle $r_{5(100)}$ (surfaces comme par exemple les halls d'entrée d'immeubles, les entrées de caves, de garages, les cours intérieures).

Pour les surfaces importantes situées en dessous du niveau de retenue et qui n'exercent aucune menace matérielle ou sur le bâtiment, il convient de présenter un certificat de résistance à l'immersion conformément à la norme EN 752-4 avec une intensité spécifique de pluie de $r_{15(30)}$. L'installation de relevage des eaux doit alors au moins comporter un $r_{5(2)}$.

Les surfaces de toiture dont les eaux peuvent être évacuées sans dispositif de trop-plein doivent être conçues et vérifiées en accord avec l'ingénieur de structure en tenant compte des hauteurs d'immersion estimées. Un certificat de résistance à l'immersion devra en outre être fourni pour les installations d'évacuation des eaux qui passent à l'intérieur jusqu'au point de détente. Les certificats de résistance à l'immersion et aux surcharges doivent être établis pour des intensités spécifiques de pluie $r_{5(100)}$.

Eaux usées particulières

D'une manière générale, les eaux usées issues de l'artisanat ou de l'industrie doivent être traitées de telle sorte qu'elles ne rejoignent pas le réseau d'eaux usées. Dans le cas contraire, des installations de séparation ou de préparation appropriées devront être mises en place. On compte parmi elles notamment les installations de séparation des graisses, celles de séparation des liquides légers, les séparateurs de fécules ou les installations de traitement des émulsions. Le dimensionnement des séparateurs doit être adapté aux huiles minérales ou aux liquides légers. Les installations comprennent en principe un collecteur à boues, un séparateur et un regard de prélèvement d'échantillons (fig. 2). Ce sont notamment les surfaces destinées au lavage, à l'entretien et au ravitaillement en carburant des véhicules qui doivent être raccordées aux réseaux d'évacuation des eaux par l'intermédiaire d'installations de séparation des liquides légers.

INSTALLATIONS TECHNIQUES TRAITEMENT DE L'AIR

Ventilation naturelle

La qualité de l'air dans les pièces et les bâtiments constitue un des aspects essentiels du confort d'utilisateur et un critère fondamental de bien-être. On parle de ventilation naturelle lorsqu'un bâtiment fonctionne sans installation de ventilation mécanique. La ventilation naturelle consiste à renouveler l'air par les fenêtres, par des gaines complémentaires dans le bâtiment ou par d'autres ouvertures. La ventilation naturelle naît de la pression du vent exercée sur le bâtiment et autour, pression qui à son tour dépend de nombreux autres paramètres extérieurs. En outre, le renouvellement de l'air change en fonction des conditions thermiques à l'intérieur et à l'extérieur du bâtiment. Le renouvellement de l'air dans les pièces et à travers le bâtiment joue aussi un rôle majeur dans l'appréciation de la qualité de la ventilation naturelle.

Si un bâtiment est amené à être principalement ventilé de façon naturelle, les limites propres au contexte doivent aussi être prises en compte.

Ces limites sont déterminées par :

- la situation du bâtiment dans le contexte urbain,
- les vitesses du vent sur le site qu'occupe le bâtiment,
- les émissions sonores sur le site qu'occupe le bâtiment,
- la structure du bâtiment, la profondeur des pièces, les pièces intérieures, les résistances aux pressions dans le bâtiment,
- la thermique dans le bâtiment et les pièces.

Lors de la fin de l'été et de l'hiver, les conditions des mouvements d'air en cas de ventilation par les fenêtres varient en fonction du différentiel de température entre l'intérieur et l'extérieur (fig. 1).

Une distinction doit aussi être faite entre :

- une ventilation par les fenêtres,
- une ventilation par des gaines,
- une ventilation par des ouvertures en toiture,
- une ventilation par d'autres ouvertures de ventilation.

La qualité de l'air n'est considérée comme satisfaisante que lorsque l'air supplémentaire inhalé contenu dans le local est acceptable pour la santé et si la qualité de l'air correspond plus ou moins à celle de l'air extérieur, à moins que ce dernier ne soit pollué en raison de conditions particulières (concentration en CO_2 , monoxyde d'azote, etc.).

Différents systèmes de ventilation naturelle sont décrits ici (fig. 2). Ces systèmes de ventilation naturelle sont acceptables pour une surface de référence de 6 m^2 /personne au travail.

On distingue dans ce cas trois groupes spatiaux A, B et C (fig. 3). Les sections de ventilation naturelle sont déterminées comme décrit fig. 4.

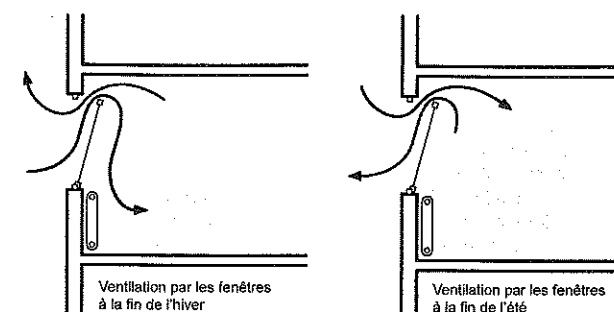
La diminution des sections de ventilation doit pouvoir être assurée à l'aide de lames réglables. Les taux minima de renouvellement d'air fixés par les directives sur les lieux de travail correspondent plus ou moins aux débits volumiques d'air extérieur recommandés pour respecter les limites de teneurs en CO_2 à l'intérieur d'un local occupé.

Ces recommandations sont les suivantes :

- pour une activité essentiellement assise : 20-40 $\text{m}^3/\text{h}/\text{personne}$,
- pour une activité essentiellement en mouvement : 40-60 $\text{m}^3/\text{h}/\text{personne}$,
- pour une activité physique intense : 65 $\text{m}^3/\text{h}/\text{personne}$.

Une analyse plus précise soutenue par une approche globale est souhaitable pour le premier groupe (activité essentiellement assise). Il est possible de déterminer le débit d'air nécessaire en fonction de la teneur en CO_2 de l'air extérieur et la fréquence d'occupation du local concerné.

Extrait de : Wellpott/Bohne : *Technischer Ausbau von Gebäuden* [Installations techniques des bâtiments], 9^e édition, Stuttgart, Kohlhammer, 2006.



1 Évolution de la circulation d'air en cas de ventilation par les fenêtres (fin de l'hiver et de l'été)

Système I	Ventilation d'un seul côté avec ouverture dans une paroi extérieure
Système II	Ventilation transversale avec ouverture dans les parois extérieures opposées ou dans une paroi extérieure et en toiture
Système III	Ventilation transversale avec ouverture dans une paroi extérieure et une trappe opposée. La trappe doit avoir une section minimale de 80 cm^2 et 4 m de haut, dont 3 m à l'intérieur du bâtiment (avec protection si nécessaire contre le refroidissement).
Système IV	Ventilation transversale avec ouvertures en toiture (lanterneau, déflecteur, ouverture) et des ouvertures dans une paroi ou dans les parois extérieures opposées

2 Systèmes de ventilation naturelle selon les directives appliquées aux lieux de travail

Groupe spatial A	Espaces de travail avec postes de travail pour activité essentiellement assise
Groupe spatial B	Espaces de travail avec postes de travail pour activité essentiellement debout (espace de vente, locaux comparables)
Groupe spatial C	Espaces de travail avec postes de travail pour activité essentiellement assise et debout ; espaces consacrés à une activité physique intense et dont le fonctionnement génère de fortes nuisances olfactives

3 Classification des espaces de travail

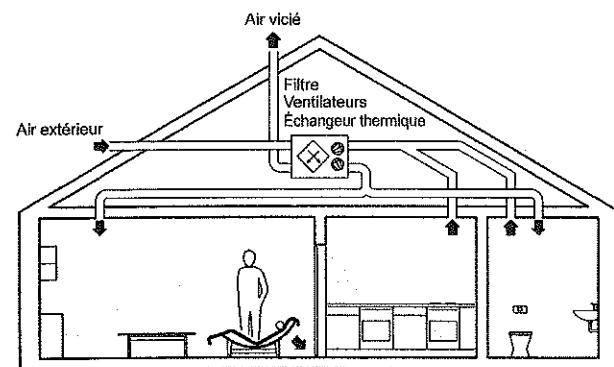
Système	Hauteur espace (h)	Profondeur max. espace	Sections d'amenée/extraction d'air en cm^2/m^2 surface au sol
I	Jusqu'à 4 m	$2,5 \times h$	200
II	Jusqu'à 4 m	$5,0 \times h$	120
III	Jusqu'à 4 m	$5,0 \times h$	80
IV	Au-delà de 4 m	$5,0 \times h$	80

4 Sections de ventilation pour la ventilation naturelle des espaces de travail avec des postes de travail à activité essentiellement assise (groupe spatial A)

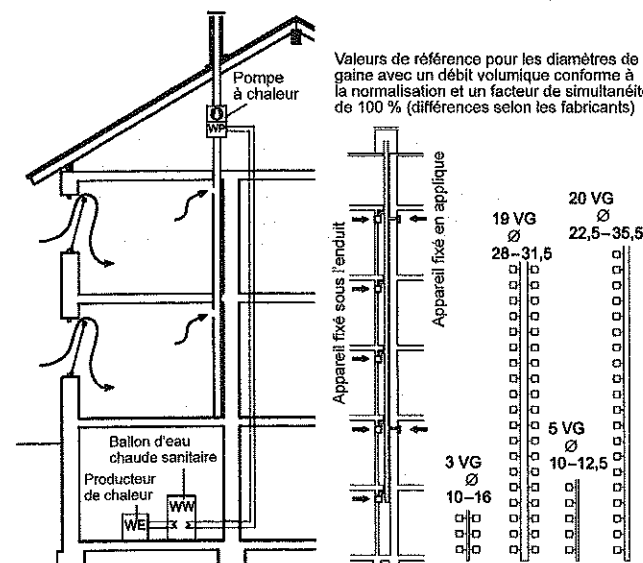
Température de l'air ($^{\circ}\text{C}$)	Humidité relative de l'air (%)
20	80
22	70
24	62
26	55

5 Humidité relative de l'air recommandée en fonction de la température de l'air

INSTALLATIONS TECHNIQUES TRAITEMENT DE L'AIR

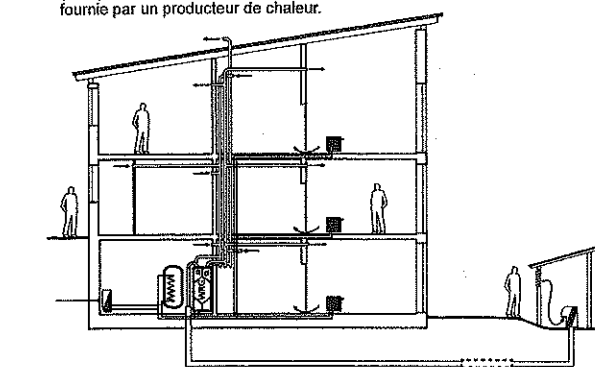


1 Ventilation centralisée de logements avec récupération de chaleur. L'air extérieur aspiré pour le renouvellement de l'air arrive filtré dans un échangeur thermique à courant croisé et capte la chaleur de l'air extrait. En règle générale, l'air ainsi réchauffé circule dans plusieurs pièces avant d'être à nouveau aspiré. L'air de la cuisine et des salles de bains ne devrait pas circuler dans d'autres pièces.



2 Installation centrale d'extraction d'air avec récupération de chaleur par une pompe à chaleur (PAC) et stockage dans un ballon d'eau chaude sanitaire (ECS). La chaleur résiduelle est fournie par un producteur de chaleur.

3 Les installations d'extraction d'air avec gaine commune d'extraction remplacent les batteries de gaines plus importantes.



4 Ventilation contrôlée de logements avec échangeur enterré (maison individuelle)

	Durée mini. de fonctionnement 12 h/jour *	Durée souhaitable de fonctionnement 12 h/jour **
Kitchenette	40 m³/h	60 m³/h
Ventilation de base cuisine	40 m³/h	60 m³/h
Ventilation intensive cuisine	200 m³/h	200 m³/h
Salle de bains avec/sans WC	40 m³/h	60 m³/h
WC	20 m³/h	30 m³/h

* Fonctionnement en charge de base
** Fonctionnement orienté selon les besoins

5 Débits volumiques pour des locaux sans fenêtres, conformes à la normalisation

Ventilation contrôlée des logements

Pour des raisons d'hygiène et de physique du bâtiment, il est, indispensable d'évacuer l'air des locaux de séjour chargé d'odeurs, de vapeur d'eau et de CO₂ et de le remplacer par un air pur riche en oxygène. On distingue la ventilation de base (nécessaire sur le plan de la physique du bâtiment) et la ventilation en fonction des besoins (nécessaire sur le plan de l'hygiène).

Ventilation de base : un renouvellement d'air d'au moins 0,5-1,0 vol. d'air/heure peut éviter les désordres en cas d'utilisation normale du local. Une humidité ambiante de l'air élevée due à un trop faible renouvellement d'air (joints très étanches) peut entraîner la formation de taches de moisissure et de champignons. Ce phénomène est renforcé là où les fenêtres et les joints de fermeture ont été rénovés [ou remplacés] sans amélioration thermique de l'enveloppe.

Ventilation demandée : l'évaporation du corps, la fumée de tabac et les odeurs de cuisine et des toilettes dégradent la qualité de l'air et nécessitent son renouvellement.

Pour des raisons d'hygiène, les renouvellements d'air suivants sont recommandés :

- 0,5-1,0 vol./heure pour les espaces de séjour et de sommeil,
- 4-5 vol./heure pour les espaces sanitaires intérieurs,
- 0,5-25 vol./heure pour les cuisines (charge ponctuelle).

Ventilation mécanique des maisons individuelles

Une ventilation mécanique sans récupération de chaleur doit faire en sorte, d'une part que l'air ambiant soit suffisamment renouvelé, et d'autre part que les déperditions thermiques liées à l'air extrait soit aussi réduites que possible. Dans le cas d'une ventilation mécanique avec **récupération de chaleur** (fig. 1), l'air vicié réchauffe l'air neuf par l'intermédiaire d'un échangeur thermique. Au moins 80 % de la chaleur (rendement d'échange de température) devraient pouvoir être récupérés sur l'air extrait.

Installation d'extraction d'air centrale avec récupération de chaleur

Dans le cas d'installations d'extraction d'air, l'air extérieur ou l'air neuf pénètre à l'intérieur à travers les ouvertures et les joints. La chaleur nécessaire est fournie par le système de chauffage (souvent des surfaces chauffantes statiques ou des systèmes de chauffages surfaciques). La quantité de chaleur déplacée avec l'air extrait du bâtiment sera irrémédiablement perdue en l'absence de mesure de récupération. Le faible niveau de température (20-24 °C) empêche toute récupération de chaleur par le système de chauffage. L'exploitation du niveau de température de l'air extrait comme source de chaleur pour une pompe à chaleur offre une possibilité de récupération de calories. Celles-ci peuvent alors être stockées dans un ballon d'eau chaude sanitaire par exemple (fig. 2).

Installation d'extraction d'air avec gaine commune d'extraction (gaine principale) (fig. 3)

En présence d'une seule gaine verticale d'extraction d'air, il est possible, selon le fabricant, d'installer sur cette gaine 1 ou 2 ventilateurs par étage, et ce jusqu'à une hauteur de 20 étages (également à partir de deux logements superposés). La gaine d'extraction principale (diamètre de 10-35 cm) peut être installée dans une gaine technique présentant une protection au feu suffisante. Les unités de ventilation radiales sont des appareils en forme de boîte fixés en applique ou sous l'enduit ; leur puissance installée est de 50 ou 90 m³/h. Des clapets anti-retour étanches empêchent les déperditions thermiques ou les nuisances olfactives au moment des temps d'arrêt et assurent en cas d'incendie la protection au feu (jusqu'à une classe de résistance au feu L 90).

Ventilation contrôlée des logements avec échangeur enterré (fig. 4)

L'échangeur enterré assure le rafraîchissement de l'air en été. Grâce à l'extraction d'air au moyen d'un échangeur enterré, l'air chaud extérieur à 30 °C peut être ramené à 20 °C. L'échangeur enterré sert en hiver au préchauffage de l'air extérieur (-10 °C jusqu'à +2 °C). Réchauffeur : grâce au préchauffage, l'air peut assurer le chauffage d'un bâtiment bien isolé lors de journées d'hiver, peu froides.

INSTALLATIONS TECHNIQUES TRAITEMENT DE L'AIR

Rôle des installations de traitement de l'air

La qualité de l'air ambiant dans les espaces de séjour doit correspondre à notre sensation de bien-être. Les composantes suivantes essentielles pour ce confort doivent être gérées par les installations de traitement de l'air :

- pureté de l'air/niveau olfactif,
- température de l'air ambiant,
- mouvements de l'air,
- humidité de l'air.

Fonctions des installations de traitement de l'air

Une installation de traitement de l'air se compose en règle générale d'un dispositif d'aspiration de l'air extérieur, d'un appareil central de préparation, d'un réseau de distribution de l'air et de bouches d'air (fig. 2). On distingue plusieurs types de systèmes selon les fonctions confiées aux installations. Une différence existe aussi entre celles qui remplissent seules ces fonctions avec l'air transporté et traité et celles qui fonctionnent en combinaison avec des systèmes utilisant de l'eau, ce qui est la règle générale. La première distinction entre installations de traitement de l'air s'opère selon qu'elles assurent une fonction de ventilation ou non. Les installations avec fonction de ventilation ont pour but de mettre à disposition une proportion suffisante d'air extérieur. Outre la ventilation, de telles installations peuvent aussi assurer d'autres fonctions comme le chauffage, le rafraîchissement, l'humidification ou la déshumidification. Les installations sans fonction de ventilation satisfont les mêmes exigences, mais elles n'échangent toutefois pas l'air ambiant vicié. Une autre distinction s'effectue en fonction du type et du mode de traitement de l'air. Les fonctions de traitement dites thermodynamiques (C : chauffage ; R : rafraîchissement ; H : humidification ; D : déshumidification) entrent ici en ligne de compte : une installation qui ne fait que transporter et éventuellement filtrer l'air est une **installation de ventilation**.

S'il n'y a pas d'air extérieur, il s'agit d'une simple **installation de recyclage d'air**.

Installations air/eau

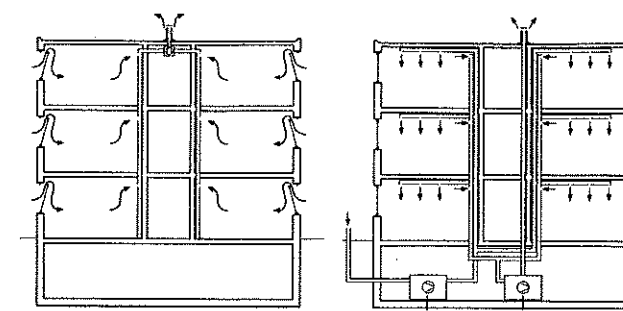
Les installations air/eau sont des installations de traitement de l'air associées à des systèmes de chauffage ou de rafraîchissement complémentaires utilisant de l'eau. Parmi elles, on compte les plafonds rafraîchissants :

Plafonds rafraîchissants (fig. 3 à 9)

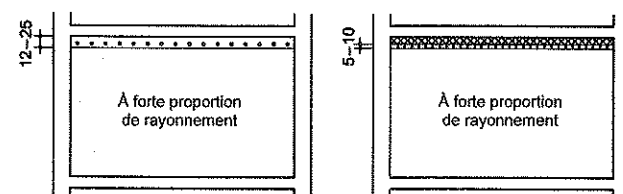
Ils assurent un rafraîchissement statique. Plutôt qu'un échange d'air, c'est un échange par rayonnement qui a lieu entre les éléments de plafond parcourus par de l'eau froide et l'espace. L'échange d'air peut se limiter au minimum hygiénique. Dans les espaces de bureaux, les apports thermiques internes, dus aux personnes, aux appareils et à la chaleur émise par l'éclairage, sont en règle générale supérieurs aux déperditions thermiques au travers de l'enveloppe du bâtiment. L'évacuation de ces charges thermiques permanentes, comprises entre 40 et 80 W/m², suppose, avec une climatisation conventionnelle, des taux de renouvellement de l'air élevés, des gaines importantes et des appareils centraux conséquents. On utilise de plus en plus souvent en solution de remplacement des plafonds rafraîchissants (appelés aussi **free cooling**) qui ne nécessitent pas d'appareils bruyants comme les ventilateurs. L'eau remplace l'air comme fluide caloporteur.

Avantages du free cooling :

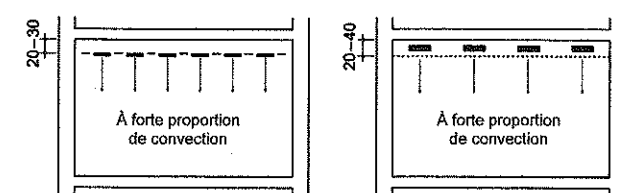
Place nécessaire réduite pour les conduites, les gaines techniques et les centrales. Faibles coûts énergétiques, économies d'énergie. Bonne acceptation en raison de faibles nuisances sonores et d'une vitesse de l'air ambiant réduite. Systèmes de plafonds froids jusqu'à 100 W/m². Les panneaux rafraîchissants suspendus constituent une autre variante du **free cooling** (systèmes de rafraîchissement avec rayonnement et/ou convection libre) (fig. 7) ; ils présentent toutefois une moins bonne puissance de rafraîchissement que les systèmes surfaciques en raison de leurs surfaces limitées. Des combinaisons de plafonds rafraîchissants avec une proportion de convection (par exemple une proportion supérieure grâce à l'emploi de tôles perforées) et des panneaux à accumulation sont envisageables.



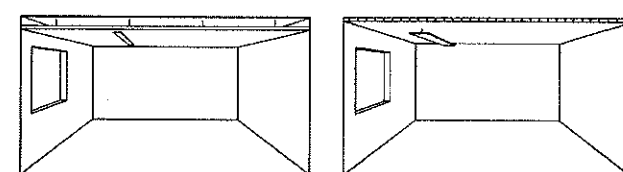
1 Ventilation avec dépression (pas de possibilité de récupération de chaleur) 2 Installation d'amenée et d'extraction d'air



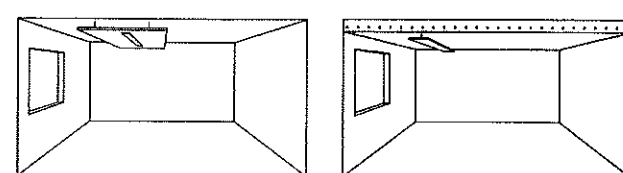
3 Systèmes de plafonds rafraîchissants à faible hauteur d'installation, par ex. plafonds à caissettes métalliques et plafond à nappe tubulaire



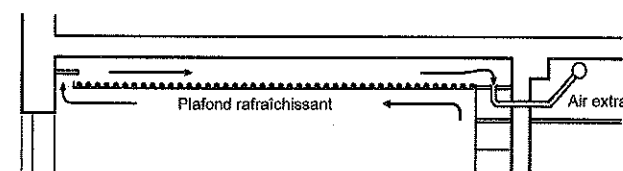
4 Système de rafraîchissement avec suspensions, par ex. plafonds acoustiques. Une installation ultérieure est souvent possible.



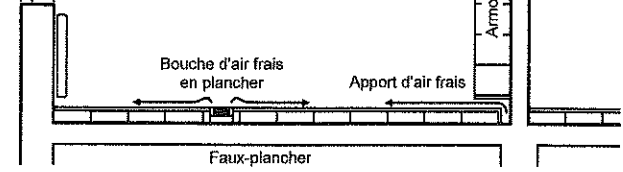
5 Plafond rafraîchissant suspendu avec plafonniers intégrés



6 Plafond rafraîchissant enduit directement avec luminaires suspendus



7 Plafond rafraîchissant suspendu avec plafonniers intégrés



8 Plafond rafraîchissant à accumulation avec plafonniers



9 Coupe sur pièce équipée d'un plafond rafraîchissant associé à un système de ventilation

INSTALLATIONS TECHNIQUES TRAITEMENT DE L'AIR

Centrales de traitement de l'air (CTA) (fig. 1 à 4)

Disposition des installations avec centrale de préparation de l'air
Un projet modèle de la commission technique en matière de protection incendie des installations de ventilation recommande de regrouper les équipements de préparation de l'air des bâtiments de 3 niveaux et plus, dans des locaux spécifiques (centrale de ventilation) lorsque les gaines de ventilation distribuent plusieurs étages ou des compartiments.

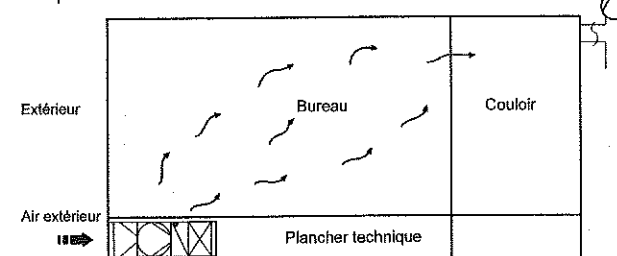
Les centrales pour installations de ventilation et de climatisation sont la plupart du temps situées dans un niveau technique à proximité de la chaufferie et de la centrale de froid (machine frigorifique). Cependant, le regroupement de la centrale de ventilation et de l'installation de chauffage dans un même local n'est pas autorisé (protection au feu). Il convient lors de la conception de prévoir une liaison entre la centrale et le noyau du bâtiment avec ses gaines techniques verticales. Il faut aussi tenir compte de l'éloignement horizontal et vertical entre la centrale de climatisation et les locaux principaux (par ex. cuisine centrale, salle de restauration ou salle informatique). L'intégration formelle d'un niveau technique dans la volumétrie du bâtiment peut avoir une influence déterminante sur l'apparence de ce dernier. Situés dans un des derniers étages, ces niveaux dépourvus ou presque de fenêtres (émissions sonores) présentent des ouvertures d'amenée et d'extraction d'air et se distinguent des autres niveaux par leur hauteur souvent plus importante.

Dimensions des locaux

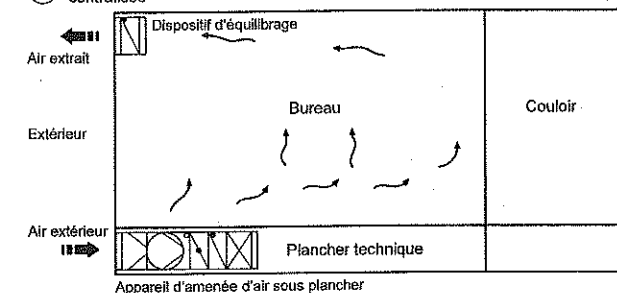
Des abaques permettent une évaluation approximative de la surface nécessaire pour une centrale de traitement de l'air en tenant compte du débit volumique estimé et du type de traitement de l'air. Exemple de calcul de dimensions d'une centrale de traitement de l'air pour un bâtiment administratif (fig. 5 et 6).

Installations de ventilation des façades

Appelées aussi **appareils de ventilation décentralisée**. Avec leur prise directe sur l'air, ces appareils sont installés à proximité des façades. Par rapport aux ventilo-convecteurs qui fonctionnent avec de l'air recyclé, le flux d'air extérieur arrive directement à l'appareil depuis la façade, ce qui supprime ainsi dans le bâtiment tous les équipements de traitement de l'air. Les appareils de ventilation en façade peuvent se présenter sous différentes formes : appareil d'amenée d'air sous plancher, appareil d'amenée et d'extraction d'air combinés ou avec une installation d'amenée d'air centralisée. Il faudra aussi tenir compte de l'influence de la pression du vent sur le débit volumique. Selon la situation et la conception du bâtiment, la couche limite de température en façade peut également agir sur la température de l'air insufflé.



Appareil d'amenée d'air sous plancher avec installation d'extraction d'air centralisée



Appareil d'amenée d'air sous plancher combiné à un élément d'équilibrage

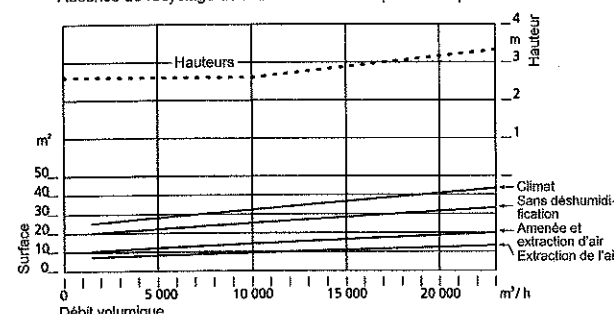
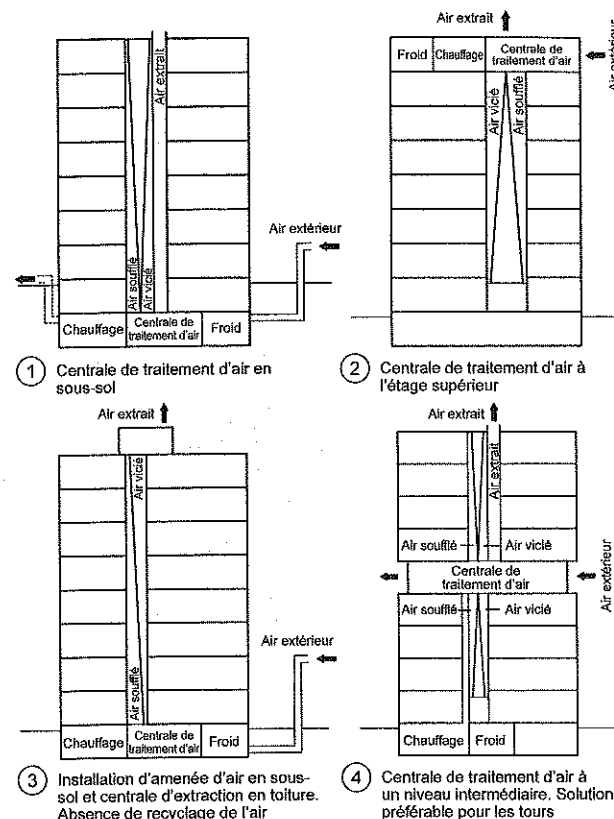


Diagramme de détermination approximative des surfaces nécessaires et des hauteurs pour des centrales de traitement d'air en cas d'installation de plusieurs appareils pour des débits volumiques jusqu'à 50 m³/s pour de petites installations

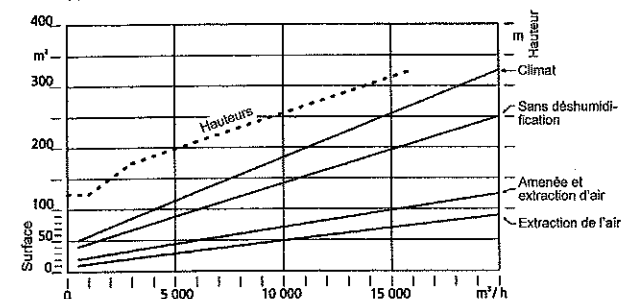
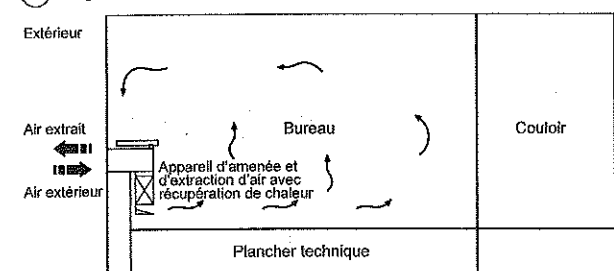


Diagramme comme fig. 5 mais pour de grands systèmes de traitement d'air



Appareil d'amenée et d'extraction d'air combinés posé en allège

INSTALLATIONS TECHNIQUES CHAUFFAGE

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 chauffages les plus répandus encore actuellement. Il utilise du fuel léger.

Avantages et inconvénients d'un chauffage au mazout. 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 faibles 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. Échappement de produits toxiques important. Réglage difficile.

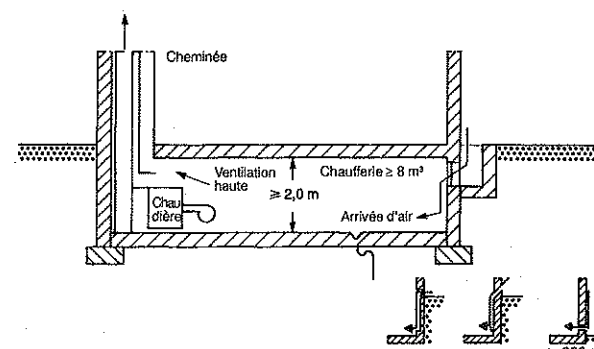
Formes d'énergies renouvelables. En font partie : rayonnement du soleil, force du vent, énergie hydraulique, biomasse (plantes), déchets (biogaz). La demande est croissante en Europe. De nombreuses aides publiques permettent de réduire la durée d'amortissement de l'investissement.

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 et distribuée par un réseau de chaleur.

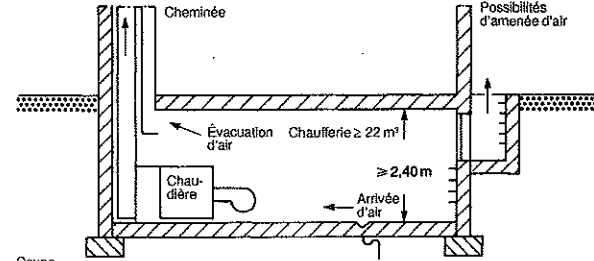
Avantages et inconvénients du chauffage à distance. Chaufferies et cheminées ne sont pas nécessaires. Pas de frais de stockage. Paiement après consommation. Utilisable dans les zones de protection contre les eaux. En combinant production de chaleur et production d'énergie motrice, l'environnement est préservé. Plus grand coût de l'énergie. Dépendance vis-à-vis du réseau de distribution. Un changement de type de chauffage nécessite une cheminée.

130 W/m²	385 m²	2700²
90 W/m²	550 m²	3900 m²
50 W/m²	1000 m²	7000 m²

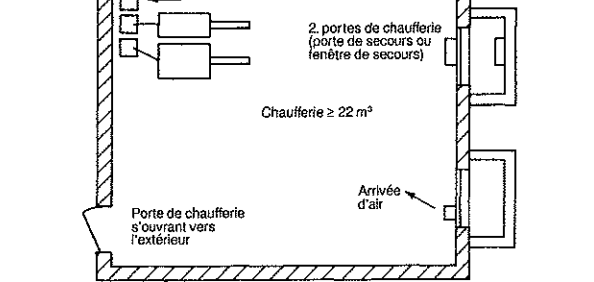
1 Les foyers avec une puissance calorifique de plus de 50 kW nécessitent une chaufferie individuelle.



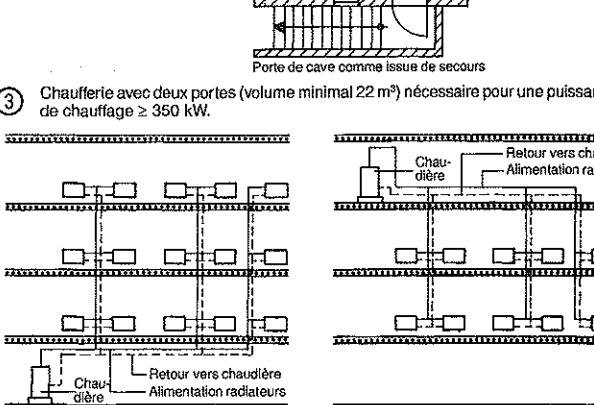
2 Chaufferie (volume minimum 8 m³) nécessaire à partir d'une puissance de chauffage de 50 kW.



3 Chaufferie avec deux portes (volume minimal 22 m³) nécessaire pour une puissance de chauffage ≥ 350 kW.



4 Système à distribution bitube par le bas (« en chandelle ») avec réseaux verticaux.



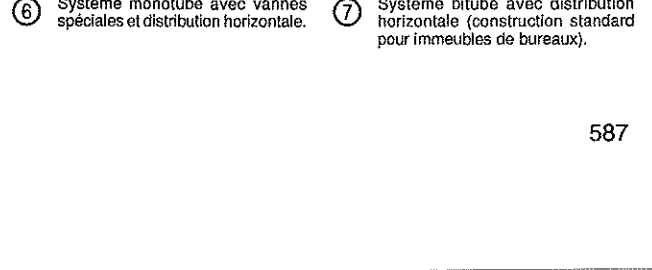
5 Système à distribution bitube par le haut (« en parapluie ») avec réseaux verticaux.



6 Système monotube avec vannes spéciales et distribution horizontale.

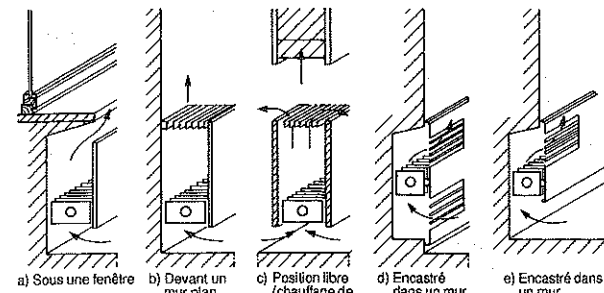


7 Système bitube avec distribution horizontale (construction standard pour immeubles de bureaux).

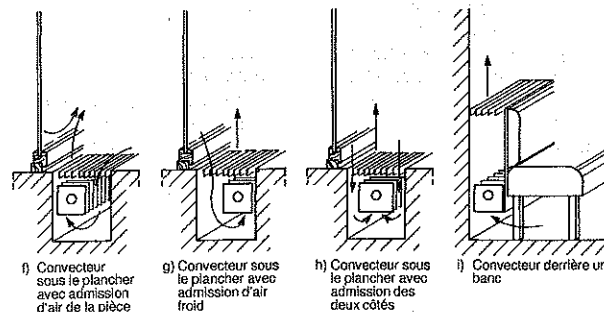


INSTALLATIONS TECHNIQUES

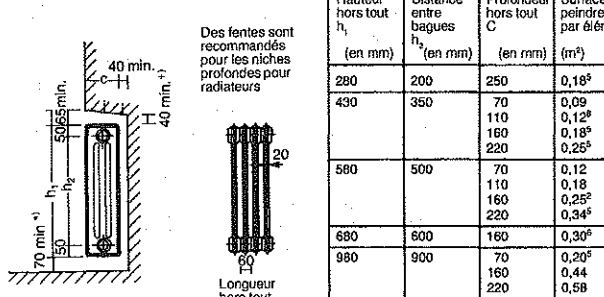
CHAUFFAGE



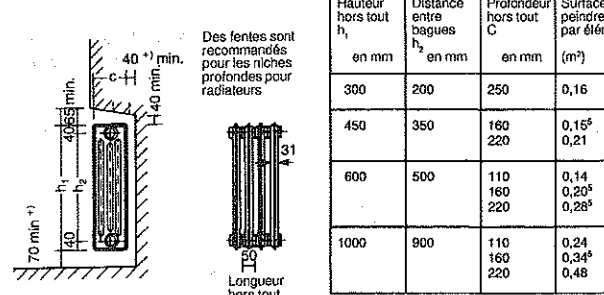
1 Différentes possibilités d'encastrement de convecteurs.



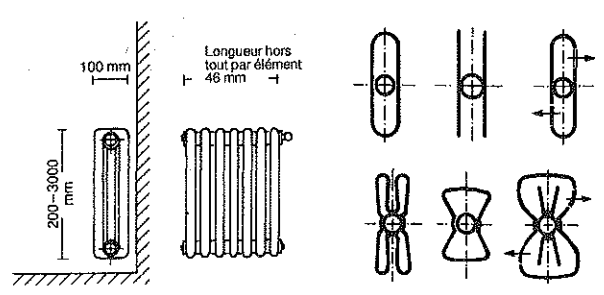
2 Différentes possibilités d'encastrement de convecteurs.



3 Dimensions hors tout des radiateurs en fonte.



5 Dimensions hors tout des radiateurs en acier.



7 Radiateurs à tubulures (3 tubes).

8 Différents habillages des tubes pour radiateurs à tubulures.

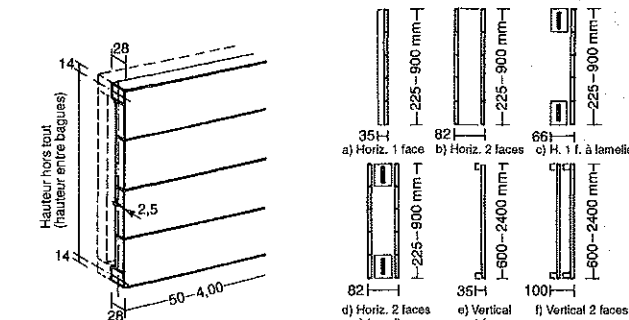
Chauffage électrique. Le chauffage continu des pièces à partir du courant électrique, à l'exception des chauffages par accumulation avec l'électricité de nuit, n'est possible que dans des cas particuliers à cause du prix important du courant. Le chauffage électrique est avantageux pour des pièces utilisées 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 entrées 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. 589, fig. 1). 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 autrement 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.



9 Coupe à travers un élément chauffant plat.

10 Vue du dessus de différents radiateurs plats.

INSTALLATIONS TECHNIQUES

CHAUFFAGE

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.

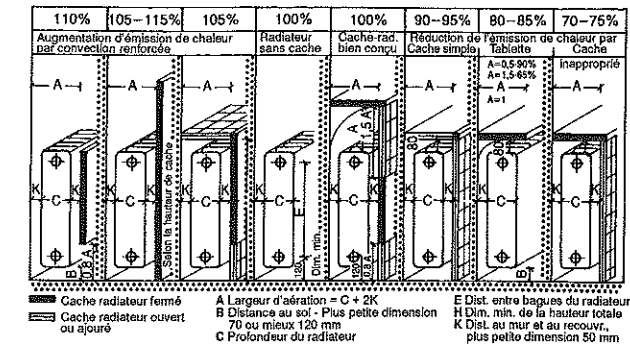
Allergies aux poussières ménagères dans les pièces chauffées. Jusqu'à présent, on a négligé l'effet des radiateurs dans les mesures contre les allergies aux poussières ménagères ou aux acariens. Les radiateurs avec une part importante de convection font tourner les poussières ménagères, provoquant des 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.

Chauffage par surfaces étendues. Comprend l'ensemble des surfaces importantes qui entourent une pièce. Avec des températures relativement faibles.

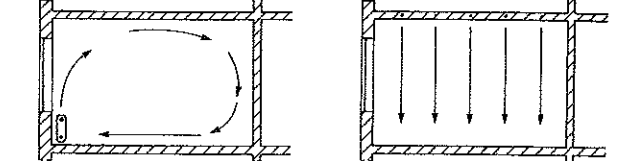
Types de chauffages par surfaces étendues : chauffage par le sol, par le plafond et par les murs.

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 m²K/W.

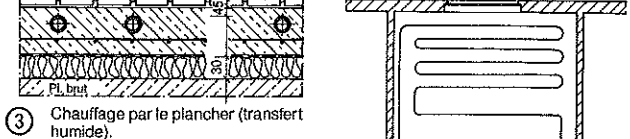
L'épaisseur de la chape en ciment dépend de son type, de son traitement et de la charge à laquelle elle est soumise. En cas d'utilisation de ciment et de tuyaux de chauffage se trouvant immédiatement au-dessus de l'isolation thermique, il est obligatoire de recouvrir les tuyaux par un minimum de 45 mm 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. À 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 ».



1 Variations d'émission de chaleur selon différents caches de radiateurs.

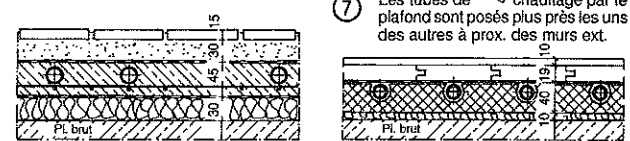


2 Mouvement d'air dû à un chauffage par radiateur (A) et à un chauffage par le plafond (B).



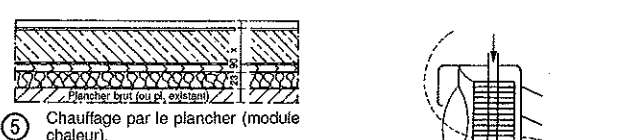
3 Chauffage par le plancher (transfert humide).

Composition du plancher (de haut en bas) :
- Carreaux 15 mm collés
- Chape (recouvrement des tuyaux 45 mm minimum)
- Nattes de support pour armature (Ø 3,5 mm)
- Feuille de polyéthylène 0,2 mm
- Isolation PST 33/50



4 Chauffage par le plancher.

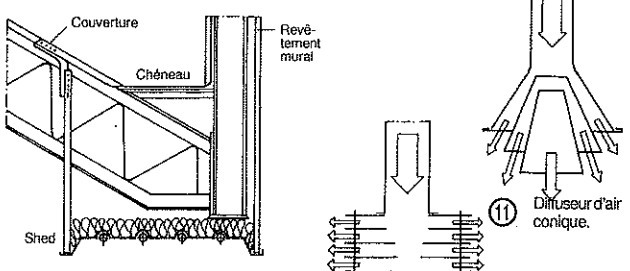
Composition du plancher (de haut en bas) :
- Carreaux 15 mm collés
- Li de mortier 30 mm
- Feuille de glissement 0,3 mm
- Chape 45 mm
- Nattes de support pour les tuyaux de chauffage
- Feuille de polyéthylène 0,2 mm
- Isolation PST 33/50



5 Chauffage par le plancher (module chaleur).

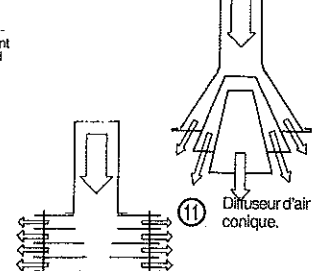
Composition du plancher (de haut en bas) :
- Partie sup. du revêtement avec couche porteuse (haut var)
- Feuille de polyéthylène
- Module chaleur avec isolation

6 Chauffage par le plafond avec caissons en aluminium.

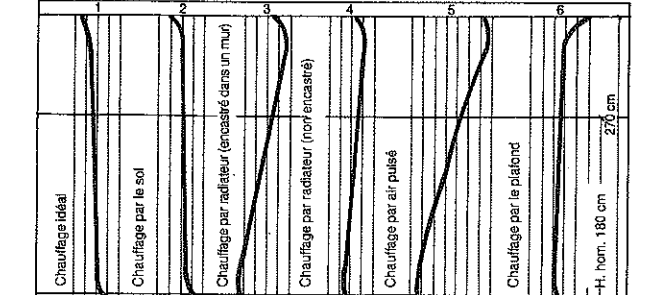


10 Plaque rayonnante.

9 Aérotherme mural.



12 Diffuseur d'air à plaques.



13 Courbes de température dans une pièce pour évaluation du comportement physiologique à la chaleur dans le cas de différents systèmes de chauffage.

INSTALLATIONS TECHNIQUES

CHAUFFAGE

Chauffage par le sol. 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 de 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.

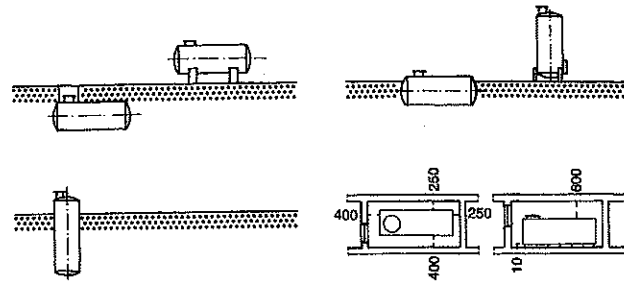
Stockage de mazout. La quantité de mazout doit suffire pour un minimum de trois mois et un maximum correspondant à une saison de chauffage. La quantité annuelle estimée de combustible s'élève à environ 6 à 10 l par mètre cube de pièce à chauffer. Il est autorisé de stocker une quantité $\leq 5 \text{ m}^3$ 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. À l'intérieur des immeubles, on emploie soit des batteries de cuves en matière plastique, de 500 à 2 000 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).

Capacité nominale V en litres (dm³)	Dimensions maxi. en mm		Masse (avec accessoires) en kg
	Longueur	Profondeur	
1000 (1100)	1100 (1100)	720	sur 30-50 kg
1500 (1600)	1650 (1720)	720	sur 40-60 kg
2000	2150	720	sur 50-80 kg

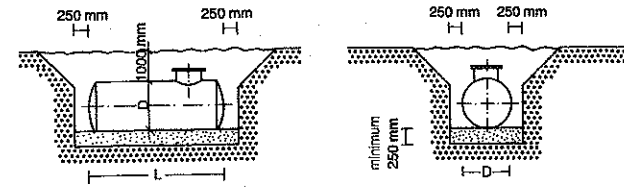
⑨ Dimensions de construction pour les batteries de cuves en matière plastique.

Capacité min. V en m ³	Dimensions en mm (minimum)				Poids en kg de			
	Diamètre extérieur d ₁	Long. l	Épais. de tôle 1 paroi	ch. des 2 parois	Diam. int. regard de visite	1,1 paroi	1,2 A/C	B
1	1000	1501	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	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	-
40	2500	8665	7	-	600	-	-	-
40	2500	9800	7	4	600	4200	4255	4350
50	2500	10800	7	4	600	5100	5150	-
60	2500	8400	9	-	600	-	-	6150
60	2500	12800	7	4	600	6100	6150	-
	2900	9585	9	-	600	-	-	6800

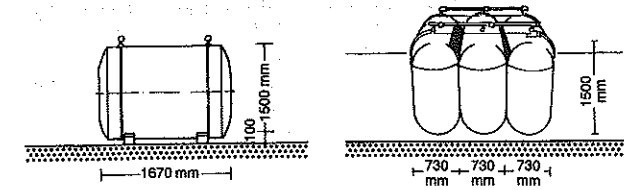
⑩ Dimensions de cuves à fuel cylindriques (fig. 5).



① Possibilités d'installation de cuves normalisées pour fuel.

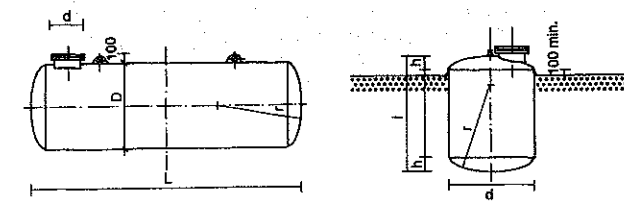


② Creusement d'une fosse pour réservoir de fuel dans la terre.



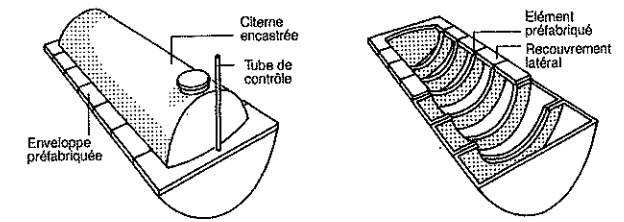
③ Batterie de cuves en matière plastique (polyamide). Vue latérale.

④ Batterie de cuves en matière plastique (fig.3) (dimension maxi. d'une batterie : 5 réservoirs).



⑤ Citerne de stockage pour fuel . Vue latérale.

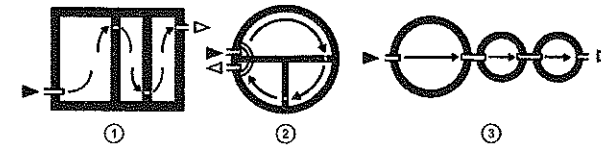
⑥ Citerne de stockage pour fuel. Vue de face.



⑦ Citerne de stockage encastrée.

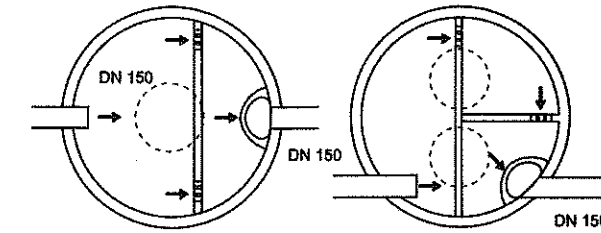
⑧ Cuvelage de protection préfabriqué en béton pour citerne à fuel.

⑩ Dimensions de cuves à fuel cylindriques (fig. 5).

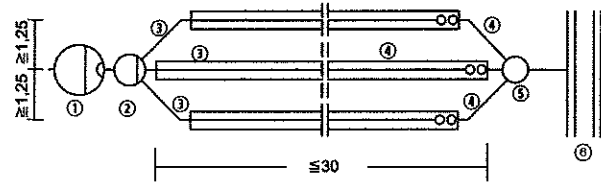


① Maçonnerie ou béton coulé sur place, ② et ③ en éléments de béton préfabriqué

① Différentes formes de fosses de décantation à plusieurs chambres



② Fosses de décantation à plusieurs chambres avec 2 et 3 chambres de décantation en éléments de béton préfabriqué, plans et coupes



① Fosse de décantation à plusieurs chambres ③ Bride d'entrée ⑤ Chambre collectrice

② Chambre de répartition ④ Bride de sortie ⑥ Cours d'eau récepteur

③ Principe d'une fosse filtrante, plans et coupes

	Fosses de décantation à plusieurs chambres		Fosses de décomposition à plusieurs chambres
Nombre de chambres	2	3-4	≥ 3
Volume utile spécifique	300 l/U*	300 l/U*	1 500 l/U*
Volume utile total mini.	3 000 l	3 000 l	6 000 l
Volume utile total maxi.	4 000 l	—	—
Volume de la 1 ^{re} chambre	2/3 du volume utile total	1/2 du volume utile total	1/2 du volume utile total
Profondeur d'eau mini.	1,20 m	1,20 m	1,20 m
Profondeur d'eau maxi. autorisée pour un volume utile de			
3 000-4 000 l	1,90 m	1,90 m	1,90 m
> 4 000-10 000 l	—	2,20 m	2,20 m
> 10 000-50 000 l	—	2,50 m	2,50 m
> 50 000 l	—	3,00 m	3,00 m

* Par unité d'habitation jusqu'à 50 m² de surface hab., compter 2 habitants et, au-dessus de 50 m² de surface hab., compter au moins 4 habitants.

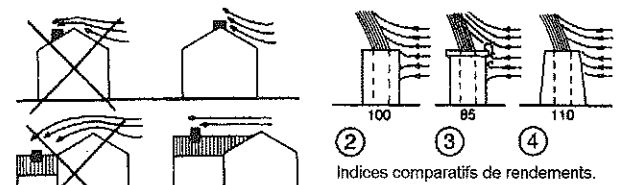
④ Dimensions de fosses de décantation à plusieurs chambres et de fosses de décomposition à plusieurs chambres

INSTALLATIONS TECHNIQUES CHEMINÉES ET CONDUITS DE VENTILATION

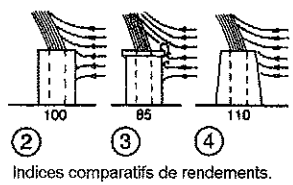
Les cheminées domestiques doivent posséder des conduits intérieurs ou extérieurs, uniquement destinés à conduire les gaz brûlés de l'âtre à travers le toit vers l'air libre. Raccorder à une cheminée, les foyers avec une puissance calorifique nominale ≥ 20 kW et les foyers à gaz ≥ 30 kW, chaque foyer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

On peut relier à une cheminée commune jusqu'à 3 foyers à combustible liquide ou solide de puissance = 20 kW ou 3 foyers à gaz de puissance = 30 kW. Section libre des cheminées, circulaire ou rectangulaire, ≥ 100 cm²; plus petit côté 10 cm. Pour les cheminées en pierres $\geq 13,5$ cm, plus long côté = 1,5 fois plus court côté. Plus petite hauteur efficace de cheminée 4 m; pour combustibles gazeux ≥ 4 m. Sortie du conduit ≥ 40 cm au-dessus de l'arête du toit pour toits de pente $> 20^\circ$, et ≥ 1 m pour pente $< 20^\circ$ (fig. 6). Les cheminées proches d'autres structures du toit, à une distance de 1 à 3 fois leur hauteur au-dessus du toit, doivent les dépasser de ≥ 1 m. Chaque cheminée doit avoir une ouverture de nettoyage de largeur ≥ 10 cm et de hauteur ≥ 18 cm, à ≥ 20 cm plus bas que le raccordement du foyer le plus bas. Sinon prévoir une ouverture de nettoyage dans le comble ou sur le toit.

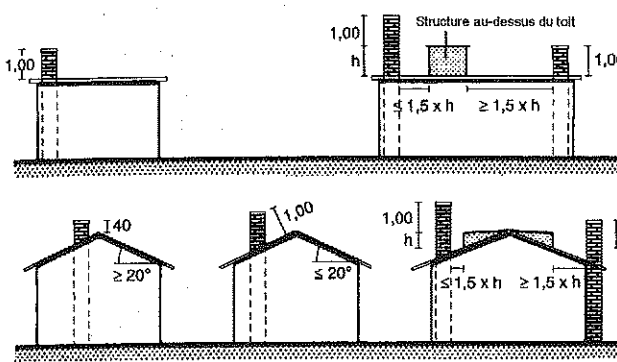
Matériaux de construction pour les cheminées à une seule paroi : éléments préfabriqués de béton léger, briques, briques pleines silico-calcaires et en laitier granulé. Pour les cheminées à 3 parois avec couche d'isolation et parement interne mobile : pour le parement interne, éléments préfabriqués de béton léger ou argile réfractaire ; pour l'enveloppe extérieure, éléments préfabriqués en béton léger, briques, briques perforées, briques silico-calcaires et en laitier granulé, blocs en béton-gaz. Prendre des matériaux isolants respectant les normes pour les couches d'isolation. Crépiner sur une épaisseur ≥ 5 à 10 mm les parois extérieures libres des cheminées dans les combles jusqu'à l'ouverture. Ne pas faire supporter de charges aux parois des cheminées.



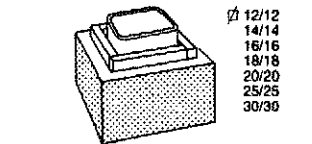
1 Influence du vent sur le tirage des cheminées.



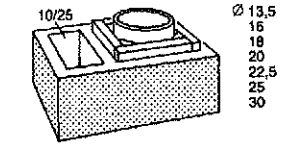
5 Influence de la souche d'une cheminée et de sa section sur le tirage.



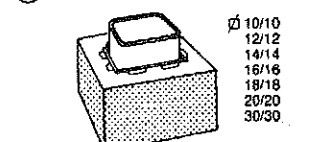
6 Hauteur de cheminée au-dessus des toits et des structures annexes.



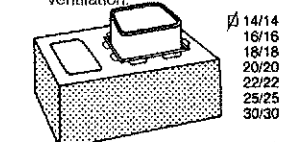
7 Montage de cheminée.



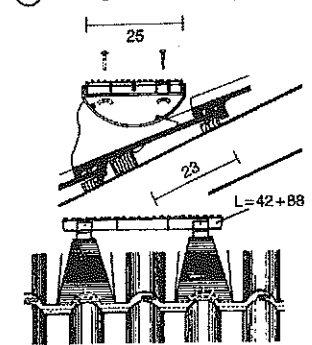
8 Montage de cheminée avec ventilation.



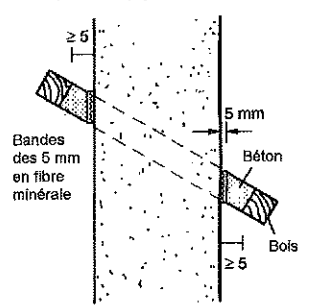
9 Montage de cheminée (aérée).



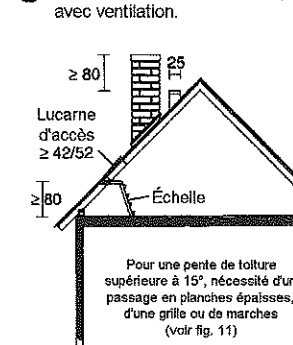
10 Montage de cheminée (aérée) avec ventilation.



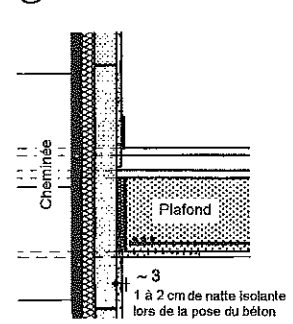
11 Bloc de support pour grille de passage (fig. 12)



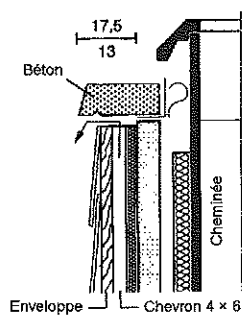
13 Cheminée à travers une charpente en bois



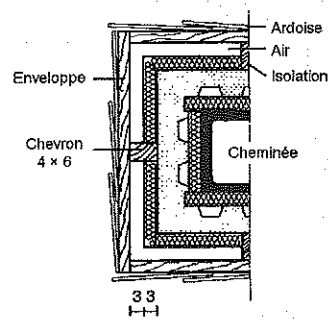
12 Lucarne d'accès sur le toit



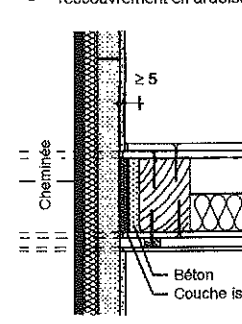
14 Traversée d'un plancher en béton



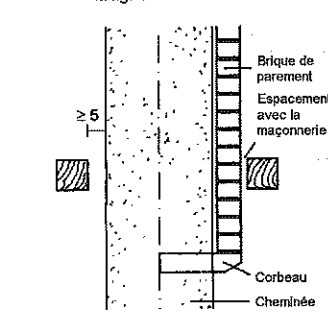
15 Tête de cheminée avec recouvrement en ardoise



16 Coupe horizontale de la fig. 15



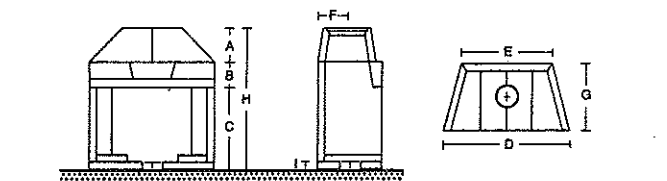
17 Espacement entre plancher en bois et cheminée



18 Espacement entre solives d'un comble et cheminée

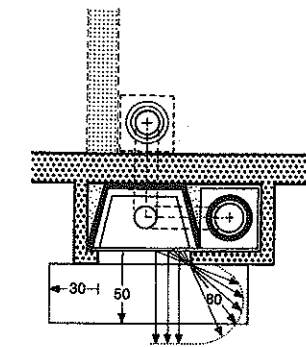
INSTALLATIONS TECHNIQUES CHEMINÉES ET CONDUITS DE VENTILATION

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 proportionnelles l'une 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.

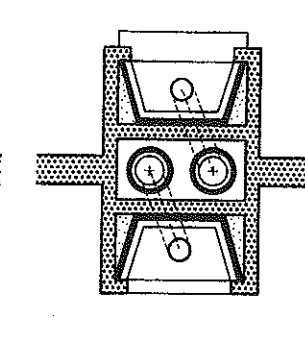


Type	Ouverture sur un côté					Ouv. sur 2 côtés			Ouv. sur 3 côtés		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Surface approx. de la pièce (m ²)	Petite pièce	16-22	22-30	30-35	35-40	25-35	35-45	45-48	35-45	45-55	55-65
Volume approximatif (m ³)	Petite pièce	40-60	60-90	90-105	105-120	60-105	105-150	150-180	105-150	150-200	200-250
Dim. de l'ouverture du foyer (cm ²)		2750	3850	4550	5750	7100	5000	6900	9500	7200	9800
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
Dimensions respectives en cm	A	22,5	24	25,5	28	30	30	30	30	30	30
	B	13,5	15	15	21	21	-	-	-	-	-
	C	52	58	64	71	78	50	58	65	50	58
	D	72	84	94	105	115	77	108	114	77	90
	E	50	60	65	75	83	77	90	108	77	90
	F	19,5	19,5	22,5	28	28	27,5	30	32,5	27,5	30
	G	42	47	51	55	59	84	71	82	64	71
	H	88	97	104,5	120	129	80	88	95	80	88
	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

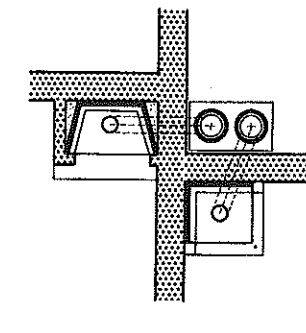
8 Calculs et dimensions concernant les foyers ouverts.



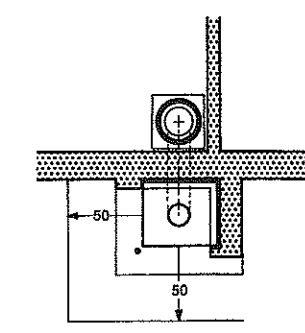
1 Foyer ouvert sur un côté avec zone de sécurité.



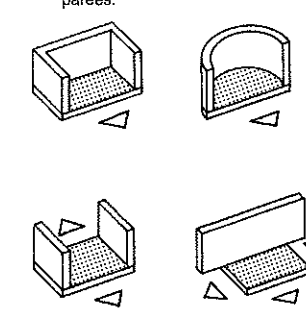
2 Foyers ouverts sur un côté dans des pièces séparées.



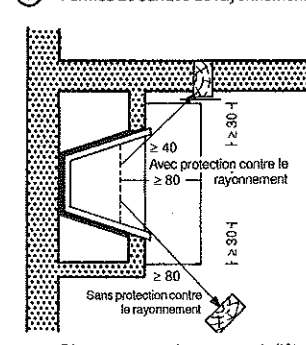
3 Foyers ouverts sur un côté et sur deux côtés dans des pièces séparées.



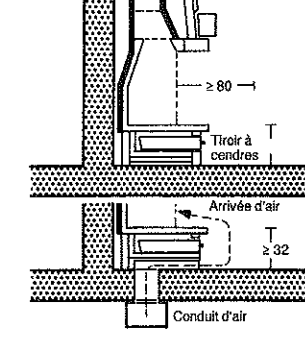
4 Foyer ouvert sur deux côtés avec zone de sécurité.



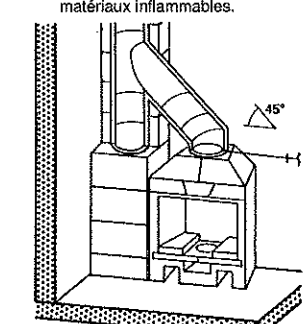
5 Formes de surface de rayonnement.



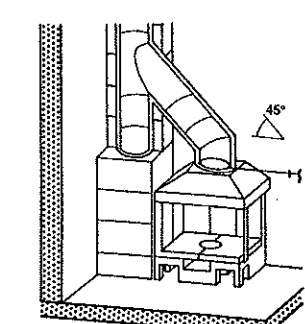
6 Distances entre l'ouverture de l'âtre et les éléments de construction en matériaux inflammables.



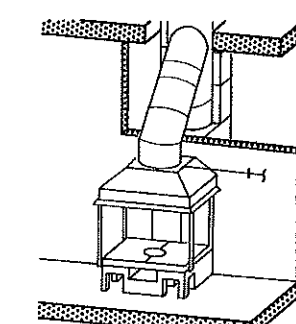
7 Sol protégé du feu devant l'ouverture de l'âtre. Entrée d'air.



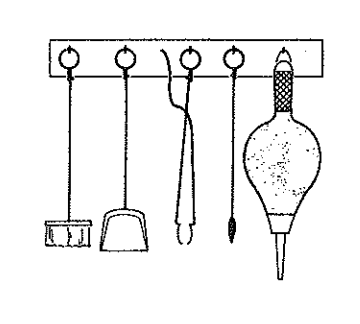
9 Foyer ouvert sur un côté.



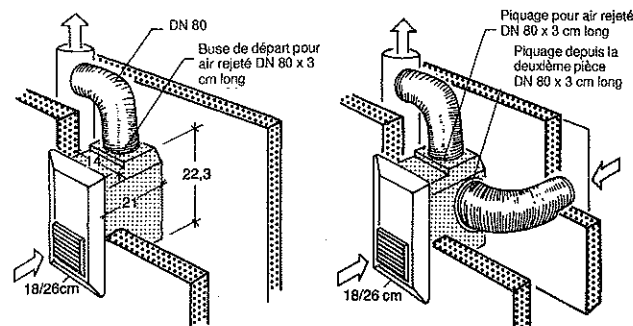
10 Foyer ouvert sur deux côtés.



11 Foyer ouvert sur trois côtés.

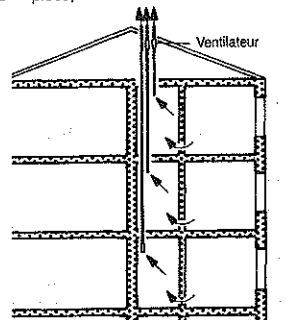


12 Ustensiles pour cheminée.

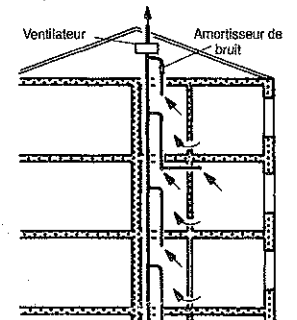


① Système d'aération pour une seule pièce, installation encastrée.

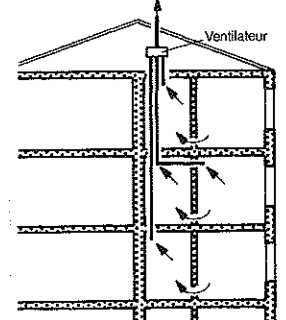
② Système d'aération pour deux pièces, installation encastrée.



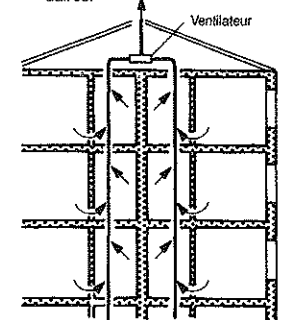
③ Système central d'aération avec évacuation de l'air rejeté sur le toit.



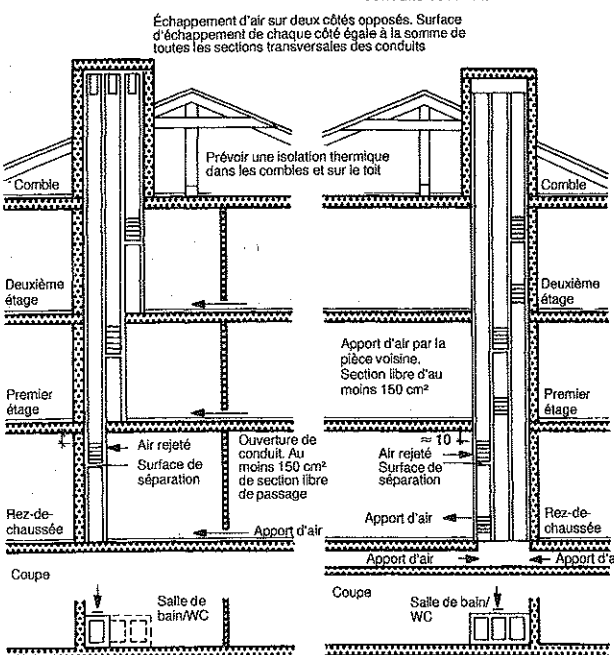
④ Système central d'aération avec conduit principal et conduits secondaires.



⑤ Système central d'aération avec conduits principaux séparés.



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



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).

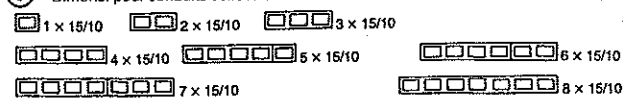
INSTALLATIONS TECHNIQUES CHEMINÉES ET CONDUITS DE VENTILATION

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 clôturée. 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.

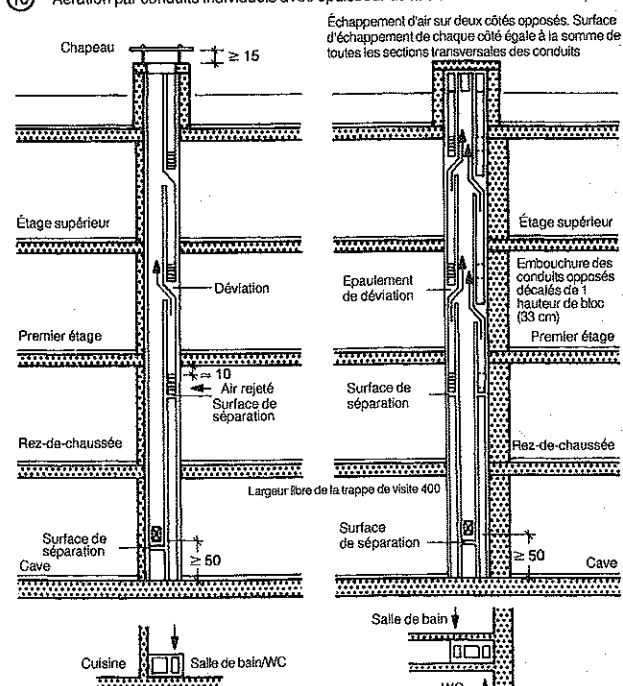
Vitesse de circulation d'air dans les zones de séjour ≥ 0,2 m/s. L'air d'évacuation doit être rejeté à l'air libre. Il peut être guidé, dans le cas d'installations d'aération individuelles, vers un comble non aménagé et constamment bien aéré. Chaque installation d'aération individuelle doit avoir son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

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 x 17	9 x 17
400	6	7	8	20 x 20	12 x 20
500	8	9	10	25 x 20	12 x 20
340	5	6	7	20 x 17	2 x 9/17
400	6	7	8	20 x 20	2 x 12/20
500	8	9	10	25 x 20	2 x 12 x 20
340	5	6	7	2 x 20/17	9 x 17
400	6	7	8	2 x 20/20	12 x 20
500	8	9	10	2 x 25/20	12 x 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.



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).

LISTE DES NORMES-DTU ET DTU GAMME REEF

Cette liste a été établie à partir du catalogue du CSTB (84, avenue Jean Jaurès, Champs-sur-Marne, 77447 Marne-la-Vallée Cedex 2 - Tél. : 01 64 68 82 82 - Fax : 01 60 05 70 37). Elle ne reprend toutefois pas les références des textes modificatifs. Les nouveaux DTU (documents techniques unifiés) publiés ont désormais une référence normative commençant par NF DTU, ou par FD DTU dans le cas d'un fascicule de documentation. Ils conservent cependant leur indice de classement.

	Références normatives	Date de prise d'effet ou de publication
13 Fondations		
DTU 13.11 Fondations superficielles		
Cahier des clauses techniques	DTU P11-211	mars 1988
Cahier des clauses spéciales	DTU P11-211	mars 1988
DTU 13.12 Règles pour le calcul des fondations superficielles		
	DTU P11-711	mars 1988
DTU 13.2 Travaux de fondations profondes pour le bâtiment		
Cahier des clauses techniques	Norme expérimentale P11-212	septembre 1992
Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P11-212-2	novembre 1994
DTU 13.3 Dallages - Conception, calcul et exécution		
Cahier des clauses techniques des dallages à usage industriel ou assimilés	Norme homologuée NF P11-213-1	mars 2005
Cahier des clauses techniques des dallages à usage autre qu'industriel ou assimilés	Norme homologuée NF P11-213-2	mars 2005
Cahier des clauses techniques des dallages de maisons individuelles	Norme homologuée NF P11-213-3	mars 2005
Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P11-213-4	mars 2005
14 Cuvelage		
DTU 14.1 Travaux de cuvelage		
Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P11-221-1	mai 2000
Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P11-221-2	mai 2000
20 Maçonnerie		
NF DTU 20.1 Ouvrages en maçonnerie de petits éléments - Parois et murs		
Cahier des clauses techniques types	Norme homologuée NF DTU 20.1 P1-1	octobre 2008
Critères généraux de choix des matériaux	Norme homologuée NF DTU 20.1 P1-2	2 ^e tirage janvier 2009
Cahier des clauses administratives spéciales types	Norme homologuée NF DTU 20.1 P2	octobre 2008
Guide pour le choix des types de murs de façades en fonction du site	Norme homologuée NF DTU 20.1 P3	octobre 2008
Règles de calcul et dispositions constructives minimales	Norme homologuée NF DTU 20.1 P4	octobre 2008
DTU 20.12 Gros œuvre en maçonnerie des toitures destinées à recevoir un revêtement d'étanchéité		
Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P10-203-1	septembre 1993
Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P10-203-2	septembre 1993
NF DTU 20.13 Cloisons en maçonnerie de petits éléments		
Cahier des clauses techniques types	Norme homologuée	octobre 2008
Critères généraux de choix des matériaux	Norme homologuée	octobre 2008
Cahier des clauses administratives spéciales types	Norme homologuée	octobre 2008
Mémento	Norme homologuée	octobre 2008
21 Béton armé		
DTU 21 Exécution des travaux en béton		
Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P18-201	mars 2004
22 Grands panneaux nervurés		
DTU 22.1 Murs extérieurs en panneaux préfabriqués de grandes dimensions du type plaque pleine ou nervurée en béton ordinaire		

**LISTE DES NORMES-DTU ET DTU
GAMME REEF**

	Références normatives	Date de prise d'effet ou de publication
Cahier des charges	Norme homologuée NF P10-210-1	mai 1993
Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P10-210-2	mai 1993
Mémento		juin 1980
23 Ouvrages en béton		
DTU 23.1 Murs en béton banché		
Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P18-210	mai 1993
Annexe : Guide pour le choix des types de murs de façade en fonction du site		février 1990
NF DTU 23.2 Planchers à dalles alvéolées préfabriquées en béton		
Cahier des clauses techniques types	Norme homologuée	août 2008
Critères généraux de choix des matériaux	Norme homologuée	août 2008
Cahier des clauses administratives spéciales types	Norme homologuée	août 2008
Règles de calculs	Norme homologuée	août 2008
NF DTU 23.3 Ossatures en éléments industrialisés en béton		
Cahier des clauses techniques types	Norme homologuée NF DTU 23.3 P1-1	juin 2008
Critères généraux de choix des matériaux	Norme homologuée NF DTU 23.3 P1-2	juin 2008
Cahier des clauses administratives spéciales types	Norme homologuée NF DTU 23.3 P2	juin 2008
Règles de calcul	Norme homologuée NF DTU 23.3 P3	juin 2008
24 Fumisterie		
NF DTU 24.1 Travaux de fumisterie – Systèmes d'évacuation des produits de combustion desservant un ou des appareils		
Cahier des clauses techniques – Règles générales	Norme homologuée NF DTU 24.1 P1 (Indice de classement : P51-201-1)	février 2006
Cahier des clauses techniques – Règles spécifiques d'installation des systèmes d'évacuation des produits de combustion desservant un ou des appareils raccordés dits de type B utilisant des combustibles gazeux	Norme homologuée NF DTU 24.1 P2 (Indice de classement : P51-201-2)	février 2006
Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF DTU 24.1 P3 (Indice de classement : P51-201-3)	février 2006
NF DTU 24.2 Travaux d'âtrerie		
Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF DTU 24.2 P1-1	décembre 2006
Critères généraux de choix des matériaux	Norme homologuée NF DTU 24.2 P1-2	décembre 2006
Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF DTU 24.2 P2	décembre 2006
25 Plâtrerie		
DTU 25.1 Enduits intérieurs en plâtre		
Cahier des charges	Norme homologuée NF P71-201-1	mai 1993
Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P71-201-2	mai 1993
Mémento		février 1980
DTU 25.221 Plafonds constitués par un enduit armé en plâtre		
Cahier des charges	Norme homologuée NF P71-202	mai 1993
DTU 25.222 Plafonds fixés – Plaques de plâtre à enduire – Plaques de plâtre à parement lisse		
Cahier des charges	Norme homologuée NF P72-201	mai 1993
DTU 25.231 Plafonds suspendus en éléments de terre cuite		
Cahier des charges	Norme homologuée NF P68-202	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 P68-201	mai 1993
DTU 25.31 Ouvrages verticaux de plâtrerie ne nécessitant pas l'application d'un enduit au plâtre – Exécution des cloisons en carreaux de plâtre		
Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P72-202-1	avril 1994
Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P72-202-2	avril 1994
Mémento	Fascicule de documentation P72-202-3	juillet 1994

**LISTE DES NORMES-DTU ET DTU
GAMME REEF**

	Références normatives	Date de prise d'effet ou de publication
NF DTU 25.41 Ouvrages en plaques de plâtre		
Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF DTU 25.41 P1-1	février 2008
Critères généraux de choix des matériaux	Norme homologuée NF DTU 25.41 P1-2	février 2008
Cahier des clauses administratives spéciales	Norme homologuée NF DTU 25.41 P2	février 2008
DTU 25.42 Ouvrages de doublage et habillage en complexes et sandwichs – Plaques de parement en plâtre-isolant		
Préambule		décembre 1989
Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P72-204-1	mai 1993
Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P72-204-2	mai 1993
Mémento	Fascicule de documentation FD P72-204-3	février 2003
DTU 25.51 Mise en œuvre des plafonds en staff		
Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P73-201-1	septembre 1994
Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P73-201-2	septembre 1994
26 Enduits, liants hydrauliques		
NF DTU 26.1 Travaux d'enduits de mortiers		
Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF DTU 26.1 P1-1	avril 2008
Critères généraux de choix des matériaux	Norme homologuée NF DTU 26.1 P1-2	avril 2008
Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF DTU 26.1 P2	avril 2008
NF DTU 26.2 Chapes et dalles à base de liants hydrauliques		
Cahier des clauses techniques types	Norme homologuée NF DTU 26.2 P1-1	avril 2008
Critères généraux de choix des matériaux	Norme homologuée NF DTU 26.2 P1-2	avril 2008
Cahier des clauses administratives spéciales types	Norme homologuée NF DTU 26.2 P2	avril 2008
DTU 26.2/52.1 Mise en œuvre de sous-couches isolantes sous chape ou dalle flottantes et sous carrelage		
Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P61-203	décembre 2003
27 Enduits projetés		
DTU 27.1 Réalisation de revêtements par projection pneumatique de laines minérales avec liant		
Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P15-202-1	février 2004
Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P15-202-2	février 2004
DTU 27.2 Réalisation de revêtements par projection de produits pâteux		
Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P15-203-1	mars 1997
Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P15-203-2	mars 1997
31 Constructions en bois		
DTU 31.1 Charpente et escaliers en bois		
Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P21-203-1	mai 1993
Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P21-203-2	mai 1993
DTU 31.2 Construction de maisons et bâtiments à ossature en bois		
Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P21-204-1	mai 1993
Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P21-204-2	mai 1993
DTU 31.3 Charpentes en bois assemblées par connecteurs métalliques ou goussets		
Règles de mise en œuvre	Norme homologuée NF P21-205-1	mai 1995
Règles de conception et de calcul	Norme homologuée NF P21-205-2	mai 1995
Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P21-205-3	mai 1995
32 Construction métallique		
NF DTU 32.1 Charpente en acier		
Cahier des clauses techniques	NF DTU 32.1 P1	octobre 2009

LISTE DES NORMES-DTU ET DTU
GAMME REEF

		Références normatives	Date de prise d'effet ou de publication
DTU 32.2	Cahier des clauses administratives spéciales types	NF DTU 32.1 P2	octobre 2009
	Construction métallique – Charpente en allages d'aluminium		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P22-202-1	mai 1993
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P22-202-2	mai 1993
33	Façades légères		
NF DTU 33.1	Façades rideaux		
	Cahier des clauses techniques types	Norme homologuée NF DTU 33.1 P1-1	mai 2008
	Critères généraux de choix des matériaux	Norme homologuée NF DTU 33.1 P1-2	mai 2008
	Cahier des clauses administratives spéciales types	Norme homologuée NF DTU 33.1 P2	mai 2008
DTU 33.2	Tolérances dimensionnelles du gros œuvre destiné à recevoir des façades rideaux, semi-rideaux ou panneaux		
	Tolérances dimensionnelles en construction neuve	Norme expérimentale XP P28-003	décembre 1996
34	Fermetures		
DTU 34.1	Ouvrages de fermeture pour baies libres		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P25-201-1	mai 1993
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P25-201-2	mai 1993
DTU 34.2	Choix des fermetures pour baies équipées de fenêtres en fonction de leur exposition au vent		
	Mémento pour les maîtres d'œuvre	Fascicule de documentation FD P25-202	septembre 2004
FD DTU 34.3	Choix des portes industrielles, commerciales et de garage en fonction de leur exposition au vent		
	Mémento pour les maîtres d'œuvre	Fascicule de documentation FD P25-203	avril 2006
35	Ouvrages divers d'aménagement intérieur		
DTU 35.1	Cloisons amovibles et démontables		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P24-802-1	octobre 2001
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P24-802-2	septembre 2003
36-37	Menuiserie		
DTU 36.1	Menuiserie en bois		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P23-201-1	novembre 2000
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P23-201-2	novembre 2000
DTU 37.1	Menuiseries métalliques		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P24-203-1	mai 1993
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P24-203-2	mai 1993
DTU 37.2	Menuiseries métalliques en rénovation sur dormant existant		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P24-204-1	décembre 2003
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P24-204-2	décembre 2003
DTU 36.1/37.1	Choix des fenêtres et des portes extérieures en fonction de leur exposition		
	Mémento pour les maîtres d'œuvre	Fascicule de documentation FD P20-201	décembre 2001
Annexe commune aux DTU 36.1/37.1			
	Caractéristiques dimensionnelles des baies dans le gros œuvre destinées à recevoir des menuiseries		février 1985
39	Vitrerie – Miroiterie		
NF DTU 39	Travaux de vitrerie-miroiterie		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF DTU 39 P1-1 (Indice de classement : P78-201-1-1)	octobre 2006
	Critères généraux de choix des matériaux	Norme homologuée NF DTU 39 P1-2 (Indice de classement : P78-201-1-2)	octobre 2006
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF DTU 39 P2 (Indice de classement : P78-201-2)	octobre 2006

LISTE DES NORMES-DTU ET DTU
GAMME REEF

		Références normatives	Date de prise d'effet ou de publication
	Mémento calculs des contraintes thermiques	Norme homologuée NF DTU 39 P3 (Indice de classement : P78-201-3)	octobre 2006
	Mémento calculs pour le dimensionnement des ouvrages	Norme homologuée NF DTU 39 P4 (Indice de classement : P78-201-4)	octobre 2006
	Mémento sécurité	Fascicule de documentation FD DTU 39 P5 (Indice de classement : P78-201-5)	octobre 2006
40	Couverture		
DTU 40.11	Couverture en ardoises		
	Cahier des charges	Norme homologuée NF P32-201-1	mai 1993
DTU 40.14	Couverture en bardeaux bitumés		
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P32-201-2	mai 1993
DTU 40.21	Couverture en tuiles de terre cuite à emboîtement ou à glissement à relief		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P39-201-1	mai 1993
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P39-201-2	mai 1993
DTU 40.21	Couvertures en tuiles de terre cuite à emboîtement ou à glissement à relief		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P31-202-1	octobre 1997
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P31-202-2	octobre 1997
DTU 40.211	Couvertures en tuiles de terre cuite à emboîtement à pureau plat		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P31-203-1	septembre 1996
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P31-203-2	septembre 1996
DTU 40.22	Couverture en tuiles canal de terre cuite		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P31-201-1	mai 1993
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P31-201-2	mai 1993
DTU 40.23	Couvertures en tuiles plates de terre cuite		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P31-204-1	septembre 1996
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P31-204-2	septembre 1996
DTU 40.24	Couverture en tuiles en béton à glissement et à emboîtement longitudinal		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P31-207-1	mai 1993
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P31-207-2	mai 1993
DTU 40.241	Couvertures en tuiles planes en béton à glissement et à emboîtement longitudinal		
	Cahier des clauses techniques	DTU P31-205	juin 1990
	Cahier des clauses spéciales	DTU P31-205	juin 1990
DTU 40.25	Couverture en tuiles plates en béton		
	Cahier des clauses techniques	DTU P31-206	décembre 1984
	Cahier des clauses spéciales		décembre 1984
DTU 40.35	Couverture en plaques nervurées issues de tôles d'acier revêtues		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P34-205-1	mai 1997
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P34-205-2	mai 1997
DTU 40.36	Couverture en plaques en aluminium prélaqué ou non		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P34-206-1	mai 1993
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P34-206-2	mai 1993
DTU 40.41	Couvertures par éléments métalliques en feuilles et longues feuilles en zinc		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P34-211-1	septembre 2004
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P34-211-2	septembre 2004
DTU 40.44	Couvertures par éléments métalliques en feuilles et longues feuilles en acier inoxydable		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF DTU 40.44 P1-1	juillet 2007
	Critères généraux de choix des matériaux	Norme homologuée NF DTU 40.44 P1-2	juillet 2007
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF DTU 40.44 P2	juillet 2007
DTU 40.45	Couvertures par éléments métalliques en feuilles et longues feuilles de cuivre		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P34-215-1	mai 1993
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P34-215-2	mai 1993
DTU 40.46	Travaux de couverture en plomb sur support continu		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P34-216-1	septembre 1994
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P34-216-2	septembre 1994

**LISTE DES NORMES-DTU ET DTU
GAMME REEF**

		Références normatives	Date de prise d'effet ou de publication
DTU 40.5	Travaux d'évacuation des eaux pluviales		
	Cahier des clauses techniques	Norme expérimentale P36-201	novembre 1993
41 Bardages			
DTU 41.2	Revêtements extérieurs en bois		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P65-210-1	juillet 1996
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P65-210-2	juillet 1996
42 Étanchéité des façades			
NF DTU 42.1	Réfection de façades en service par revêtements d'imperméabilité à base de polymères		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF DTU 42.1 P1-1	novembre 2007
	Critères généraux de choix des matériaux	Norme homologuée NF DTU 42.1 P1-2	novembre 2007
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF DTU 42.1 P2	novembre 2007
43 Étanchéité des toitures			
DTU 43.1	Étanchéité des toitures-terrasses et toitures inclinées avec éléments porteurs en maçonnerie en climat de plaine (Pour ce qui concerne le climat de montagne, les dispositions de l'ancien DTU 43.1 de juillet 1994 subsistent – chapitre 9 notamment).		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P84-204-1-1	novembre 2004
	Critères généraux de choix des matériaux	Norme homologuée NF P84-204-1-2	novembre 2004
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P84-204-2	novembre 2004
	Guide à l'intention du maître d'ouvrage	Fascicule de documentation FD P84-204-3	septembre 2004 (2 ^e tirage février 2008)
NF DTU 43.3	Mise en œuvre des toitures en tôles d'acier nervurées avec revêtement d'étanchéité		
	Cahier des clauses techniques types	Norme homologuée NF DTU 43.3 P1-1	avril 2008
	Critères généraux de choix des matériaux	Norme homologuée NF DTU 43.3 P1-2	avril 2008
	Cahier des clauses administratives spéciales types	Norme homologuée NF DTU 43.3 P2	avril 2008
NF DTU 43.4	Toitures en éléments porteurs en bois et panneaux dérivés du bois avec revêtement d'étanchéité		
	Cahier des clauses techniques types	Norme homologuée NF DTU 43.4 P1-1	octobre 2008
	Critères généraux de choix des matériaux	Norme homologuée NF DTU 43.4 P1-2	octobre 2008
	Cahier des clauses administratives spéciales types	Norme homologuée NF DTU 43.4 P2	octobre 2008
DTU 43.5	Réfection des ouvrages d'étanchéité des toitures-terrasses ou inclinées		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P84-208-1	novembre 2002
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P84-208-2	novembre 2002
NF DTU 43.6	Étanchéité des planchers intérieurs en maçonnerie par produits hydrocarbonés		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF DTU 43.6 P1-1	mars 2007
	Critères généraux de choix des matériaux	Norme homologuée NF DTU 43.6 P1-2	mars 2007
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF DTU 43.6 P2	mars 2007
	Guide à l'intention du maître d'ouvrage	Fascicule de documentation FD DTU 43.6 P3	mars 2007
44 Joints			
DTU 44.1	Étanchéité des joints de façade par mise en œuvre de mastics		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P85-210-1	février 2002
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P85-210-2	février 2002
	Guide d'emploi	Fascicule de documentation FD P85-210-3	février 2002
45 Isolation thermique			
DTU 45.1	Isolation thermique des bâtiments frigorifiques et des locaux à ambiance régulée		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P75-401-1	octobre 2001
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P75-401-2	octobre 2001
NF DTU 45.2	Isolation thermique des circuits, appareils et accessoires de -80 °C à +650 °C		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF DTU 45.2 P1-1 (Indice de classement : P75-402-1-1)	mai 2006
	Critères généraux de choix des matériaux	Norme homologuée NF DTU 45.2 P1-2 (Indice de classement : P75-402-1-2)	mai 2006

**LISTE DES NORMES-DTU ET DTU
GAMME REEF**

		Références normatives	Date de prise d'effet ou de publication
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF DTU 45.2 P2 (Indice de classement : P75-402-2)	mai 2006
51 Parquets			
DTU 51.1	Pose des parquets à clouer		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P63-201-1	février 2004
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P63-201-2	février 2004
DTU 51.11	Pose flottante des parquets et revêtements de sol contrecollés à parement bois		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P63-204-1	décembre 1997
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P63-204-2	décembre 1997
NF DTU 51.2	Pose des parquets à coller		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF DTU 51.2 P1-1	mai 2009
	Critères généraux de choix des matériaux (CGM)	Norme homologuée NF DTU 51.2 P1-2	mai 2009
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF DTU 51.2 P2	mai 2009
DTU 51.3	Planchers en bois ou en panneaux dérivés du bois		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P63-203-1-1	novembre 2004
	Critères généraux de choix des matériaux	Norme homologuée NF P63-203-1-2	novembre 2004
	Cahier des clauses administratives spéciales	Norme homologuée NF P63-203-2	novembre 2004
52 Revêtements durs			
DTU 52.1	Revêtements de sol scellés		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P61-202-1	décembre 2003
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P61-202-2	décembre 2003
DTU 26.2/52.1	Mise en œuvre de sous-couches isolantes sous chape ou dalle flottantes et sous carrelage		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P61-203	décembre 2003
53 Revêtements souples			
DTU 53.1	Revêtements de sol textiles		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P62-202-1	avril 2001
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P62-202-2	avril 2001
NF DTU 53.2	Revêtements de sol PVC collés		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF DTU 53.2 P1-1	avril 2007
	Critères généraux de choix des matériaux	Norme homologuée NF DTU 53.2 P1-2	avril 2007
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF DTU 53.2 P2	avril 2007
54 Revêtements de sol coulés			
NF DTU 54.1	Revêtements de sol coulés à base de résine de synthèse		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF DTU 54.1 P1-1	janvier 2008
	Critères généraux de choix des matériaux	Norme homologuée NF DTU 54.1 P1-2	janvier 2008
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF DTU 54.1 P2	janvier 2008
55 Parements de façade rapportés			
DTU 55.2	Revêtements muraux attachés en pierre mince		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P65-202-1	octobre 2000
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P65-202-2	octobre 2000
57 Planchers surélevés			
NF DTU 57.1	Planchers surélevés (à libre accès) – Éléments constitutifs – Exécution		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF DTU 57.1 P1-1	septembre 2007
	Critères généraux de choix des matériaux	Norme homologuée NF DTU 57.1 P1-2	septembre 2007
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF DTU 57.1 P2	septembre 2007
58 Plafonds suspendus			
NF DTU 58.1	Plafonds suspendus		
	Cahier des clauses techniques types	Norme homologuée NF DTU 58.1 P1-1	décembre 2008

**LISTE DES NORMES-DTU ET DTU
GAMME REEF**

		Références normatives	Date de prise d'effet ou de publication
	Critères généraux de choix des matériaux	Norme homologuée NF DTU 58.1 P1-2	décembre 2008
	Cahiers des clauses administratives spéciales	Norme homologuée NF DTU 58.1 P2	décembre 2008
NF DTU 58.2 Plafonds tendus			
	Cahiers des clauses techniques	Norme homologuée NF DTU 58.2 P1-1	décembre 2007
	Critères généraux de choix des matériaux	Norme homologuée NF DTU 58.2 P1-2	décembre 2007
	Cahiers des clauses administratives spéciales	Norme homologuée NF DTU 58.2 P2	décembre 2007
59 Revêtements minces			
DTU 59.1 Travaux de peinture des bâtiments			
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P74-201-1	octobre 1994
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P74-201-2	octobre 1994
DTU 59.2 Revêtements plastiques épais sur béton et enduits à base de liants hydrauliques			
	Cahier des charges	Norme homologuée NF P74-202-1	mai 1993
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P74-202-2	mai 1993
DTU 59.3 Peinture de sols			
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P74-203-1	mai 1993
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P74-203-2	mai 1993
DTU 59.4 Mise en œuvre des papiers peints et des revêtements muraux			
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P74-204-1	février 1998
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P74-204-2	février 1998
	Lexique de termes usuels	Fascicule de documentation FD P74-205	mars 1998
60 Plomberie			
DTU 60.1 Plomberie sanitaire pour bâtiments à usage d'habitation			
	Cahier des charges	Norme homologuée NF P40-201	mai 1993
DTU 60.11 Règles de calcul des installations de plomberie sanitaire et des installations d'évacuation des eaux pluviales			
		DTU P40-202	octobre 1988
NF DTU 60.2 Canalisations en fonte, évacuations d'eaux usées, d'eaux vannes et d'eaux pluviales			
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF DTU 60.2	octobre 2007
	Critères généraux de choix des matériaux	Norme homologuée NF DTU 60.2	octobre 2007
NF DTU 60.31 Canalisations en chlorure de polyvinyle non plastifié – Eau froide avec pression			
	Cahier des clauses techniques	NF DTU 60.31 P1-1	mai 2007
	Critères généraux de choix des matériaux	NF DTU 60.31 P1-2	mai 2007
NF DTU 60.32 Canalisations en polychlorure de vinyle non plastifié – Évacuation des eaux pluviales			
	Cahiers des clauses techniques	Norme homologuée NF DTU 60.32 P1-1	novembre 2007
	Critères généraux de choix des matériaux	Norme homologuée NF DTU 60.32 P1-2	novembre 2007
NF DTU 60.33 Canalisations en polychlorure de vinyle non plastifié – Évacuation d'eaux usées et d'eaux vannes			
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF DTU 60.33 P1-1	octobre 2007
	Critères généraux de choix des matériaux	Norme homologuée NF DTU 60.33 P1-2	octobre 2007
NF 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 DTU 60.5 P1-1	janvier 2008
	Critères généraux de choix des matériaux	Norme homologuée NF DTU 60.5 P1-2	janvier 2008
61 Gaz			
NF DTU 61.1 Installations de gaz dans les locaux d'habitation			
	Terminologie	Norme homologuée NF DTU 61.1 P1	décembre 2001

**LISTE DES NORMES-DTU ET DTU
GAMME REEF**

		Références normatives	Date de prise d'effet ou de publication
	Cahier des clauses techniques – Dispositions générales	Norme homologuée NF DTU 61.1 P2	décembre 2001
	Cahier des clauses techniques – Dispositions particulières hors évacuation des produits de combustion	Norme homologuée NF DTU 61.1 P3	août 2006
	Cahier des clauses techniques – Dispositions particulières à l'évacuation des produits de combustion	Norme homologuée NF DTU 61.1 P4	août 2006
	Aménagements généraux	Norme homologuée NF DTU 61.1 P5	août 2006
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF DTU 61.1 P6	août 2006
	Règles de calcul	Norme homologuée NF DTU 61.1 P7	décembre 2008
63 Vide-ordures			
DTU 63.1 Installations de vide-ordures			
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P81-201	mai 1993
64 Assainissement			
XP DTU 64.1 Mise en œuvre des dispositifs d'assainissement non collectif (dit autonome) – Maisons d'habitation individuelle jusqu'à 10 pièces principales			
	Cahier des prescriptions techniques	Norme expérimentale XP DTU 64.1 P1-1	mars 2007
	Critères généraux de choix des matériaux	Norme expérimentale XP DTU 64.1 P1-2	mars 2007
65 Chauffage			
DTU 65.3 Travaux relatifs aux installations de sous-stations d'échange à eau chaude sous pression			
	Cahier des charges	Norme homologuée NF P52-211-1	mai 1993
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P52-211-2	mai 1993
DTU 65.4 Chaufferies au gaz et aux hydrocarbures liquéfiés			
	Prescriptions techniques	DTU P52-221	février 1969
DTU 65.7 Exécution des planchers chauffants par câbles électriques enrobés dans le béton			
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P52-302-1	mai 1993
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P52-302-2	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 P52-304-1	mai 1993
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P52-304-2	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 – Règles générales de mise en œuvre			
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P52-305-1	mai 1993
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P52-305-2	mai 1993
NF DTU 65.11 Dispositifs de sécurité des installations de chauffage central concernant le bâtiment			
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF DTU 65.11 P1-1	septembre 2007
	Critères généraux de choix des matériaux	Norme homologuée NF DTU 65.11 P1-2	septembre 2007
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 P50-601-1	mai 1993
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P50-601-2	mai 1993
NF DTU 65.14 Exécution de planchers chauffants à eau chaude			
	Cahier des clauses techniques – Dalles désolidarisées isolées (Indice de classement : P52-307-1)	Norme homologuée NF DTU 65.14 P1	juillet 2006
	Cahier des clauses techniques – Autres dalles que les dalles désolidarisées isolées (Indice de classement : P52-307-2)	Norme homologuée NF DTU 65.14 P2	septembre 2006
	Cahier des clauses spéciales – Dalles désolidarisées isolées et autres dalles (Indice de classement : P52-307-3)	Norme homologuée NF DTU 65.14 P3	septembre 2006
68 Ventilation			
DTU 68.1 Installations de ventilation mécanique contrôlée			
	Règles de conception et de dimensionnement	Norme expérimentale XP P50-410	juillet 1995

**LISTE DES NORMES-DTU ET DTU
GAMME REEF**

		Références normatives	Date de prise d'effet ou de publication
DTU 68.2	Exécution des installations de ventilation mécanique		
	Cahier des clauses techniques	Norme homologuée NF P50-411-1	mai 1993
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P50-411-2	mai 1993
70	Installations électriques		
DTU 70.1	Installations électriques des bâtiments à usage d'habitation		
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P80-201-2	mai 1998
75	Ascenseurs		
DTU 75.1	Principes d'établissement du programme d'ascenseurs dans les bâtiments à usage d'habitation		
	Principe d'établissement du programme d'ascenseurs dans les bâtiments à usage d'habitation	DTU P82-001	octobre 1978
90	Équipement de cuisine		
DTU 90.1	Travaux d'équipement de cuisine (blocs-évier et éléments de rangement)		
	Cahier des charges	Norme homologuée NF P42-201-1	mai 1993
	Cahier des clauses spéciales	Norme homologuée NF P42-201-2	mai 1993

**LISTE DES NORMES-DTU ET DTU
RÈGLES ET MÉTHODES DE CALCUL**

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.

Charpentes en alliage d'aluminium

Règles AL	Règles de conception et de calcul des charpentes en alliages d'aluminium	DTU P22-702	juillet 1976
-----------	--	-------------	--------------

Béton armé

Règles BAEL 91 révisées 99	Règles techniques de conception et de calcul des ouvrages et constructions en béton armé suivant la méthode des états limites	DTU P18-702	mars 1992
----------------------------	---	-------------	-----------

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	DTU P18-703	avril 1992
----------------	---	-------------	------------

Maçonnerie

DTU 20.1	Ouvrages en maçonnerie de petits éléments – Parois et murs – Partie 2 : Règles de calcul et dispositions constructives minimales	Norme expérimentale P10-202-2	avril 1994
----------	--	-------------------------------	------------

Charpentes en bois

Règles CB 71	Règles de calcul et de conception des charpentes en bois, dites Règles CB 71	DTU P21-701	mars 1971
--------------	--	-------------	-----------

Constructions métalliques

Règles CM	Règles de calcul des constructions en acier	DTU P22-701	décembre 1966
-----------	---	-------------	---------------

Feu

Règles FB	Méthode de prévision par le calcul du comportement au feu des structures en béton	Norme expérimentale P92-701	décembre 1993
Règles FA	Méthode de prévision par le calcul du comportement au feu des structures en acier – Annexe : méthodologie de caractérisation des produits de protection	Norme expérimentale P92-702	décembre 1993
Règles BF 88	Méthode de justification par le calcul de la résistance au feu des structures en bois	DTU P92-703	janv.- fév. 1988
Règles FPM 88	Méthode de prévision par le calcul du comportement au feu des poteaux mixtes (acier + béton)	DTU P92-704	septembre 1988

Fondations superficielles

DTU 13.12	Règles pour le calcul des fondations superficielles	DTU P11-711	mars 1988
-----------	---	-------------	-----------

Cheminées

	Règles et processus de calcul des cheminées fonctionnant en tirage naturel	DTU P 51-701	décembre 1975
--	--	--------------	---------------

Neige

Règles N 84	Actions de la neige sur les constructions	DTU P06-006	février 2009
-------------	---	-------------	--------------

Neige et vent

Règles NV 65	Règles définissant les effets de la neige et du vent sur les constructions et annexes	DTU P06-002	février 2009
--------------	---	-------------	--------------

Plomberie

DTU 60.11	Règles de calcul des installations de plomberie sanitaire et des installations d'évacuation des eaux pluviales	DTU P40-202	octobre 1988
-----------	--	-------------	--------------

LISTE DES NORMES-DTU ET DTU RÈGLES ET MÉTHODES DE CALCUL

Sécurité des constructions

Justification par le calcul de la sécurité des constructions – Règles de calcul des constructions en éléments à parois minces en acier DTU P22-703 décembre 1978

Séismes

Règles PS 92	Règles de construction parasismique – Règles PS applicables aux bâtiments dites Règles PS 92	Norme homologuée NF P06-013	décembre 1995
Règles PS-MI 89 révisées 92	Règles de construction parasismique – Construction parasismique des maisons individuelles et des bâtiments assimilés	Norme homologuée NF P06-014	mars 1995

Thermique

Réglementation thermique 2005 (règles de calcul non DTU)

Méthode de calcul : Règles Th-CE

Règles d'application Th-Bât : Th-I, Th-S, Th-U.
Les Th-U sont composées de fascicules : Coefficient U bât, Matériaux, Parois vitrées, Parois opaques, Ponts thermiques

BIBLIOGRAPHIE

ABRÉVIATIONS ET NORMES DE BASE

Normes AFNOR (1996)	
Normes CSTB (1996)	
<i>Le goût de la représentation - Association entre projection orthogonale et perspective,</i>	A. Cantafora, C. Prélaz (Cours au département d'architecture de l'École Polytechnique Fédérale de Lausanne).
<i>Dessin technique et travaux publics et de bâtiment,</i>	G. Kiénert et J. Pelletier (Eyrolles, 1988).
<i>Le dessin d'architecte,</i>	J.-C. Lebrahar (Parenthèses, 1983).
<i>La perspective pas à pas,</i>	J.-C. Ludi (Dunod, 1989).
<i>La perspective comme forme symbolique,</i>	E. Panofsky (Editions de Minuit, 1975).
<i>Architecture gothique et pensée scolastique,</i>	E. Panofsky (Editions de Minuit, 1981).
<i>Les dix livres d'architecture de Vitruve,</i>	Ch. Perrault (Pierre Mardaga, 1979).
<i>Disegno e progettazione,</i>	M. Pettrignani (Dedalo Libri, 1967).
<i>Bauzeichnung und Darstellungstechnik</i>	
<i>Working and design drawings</i>	
<i>Dessin d'architecture et technique de représentation,</i>	R. Prenzel (Karl Krämer Verlag, 1982).
<i>Géométrie pour architectes - Représentation des surfaces,</i>	A.-F. Rugg (Cours au département d'architecture de l'E.P.F. de Lausanne).
<i>Dessin et architecture du Moyen-Age au XVIII^e siècle,</i>	(École Nationale Supérieure des Beaux-Arts, Ministère de la Culture et de la Communication, 1980).
<i>Le dessin de la façade, R. Vitali,</i>	A. Vitali (Vitali e Ghianda, Dunod, 1980).

MESURES DE BASE ET PROPORTIONS

<i>L'architecture et l'art de bien bâtir,</i>	L.-B. Alberti, 10 vol. (trad. française J. Martin, 1953).
<i>De la synthèse de la forme,</i>	C. Alexander (Dunod, 1977).
<i>À propos de ... la représentation graphique</i>	
<i>À propos de ... la proxémie, les dimensions,</i>	F. Aubry, P. Supric, Cahiers d'information de la 1 ^{re} année du département d'architecture de l'E.P.F. de Lausanne.
<i>L'empire des signes,</i>	R. Barthes, Champs (Flammarion, 1970).
<i>Histoire de l'architecture moderne,</i>	L. Benevolo, Dunod (1979).
<i>Le Corbusier et Pierre Jeanneret, œuvre complète,</i>	Tome 4 1938-1946, W. Boesiger (Artémis, 1970).
<i>Essai sur l'art,</i>	E.-L. Boullée, (J.-M. Proust de Montclos, 1968).
<i>Précis des leçons d'architecture données à l'école royale polytechnique,</i>	J.-N.-L. Durand (Nerslingen, A. UHL, 1981).
<i>L'architecture et la règle,</i>	J.-P. Eperon (Architecture + Recherche, Pierre Mardaga, 1981).
<i>La forme et le sens,</i>	J.-L. Ferrier (Méditations, Denoël-Gonthier, 1969).
<i>La psychologie de l'espace,</i>	G.-N. Fischer, "Que sais-je ? ", (P.U.F., 1981).
<i>Espace, temps, architecture,</i>	S. Giedion (Denoël, 1990).
<i>La dimension cachée,</i>	E.-T. Hall (Éditions du Seuil, 1971).
<i>Pädagogisches Skizzenbuch,</i>	P. Klee (1965).
<i>Le Modulor,</i>	Le Corbusier (Denoël-Gonthier, 1977).
<i>Vers une architecture,</i>	Le Corbusier (Arthaud, 1977).
<i>La production de l'espace,</i>	H. Lefebvre (Anthropos, 1974).
<i>La signification dans l'architecture occidentale,</i>	Ch. Norberg-Schulz (Pierre Mardaga, 1977).
<i>Logique et connaissance scientifique,</i>	Sous la direction de J. Piaget (Encyclopédie la Pléiade, Gallimard, 1967).
<i>Les mécanismes perceptifs,</i>	Sous la direction de J. Piaget (Que sais-je ? P.U.F., 1975).
<i>Épistémologie et instrumentation en sciences humaines,</i>	J.-P. Pourtois et H. Desmet (Pierre Mardaga, 1988).
<i>Traité théorique et pratique de l'art de bâtir,</i>	J. Rondelet, 3 vol. (1830).
<i>Théories et histoire de l'architecture,</i>	M. Tafuri (SADG, 1976).
<i>De la forme au lieu,</i>	P. von Meiss (Presses polytechniques et universitaires romandes, 1993).
<i>Saper vedere l'architettura,</i>	B. Zevi (Einaudi, 1956).

CONCEPTION

- L'architecture et l'art de bien bâtir,*
Marchés de maîtrise d'œuvre dans la construction publique,
La science des ingénieurs,
L'architecture création collective,
L'eau dans l'Antiquité,
Figures de la conception architecturale,
L'architecture pratique,
Les exigences humaines,
Cours d'architecture,
Esquisse d'une théorie de la pratique,
La planification potentiels - tâches et son application
au bâtiment,
Tempo e progetto,
La responsabilité des constructeurs,
Mémento de l'urbanisme,
Histoire de l'architecture,
Sciences et bâtiment - La démarche scientifique appliquée à
la construction,
Construire en acier, guide de conception et de réalisation
L'architecture des ingénieurs,
L'homme et l'adaptation au milieu,
Deux essais sur la construction,
Machinisme et bien-être,
Pratique du droit de l'urbanisme,
L'homme, l'architecture et le climat,
Précis d'ergonomie,
Mémento des marchés publics,
Le permis de construire,
Droit de l'urbanisme,
L'architecture considérée sous le rapport de l'art,
des mœurs et de la législation,
Structures et formes,
Le manuel du permis de construire,
L'architecture sensible,
Construire pour survivre,
Système logique de l'architecture,
Implantations, tracés, nivellement, relevés,
La pratique du permis de construire,
Pour une anthropologie de la maison,
La topographie pratique,
La sous-traitance dans la construction,
Architecture et humanisme,
Vocabulaire critique du droit de l'urbanisme à l'usage des
constructeurs, des urbanistes et des collectivités,
De l'ambiguïté en architecture,
Prévenir pour construire,
Dicobat, dictionnaire général du bâtiment,
Bâtir, manuel de la construction,
Le langage moderne de l'architecture,
Construire en béton,
- 10 vol., L.-B. Alberti, trad. française J. Martin (1553).
 D. Bouchon (Le Moniteur, 1996).
 B. Bélior, de Forest (1739 et 1830).
 J. Belmont (Les Editions Ouvrières, 1980).
 J. Bonnin (Eyrolles, 1984).
 Ph. Boudon, F. Pousin (Dunod, 1988).
 P. Bullet (1691, Fac similé 1973.).
 G. Blachère (REEF, Sciences du bâtiment, 1974).
 F. Blondel (1698).
 P. Bourdieu (Droz, 1972).
 J.-P. Bousquet, A. Bousquet (Eyrolles, 1981).
 E. Calvi (A. Guerini, 1991).
 A. Caston (Le Moniteur, 1996).
 P. Châteaurenaud (Le Moniteur, 1995).
 A. Choisy (Librairie Georges Baranger, 1929).
 P. Chemillier (CSTB).
 (Le Moniteur, 1993).
 S. Deswarte et B. Lemoine (Le Moniteur, 1980).
 R. Dubos (Payot, 1973).
 A. Dupire, B. Hamburger, J.-C. Paul, J.-M. Savignot, A. Thiebaut
 (Architecture, P. Mardaga, 1981).
 J. Fourastier (Éditions de Minuit, 1962).
 P. Gérard (Eyrolles, 1995).
 B. Givoni (Le Moniteur, 1978).
 E. Grandjean (Éditions d'organisation, 1983).
 M. Guibal (Le Moniteur, 1996).
 D. Labetoulle, Coll. Que sais-je ? (P.U.F.).
 J.-P. Lebreton (P.U.F., 1993).
 C.-N. Ledoux (Nordlingen, 1981).
 M. Mimram (Dunod, 1983).
 Ministère de l'Environnement et du Cadre de vie, Direction de
 l'urbanisme et des paysages (1981).
 C. Moore, G. Allen (Dunod, 1981).
 R. Neutra (Casterman, 1971).
 Ch. Norberg-Schulz (Pierre Mardaga, 1987).
 E. Olivier (Entreprise moderne d'édition, 1976).
 M. Ricard, (Le Moniteur, 3^e édition, 1991).
 A. Rapoport (Dunod, 1972).
 J. et E. Revault (Encyclopédie universelle J.B. Baillière, 1968).
 B. Sablier (Le Moniteur, 1993).
 M. Tafuri (Dunod, 1981).
 J.-F. Tribillon (Éditions de la Villette, 1985).
 R. Venturi (Dunod, 1996).
 N. Victor-Belin (Le Moniteur, 1996).
 J. de Vigan (Arcature, 1990).
 R. Vittone (Presses polytechniques et universitaires romandes,
 1996).
 B. Zevi (Dunod, 1991).
 R. Walter (Presses polytechniques et universitaires romandes,
 1993).

- Dialogues sur l'invention Roland Simounet :*
Questions d'architecture,
L'architecture moderne depuis 1900,
Construire en bois : Atlas de Construction,
25 maisons en bois,
Construire avec le bois,
Couleurs de la France - Série « Couleur »,
Construire parasismique :
Risque sismique, conception parasismique des bâtiments,

- R. Klein (Le Moniteur, 2005).
 W. J. R. Curtis (Le Moniteur, 2004).
 T. Herzog, J. Natterer, R. Schweitzer, M. Volz, W. Winter
 (Presses polytechniques et universitaires romandes 2005).
 D. Gauzin-Müller (Le Moniteur, 2003).
 D. Gauzin-Müller (Le Moniteur, 1999).
 J.-P. Lenclos, D. Lenclos (Le Moniteur, 2003).
 M. Zacek (Éditions Parenthèses, 1998).

MISE EN ŒUVRE

- Résistance des matériaux appliquée,*
Dictionnaire technique du bâtiment et des travaux publics,
Initiation au béton armé,
Pratique du calcul de la résistance au feu du béton armé,
Dictionnaire pour les travaux publics, le bâtiment et
l'équipement des chantiers de construction,
Gérer la qualité de la construction,
Ossatures des bâtiments,
Pratique des matériaux industriels, propriétés, choix, utilisation,
Construire en terre,
Béton de terre,
Guide pratique de charpente métallique,
Formulaire du béton armé,
Gros œuvre,
La technique du bâtiment tous corps d'état,
Résistance des matériaux,
Résistance des matériaux,
Procédés généraux de construction,
Vocabulaire de l'architecture,
Pratique de la construction des bâtiments,
Calcul des structures métalliques selon l'Eurocode 3,
La construction,
Les maçonneries,
Maîtrise du B.A.E.L. 91 et des DTU associés,
Précis de calcul béton armé,
La maîtrise d'ouvrage bâtiment et ses partenaires,
Réussir la qualité dans la construction,
La construction des bâtiments,
Construction en terre,

- M. Albigès, A. Coin (Eyrolles, 1986).
 M. Barlier et al. (Eyrolles, 1990).
 J.-M. Bouchart et al. (Eyrolles, 1991).
 J.-P. Boutin (Eyrolles, 1983).
 H. Bucksch (Eyrolles, 9^e édition, 1982).
 Club construction et qualité (Eyrolles, 1993).
 A. Coin (Eyrolles, 1992).
 M. Colombié (Dunod, 1993).
 Craterre (Librairies alternatives et parallèles, 1979).
 Cahier du CSTB n° 81 (1950).
 R. Daussey (Eyrolles, 1993).
 V. Davidovici, 2 vol. (Le Moniteur, 1996).
 3 vol, J. Delefosse, J. Venien (Eyrolles 1990).
 H. Duthu (Le Moniteur, 1994).
 2 vol., A. Giet, L. Geminard (Dunod, 1969).
 M. Kerguignas, G. Caignaert (Dunod, 1988).
 J. Mathivat et al. (Eyrolles 1992).
 (Ministère des affaires culturelles, 1972).
 M. Mittag (Eyrolles, 1987).
 J. Morel (Eyrolles, 1994).
 J. Nortier (Delta, 1983).
 E. Olivier (Entreprise moderne).
 J. Perchat, J. Roux (Eyrolles, 1994).
 H. Renaud, J. Lamirault (Dunod, 1989).
 J. Riva, M. Frenot (Eyrolles, 1996).
 Socotec (Le Moniteur, 1991).
 J. Turaud (Le Moniteur, 1988).
 Unité pédagogique d'architecture de Grenoble (Institut de
 l'Environnement, 1975).

- Construction en bois :*
Matériau, technologie et dimensionnement,

- J. Natterer, J.-L. Sandoz, M. Rey (Presses polytechniques et
 universitaires romandes, 2004).

- Anatomie de l'enveloppe des bâtiments,*

- D. Bernstein, J.-P. Champetier, C. Simonin-Adam,
 T. Vidal (Le Moniteur).

ÉCOLOGIE ET DÉVELOPPEMENT DURABLE

- Management pour une construction durable,*

- Afnor (Le Moniteur, 2003).

BIBLIOGRAPHIE

- Enjeux du développement urbain durable,*
Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques,
Architecture écologique,
25 maisons écologiques,
Systèmes énergétiques : offre et demande d'énergie : méthodes d'analyse,
Installations solaires thermiques,
Énergie solaire photovoltaïque,
Le photovoltaïque pour tous,
- Da Cunha, J.-P. Leresche, S. Nahrath (Presses polytechniques et universitaires romandes, 2005).
 A. De Herde, A. Liébard (Le Moniteur, 2006).
 D. Gauzin-Müllier (Le Moniteur, 2001).
 D. Gauzin-Müller (Le Moniteur, 2005).
 G. Sarlos, P. Verstraete et P.-A. Haldi (Presses polytechniques et universitaires romandes 2003).
 Dr F. A. Peuser, K.-H. Remmers, M. Schnauss (Le Moniteur, 2005).
 A. Labouret, M. Villos (Le Moniteur, 2005).
 A. Falk, C. Dürschner, K.-H. Remmers (Le Moniteur, 2006).

DÉTAIL DE CONSTRUCTION

- Détails de construction,*
La construction du bâtiment : maçonnerie et béton armé,
La maçonnerie sans fard : méthodes récentes de maçonneries apparentes,
Dachatlàs - Geneigte Dächer,
Injection des sols,
Contribution à l'étude du rabattement des nappes aquifères,
Forages et sondages,
Géotechnique de l'ingénieur et reconnaissance des sols,
Façades lourdes,
Joints,
Les revêtements de façade,
Les revêtements extérieurs des constructions à ossatures bois,
Les cheminées,
Règles de calcul et de conception des charpentes en bois,
Nouvelles constructions de cheminées,
Cheminées,
Traité de couverture et d'évacuation des eaux pluviales,
Techniques françaises des façades légères,
Conception des structures en bois lamellé-collé,
Pieux et fondations sur pieux,
Traité des matériaux de construction,
La technique du bâtiment tous corps d'état,
Le marbre,
La pratique des sols et fondation,
Technique des toitures et éléments de couverture - ferblanterie,
Les charpentes en bois,
Le bois dans la construction,
Les assemblages des ossatures et charpentes en bois
Construction - Entretien - Restauration,
Couvertures toitures - terrasses,
L'ordre de la brique,
Altération des calcaires et des grès utilisés dans la construction,
Construire une cheminée,
- H. Banz (K. Kramer Verlag, 1979).
 G. Baud (Spes, Vevey et Educative, 1981).
 D. Berstein, J.-P. Champetier, F. Pfeiffer (Le Moniteur, 1982).
 W. Brennecke, H. Folkerts, F. Haferland, F. Hart (Institut für Internationale Architektur Dokumentation München, 1975).
 2 vol.
 H. Cambefort (Eyrolles, 1964).
 H. Cambefort (Eyrolles, 1971).
 H. Cambefort (Eyrolles, 1971).
 CATED (Documentation française du bâtiment, 1979).
 CATED (Documentation française du bâtiment, 1982).
 CATED (Documentation française du bâtiment, 1981).
 CATED (Documentation française du bâtiment, 1984).
 CATED (Documentation française du bâtiment, 1981).
 6^e édition, Règles C.B 71 - juin 1984 (1991).
 M. Cennette (Léonce Laget).
 (Syros Alternatives).
 H. Charlent (Dunod, 1988).
 CIMUR (Eyrolles, 1965).
 D. Daguzé (Eyrolles, 1992).
 Z. Davidian (Eyrolles).
 Duriez (Dunod, 1962).
 H. Duthu (Le Moniteur, 1994).
 Fédération marbrière de France (Eyrolles).
 G. Filliat (Le Moniteur, 1981).
 C. Gaillard (Salubritas, Athenaz, 1973).
 Y. Gasc, R. Delporte, Y. Praly, 14^e édition (Eyrolles, 1989).
 D. Gauzin-Müller (Le Moniteur, 1990).
 M. Gerner (Eyrolles, 1995).
 2^e édition, Guide Véritas (Le Moniteur, 1996).
 A. Guilheux, ENS des Beaux-Arts, Architecture + Recherche (P. Mardaga, 1985).
 Iniguez Herrero (Eyrolles, 1967).
 O. Laederich, Y. Lecoffre (Le Moniteur, 1991).

BIBLIOGRAPHIE

- Pathologies des fondations : les fondations superficielles, les fondations profondes,*
Toits et charpentes en bois
Géométrie appliquée - Dessin des toits - Dessin des charpentes,
Le tirage des cheminées à feu couvert,
Construire et rénover la charpente et la toiture,
Pratique de la construction des bâtiments, Aide-mémoire encyclopédique à l'usage des ingénieurs, architectes, entrepreneurs,
Manuel des toits plats,
Technologie de la pierre de taille,
Compatibles - incompatibles ou comment associer les matériaux de construction,
Les maçonneries,
Essais de maçonnerie armée en Belgique,
Moderne Euker an Fassade und Dach,
Oriels d'aujourd'hui,
Technologie de la construction des bâtiments,
La céramique de A à Z,
Problèmes pratiques de mécanique des sols et de fondation,
Les produits de terre cuite,
La brique et le projet architectural au XIX^e siècle,
Mécanique des sols appliquée aux travaux publics et au bâtiment,
Les dallages en béton sur terre-plein,
Publications techniques,
Construire en acier,
La brique,
Gaines et conduites,
- L. Logeais (Annales ITBTP, 1971).
 4^e édition, W. Mannes (1990).
 J. Louvière (Ch. Massin).
 3^e édition, T. Margueritat (Eyrolles, 1989).
 M. Mittag (Eyrolles, 1987).
 K. Moritz (Dunod, 1967).
 P. Noël (Société de diffusion des techniques du bâtiment et des travaux publics).
 F. Offenstein (Le Moniteur, 1988).
 E. Olivier (Entreprise moderne).
 O. Pfeffermann (Fifth International brick masonry conference, Washington, 1979).
 K. Pracht (Deutsche Verlags-Anstalt GmbH, 1980).
 K. Pracht (Deutsche Verlags-Anstalt GmbH, 1980).
 J. Puttati (Eyrolles, 1979).
 J. Rigaud (Septima, 1980).
 2 vol. G. Sanglerat et al., (Dunod, 1983).
 J. Sigg (Septima, 1991).
 D. Treiber et al., ENS des Beaux-Arts (1984).
 K. Terzaghi (Dunod, 1961).
 Règles professionnelles de l'Union Nationale de la Maçonnerie (SEBTP, 1975).
 Veras.
 (Le Moniteur, 1993).
 B. Butterworth (1949).
 (Le Moniteur).

CHAUFFAGE ET VENTILATION

- Le chauffage et l'eau chaude sanitaire dans les logements anciens,*
Le chauffage électrique en habitat neuf ou existant,
Traité du bâtiment - Chauffage - Ventilation - Climatisation,
Les économies d'énergie,
Votre chauffage central,
Le choix et l'installation d'une pompe à chaleur,
350 questions pratiques de gaz naturel dans le bâtiment,
Le chauffage des habitats,
La pratique de l'eau,
Guide de la régulation,
Le nouveau Pohlmann, manuel technique du froid,
Manuel pratique du génie climatique,
Traité de chauffage et de climatisation,
Traité de chauffage et de climatisation,
- ANAH (Le moniteur, 1981).
 CATED (Documentation française du bâtiment).
 D. Couillard et R. Bouige (Eyrolles, 1984).
 P.-L. Debomy, Legibat (Eyrolles, 1980).
 G. Deutsch (Le Moniteur, 1981).
 2^e édition, P. Javault, G. Largier (Eyrolles, 1982).
 4^e édition, Legibat (Le Moniteur, 1994).
 A. Missenard, "Que sais-je ?" n° 249 (P.U.F., 1965).
 2^e édition, Permo (Le Moniteur, 1994).
 (Pyc).
 (Pyc, 1983).
 Recknagel, Sprenger, (Pyc, 1980).
 Rietschel, Raiss (Denoël, 1982).
 Tome 1, H. Rietschel, W. Raiss (Dunod, 1973).
 Tome 2, H. Rietschel, W. Raiss (Dunod, 1974).

BIBLIOGRAPHIE

ISOLATION - PROTECTION

- L'isolation acoustique des logements anciens,* ANAH (Eyrolles, 1986).
Sonorisation professionnelle, Exploitation, matériels, application, 2^e 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, 2^e 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).
Acoustique de l'habitat M. Chagué (Le Moniteur).

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. Dérivé, P. Chauvel (Eyrolles, 1968).
Lighting for architecture, W. M.C. Lam, an architectural Record Reprint.
Alvar aalto, 2^e édition K. Fleig traduction française H.R. van der Mühler.
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, 8^e 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).
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, 8^e 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. Aloï (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, 3^e 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).

BIBLIOGRAPHIE

- L'escalier en bois,*
Escaliers en bois. Epures et tracés,

- J. Martin (H. Vial).
R. Roy (Eyrolles, 1978).

JARDINS ET PAYSAGES

- L'art des jardins. Traité général,*
Neue Gärten,
L'homme et ses jardins,
Le jardin sur mesure,
Le jardin en mouvement,
Jardins Labyrinthes,
Du jardin au paysage urbain,
L'art des jardins,
Éléments de théorie de l'architecture,
A gardener's testament,
Wood and garden,
L'amour des jardins,
Garden design : history, principles, elements, practice,
Paysages,
L'aménagement des espaces verts,
Parcs et jardins remarquables,
L'ornement de jardin, histoire et pratique,
Orangeries, splendeurs et métamorphoses,
Landscape architecture,
Petit traité du jardin en ville,
Bibliographie de l'art des jardins,
Revivre à la campagne,
Couleur, lumière, paysage - Instants d'une pédagogie,
Rencontres Patrimoine industriel et paysage,
Aménager les espaces publics,
Le sauvage et le régulier.
Art des jardins et paysagisme en France au XX^e siècle,
La lumière et le paysage,

- E. André (Laffite reprints, 1879).
E. Baumann (Girsberger, 1955).
Benoist-Mechin (Albin Michel, 1975).
H.-L. Boyer (Le Moniteur, 1980).
G. Clément (Pandora, 1990).
H. Dufour (B. Grasset, 1985).
J.-C. Forestier (Picard, 1994).
G. Gromort (1983).
Tome 4, J. Guadet.
G. Jekyll (Antique collectors' club, 1982).
G. Jekyll (Antique collectors' club, 1981).
B. et R. Kayser, (Arléa, 1986).
W. Lake Douglas et al. (Mac Donald, 1984).
L. Leblanc (Le Moniteur, 1993).
Ministère de l'Équipement - Service technique de l'urbanisme (Le Moniteur, 1991).
Ministère de l'Équipement - Direction de l'architecture et urbanisme (1993).
G. Plumtre (Thames & Hudson, 1989).
S. Saudan-Skira (Le 7^e Fou, 1994).
J.-O. Simonds (Mac Graw Hill, 1961).
J.-L. Vincendeau (Desclée de Brouwer, 1993).
E. de Ganay (Union des arts décoratifs, 1989).
J. Seymour (Edita Vilo, 1976).
B. Lassus (Éditions du patrimoine, 2004).
Association Château des Forges-Pesmes (2001).
A. Boyer, É. Rojat-Lefebvre (Le Moniteur, 1994).
J.-P. Le Dantec (Le Moniteur, 2002).
R. Narboni (Le Moniteur, 2003).

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. European 89, M. Eleb-Vidal (Ministère de l'Équipement, du Logement, des Transports et de la Mer, 1989).
M. Eleb-Vidal et al. (P. Mardaga, 1988).
J. Guadet.
J.-E. Havel, "Que sais-je ?" (P.U.F., 1985).
J.-L. Millot (Promoca, 1977).

BIBLIOGRAPHIE

Grundrissatlas : Wohnungsbau,
La maison sur mesure,

F. Schneider (Basel, 1994).
J. Tournus (Maison française, Maison individuelle, 1977).

PISCINES

Deux siècles d'architecture sportive à Paris : piscine, gymnase, Aquatic buildings Bäderbauten, Équipements sportifs et socio-éducatifs, Les piscines, Les piscines. Conception, réalisation, exploitation, Architectures des sports, Swimming Pools, Piscines, équipements nautiques, Des architectures pour mieux vivre, Délégation artistique de la ville de Paris, 1984.
D. Fabian (G. Callwey, 1970).
France, Ministère de la Jeunesse et des Sports (Le Moniteur, 1993).
Ministère de la Jeunesse et des Sports - AFDES (Le Moniteur, 1986).
France, Ministère de la Jeunesse et des Sports, 1978.
M. Gaillard (Le Moniteur, 1981).
Ph. Perkins (Elsevier Applied Science).
S. Roché-Soulié, S. Roulet (Le Moniteur, 1992).
Direction M. Schofield (Le Moniteur, 1980).

HABITATS DE LOISIRS

Recherches sur l'architecture des loisirs, Architecture hôtelière et de loisirs, G. Candilis (Eyrolles, 1973).
J. Robinson (Le Moniteur, 1978).

TYPES DE LOGEMENTS

Housing in Europa, prima parte : 1900-1960, Hill housing - A comparative study, Recherche pour un habitat personnalisé, Le logement collectif, La vivienda racional. Ponencias de los congresos del CIAM 1929-1930, L'architecture moderne en France. Maisons les plus remarquables des principales villes des départements, La maison qui grandit avec la famille, Pessac de Le Corbusier, L'immeuble et la parcelle, Les habitations ouvrières en tous pays, Zones d'habitat - Ville - Banlieue - Environs, 100 plans types de constructions urbaines, Architectes de Favelas, Le logement social à Paris 1850-1930. Les H.B.M., Penser l'habité, L'architecture mobile, La construction privée à la fin du XIX^e siècle. Hôtels et maisons de Paris, Une Europe en construction, Les nouveaux ensembles d'habitation et leur environnement, Derniers domiciles connus, enquête sur les nouveaux logements 1970-1990, L'habitat évolutif, Évolution des modes de vie et architecture du logement, AAVV (L. Parma, 1978).
D. Abbott, K. Pollet.
Atelier Trois (Vuarnesson et al.) (Eyrolles, 1971).
F. Arnold (Le Moniteur, 1996).
C. Aymonino (G. Gill SA, 1973).
F. Barqui (Noblet et Baudry, 1871).
A. Berty, J.-P. Decourcelles (Dossier Mult, 1984).
P. Boudon (Dunod, 1969).
A. Brauman, M. Culot et al. (AAM, 1982).
E. Cacheux (C. Béranger, 1903).
H. Deilmann et al. (Eyrolles, 1980).
H. Deverin (C. Massin, 1910).
D. Drummond (Dunod, 1981).
M.-J. Dumont (Mardaga, 1991).
M. Eleb-Vidal, A.-M. Chatelet, T. Mandoul (P. Mardaga, 1990).
Y. Friedman (Casterman, 1970).
P. Gelis-Didot et T. Lambert.
R.-H. Gerrand (La découverte, 1992).
B. Lamy (Centre de sociologie urbaine, 1971).
J.-M. Léger (Créaphis, 1990).
M. Periañez (Plan de construction et architecture, 1993).
(Plan de construction et architecture, 1993).

BIBLIOGRAPHIE

RÉHABILITATION

Sécurité et responsabilité en réhabilitation, Réhabiliter et entretenir un immeuble ancien point par point, Restauration des anciennes maçonneries, Techniques de l'architecture ancienne : construction et restauration, Le ravalement, Restauration des façades en pierre de taille, Guide de la maintenance des bâtiments, Réhabilitation et maintenance, Réhabilitation des bâtiments, ANAH (Le Moniteur, 1994).
2^e édition, ANAH (Le Moniteur, 1993).
R. Chaise (Eyrolles, 1984).
Y.M. Froidevaux (P. Mardaga, 1985).
M. Laurent, F. Virolleaud (Le Moniteur, 1990).
J.-M. Laurent (Eyrolles, 1994).
J. Perret (Le Moniteur, 1995).
3^e édition, Guide Veritas (Le Moniteur, 1993).
Pascale Joffroy (Le Moniteur, 1999).

ÉTABLISSEMENTS SCOLAIRES

Enseignement supérieur
Garderie - Auberges de jeunesse
La noblesse d'état : grandes écoles et esprit de corps, Edifici per l'istruzione, Pour l'université avant, pendant et après 68, Éléments et théorie de l'Architecture, Constructions scolaires et universitaires, Pour sauver l'université, Paris à l'école, "qui a eu cette idée folle...", Aide-mémoire pour la conception des écoles élémentaires à Paris, Scuole asili d'infanzia, L'école et les collectivités locales, The new school, Université et société aux États-Unis, L'Europe des universités, Géographie des ensembles universitaires en Europe occidentale, Campus, an american planning tradition, Programme architecture nouvelle. Résultats de la session "l'université et la ville", Écoles économes en énergie : 38 projets, Les équipements scolaires : concevoir, construire, utiliser, Ville Architecture Université, P. Bourdieu (Editions de Minuit, 1989).
P. Carbonara (A. Vallardi, 1947).
P.-H. Chombard de Lauwe (Payot, 1968).
J. Guadet.
C. Rambert (Vincent, Fréal et Cie, 1955).
L. Schwartz (Seuil, 1983).
Direction A.-M. Châtelet (Pavillon de l'Arsenal, Picard, 1993).
Direction de l'Architecture (Ville de Paris, 1985).
G. Minnucci (U. Hoepli, 1936).
J.-P. Muret, Guide technique juridique (Le Moniteur, 1992).
A. Roth (Girsberger, 1950).
A. Touraine (Seuil, 1972).
S. Vassal (Paradigme, 1988).
S. Vassal (Thèse d'état, 1987).
P. Venable Turner (The Mit Press, 1987).
(Mette plan construction et architecture, 1991).
(Le Moniteur, 1984).
(Le Moniteur, 1983).
Ministère de l'Éducation nationale, de la Recherche et de la Technologie (Le Moniteur, 1998).

LABORATOIRES

A guide to laboratory design, K. Everett et D. Hughes (Butterworths reprinted with additions, 1981).

BIBLIOTHÈQUES - BUREAUX - BANQUES

Immeubles de bureaux, Construire une bibliothèque universitaire. De la conception à la réalisation, M. Bédarida, M. Milatovic' (Le Moniteur, 1991).
M.-F. Bisbrouck, D. Renoult (Éditions du Cercle de la Librairie, 1993).

BIBLIOGRAPHIE

La bibliothèque dans la ville : concevoir, construire, équiper / avec 20 réalisations récentes,

Construction et aménagement des bibliothèques, Mélanges, Organiser et concevoir des espaces de travail,

Un espace pour le livre : guide à l'intention de tous ceux qui créent, aménagent ou rénovent une bibliothèque,

Bibliothèques dans la cité,

Éléments et théorie de l'architecture,

Créer des espaces de bureau,

Bibliotheksneubauten in der Bundesrepublik Deutschland 1968-1983,

Des architectures pour mieux vivre,

Planning and Design of library buildings,

Les bibliothèques : tradition et mutation,

Sous la direction de M.-F. Bisbrouck, Ministère de la Culture, direction du livre et de la lecture (Le Moniteur, 1985).

J. Bleton (Cercle de la Librairie, 1986).

P.-H. Dejean, J. Pretto, J.-P. Renouard (ANACT, 1988).

J. Gascuel (Cercle de la librairie, 1984).

Sous la direction de G. Grunberg (Le Moniteur, 1996).

J. Guadet (1909).

P. Magni (Strafor/Nathan, 1990).

H. von Ralf Puhrott, G. Liebers, F.-H. Philipp (Klostermann, 1983).

sous la direction de M. Schofield (Le Moniteur, 1980).

G. Thompson (Butterworth architecture, 1989).

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,

Le passage. Histoire d'un type architectural,

W. Benjamin.

J.-F. Geist (P. Mardaga, 1990).

COMMERCES

Designing to sell : a complete guide to retail store planning and design,

Shopping centers, retail development, design and management,

Les grands magasins. Des origines à 1939,

Centre commerciaux,

V. Barr, C. Braudy (Mac Graw Hill, 1986).

N. Beddington (Butterworth architecture, 1991).

B. Marrey (Picard, 1979).

P. Manger (Le Moniteur, 1991).

ATELIERS - USINES - ENTREPÔTS

Usines, tomes 1 et 2,

Les châteaux de l'industrie,

Les maisons de l'atome,

Architecture d'ingénieurs,

Lieux ? de travail,

J. Ferrier (Electra - Le Moniteur, 1987 / 1991).

Grenier et Benedetti (AAM, 1979).

Parent (Le Moniteur, 1983).

(CCI, 1978).

(CCI, 1986).

INSTALLATIONS AGRICOLES

Histoire de la campagne française,

Habitat et vie sociale,

G. Roupnel (Plon, 1977).

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,

L'architecture des gares,

Le temps des gares,

Sous la direction de J. Dethier (Denoël, 1988).

M. Ragon (Denoël, 1984).

Exposition - Paris - Centre Georges Pompidou, 13 décembre 1978/1979.

BIBLIOGRAPHIE

Airport terminals reference manual,

A history of building types,

Eero Saarinen : TWA terminal building Kennedy Airport,

(IATA, 1978).

(Thames & Hudson, 1979).

Global architecture n° 26 (Tokyo A.D.A., 1973).

HÔTELS - MOTELS / CAFÉS - RESTAURANTS

New metric handbook,

L'hôtellerie,

Nuevos restaurantes,

Cafés,

Hôtels,

Les lieux, histoire des commodités,

Architects' Data,

Memphis,

Architecture hôtelière et de loisirs,

Palaces et grands hôtels d'Europe,

P. et D. Adler (1988).

F. Clair, G. Savoye, J. Sécheresse (Le Moniteur, 1992).

J. Dahinden, G. Kühne (Gustavo Gili SA, 1974).

L. Dru, C. Aslan (Electra - Le Moniteur, 1988).

B. Fitoussi (Le Moniteur, 1992).

R.-H. Guerrard (La Découverte, 1986).

Neufert (1985).

B. Radice (Electra, 1984).

J. Robinson, D.-L. Hughes (Le Moniteur, 1978).

M. Walter (Flammarion, 1984).

ZOOS - AQUARIUMS

Zoological park and aquarium fundamentals,

General principles of zoo design,

K. Sansman (American association of zoological parks and aquariums, 1982).

G. Schomberg (Intra consultants, 1972).

THÉÂTRES - CINÉMAS

A history of the theater in Europe,

L'architecture française,

Auditoriums,

Essais sur l'art de construire les théâtres,

Théâtres,

Architectures, scénographies et décors de théâtre,

Theater technology,

Architecture de cinémas,

Théâtres, 4 siècles d'architectures et d'histoire,

Les architectures pour mieux vivre,

Modern theaterbau : Internationale Situation, Dokumentation, Projekte, Bühnentechnik,

Buildings for the arts,

J. Allen (1983).

J.-F. Blondel (1752).

M.-L. Boulet, C. Moissinac, F. Soullignac (Le Moniteur, 1990). (Boulet, 1820).

G. Breton (Le Moniteur, 1989).

J. Gaulme (Magnard, 1985).

G. Izenour (Mac Graw-Hill, 1988).

F. Lacroche (Le Moniteur, 1981).

P. Pougnaud (Le Moniteur, 1980).

Sous la direction de M. Schofield (Le Moniteur, 1980).

H. Schubert (K. Krämer, 1971).

(Architectural Record, 1978).

INSTALLATIONS SPORTIVES

Stades et terrains de sports,

Deux siècles d'architecture sportive à Paris : piscine, gymnase,

Architecture des sports : 107 réalisations et projets exemplaires,

Handbook of sports and recreational building design,

Équipements sportifs et socio-éducatifs,

Les équipements sportifs et de loisirs : l'expérience française,

Piscines, équipements nautiques,

H. Cettour (Le Moniteur, 1996).

Délégation artistique de la ville de Paris (1984).

M. Gaillard (Le Moniteur, 1981).

J. et H. Heard.

2 tomes, Ministère de la Jeunesse et des Sports (Le Moniteur, 1993).

Ministère de la Jeunesse et des Sports - Ministère de l'Urbanisme et du Logement (Le Moniteur, 1983).

S. Roulet, S. Roché-Soulié (Le Moniteur, 1992).

BIBLIOGRAPHIE

Équipements sportifs,

C. Sabbah, F. Vigneau (Le Moniteur, 2006).

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).

Les hôpitaux et les cliniques

Catherine Fermand (Le Moniteur, 2000).

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).

Habitat des personnes âgées,

P. Dehan (Le Moniteur, 1997).

Handicap et construction,

L.-P. Grosbois (Le Moniteur, 2003).

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 décoration et l'urbanisme funéraires,

M. Ragon (Albin Michel, 1981).

Églises modernes. Évolution 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 provençaux,

M. Vovelle (CNRS, 1983).

Musique et architecture,

Collection Mutations-Orientations, I. Xenakis (Casterman poche, 1971).

A

Abat-son	334	Approvisionnement	361, 363 à 365
Abréviations	1	Approvisionnement alimentaire	362
Abri à bicyclettes	432	Aquathérapie	420 à 422
Abri de station	451	Arbalétriers	119
Abris couverts	211, 454	Architecte	71
Accès à l'habitation	191 à 193	Architecture parasismique	92 à 95
Accès au quai	459	Archivage	284, 360
Accessibilité aux personnes handicapées	33 à 37	Archivage mobile	284
Accessibilité des ascenseurs		Archives	285, 300
aux personnes en fauteuil roulant	163	Ardoises	120
Accessibilité des façades	567	Armoire à vin	209
Accueil d'enfants	233 à 235	Armoire de rangement	204, 233
Achèvement du chantier	80	Armoire-vestiaire	233, 319
Acier	84	Arrêt de bus	454
Acoustique	270	Arrivée voyageurs	466
Acoustique des amphithéâtres	246	Ascenseur avec machinerie	162
Acoustique des salles	258, 268, 269, 534 à 536	Ascenseur pour voitures	444
Acrotère	124	Ascenseurs	34, 162 à 168, 342
Adjuvants de résines synthétiques	114	Ascenseurs à cabines multiples	163
Administration	360	Ascenseurs à cabine vitrée	168
Admission à l'hôpital	346	Ascenseurs à câble	162
Aération	135	Ascenseurs accessibles aux fauteuils roulants	165
Aération des canalisations	578	Ascenseurs à deux niveaux	163
Aérodrome	464	Ascenseurs de cage réduites	168
Aérogares	469	Ascenseurs groupés	163
Aéroports	463 à 470	Ascenseurs hydrauliques	162, 167
Affouillement du terrain	97	Ascenseurs pour lits	165
Aiguillages	457	Assainissement	103
Aire de manœuvre	437	Assainissement des constructions en béton	114
Aire de stationnement	455	Assemblage de barres	89
Aire de trafic des avions	464	Ateliers	263, 321 à 331, 363
Aires de giration	437	Ateliers de charpente	322
Aires de jeu sportif	368, 369	Ateliers de décoration	263
Aires de jeux	235	Ateliers de réparation automobile	324
Aires de récréation	239	Ateliers de serrurerie	323
Aires de repos sur autoroute	447	Athlétisme	371 à 374
Aires de service	447	Atrium	572, 573
Allège (hauteur)	128	Atténuation radar	145
Amarrage des bateaux	383	Atterrissage	465
Amélioration acoustique	113	Attribution des marchés de maîtrise d'œuvre	71
Amélioration des sols	476	Attribution des marchés de travaux	74
Aménagement de cuisine	195	Auberges de jeunesse	229
Aménagement de talus	486	Auditorium	245
Aménagement d'un aéroport	464	Autel	332
Aménagement d'une rue	433	Autoroutes	426
Aménagements extérieurs	492	Avions	387
Amphithéâtres	243 à 246	Azimut	540
Amphithéâtres de physique	245		
Analyse de cycle de vie (ACV)	61, 62		
Analyse du volume de trafic	165		
Analyses de sol	99		
Analyses médicales	347		
Angle de vision des spectateurs	269		
Appareillage	106, 107		
Appareils de pierre	104		
Appareils électriques	14		
Appartement	190		
Appel d'offres	74		

B

Bac à sable	235
Bacs Gastronom	226
Badminton	370, 405
Baies pompiers	571
Baignoire	205, 206
Balancement des marches	155
Balançoires	235
Balcons	36, 95, 200

INDEX

Balustrade	158
Banc d'église	333
Banque d'accueil	301
Banques	301
Banquet	221
Bardage	110
Bar de cuisine	198, 199
Barre fixe	401
Barres asymétriques	401
Barres parallèles	401
Barrière-tourniquet	303
Basket-ball	368, 370
Bassin à vagues	414, 416
Bassin de natation	414, 418, 490
Bassin d'immersion	420
Bassin pour entraînement	387
Bassins avec membrane d'étanchéité	419
Bassins jacuzzis	422
Bassins préfabriqués monoblocs	419
Bateaux à avirons	387
Bâtiment écologique	59
Bâtiments d'accueil	459, 460
Bâtiments d'élevage	503
Bâtiments de stabulation	504, 505
Bâtiments industriels	310
Bergeries	501
Berges	486, 487
Besoins des personnes âgées	213
Béton armé	84
Bétonnage sous l'eau	98
Bibliothèque scolaire	238
Bibliothèque nationale	299
Bibliothèques	294 à 300, 360
Bibliothèques publiques (BP)	297
Bibliothèques universitaires	298
Bien-être	422
Billard	406
Bioclimatique	58
Bioénergie	519
Biogaz	516, 519
Biomasse	516, 519
Blanchisseries-laveries	328
Blanchisseries-laveries de collectivité	329
Blindage des parois	97
Bloc cuisine	196
Bloc opératoire	348, 349
Bloc sanitaire	205, 416
Blocs manufacturés	105 à 107
Bois	83
Bois-énergie	516, 519
Bois massif	108, 181
Bois massif empilé	181
Boucherie-charcuterie	327
Boucheries	308
Boucheries industrielles	326
Bouches d'évacuation	569
Boulangerie-pâtisserie	325
Boutisse	106
Bowling	410
Bow windows	128
Boxe	405
Boxes de lavage	450

INDEX

Bretelles d'autoroute	426	Cellule de bureaux	280, 286	Clochers	334
Brique	105 à 107	Centrale de cogénération	521	Cloches	334
Brique de verre	143	Centrale de production du froid	364	Cloisons intérieures	531
Brise-soleil	552	Centrale gaz	364	Cloisons légères	290
Bruit du trafic	434	Centrales de traitement de l'air	586	Clôtures	477, 478
Bruits solidiens	533	Centre commercial	302	Club-house	386
Bureautique	279	Centre de soins médicaux	344	Coefficient d'absorption du son	268
Bureaux	165	Centres équestres	389, 390	Coefficient de déperdition U	527
Bureaux collectifs	280, 286	Chaîne de confection des plats	227	Coefficient d'occupation du sol (COS)	170
Bureaux d'études techniques	70	Chaire	332	Coin repas	169, 195, 197, 199
Bureaux mixtes	286	Chalet	231	Collèges	241
Bureaux modulables	280, 286	Chambre à coucher	169, 202, 203	Colocation	212
Bureaux paysagers	286	Chambre d'enfants	169	Columbarium	472
Bureau modulable	280, 286	Chambre de soins	214, 352	Combinaison air chaud et vapeur	227
Bureaux satellites	286	Chambres d'hôtel	216, 217	Combles aménagés	122
Business-club	286	Chambres d'étudiant	212	Commerces de détail spécialisés	302
		Champ de vision	253, 283	Commissionnement	315
		Champs électromagnétiques	48, 50	Comptoir	222
		Champs magnétiques	48, 50	Comptoir de prêt	297
		Champ visuel	52	Comptoir de vente	308
		Changement d'usage	67, 68	Comptoir réfrigéré	307
		Chantier	75	Conception	310, 311, 321
		Chape ciment	115	Conception architecturale	54 à 57
		Chapelle	360, 472	Conception assistée par ordinateur	20, 21
		Charge admissible des planchers	115,	Conception d'un terrain de golf	379
			290, 294	Conception du paysage	474
		Charges pour le bâtiment	23 à 32	Conditionnement d'air	349
		Chariots de manutention	314	Conditions de sécurité	79
		Chariots élévateurs	316, 509	Conduites d'évacuation	577
		Charpente moisée	404	Conduits de ventilation	592 à 594
		Charpentes	118	Confessionnal	333
		Châssis de désenfumage	135	Confort thermique	49, 60
		Chauffage	364, 587 à 590	Conservation	64, 65
		Chauffage électrique	588	Construction	290, 292, 313
		Chauffage par le sol	589, 590	Construction de halls	312
		Cheminées	592 à 594	Construction en béton armé	67, 82
		Cheminement	306	Construction en bois	82
		Chemins	482	Construction hospitalière	339
		Chemins de fer	452, 458 à 462	Constructions écologiques	181
		Cheval-d'arçons	401	Constructions en maçonnerie	68
		Chevrons	118	Constructions non ventilées	122, 124
		Chirurgie ambulatoire	344	Constructions portuaires	382
		Cimetières	471 à 473	Constructions textiles	85
		Cinémas	269 à 273	Constructions ventilées	122, 124
		Cinémascope	269	Construire dans l'existant	64 à 68
		Cinémas multiplex	271, 272	Consultation	238
		Ciné-parking	273	Consultation des entreprises	72
		Circuit de production	321	Consultation et lecture	294
		Circuits électriques	560	Containers	458
		Circulation à bicyclette	431, 432	Conteneurs	316
		Circulation routière	433	Contremarche	156
		Circulations	35, 37, 295	Contrôle d'accès	153
		Circulations entre rayonnages	294	Contrôle d'accès électronique	151
		Cirque	274	Contrôle technique	70
		Clapier	500	Convecteurs	588
		Classe de résistance	140	Conversion photovoltaïque	515
		Classement de résistance au feu	564	« Cook and chill »	226, 228
		Classes de protection acoustique	144	Coordination	47
		Classification des lampes	553	Coordination dimensionnelle	339
		Classification des rues	425	Coordination modulaire	46, 47
		Climatisation	289	Coordonnateur SPS	70
		Clins	110	Coteaux	486, 487

INDEX

Couche de drainage	126, 127	Desserte verticale	306	Duplex	173
Couche filtrante	127	Dessins	5 à 10, 19	Durée de réverbération	534, 536
Couleur	53, 559	Détection d'intrusion	152		
Coulisses	261, 262	Détection incendie	152		
Couloir	173, 193	Devantures	303	E	
Couloir central	190	Développement durable	58 à 61	Eau sous pression	101, 102
Coupe-feu	563	Déviation de la lumière	551	Eaux usées	497, 577 à 582, 591
Coupole	135	Dévolution des marchés	73	Éblouissement	550, 552
Courbe d'audibilité	243	Diagnostic	66, 346	Écartement des voies	456
Cour d'accès	363	Diagnostics radiologiques	347	Échanges thermiques	49
Couronnements de maçonnerie	478	Diffuseurs pour plafonds lumineux	554	Échangeur routier	426
Cours de livraisons	508	Dimensionnement	155, 287, 307, 339	Échelles	6, 7, 66
Coursive	173, 187	Dimensionnement des canalisations	579	Échelles de secours	159
Cours magistraux	247	Dimensionnement des salles		Éclairage	252, 283, 553 à 562
Courts de tennis	375, 376	de classe	236	Éclairage de la salle de consultation	295
Couverts	197	Dimensions	46, 47, 389	Éclairage des bureaux	283
Couverture des quais	461	Dimensions des baies	148	Éclairage direct	557
Couverture de tuiles	121	Dimensions des chambres	353	Éclairage indirect	557
Couverture en tôle d'acier	121	Dimensions des locaux	313	Éclairage latéral	547
Couvertures	120, 121	Dimensions des pistes d'athlétisme	373	Éclairage naturel	404, 540
Crèche	233, 234	Dimensions des places assises	367	Éclairage des locaux de travail	129
Crématorium	471	Dimensions des salles de sport	398	Éclairage zénithal	134, 135, 549
Cuisine	35, 194, 195, 198, 223 à 225, 234, 238	Dimensions des terrains de sport	368, 369, 399	Éclairement	313, 545, 550
Cuisine américaine	195	Dimensions des véhicules	435, 436	Éclairement intérieur	547
Cuisine centrale	226 à 228, 362	Dimensions des véhicules lourds	445	Éclairements nominaux	562
Cuisine chaude	225	Dimensions du corps	40, 41	Écoconstruction	48, 58
Cuisine de restaurant	224	Dimensions et capacité		Écoles primaires	240, 241
Cuisine d'hôtel	223	des escaliers mécaniques	160	Économat	363
Cuisine froide	225	Dimensions et capacité		Écran	269, 273
Cuisine ouverte	195	des trottoirs roulants	161	Écran d'étanchéité	122
Cuisine-placard	195	Dimensions des salles de tennis	376	Écrans circulaires	270
Cuisine scolaire	238	Dimensions minimales d'un escalier	154	Écrans et tableaux de projection	246
Cuisine-séjour	195	Dimensions pour le stockage	315	Écran sphériques	270
Curling	393	Dispensaires	359, 361	Écuries	506, 507
Cycle de l'eau	61	Dispositif de sécurité	397	Éducation physique	404
Cycle de vie du bâtiment	62, 310	Dispositifs de fermeture	151	Effets d'optique	51
Cyclistes	430	Dispositifs de surveillance	152	Églises	332 à 334
Cyclo-cross	395	Disposition des places de parking	438	Éléments de construction	82
		Disposition des fenêtres	128	Éléments de cuisine intégrés	195
		Disposition des lampes	558, 559	Éléments liturgiques	332
D		Disposition des places assises	222	Élevages de volailles	502
		Disposition des portes	147, 148, 193	Élévateurs	509
Dalles	123	Disposition des postes de travail	282	Embarquement et débarquement	469
Dalles de pierres	116	Disposition des quais	452	Embranchement routier	429
Dalles de plancher	290	Disposition de trottoirs roulants	161	Embrasures des fenêtres	544
Dalles funéraires	472	Disposition fonctionnelle	169	Enclos d'animaux	277
Dalles préfabriquées	112	Dispositions de rampes	442	Endoscopie	346
Débarras	207	Distance des arbres	424	Énergie éolienne	516
Débit d'eaux usées autorisé	580	Distance entre table et mur	219	Énergie solaire	514, 518
Décibels	529	Distributeur automatique		Énergies renouvelables	513 à 521
Décors	262	de billets (DAB)	301	Enregistrement des passagers	469
Dégagement	193, 342	Distributeur d'essence	448	Enseignement des sciences	237
Dégagements de secours	220	Distribution de plats	227	Enseignement général	236
Délais d'exécution des travaux	75, 76, 78	Distribution des fluides	250	Ensoleillement	169, 545
Demi-niveau	173	Distribution verticale	173	Ensoleillement des bâtiments	542 à 544
Densité d'habitation	170	Dortoirs	229	Entrait	118, 119
Densité urbaine	170	Dossier de consultation	74	Entrée	191, 192, 303
Départ voyageurs	466	Douche	205, 206, 318, 402, 421	Entrepreneurs	70
Désenfumage	568	Drainage	101, 102	Entretien des animaux	276
Désignation des portes	147	Dressing	204	Environnement de travail	279
Desserte	172, 173, 188, 189, 288	Drive-in	273	Équinoxe	542 à 544

INDEX

Équipement d'une chambre	353	Évacuation des eaux pluviales	581	Foyer	264, 271
Équipement ménager	194	Évacuation des personnes		Foyer de jour	213
Équipements collectifs	232	handicapées	575, 576	Foyers d'étudiants	212
Équipements de cuisine	196 à 198	Évacuation des toitures	582	Foyers ouverts (cheminées)	593
Équipements de quais	462	Évacuation rapide des spectateurs	366	Fret aérien	463
Équipements de service	360	Éviers	196		
Équipements sanitaires	239	Examens médicaux	347 à 351		
Équipement technique de scène	267	Exécution des travaux	76 à 81	G	
Équitation	389, 390	Exemples de centres		Gainé d'ascenseur	164, 165, 167
ERP	573 à 575	de soins médicaux	341, 345	Gaines techniques	364
Escalier à vis	154, 157	Expéditions marchandises	458	Garages	211, 440 à 444
Escalier balancé	158	Exploitations agricoles	493 à 503	Garage-silo	444
Escalier en colimaçon	157, 158	Extension de bâtiment	265	Garages souterrains	442
Escalier droit	154	Extraction d'air	584	Garage-tour	444
Escaliers	10, 34, 154 à 159, 191, 193, 234, 239, 342, 460, 482			Garde-corps	189, 200
Escaliers à noyau	157	F		Garderie	233
Escaliers de secours	159			Gares	459
Escaliers d'habitation	567	Fabrication industrielle	311	Gares routières	454, 455
Escaliers escamotables	156	Fabrication des décors	263	Gastronorm	224, 226
Escaliers mécaniques	160, 161	Fabrication du verre	136	Gazon	485
Escaliers roulants	160, 306	Façades avec verre résistant au feu	145	Géobiologie	48 à 50
Espace clientèle	301	Façades chaudes non ventilées	145	Géothermie	515, 520
Espace courrier	285	Façades en stuc	111	Gestion des eaux de pluie	483
Espace d'attente sécurisé	576	Façades en verre	145	Gestion du linge	363
Espace de circulation	427	Façades froides	145	Gestion du projet	62, 63
Espace de la rue	424	Facility management	62, 63	Gestion financière du chantier	79
Espace de manœuvre	34, 35, 191	Facteur de réflexion	550	Giron	156
Espace de relaxation	422	Facteur de transparence	138	Golf miniature	377, 378
Espace de séjour	190, 199	Facteur « sway factor »	292	Goulotte de trop-plein	419
Espace en libre accès	301	Fenêtre à la française	131	Gouttières	121
Espace libre devant un ascenseur	164	Fenêtre de toit	134	Gradins	243
Espacement des rangées de sièges	270	Fenêtre en bandeau	128	Grandeurs photométriques	553
Espace pour les voyageurs	462	Fenêtres	10, 128 à 135	Grands magasins	302
Espace pour voltige	389	Fermette	119	Grange modulable	493
Espace repas	234	Fermerture centralisée	151	Gril technique	260
Espaces de circulation	239	Fermerture électronique	151	Grille modulaire	339
Espaces de circulation pour cyclistes	432	Fermerture mécanique	151	Grilles porteuses	123
Espaces d'entraînement	379	Film panoramique	270	Groupe électrogène	512
Espaces de repos	234	Flux lumineux	560	Groupe scolaire	242
Espaces urbains	424	Fonctionnalité	128	Groupes de secours	512
Espalier	479	Fondations	96 à 103	Groupes de travail	236
Esquisse	71	Fondations sur pieux	100	Grues	314
Estrades de scènes mobiles	259	Fonts baptismaux	332	Guichets	460
Étables	498, 504, 505	Football	368, 369	Guidage de la lumière du jour	551
Établissements d'enseignement		Formats d'écran	269	Gymnastique	398 à 401
supérieur	243 à 251	Formats normalisés	4		
Établissements pour		Forme des tables	221	H	
personnes âgées	213	Forme d'hôtels	216		
Établissements recevant		Forme en pyramide inversée	95	Habillage des plafonds	565
du public (ERP)	34	Forme polygonale	93	Habillages extérieurs	110
Établissements scolaires	236 à 242	Forme pyramidale	95	Habitabilité	200
Étagement des places assises	367	Formes bâties	340	Habitat	169
Étagère réfrigérée	307	Formes de bâtiments	83 à 95	Habitats de loisirs	229 à 232
Étanchéité	101, 103, 132	Formes de bureaux	282	Haies	484, 485
Étanchéité de toiture	124	Formes de fenêtres	131	Halage	382
Étude de sol	97	Formes de toitures	117	Hall de l'hôtel	216
Études d'avant-projet	71	Formule de Blondel	155	Hall de stockage	315
Études préliminaires	56	Fosses	277	Halls d'escalade	409
Étudiants	212	Fosses de décantation	591	Haltérophilie	405
Euroclasses	564	Foudre	537 à 539	Handball	368 à 370
Évacuation des déchets	510, 511	Fouilles	97, 98	Hangar à bateaux	384, 387

INDEX

[illegible]

INDEX

S

Sacristie	333
Salle à manger	169, 197, 199
Salle d'attente	337
Salle d'eau et toilettes	35
Salle de cinéma	271
Salle de classement	284
Salle de cours	237
Salle de maquillage	263
Salle de musculation	407
Salle de post-anesthésie	348
Salle de préparation des malades	237, 348
Salle de remise en forme	408
Salle de restaurant	221, 222
Salle de séjour	169, 202, 229
Salle de spectacle	257, 258, 575
Salle de stérilisation des instruments	349
Salle de tomographie	347
Salle de travaux pratiques	237
Salle d'examen et de soins	354
Salle du coffre-fort	301
Salle funéraire	471
Salle informatique	236, 285
Salles d'eau	318
Salles de bains	205, 206
Salles de classe	240
Salles de concert	266 à 268
Salles de conférences	285
Salles de consultation	294, 337
Salles de cours généraux	247
Salles de gymnastique	402, 404, 407, 408
Salles de jeu	423
Salle de prières	335, 336
Salles de projection	269, 270
Salles de réceptions	221
Salles de répétitions	264
Salles de sport	396 à 410
Salles d'exposition	252 à 254
Salon de thé	223
Sanitaire public	412, 413
Sanitaires	285, 317, 364, 366
Sas	36, 192
Sas à lumière et son	244
Saunas	420, 422
Saut à la perche	373
Saut en hauteur	373
Saut en longueur	373
Scanner	350
Scènes	258, 260, 261
Scialytique	348
Section de ballast	456
Section d'or	42, 45
Sécurisation des marinas	386
Sécurité des bâtiments	152
Sécurité incendie	563 à 576
Sellerie	389
Semelles filantes	99
Sens d'ouverture	147
Serres	488
Serrures	151
Service chirurgical	348
Service de radiothérapie	350
Service des accouchées	355
Service des prématurés	355
Service médical clinique	346
Services sociaux	360
Sheds	135
Sièges	258
Sièges d'amphithéâtre	246
Silo	496
Situations de travaux	79
Skateboard	394
Snack-bar	222, 223
Soins ambulatoires	344
Soins des malades mentaux	357
Soins des nourrissons	355, 357
Soins médicaux intensifs	356
Soins pédiatriques	355
Soins spécialisés	357
Soins urgents	346
Solaire	514
Solarium	422
Soleil artificiel	545
Sols	99, 100, 115, 116, 400, 475, 476
Solstice	543, 544
Sondes géothermiques	520
Soubassement d'un bâtiment	101
Source d'énergie	587
Sources lumineuses	558
Spa	421
Sport nautique	381 à 386
Squash	406
Stabilisation des talus	475
Stable au feu	563
Stabulation	500, 504, 505
Stades	366
Stands de tir	396, 397
Stationnement	438 à 450
Stationnement des bicyclettes	431
Stationnement sur plate-forme	443
Stations de chemin de fer	452, 459
Stations de lavage	450
Stations d'épuration	591
Stations-service	447 à 449
Stérilisation	361
Stockage	262, 315, 316, 363
Stockage de mazout	590
Stockages de grande hauteur	316
Store	129
Structure en bois	109
Structure porteuse	292
Structure poteaux-poutres	181
Structures artificielles d'escalade	409
Structures en filets	86
Structures haubanées	87
Structures porteuses linéaires	123
Structures porteuses planes	123
Structures tendues	85
Structures tridimensionnelles	88 à 90, 123
Studios	212
Supermarché	309
Supports de plantes	479, 480
Surcharges d'exploitation	294, 295

Surface d'absorption	534, 536
Surface de manœuvre	34
Surface des quais	452
Surface d'un poste de travail individuel	296
Surface habitable	37
Surface hors œuvre brute (SHOB)	170
Surface par habitant	170
Surface pour un hôpital courant	338
Surfaces annexes	262
Surfaces de chauffe	587
Surfaces de vente spécialisées	302
Surfaces pour rayonnages	294
Surveillance postopératoire	349
Symboles	1, 9 à 14, 17, 18
Synagogues	335
Système d'aération	594
Système Gastronorm	224, 226
Système international	2, 3
Systèmes de sécurité	152, 153
Systèmes de surveillance	153

T

Tabernacle	332
Table	197, 199
Tableau mural	240
Tâches culinaires	194
Tailles des amphithéâtres	244
Tailleur	327
Talus	97
Tarmac	467
Techniques constructives	83 à 91
Technologies de l'information et de la communication	279
Température ambiante	420
Temps de réverbération	269, 270
Tennis de table	406
Tentes	232
Terminal d'aéroport	464, 466, 467
Terrain de construction	340
Terrain d'implantation	171
Terrain en pente	182, 183
Terrains de golf	379, 380
Terrains de jeux	235
Terrains de sport	367 à 380
Terrassement	96, 475
Théâtre musical	257
Théâtres	256 à 265
Tir sur glace	393
Toboggan	235
Toits monocoques	84
Toits plats	123
Toits suspendus	84
Toits terrasses	124
Toiture chaude	122, 127
Toiture froide	122, 127
Toiture inversée	124
Toitures	117 à 127
Toitures en pentes	122
Toiture végétalisée	125, 126

INDEX

Tombes	472
Topographie	55
Tour de bureaux	291
Tour d'habitation	170, 188
Tourniquet avec bras rotatifs	303
Trafic passager	463
Traitement de l'air	583 à 586
Traitement des données	365
Traitement par rayon	357
Traitement physiothérapie	351
Traitements médicaux	347 à 351
Trajectoire du Soleil	541 à 543
Trame constructive	251, 287, 339
Trames d'aménagement	287
Trames d'ossature	294
Tramways	451, 453
Transmission des sons	532, 533
Transmissions phoniques	287
des cloisons légères	136
Transparence d'un verre	314
Transport	463, 469
Transport aérien	301
Transport de fonds	451, 452
Transport en commun	314
Transporteurs continus	314
Transporteurs discontinus	453 à 455
Transports urbains	278
Travail de bureau	415
Tremplins	391
Tremplins de saut à ski	382
Treuillages	402
Tribunes	372, 373
Triple saut	430
Trottoir	160, 161
Trottoirs roulants	554
Tubes fluorescents	120
Tuiles	450
Tunnels de lavages	55, 280, 281, 286, 291, 302
Typologie	2, 3

U

Unités de mesure	2, 3
------------------	------

V

Vapeur d'eau	523
Végétalisation des façades	480
Végétation	126, 127, 439
Véhicules de livraison	508
Véhicules d'incendie	330
Véhicules légers	437 à 439
Véhicules lourds	446
Vélo	432
Ventilation	225, 249, 364
Ventilation contrôlée	49, 584
Ventilation des façades	586
Ventilation mécanique	584
Ventilation naturelle	583
Ventilation pour les bureaux	289
Verre cintré	142
Verre	136, 139, 141, 142
Verres	197
Verres de protection solaire	142, 145, 551
Vestiaire pour handicapés	412
Vestiaires	239, 247, 263, 264, 319, 412, 416, 421
Vêtements	192
Vide-ordures	510
Visibilité	366, 367
Vision	52

W

WC	206, 317
----	----------

Z

Zone d'amarrages	386
Zone de sécurité (banque)	301
Zone industrielle	310
Zones de soins	352 à 356
Zones de vente	305
Zones piétonnes	425
Zoo	275 à 277