

11 Les dossiers de construction

11.1 Considérations générales

La construction d'un bâtiment est une opération complexe qui nécessite la collaboration de nombreux **intervenants**. Elle s'appuie sur un ensemble de dossiers comprenant des **pièces écrites** et des **pièces dessinées** ayant un caractère artistique, technique, financier et administratif.

11.2 Les intervenants

11.21 Le maître d'ouvrage

Personne physique ou morale (particulier ou organisme/collectivité) pour le compte de laquelle les travaux sont exécutés.

11.22 Le maître d'œuvre

Personne physique ou morale assurant les fonctions :

- architecturale,
- technique,
- économique.

Elle est chargée par le maître d'ouvrage de concevoir, de diriger et de contrôler les travaux. C'est généralement un architecte, qui s'attache le concours d'un économiste de la construction et de bureaux d'études techniques. Il réalise la plupart des documents écrits et dessinés utiles à l'acte de construire.

11.23 Le bureau de contrôle technique (BCT)

Il est chargé de contrôler depuis le projet jusqu'à la réalisation les conditions techniques édictées au marché.

11.24 Les bureaux d'études techniques (BET)

Ils sont chargés par le maître d'œuvre (ou par les entreprises) de réaliser les études techniques et les dessins d'exécution dans les domaines tels que : béton-armé, sols, charpente métallique, VRD, fluides, thermique, acoustique...

11.25 Les entreprises

Elles assurent la réalisation des travaux, peuvent participer au projet et réalisent les ouvrages aux conditions du marché.

- Groupées : Elles font une étude commune et mandatent l'une d'entre elles pour soumissionner en leurs noms.

- **Générales** : Elles sont titulaires d'un marché unique pour la réalisation de la totalité des travaux.
- **Sous-traitantes** : Elles réalisent les travaux pour le compte d'une entreprise titulaire du marché.

11.3 Les pièces écrites

■ Règlement Particulier d'Appel d'Offres (RPAO)

Document établi pour faire connaître aux entreprises candidates au marché les conditions de présentations et de jugement des offres.

■ Cahier des Clauses Administratives Générales (CCAG)

Document fixant les droits et obligations des différents intervenants. Il est dit général, car applicable à la plupart des marchés du bâtiment.

■ Cahier des Clauses Administratives Particulières (CCAP)

Il complète et modifie éventuellement le CCAG en fixant les conditions administratives particulières d'une opération.

■ Calendrier général

Document simple indiquant les moments et la durée d'intervention de chaque corps d'état (voir exemple page 49).

■ Calendrier d'exécution

Document graphique détaillé s'inscrivant dans le cadre du calendrier général et précisant pour chaque corps d'état : l'ordre des tâches, leurs durées et les marges. C'est généralement un planning à bandes du type GANTT.

■ Devis descriptif

Document décrivant et localisant les ouvrages et destiné au maître d'œuvre. Réalisé en principe par lot, il constitue généralement la première partie du CCTP.

■ Cahier des Clauses Techniques Générales (CCTG)

Document définissant les clauses techniques à respecter dans l'exécution des travaux (généralement normes et DTU). Il est établi par corps d'état.

■ Cahier des Clauses Techniques Particulières (CCTP)

Document qui complète ou modifie le précédent en fixant les options techniques choisies pour chaque lot.

■ Devis Quantitatif et Estimatif (DQE)

Classement rationnel et récapitulatif des différentes quantités d'ouvrages élémentaires résultant de l'avant-métré et en donne une évaluation chiffrée.

■ Acte d'engagement

Document signé par l'entreprise qui s'engage à réaliser les travaux dans les conditions fixées par le marché.

11.3 Les dossiers

Un projet de construction comprend plusieurs étapes, chacune d'elles nécessitant l'élaboration de dossiers particuliers dont la chronologie et les fonctions sont précisées ci-dessous :

11.31 L'avant-projet sommaire (APS)

Il présente, sans les détailler, les choix retenus dans les domaines architectural, fonctionnel, technique et financier, en accord avec les besoins et les moyens du maître d'ouvrage.

11.32 La demande de permis de construire

Elle est accordée par la mairie de la commune du lieu de construction.

11.33 L'avant-projet définitif (APD)

C'est l'étude détaillée de la solution retenue. L'APD affine la définition de l'ouvrage au plan des prestations techniques, des coûts et des délais de réalisation.

11.34 Le projet

Qui comprend deux types de documents :

- les plans d'exécution des ouvrages (PEO),
- les spécifications techniques détaillées (STD).

11.35 Le dossier de consultation des entreprises (DCE)

Il comprend, outre les pièces techniques, tous les documents nécessaires à la passation des marchés.

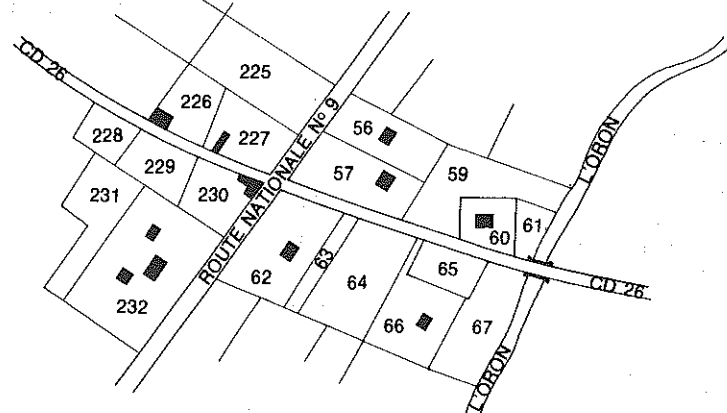
Les tableaux ci-dessous précisent les pièces constitutives de chaque dossier. Les étoiles dans les colonnes de droite indiquent à qui incombe la réalisation des pièces :

M = Maître d'œuvre,
E = Économiste de la construction,
B = Bureau d'études techniques.

APS				
Contenu		M	E	B
Dessins	Plans de masse et de situation	*		
	Façades (1/100 ou 1/200)	*		
	Plans d'étages (1/100)	*		
	Surfaces déterminantes	*		
Pièces	Notice descriptive sommaire des travaux (ex : murs en béton avec isolation intérieure...)	*		
	Estimation globale sommaire	*	*	
	Calendrier général	*		

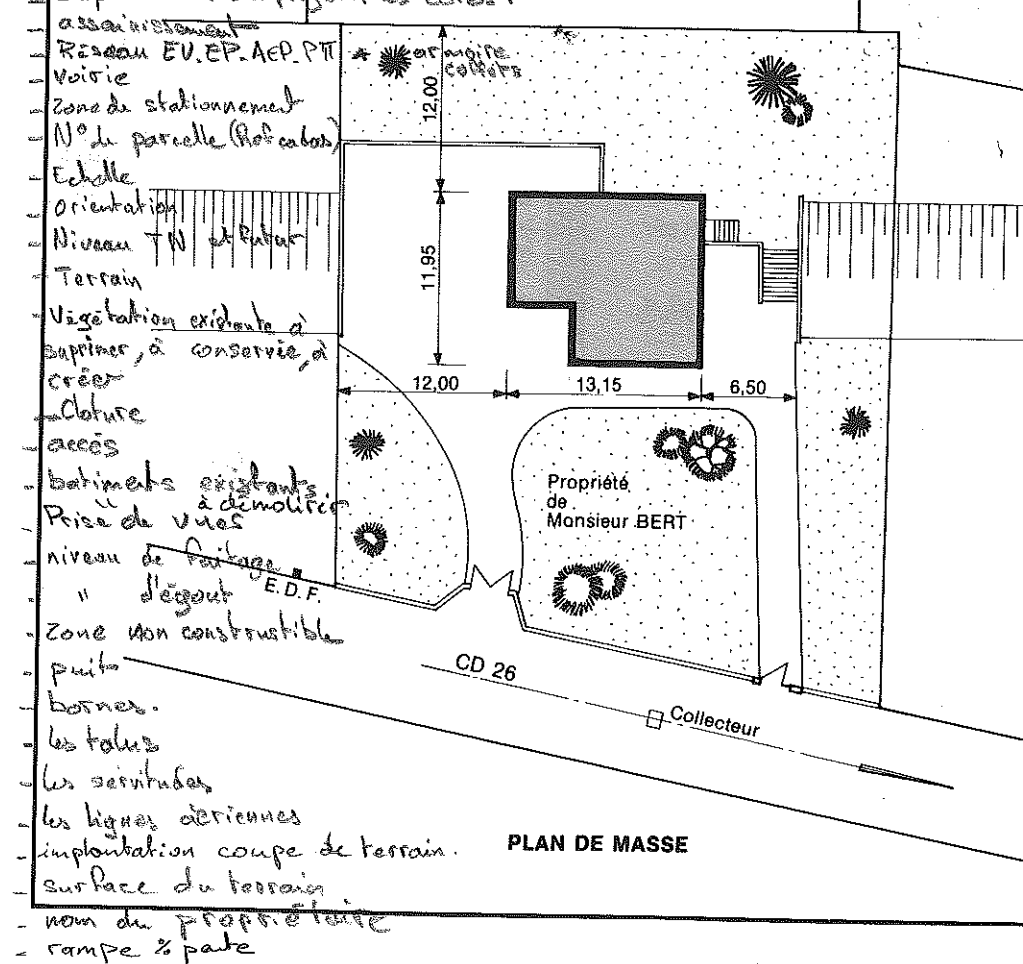
PERMIS DE CONSTRUIRE				
Contenu		M	E	B
Dessins	Plans de masse et de situation	*		
	Façades (1/100 ou 1/50)	*		
	Plans et coupes verticales (1/100 ou 1/50)	*		
	Document d'insertion dans l'environnement	*		
Pièces	Formulaire de demande de permis	*		
	Notice descriptive sommaire des travaux	*		
	Notice d'impact visuel du projet	*		
APD				
Dessins	Plans de masse et de situation	*		
	Façades (1/100)	*		
	Plans d'étages et coupes verticales (1/50)	*		
	Plans des fondations, des structures, des équipements principaux et des réseaux (1/50)	*		
Pièces	Devis descriptif des ouvrages par corps d'état	*	*	
	Évaluation détaillée des dépenses fondées sur les avant-métrés (estimation prévisionnelle)	*	*	*
PROJET				
Dessins	<i>Plans d'architecture</i>			
	Plans de masse et de situation	*		
	Façades (1/100 ou 1/50)	*		
	Plans d'étages et coupes verticales (1/50)	*		
	Plans des fondations, des structures, des équipements principaux et des réseaux (1/50)	*		
	Dessins de détails (1/20)	*		
	(escaliers, piliers, gaines techniques, décoration...)	*		
	<i>Plans d'exécution (PEO)</i>			
	Schémas et notes de calculs des ouvrages			*
	Plans d'exécution utiles à la consultation (béton-armé, charpente métallique, fluides...)			*
	Détails d'assemblages, de fabrication, de composants			*
Pièces écrites	<i>Spécifications Techniques Détaillées (STD)</i>			
	CCTP tous corps d'états		*	
	Devis quantitatifs tous corps d'états		*	
	Estimation détaillée (DCE prévisionnels)		*	
	Calendrier général des travaux	*		
DCE				
Dessins	Dessins d'architecture	*		
	Plans d'exécution des ouvrages (PEO)	*		
Pièces écrites	Règlement Particulier d'Appel d'Offres (RPAO)		*	
	Modèle d'acte d'engagement		*	
	CCAP		*	
	Spécifications Techniques Détaillées (STD)		*	
	Plan d'Hygiène et de Sécurité (PHS)	*		
	Plan d'Action Qualité (PAQ)	*		

COMMUNE DE ST-JEAN-D'ORON



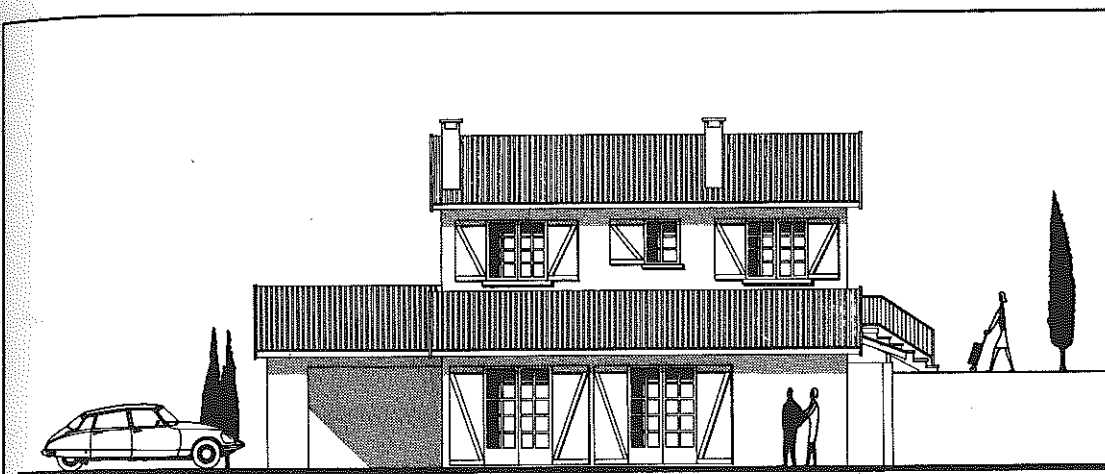
PLAN DE SITUATION

Implantation du projet + les cotés.

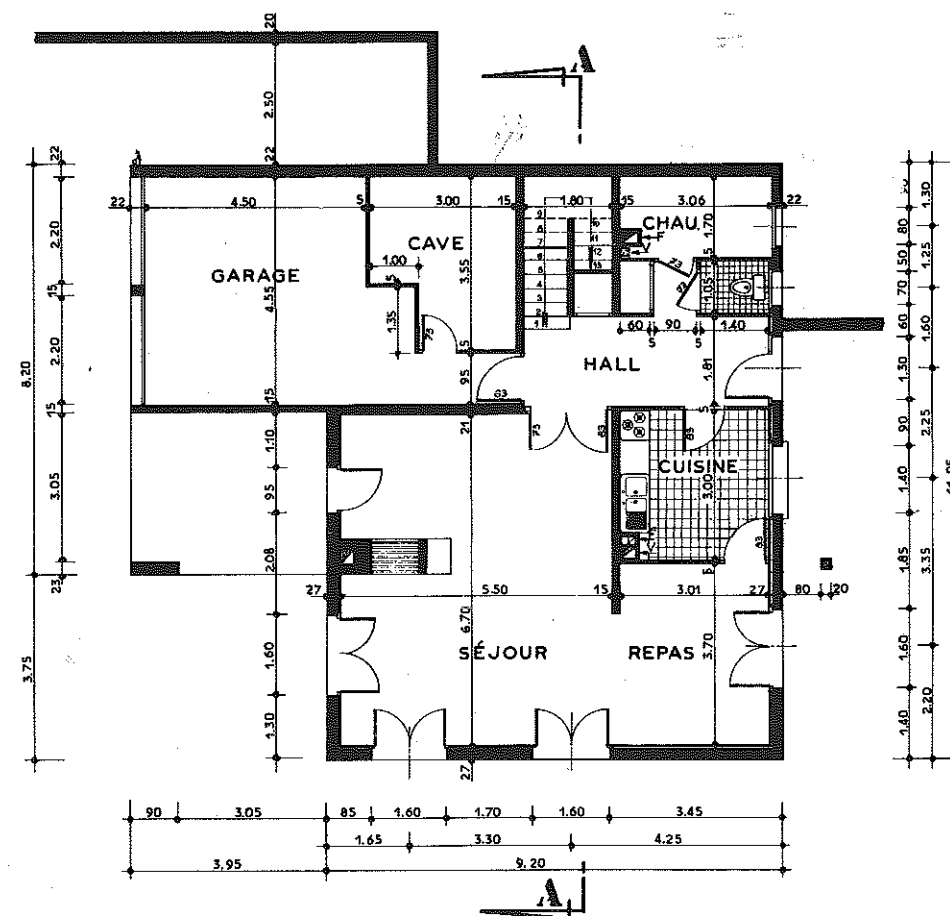


PLAN DE MASSE

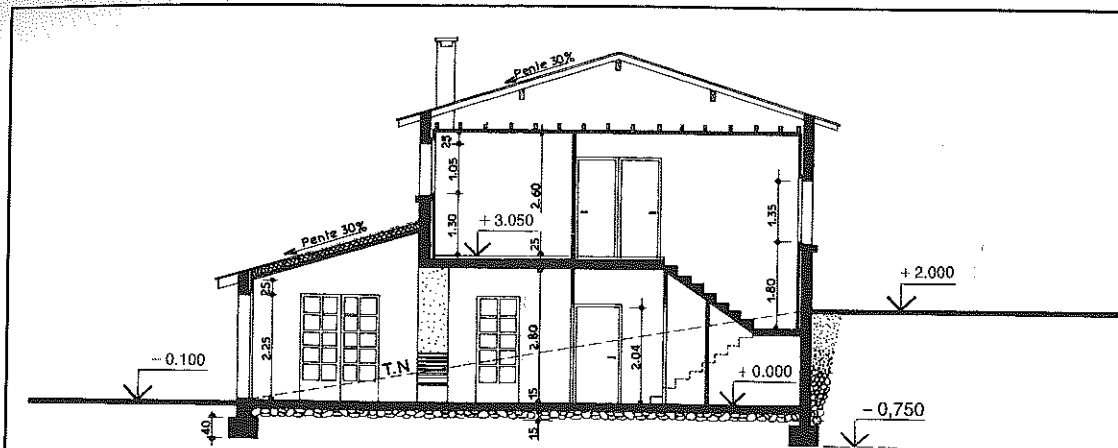
- assainissement
- Réseau EV, EP, AEP, PT
- Voirie
- Zone de stationnement
- N° du parcelle (Rég. cad.)
- Echelle
- Orientation
- Niveau TN et futur
- Terrain
- Végétation existante à supprimer, à conserver, à créer
- Clôture
- accès
- bâtiments existants à démolir
- Prise de vues
- niveau de façades
- " d'égout E.D.F.
- Zone non constructible
- puits
- bornes.
- les talus
- les servitudes
- les lignes aériennes
- implantation coupe de terrain.
- surface du terrain
- nom du propriétaire
- rampe % pente



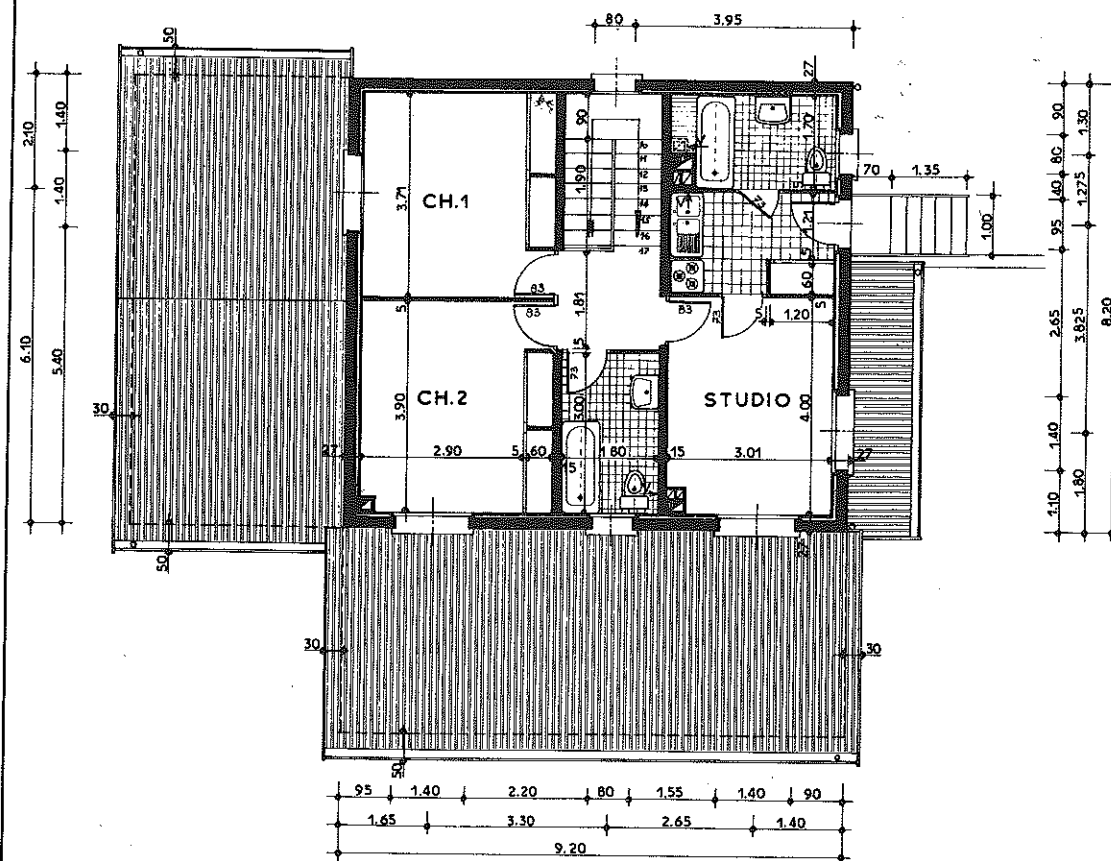
façade sud. est



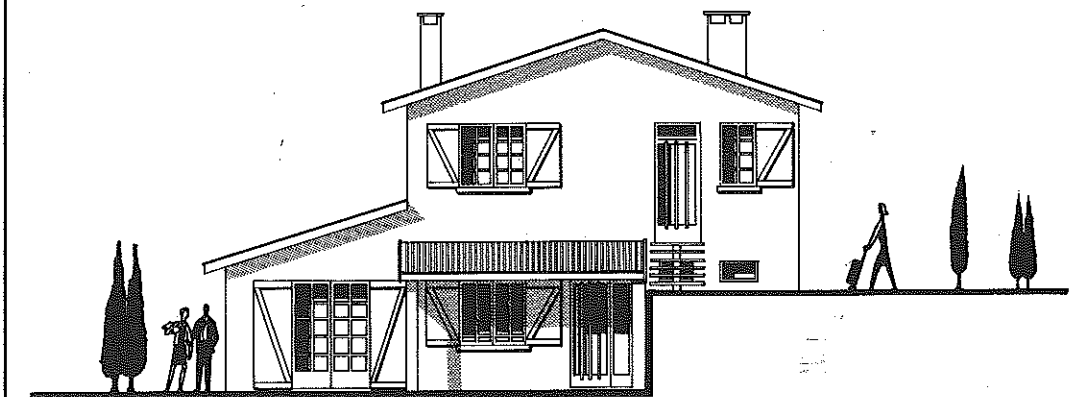
rez de chaussée



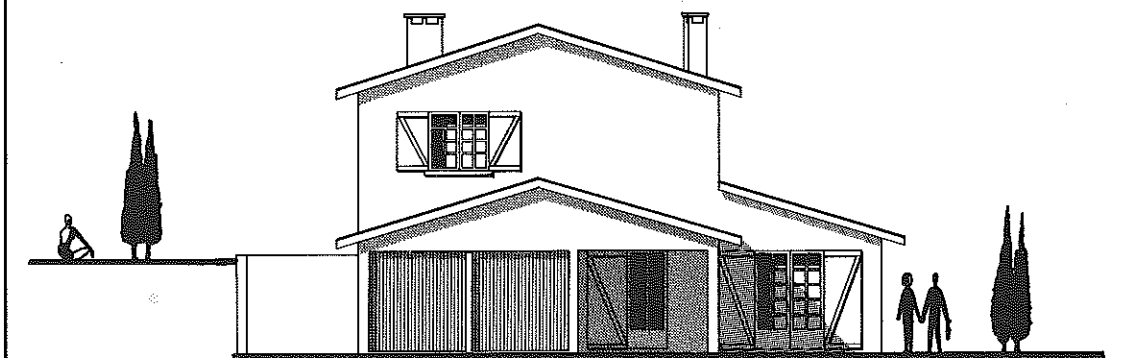
Coupe AA



étage



façade nord. est



façade sud. ouest

DEVIS DESCRIPTIF

TERRASSEMENTS

Fouilles en pleine masse dans talus pour bâtiment et parking caravane. Fouilles en rigole de 0,50 x 0,40 sous les murs au niveau - 0,75. Excavation pour citerne à mazout, toutes tranchées pour assainissement, canalisations d'eau et d'électricité. Rebouchage des tranchées et évacuation des terres excédentaires à la décharge.

MACONNERIE ET BÉTON ARMÉ

■ **Fondations :** Rigoles en gros béton dosé à 250 kg de C.P.J. 45.

■ **Murs extérieurs :** Parpaings pleins de 0,20 en béton de gravillons dans toutes les parties enterrées, parpaings creux de 0,20 dans les parties en élévation.

■ **Murs de refend** : Parpaings pleins de 0,15 en béton de gravillons.

■ **Plancher bas du rez-de-ch.** : Dallage en béton de 0,10 sur blocage en cailloux de 0,15. Coupure sous dallage par film en polyane de 200 microns. Chape lissée et bouchardée dans garage, cave et chaufferie.

■ **Plancher haut du rez-de-ch.** : Plancher à poutrelles précontraintes et corps creux de 0,16 en béton de gravillons. Dalle de répartition de 0,04.

■ **Béton armé** : Longrines de 0,20 x 0,20 à la base de tous les murs du rez-de-chaussée, tous linteaux et chaînages, poutres incorporées et retroussées dans le plancher haut du rez-de-chaussée. Escaliers intérieurs et extérieurs, murs de soutènement de 0,20 pour parking caravane.

■ **Conduits** : Boisseaux de 0,25 x 0,25 pour chaufferie, de 0,20 x 0,20 pour cheminée et cuisine. Ventilation des pièces sanitaires avec boisseaux en béton de gravillons de 0,10 x 0,14.

■ **Assainissement :** Drainage périphérique en tuyaux ciment de 150 mm. Regards préfabriqués en béton de 0,40 x 0,40 et de 0,50 x 0,50, canalisations enterrées en P.V.C. de 150 avec raccordement à l'égout communal.

CHARPENTE

■ Pannes de 75 x 225 avec chevrons de 60 x 80 sur étage et garage. Solives de 65 x 85 tous les 0,60 sur appenti du séjour.

- Planches de rives et bandeaux en planches de 27 mm.

■ Habillage des avant-toits en frisettes pin des Landes.

■ Plancher des combles en solives de 55 x 155 tous les 0,50 y compris étrésoillons en planches de 27 mm et isolation en laine de verre de 120 mm.

COUVERTURE ZINGUERIE

Couverture en tuiles « Romane LD » brunies masse fixées sur liteaux 30 x 30 avec sous-toiture par film polyane.
Gouttières, tuyaux de descente et entourage des souches en zinc n° 12, dauphins en fonte.

MENUSERIE

■ **Menuiseries extérieures :** Croisées à recouvrement de 48 mm avec vitrage isolant. Volets en lames pin des Landes de 22 mm avec traverses et écharpes. Portes des garages à basculement avec tablier en lames pin des Landes.

■ **Menuiseries intérieures :** Portes isoplans deux faces «Isogyl» ferrées sur huisseries sapin. Portes des placards accordéon du type «Kazed». Toutes plinthes et couvre-joints.

PLÂTRERIE PEINTURE

- **Doublage des murs extérieurs par complexe isolant « Thermipan » 50 + 10.**

■ Cloisons de répartition en briques plâtrières de 0,035 enduites au plâtre sur les deux faces.

- Plafonnage des combles par briques à plafond enduites au plâtre.

■ Toutes peintures intérieures et extérieures.

CHAUFFAGE

■ Installation à eau chaude fonctionnant au mazout, production d'eau chaude par chaudière automatique. Radiateurs en fonte avec vannes thermostatiques. Citerne de 5 000 litres enterrée.

PLOMBERIE

■ Appareils de premier choix de couleur sable. Alimentations et vidanges en tube cuivre encastéré.

■ Chutes en fonte sanitaire de 100 avec ventilations en P. V. C.

■ Raccordement au compteur par tube «Plymouth» de 27 mm.

ÉLECTRICITÉ

■ Installation conforme aux normes «Promotelec» exécutée suivant les dessins du dossier électricité.

SOLS

■ Plaquettes de grès d'Artois dans la totalité du rez-de-chaussée, l'escalier intérieur et le dégagement de l'étage.

■ Carreaux de 10 x 10 en grès cérame dans cuisine et S. de B. de l'étage.

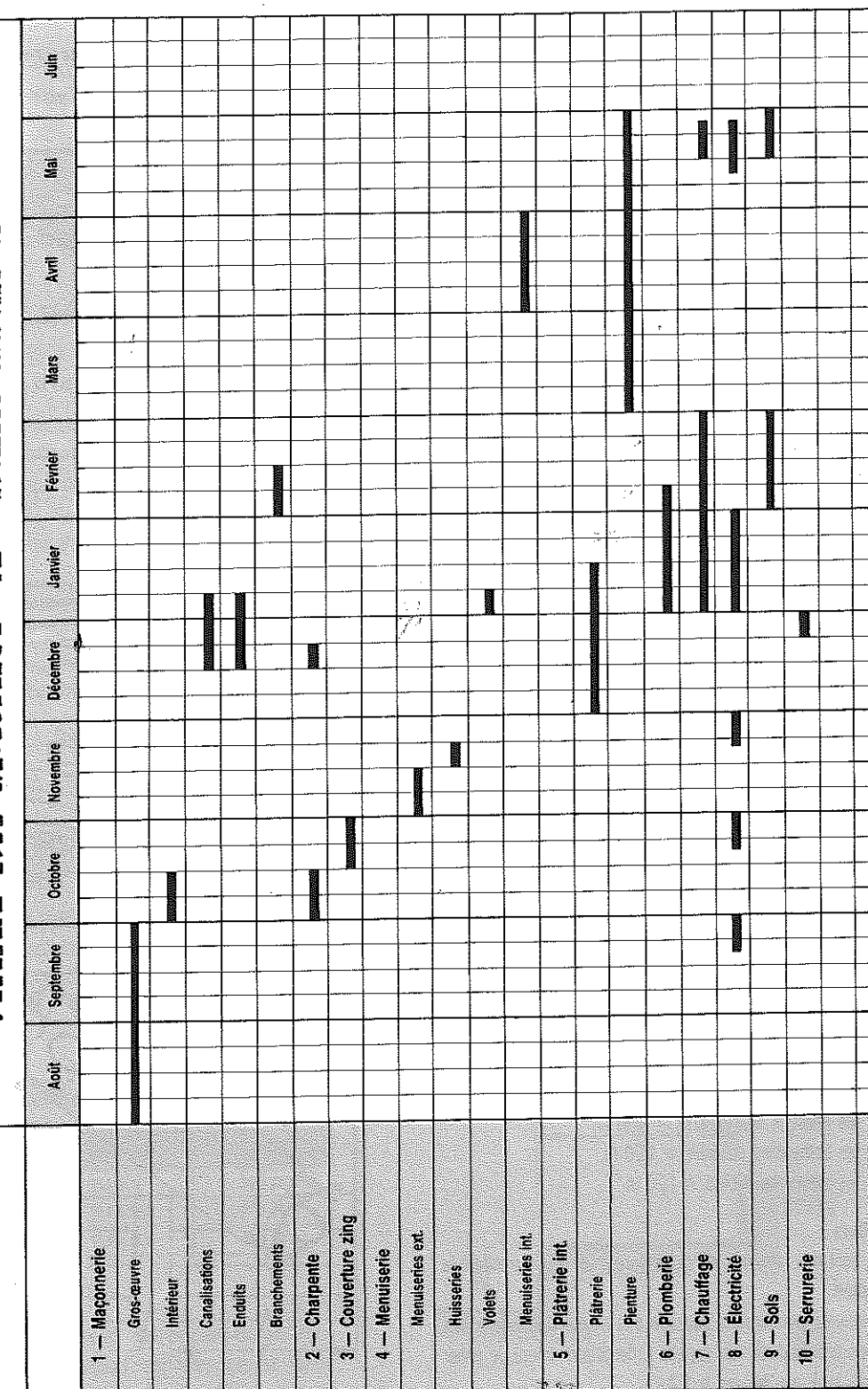
- Moquettes dans les chambres et le studio.

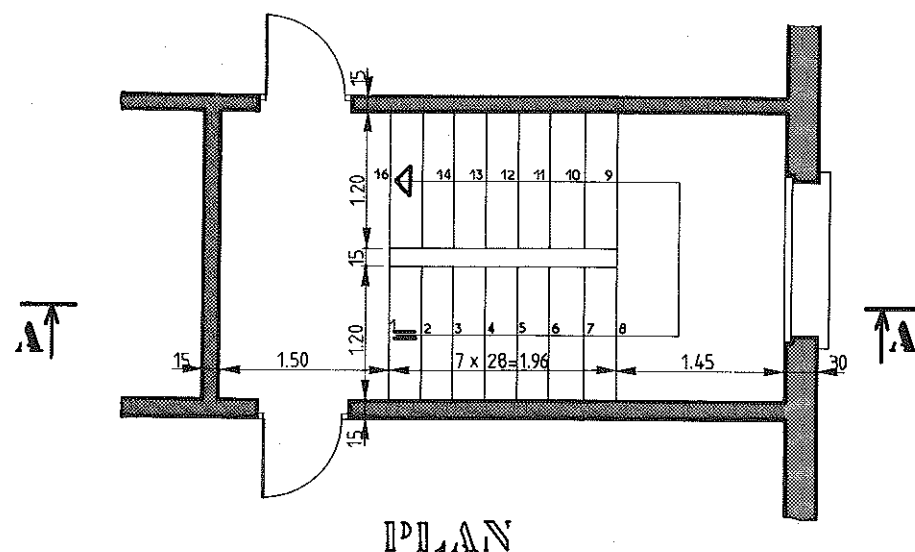
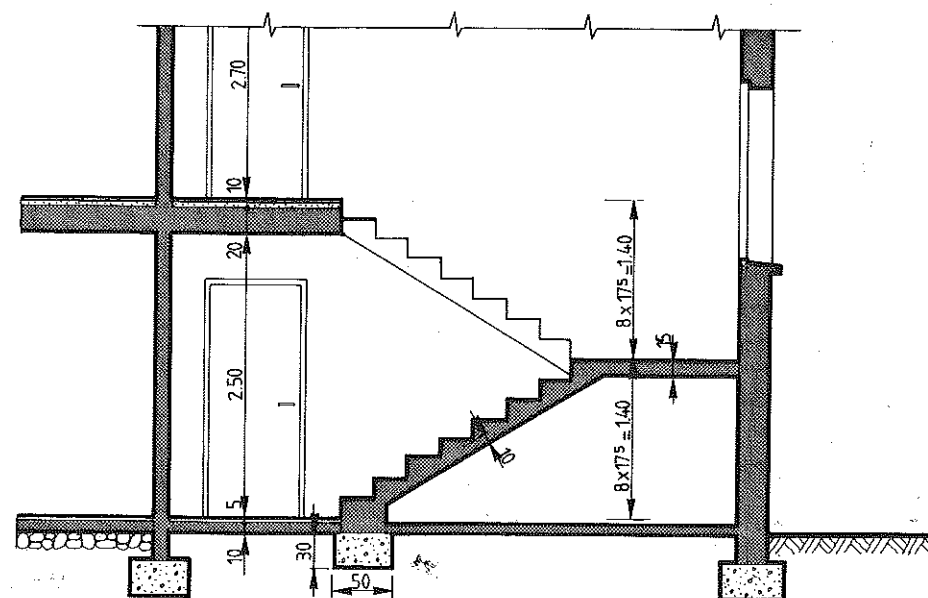
SERRURERIE

■ Grilles de défense en fers carrés de 10 x 10 pour châssis de la chaufferie et du W.-C.

■ Garde-corps pour escalier extérieur et parking.

PLANNING DES TRAVAUX





PLAN

12.9 Rampes et garde-corps

NF P 01-012

Hauteur de protection (H)

La hauteur normale de protection d'un garde-corps (cote H sur les dessins) est fonction de son épaisseur E.

Voir dans le tableau ci-dessous.

Épaisseurs E (m)	≤ 0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	≥ 0,60
Hauteurs H (m)	1,00	0,975	0,95	0,925	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70

REMARQUE :

En aucun cas H ne peut être inférieure à 0,80 m pour les bâtiments d'habitation.

Hauteur réduite de protection (H')

S'il existe un élément sensiblement horizontal, de largeur comprise entre 0,13 et 0,30 m et situé à moins de 0,45 m au-dessus de la zone de stationnement normal, le garde-corps doit le dépasser d'une hauteur $H' \geq 0,90$ m (fig. 4, 5, 6).

Garde-corps en saillie

La figure 7 montre les valeurs à respecter pour les saillies.

Garde-corps ajourés

■ Le vide entre les éléments verticaux (barreaux et panneaux) doit être au plus égal à 0,11 m (fig. 10).

■ Le vide entre les éléments horizontaux (lisses, panneaux, etc.) doit être au plus égal à :

- 0,11 m s'il est situé à une hauteur inférieure à 0,45 m par rapport à la zone de stationnement normal (fig. 10, 11),
- 0,18 m s'il est situé à plus de 0,45 m de cette zone (fig. 11).

■ On évitera, sur une hauteur de 0,45 m, les éléments permettant un appui du pied. Si ce n'est pas le cas, on devra respecter la règle de la hauteur réduite de protection.

Rampes d'escaliers

■ La hauteur de protection doit être au moins égale à 0,90 m dans la partie rampante (fig. 12, 13).

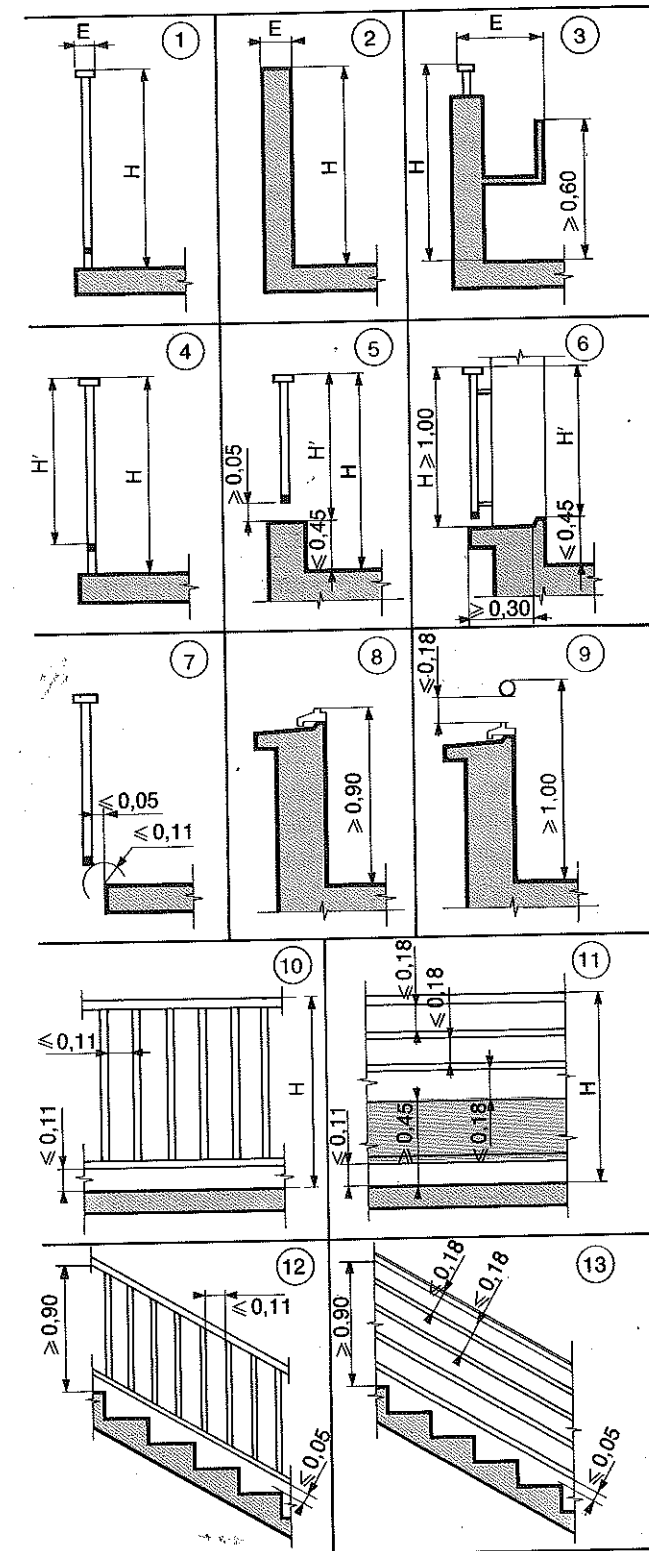
■ L'espacement des éléments ajourés est identique à celui des garde-corps horizontaux.


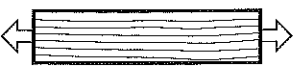


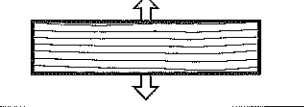
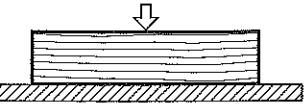
■ Si l'escalier ne possède pas de limon, le vide entre le nez des marches et la lisse basse ne doit pas dépasser 0,05 m (fig. 12, 13). S'il existe un limon le vide doit être $\leq 0,18$ m.

■ La hauteur des rampes sur palier est de 1,00 m; cependant, si la largeur du jour est $\leq 0,60$ m, la hauteur peut être ramenée à 0,90 m.

Cas des fenêtres

La hauteur minimale de l'allège, mesurée au-dessus du dormant est de 0,90 m (fig. 8). Si ce n'est pas le cas, prévoir une barre d'appui à 1,00 m (fig. 9).



CARACTÉRISTIQUES MÉCANIQUES DES BOIS						Tableau 1
CLASSEMENT DES BOIS SELON L'ASPECT VISUEL						NF B 52.001
Aspect des pièces	Résineux			Chêne		
	C30	C22	C18	Classe		
				1	2	
Diamètre des nœuds en mm	≤ 30	≤ 50	≤ 80	≤ 30	≤ 40	
Pente du fil en %	≤ 7	≤ 15	≤ 15	≤ 7	≤ 12	
Flèche/longueur	≤ 1/3	≤ 1/3	≤ 1/3	≤ 1/3	≤ 1/3	
CONTRAINTES MAXIMALES SUR LES BOIS EN MPa						
Sollicitations	Croquis	Résineux			Chêne	
		C30	C22	C18	Classe 1	Classe 2
Masse volumique (kg/m ³)		460 à 610	340 à 400	320 à 400	800	750
Module d'élasticité (MPa)		12 000	11 000	10 000	12 000	11 200
Compression longitudinale		11	10	8	13,6	10,9
Traction axiale		8	6	5	16,4	9,8
Flexion statique		13,2	10	8	14,7	12,5
Cisaillement longitudinal		1,3	1	0,8	2,2	1,6
Traction transversale		0,15	0,15	0,15	0,6	0,6
Compression transversale		2,5	2,2	2	4,9	3,9
FLEXIBILITÉ DES POUTRES						
Portée maximum		Flèche admissible				
12 H *		1/500				
12 à 14 H		1/500 à 1/300				
24 à 30 H		1/300				

* H = hauteur de la poutre.

DIMENSIONS DES BOIS DU NORD							Tableau 2
Sections mm	Appellations traditionnelles	Nombre de m au m ³	Nombre de m ² au m ³	sections mm	Appellations traditionnelles	Nombre de m au m ³	Nombre de m ² au m ³
Madriers							
75 x 225	80 x 230	59,26	13,33	38 x 150	40 x 155	175,44	26,32
75 x 200	80 x 205	66,67	13,33	38 x 125	40 x 130	210,53	26,32
75 x 175	80 x 180	76,19	13,33	38 x 115	40 x 115	228,83	26,32
75 x 150	80 x 155	88,89	13,33	38 x 100	40 x 105	263,16	26,32
				32 x 225	32 x 230	138,89	31,25
				32 x 200	32 x 205	156,25	31,25
Bastings							
63 x 175	65 x 180	90,70	15,87	32 x 175	32 x 180	178,57	31,25
63 x 160	65 x 165	99,21	15,87	32 x 150	32 x 155	208,33	31,25
63 x 150	65 x 155	105,82	15,87	32 x 125	32 x 130	250,00	31,25
50 x 225	52 x 230	88,89	20,00	32 x 115	32 x 115	271,74	31,25
50 x 200	52 x 205	100,00	20,00	32 x 100	32 x 105	312,50	31,25
50 x 175	52 x 180	114,29	20,00	25 x 225	27 x 230	177,78	40,00
50 x 150	52 x 155	133,33	20,00	25 x 200	27 x 205	200,00	40,00
50 x 125	52 x 130	160,00	20,00	25 x 175	27 x 180	228,57	40,00
50 x 115	52 x 115	173,91	20,00	25 x 150	27 x 155	266,67	40,00
50 x 100	52 x 105	200,00	20,00	25 x 125	27 x 130	320,00	40,00
44 x 150	45 x 155	151,51	22,72	25 x 115	27 x 115	347,83	40,00
44 x 115	45 x 115	197,63	22,72	22 x 115	24 x 115	395,26	45,45
44 x 100	45 x 105	227,27	22,72	22 x 100	24 x 105	454,55	45,45
Planches et planchettes							
38 x 225	40 x 230	116,96	26,32	19 x 115	20 x 115	457,67	52,63
38 x 200	40 x 205	131,58	26,32	19 x 100	20 x 105	526,32	52,63
38 x 175	40 x 180	150,38	26,32	16 x 115	16 x 115	543,48	62,50
Longueurs	1,50	1,80	2,10	2,40	2,70	3,00	3,30
				3,60	3,90	4,20	4,50
				4,80	5,10	5,40	5,70
				6,00	6,30	6,60	6,90

PORTÉES MAXIMALES DES POUTRES EN BOIS (m)

Tableau 3

BOIS DE 2^e CATÉGORIE - HYGROMÉTRIE 15 % - $F \leq \frac{1}{300} - \bar{\sigma} = 9 \text{ MPa}$

Dénominations	Section cm ²	I cm ⁴	$\frac{I}{V}$ cm ³	Charges en kN/m ² - Écartement 0,30 m									
				0,83	1,86	2,5	3,33	4,16	5,0	5,83	6,66	7,5	8,33
				10,0	10,83	11,66	12,5	13,33					
				Charges en kN/m ² - Écartement 0,40 m									
				0,62	1,25	1,87	2,5	3,12	3,75	4,37	5,0	5,62	6,25
				Charges en kN/m ² - Écartement 0,50 m									
				0,50	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
				6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0	10,5
				Charges uniformément réparties en kN/m									
				0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50
Madriers	10,5 x 22,5	9966	886	10,06	7,99	6,98	6,34	5,88	5,54	5,26	5,03	4,84	4,67
	7,5 x 22,5	7119	632	9,00	7,14	6,24	5,66	5,28	4,95	4,70	4,50	4,32	4,17
	7,5 x 20,5	5384	525	8,20	6,50	5,68	5,16	4,79	4,51	4,28	4,10	3,94	3,80
	6,5 x 18,5	3429	370	7,05	5,59	4,89	4,44	4,12	3,88	3,68	3,52	3,39	3,26
	6,5 x 16,5	2433	294	6,29	4,99	4,36	3,96	3,67	3,46	3,28	3,14	3,02	2,91
Bastings	5,5 x 15,5	1706	220	5,59	4,43	3,87	3,52	3,26	3,07	2,92	2,79	2,65	2,51
	7,5 x 10,5	723	137	4,20	3,33	2,91	2,64	2,45	2,31	2,19	2,10	2,01	1,94
	7,5 x 7,5	263	70	3,00	2,38	2,08	1,88	1,75	1,65	1,56	1,50	1,44	1,39
	6,5 x 7,5	228	60	2,86	2,27	1,98	1,80	1,67	1,57	1,49	1,43	1,37	1,32
	5,5 x 7,5	193	51	2,70	2,14	1,87	1,70	1,58	1,48	1,41	1,35	1,28	1,21
Chevrons	5,5 x 6,5	125	38	2,34	1,86	1,62	1,47	1,37	1,29	1,22	1,17	1,11	1,05
				0,96	0,92	0,89	0,86	0,83					
				2,05	2,12	2,20	2,29	2,40	2,51	2,65	2,79	2,91	3,00
				3,50	3,75	4,08	4,47	4,88	5,26	5,62	5,94	6,25	6,55
				4,00	4,39	4,74	5,04	5,34	5,64	5,94	6,24	6,54	6,84

Exemple 1 :

soit à rechercher la pièce pouvant supporter une charge de 2,50 kN/m pour une portée de 3,80. On lit sur le tableau 7,5 x 20,5.

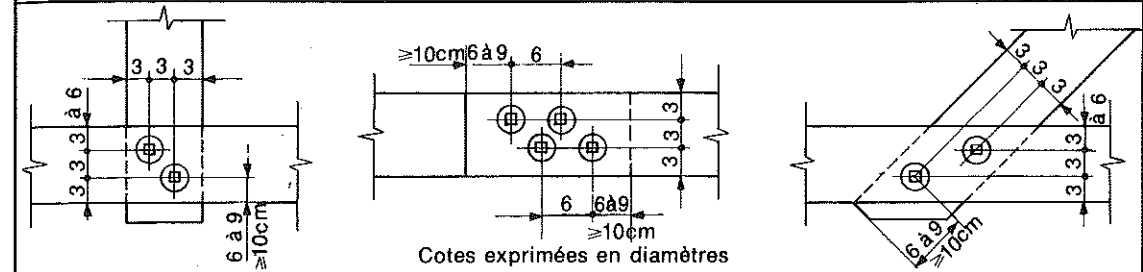
Exemple 2 :

soit à rechercher la portée que peuvent passer des solives de 6,5 x 18,5 supportant une charge de 6,25 kN/m² et espacées de 0,40 m, on lit sur le tableau : 3,26 m.

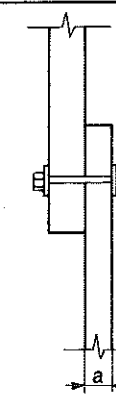
ASSEMBLAGES BOULONNÉS

Tableau 4

RÉPARTITION DES BOULONS

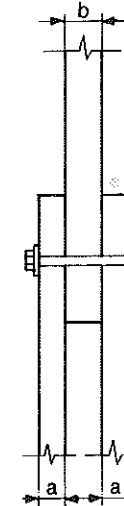


RÉSISTANCE AU CISAILEMENT SIMPLE



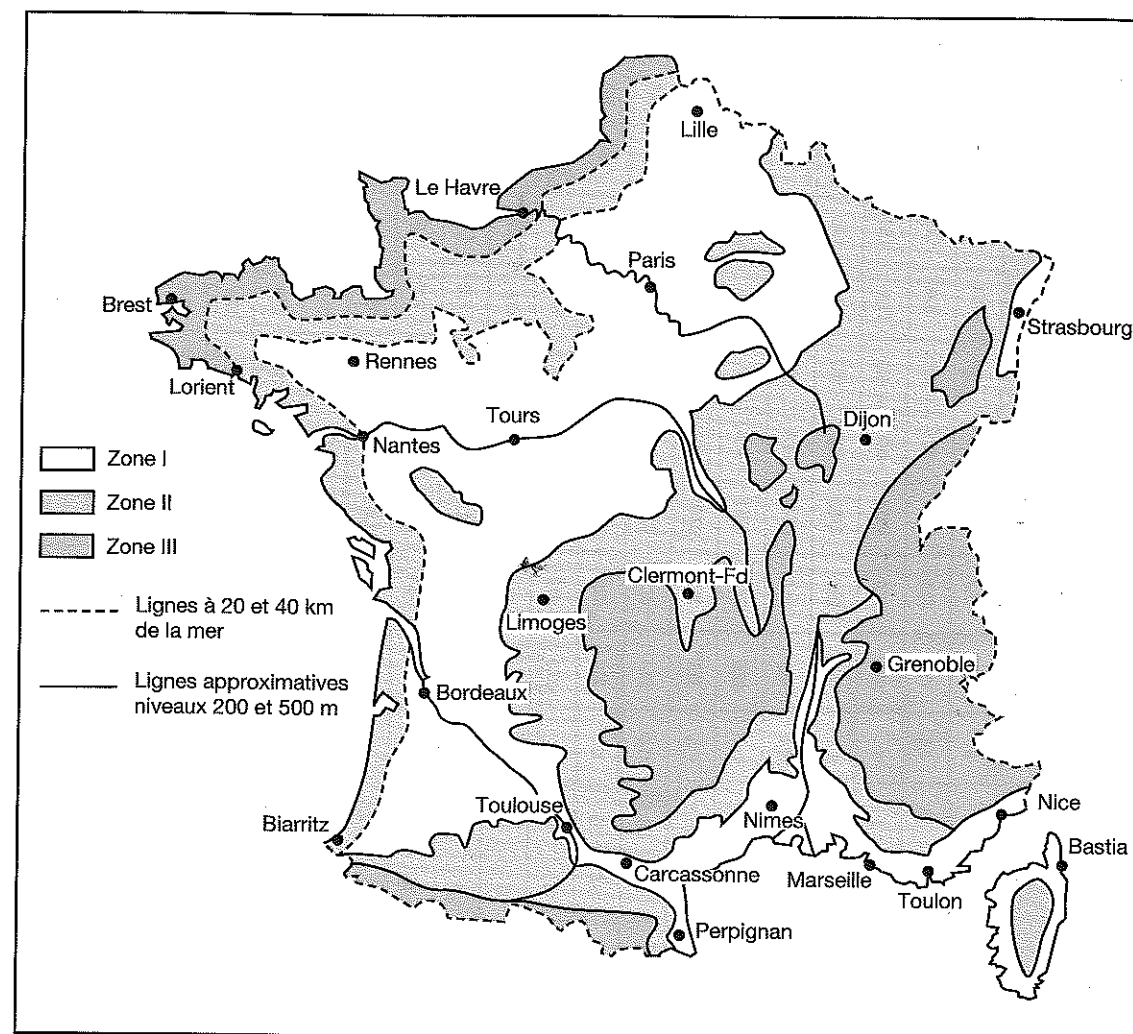
a en mm	a = 20					a = 27				
Ø du boulon	8	10	12	14	16	8	10	12	14	16
Charges en kN	0,9	1,05	1,2	1,4	1,6	1,05	1,3	1,6	1,85	2,1
a en mm	a = 35					a = 50				
Ø du boulon	8	10	12	14	16	10	12	14	16	18
Charges en kN	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4	1,8	2,15	2,4	2,9	3,2
a en mm	a = 65 mm					a = 75 et +				
Ø du boulon	10	12	14	16	18	12	14	16	18	20
Charges en kN	2,0	2,4	2,9	3,4	3,8	2,6	3,0	3,5	4,0	4,4

RÉSISTANCE AU DOUBLE CISAILEMENT



a et b en mm	b = 20 a ≥ 13					b = 27 a ≥ 18				
Ø du boulon	8	10	12	14	16	8	10	12	14	16
Charges en kN	2,3	2,6	3,0	3,5	4,0	2,6	3,0	3,5	4,0	4,6
a et b en mm	b = 35 a ≥ 27					b = 50 a ≥ 33				
Ø du boulon	8	10	12	14	16	10	12	14	16	18
Charges en kN	3,0	3,75	4,5	5,25	6,0	4,5	5,4	6,0	7,2	8,0
a et b en mm	b = 65 a ≥ 42					b = 75 a ≥ 50				
Ø du boulon	10	12	14	16	18	12	14	16	18	20
Charges en kN	5,1	6,0	7,2	8,5	9,5	6,6	7,5	8,0	10,0	11,0
a et b en mm	b = 90 a ≥ 60					b = 105 a ≥ 65				
Ø du boulon	14	16	18	20	22	16	18	20	22	24
Charges en kN	8,4	9,6	10,8	12,0	13,2	10,4	11,6	13,0	14,3	16,2

21 Couverture



21.1 Zones et sites (DTU 40)

Zone 1 : Tout l'intérieur du pays situé à une altitude ≤ 200 m et la vallée du Rhône.

Zone 2 : Côte Atlantique sur 20 km de profondeur, de Lorient à la frontière espagnole. Bande située entre 20 et 40 km de la côte de Lorient à la frontière belge. Altitudes comprises entre 200 et 500 m.

Zone 3 : Côtes de l'Atlantique, de la Manche et de la Mer du Nord sur une profondeur de 20 km de Lorient à la frontière belge. Altitudes supérieures à 500 m.

Site protégé : Fond de cuvette entouré de collines sur tout son pourtour et protégé ainsi de toutes les directions du vent. Terrain bordé de collines sur une partie de son pourtour correspondants à la direction des vents les plus violents.

Site normal : Plaine ou plateau pouvant présenter des dénivellations peu importantes, étendues ou non.

Site exposé : Au voisinage de la mer : littoral sur une profondeur d'environ 5 km, le sommet des falaises, les îles ou presqu'îles. À l'intérieur du pays : les vallées étroites où le vent s'engouffre, les montagnes isolées et élevées (mont Aigoual, mont Ventoux).

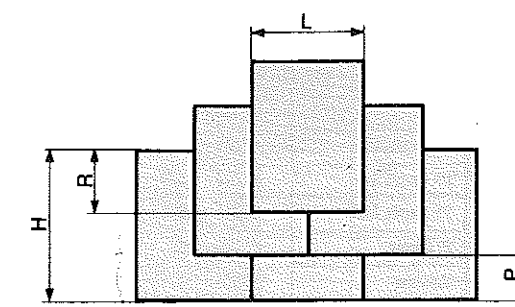
21.2 Couverture en ardoises

On utilise pour la couverture des bâtiments la pose dite à « pureau entier ». On appelle pureau la partie de l'ardoise visible sur le toit, il dépend :

de la hauteur de l'ardoise (H), du recouvrement (R).

$$P = \frac{H - R}{2}$$

Le tableau ci-dessous donne les valeurs minimales des recouvrements en fonction de la pente, de la région de construction (voir carte paragraphe 21.1) et du mode de fixation (pose au clou ou au crochet). D.T.U. 40.11.



P = Pureau
R = Recouvrement

VALEURS DES RECOUVREMENTS en mm*						
Pentes %	Région I		Région II		Région III	
	Pose au clou	Pose au crochet	Pose au clou	Pose au crochet	Pose au clou	Pose au crochet
20						
22,5						
25	153	153				
27,5	145	147				
30	134	142				
32,5	124	136	153	153		
35	116	131	146	147		
37,5	110	127	137	142		
40	106	123	129	137	153	153
45	97	115	115	128	135	143
50	90	109	106	121	122	134
55	86	103	99	115	112	127
60	82	99	93	109	104	121
70	76	92	86	101	95	110
80	72	86	81	94	89	103
90	69	81	77	89	84	98
100	67	78	74	85	81	93
120	64	73	70	80	76	87
140	62	70	68	77	74	83
170	60	67	66	73	71	80
200	59	65	64	71	69	77
250	57	63	63	69	68	75
300	57	62	62	68	68	74
375	55	61	62	67	67	73
>375	55		61		65	

* Ces valeurs correspondent à des largeurs de versants ≤ 11 mètres.

22 Menuiserie

22.1 Les dessins

22.11 Dessins d'ensemble

Ils définissent les formes et les dimensions générales de l'ouvrage (voir croisée et panneau de façade).

22.12 Dessins de fabrication

Ce type de dessin est essentiellement utilisé pour la fabrication en série et doit comporter pour chaque sous-ensemble les indications suivantes :

- Cotes de fabrication avec les tolérances.
- Faces de référence pour l'usinage.
- Symboles des états de surfaces (fig. 1).

22.13 Unités de cotation

- Les cotes inférieures au mètre s'expriment en millimètres.
- Les cotes supérieures au mètre s'expriment en mètres.

22.14 Traits

Trait renforcé : Contours des coupes et des sections.

Traits forts : Élévations, parties situées en arrière du plan de coupe et joints entre deux pièces assemblées (fig. 2).

Trait fin : Hachures, arasements en élévation (fig. 3).

22.15 Hachures

Outre les hachures conventionnelles définies au chapitre 6, on utilise fréquemment les représentations ci-dessous.

	Panneaux lattés
	Contreplaqués
	Panneaux de particules

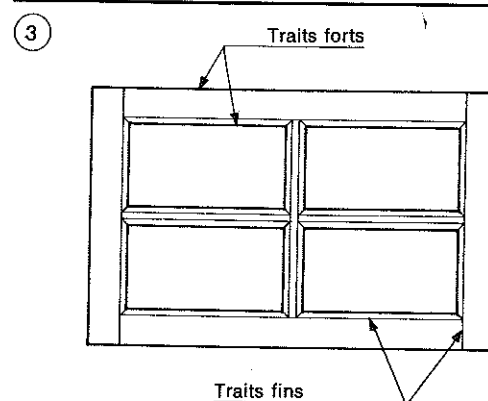
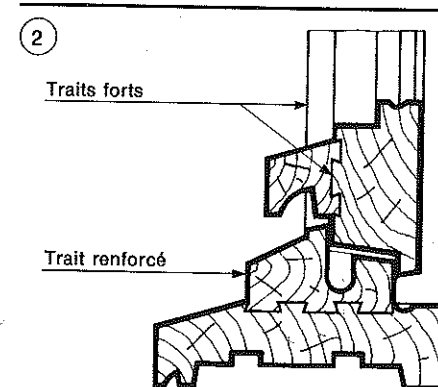
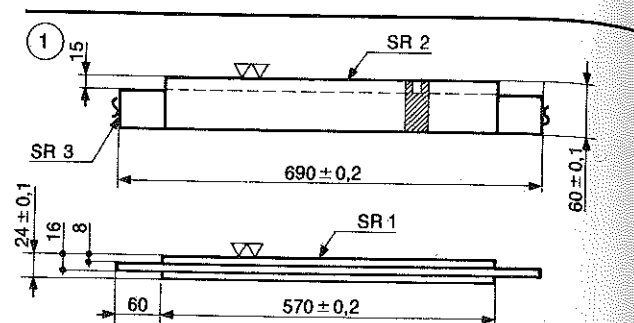
Ces hachures n'étant pas conventionnelles, on prendra soin d'indiquer leur signification par une légende.

22.16 Symboles

- Symboles d'usinage : voir tableau ci-contre.
- Symboles d'ouverture des croisées : voir chapitre 13.
- Symboles des portes : voir chapitre 14.

22.2 Dimensions des croisées

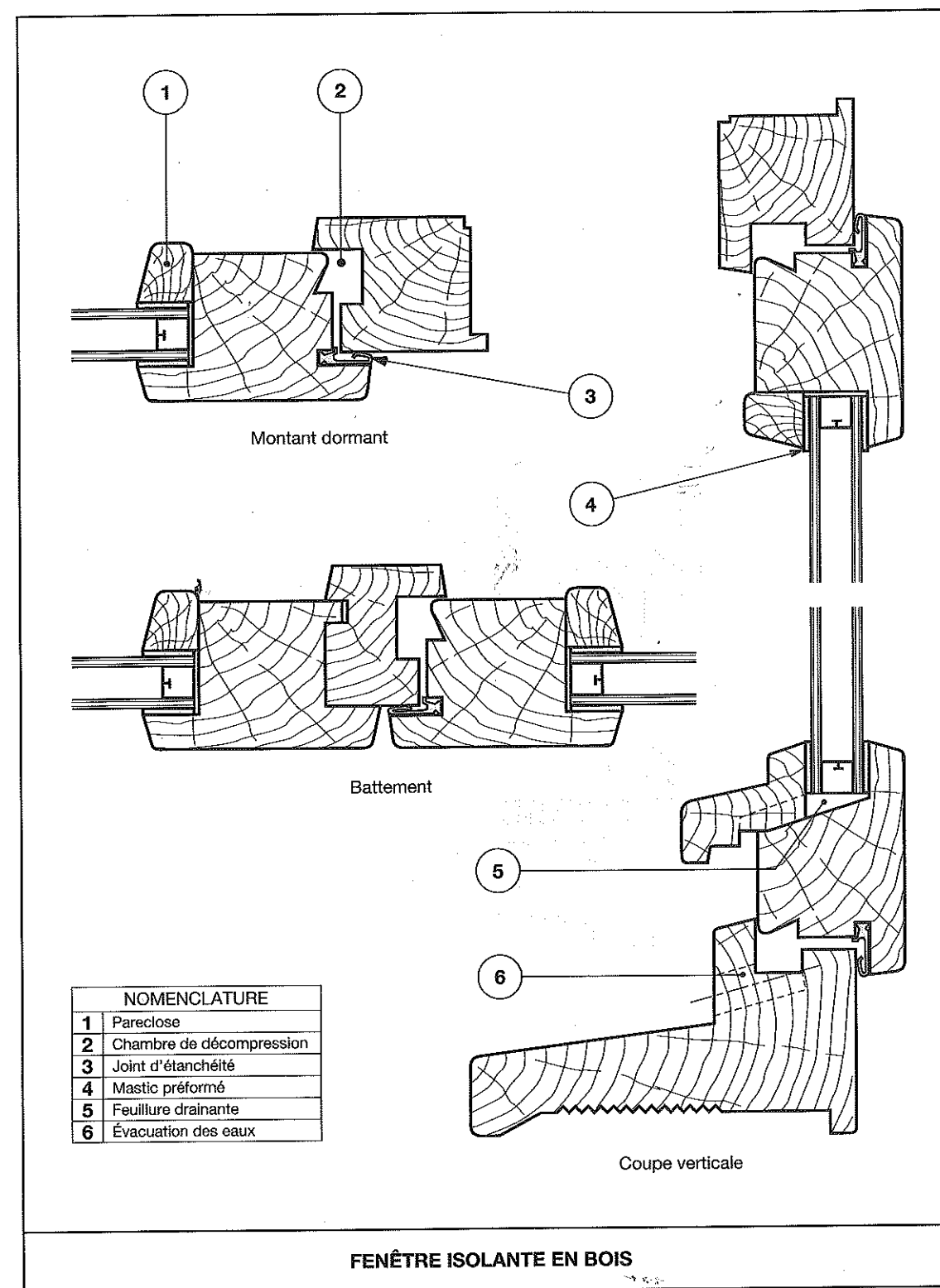
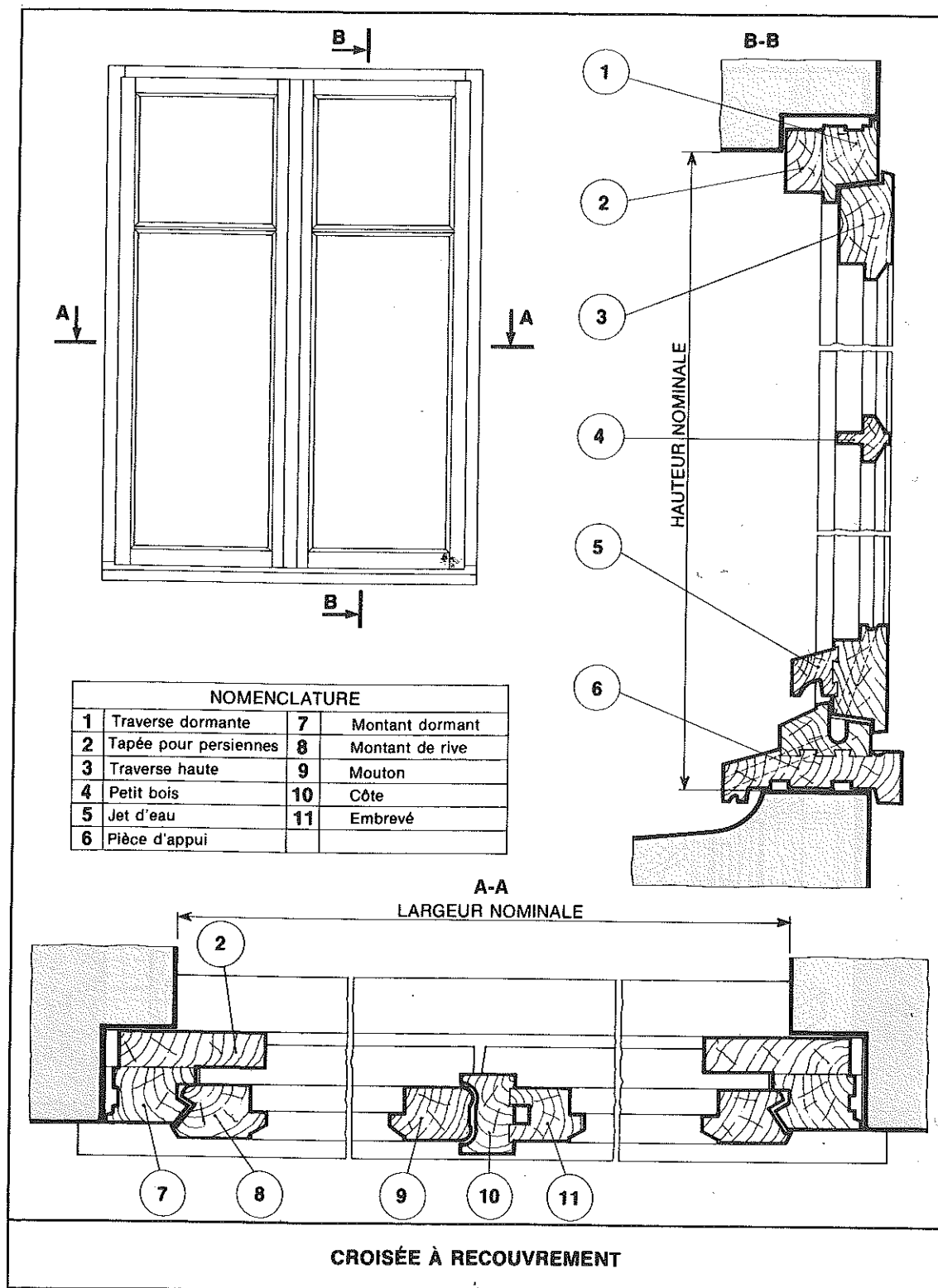
Consulter le chapitre 13.

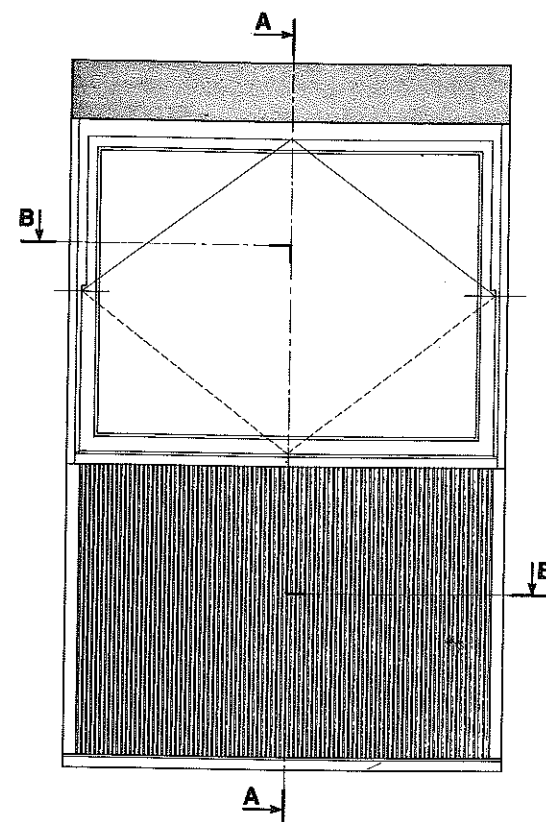


SYMBÔLES D'USINAGE	
SR1 - SR2 - SR3	Faces de référence
$\sqrt[120]{P}$	Indication de ponçage
S	Brut de sciage
	Pas d'usinage de 2,6 à 5
	Pas d'usinage de 2,5 à 0,9
	Pas d'usinage de 0,3 à 0,8

22.3 Principaux assemblages

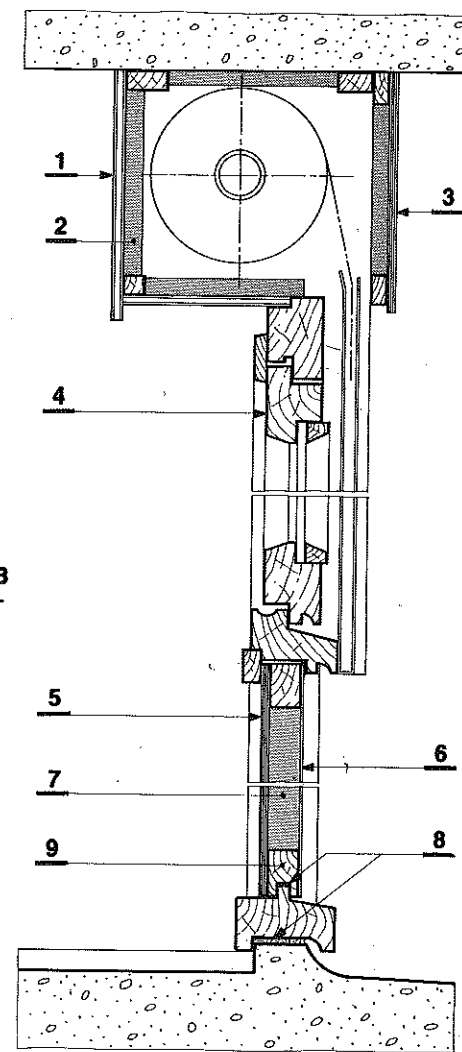
Fausse languette			Languette et rainure
En V tronqué			En fourchement simple
Faux tenon			Agrafe
Tourillon			Flottage vif
Contre-profil			Tenon et mortaise
Languette bâtarde			Bouvetage symétrique
A dents de scie			Queues d'arondes couvertes





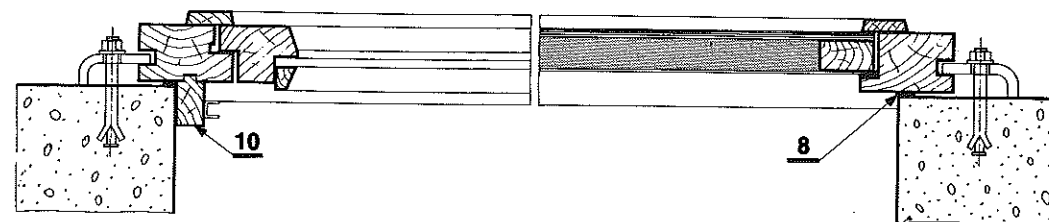
10	Tapée pour volet roulant
9	Ossature en bois du nord traité
8	Joint d'échantéité
7	Isolation par mousse de polyuréthane
6	Parement ext. en tôle d'al. émaillée
5	Parement intérieur en « Glasal » gris
4	Châssis basculant en sipo
3	Bandeau en « Glasal » bleu
2	Isolation par polystyrène expansé
1	Habil. du coffre en c. plaqués CTB x 10 mm

NOMENCLATURE

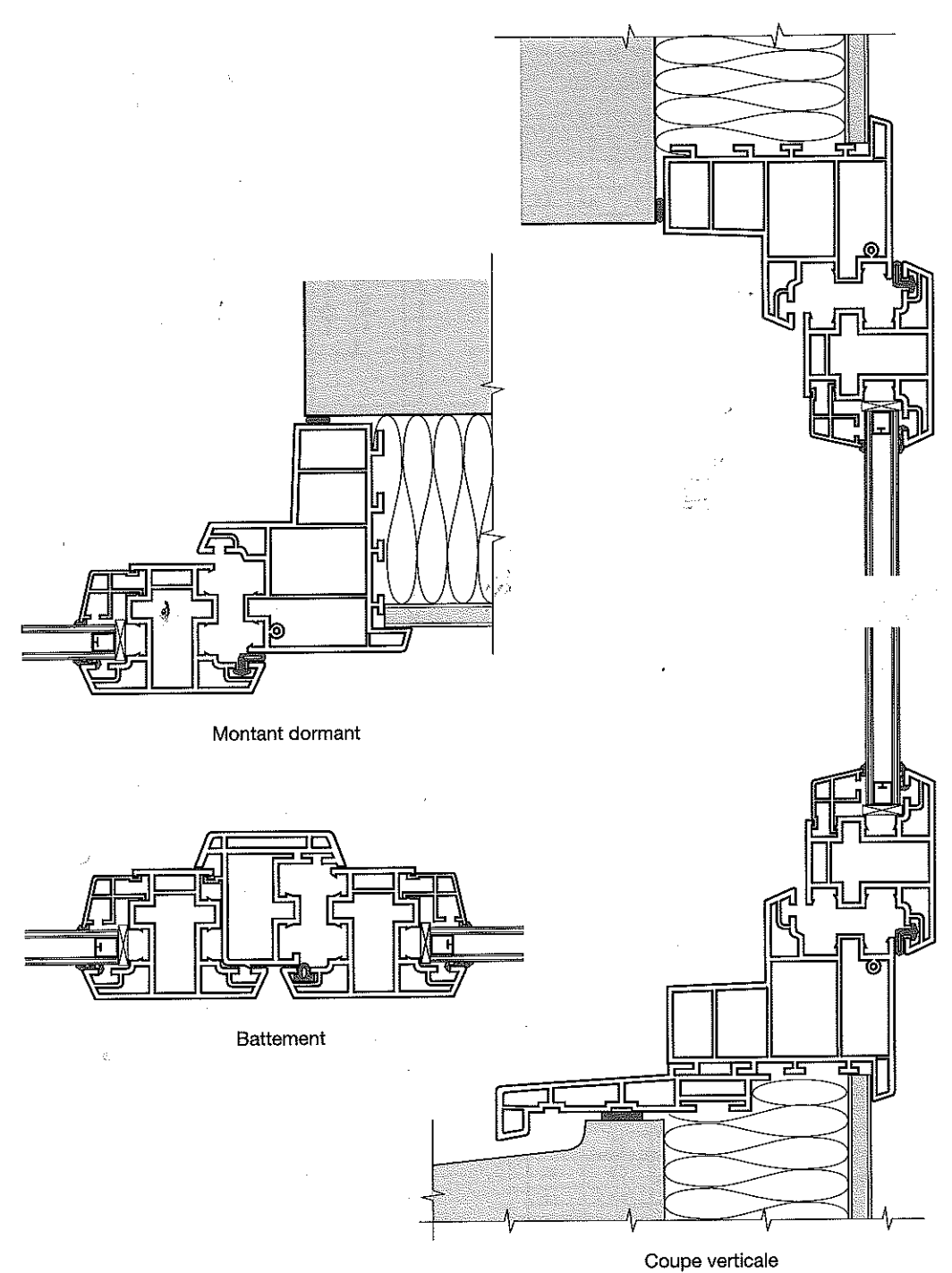


A-A

B-B



PANNEAU DE FAÇADE



Montant dormant

Battement

Coupe verticale

FENÊTRE EN PVC

23 ■ 7 Symboles utilisés pour les dessins

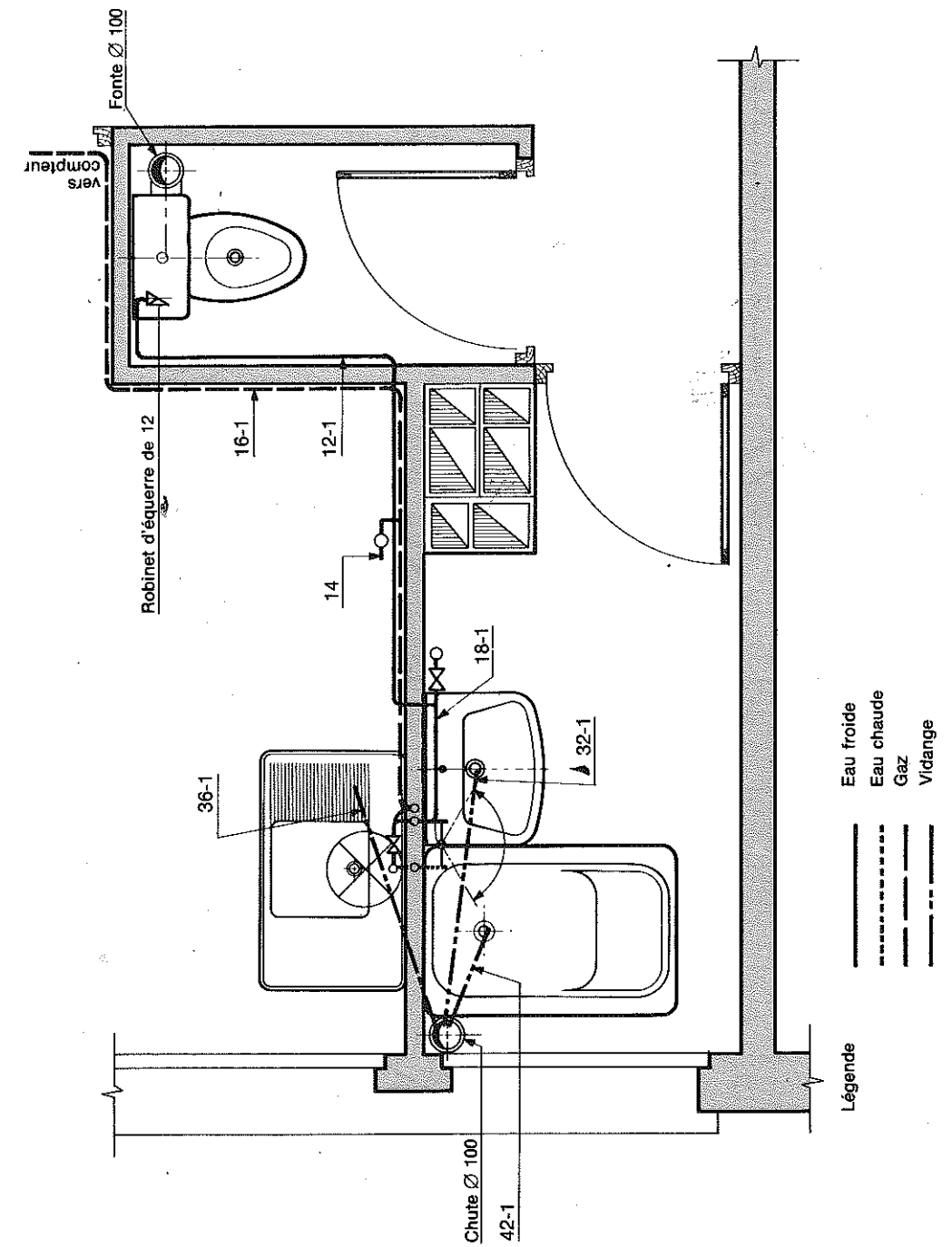
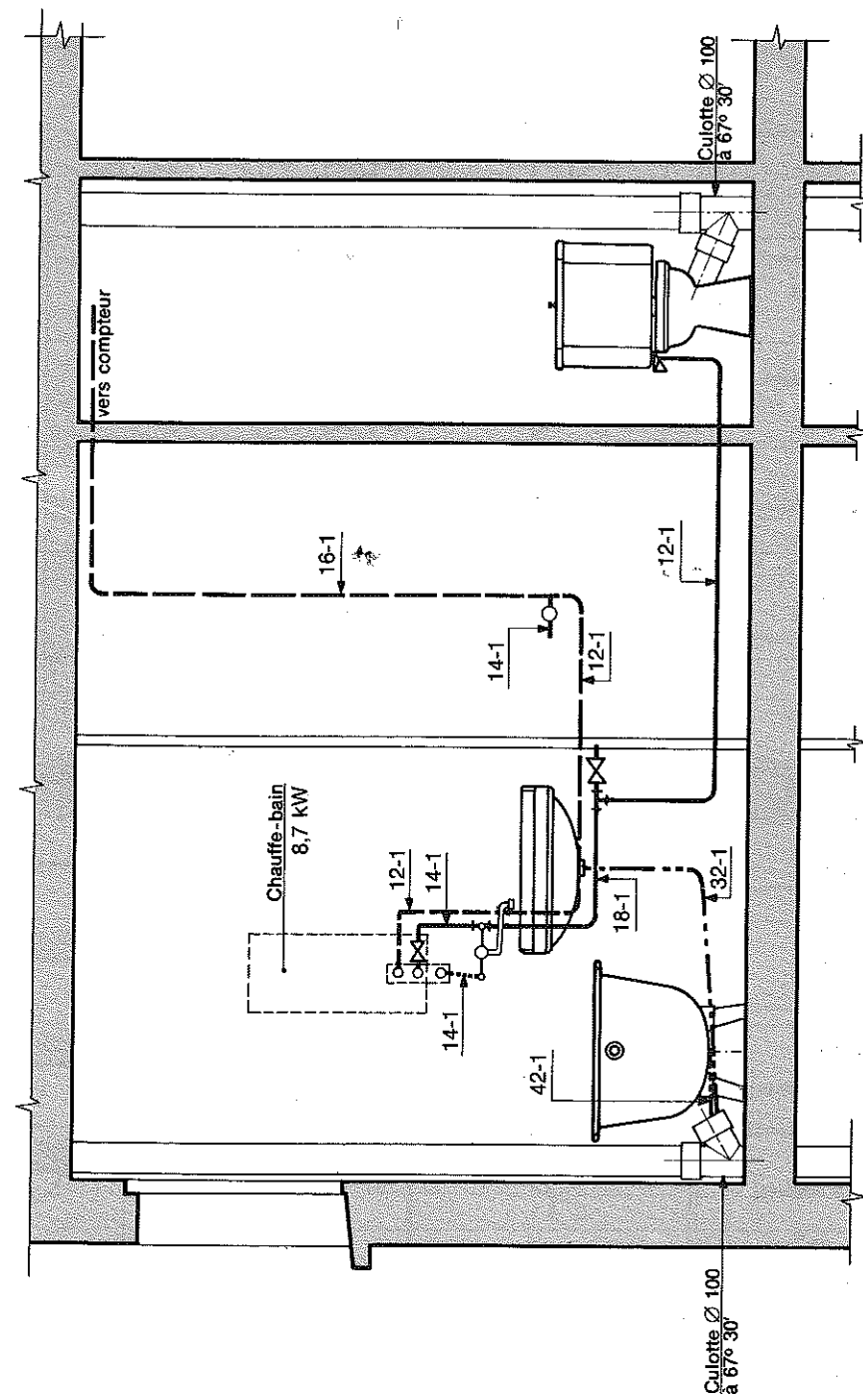
CANALISATIONS			
Canalisation	Symbole	Raccordement	Symbole
Vue		Par filetage	
Cachée		Par bride	
En avant du plan de coupe		Par soudure	
En avant du plan de coupe et en comble		Par emboiture	
Croisement sans mélange		Par manchon	
Croisement avec mélange		Raccord union	
Support à libre dilatation		Bouchon mâle	
Support à point fixe		Bouchon femelle	
Canalisation d'alimentation		Réduction	
Canalisation de retour		Coude	
Sens de pente		Té	

SYMBOLES POUR ROBINETTERIE

Désignation	A soupape	A vanne	A tournant droit	A papillon
Symboles généraux				
Commande à main				
Commande à distance				
Commande électrique par moteur				
Commande par fluide				
Commande par vérin				
Commande par flotteur				

Désignation	Symbole	Désignation	Symbole
Robinet d'équerre		Robinet d'équilibrage droit	
Robinet à tournant d'équerre		Robinet de puisage fixe	
Robinet à tournant trois voies (deux lumières)		Robinet de puisage orientable	
Robinet à tournant trois voies (trois lumières)		Robinet mélangeur	
Robinet à trois voies		Douche	
Robinet d'équilibrage d'équerre		Soupape de sûreté	

PLAN D'INSTALLATION D'UNE CELLULE



Appareils	Symboles	Appareils	Symboles
Télérupteur		Compteur Symbole général	
Minuterie		Chauffe-eau	
Gâche électrique		Appareil de chauffage Symbole général	
Interphone portier		Cuisinière électrique	
Sirène		Climatiseur	
Sonnerie		Réfrigérateur	
Horloge		Appareil électroménager non défini	
SYMBOLES POUR SCHÉMAS UNIFILAIRES			
Appareils	Symboles	Appareils	Symboles
Deux conducteurs		Borne connexion de conducteurs	
Conducteur neutre		Croisement de 2 conducteurs	
Conducteur de protection		Croisement de 2 conducteurs avec connexion électrique	
Canalisation triphasée avec neutre et conducteur de protection		Dérivation	
Conducteur en faisceau flexible		Contact glissant	

Appareils	Symboles	Appareils	Symboles
Terre		Lampe d'éclairage Symbole général	
Masse (deux variantes)		Indications complémentaires pour les lampes, à porter à côté du symbole	IN = Incandescence FL = Fluorescence Ne = Néon Hg = Mercure Na = Vapeur de sodium I = Iode ARC = Arc IR = Infrarouge
Interrupteur Symbole général			
Contacteur		Ballast ou autres auxiliaires de lampe à décharge	
Discontacteur		Appareil d'éclairage de sécurité sur circuit spécial	
Disjoncteur		Bloc autonome d'éclairage de sécurité	
Sectionneur		Coupe circuit à fusible	
Bouton poussoir		Résistance lorsque l'on ne désire pas préciser qu'elle est ni inductive ni capacitive	
Fiche de prise de courant (mâle)		Potentiomètre	
Socle de prise de courant (femelle)		Relais de mesure ou dispositif apparenté (symbole général)	
Fiche et prise associées		Appareil indicateur symbole général (ici voltmètre)	
Connecteur mâle-mâle		Appareil enregistreur symbole général (ici ampèremètre)	
Connecteur mâle-femelle		Transformateur de tension	

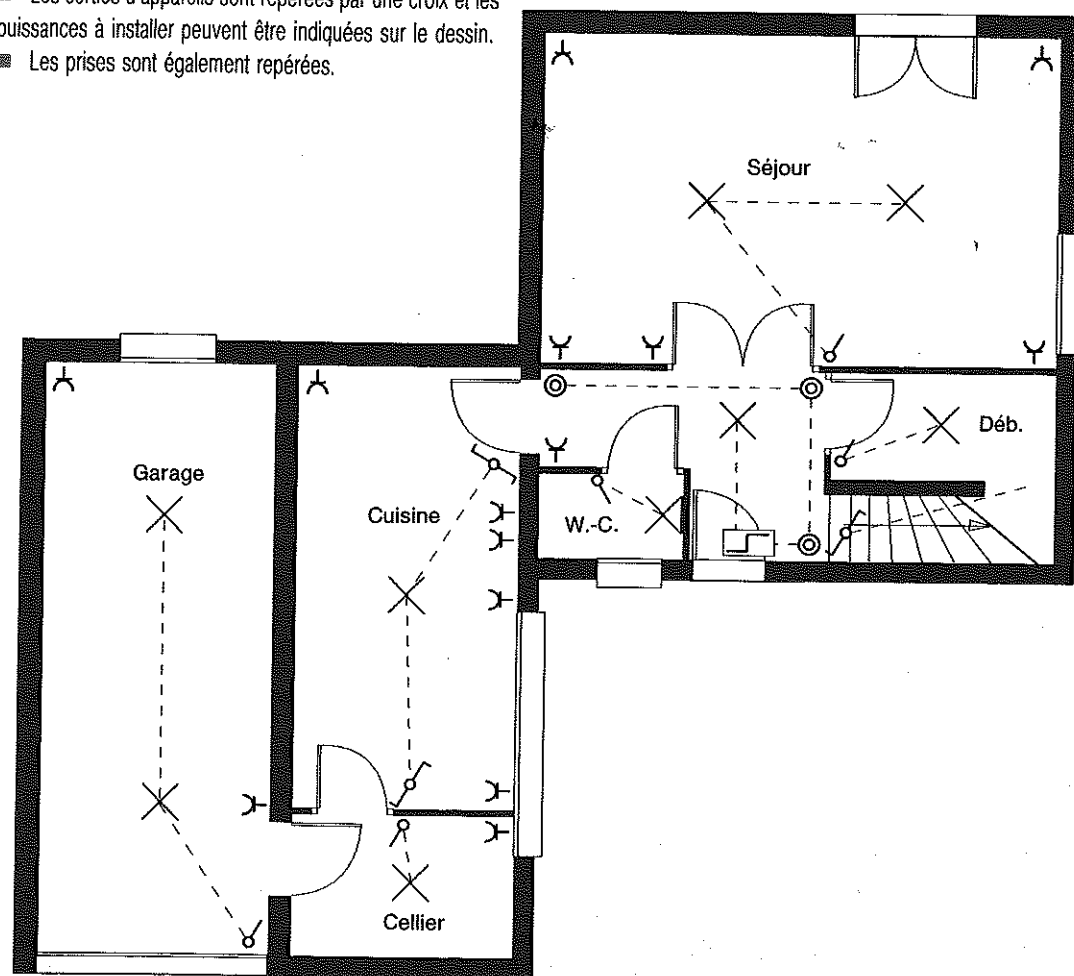
25.13 Le schéma d'implantation (ou architectural)

25.131 Définition

C'est une représentation, faite sur un plan, des différents appareils à installer dans une construction. Le schéma d'implantation sert à indiquer l'emplacement approximatif des différents appareils et de leurs organes de commande. Ce type de schéma est en principe exécuté par l'architecte suivant les indications du client.

25.132 Représentation

- Les fils sont représentés par un trait interrompu dont le tracé sur le dessin ne correspond pas nécessairement à la position réelle des conducteurs.
- Les appareils sont représentés suivant les indications des pages précédentes.
- Les sorties d'appareils sont repérées par une croix et les puissances à installer peuvent être indiquées sur le dessin.
- Les prises sont également repérées.



25.14 Le schéma unifilaire

25.141 Définition

C'est une représentation simplifiée où un trait unique représente l'ensemble des conducteurs d'une même canalisation.

25.142 Représentation

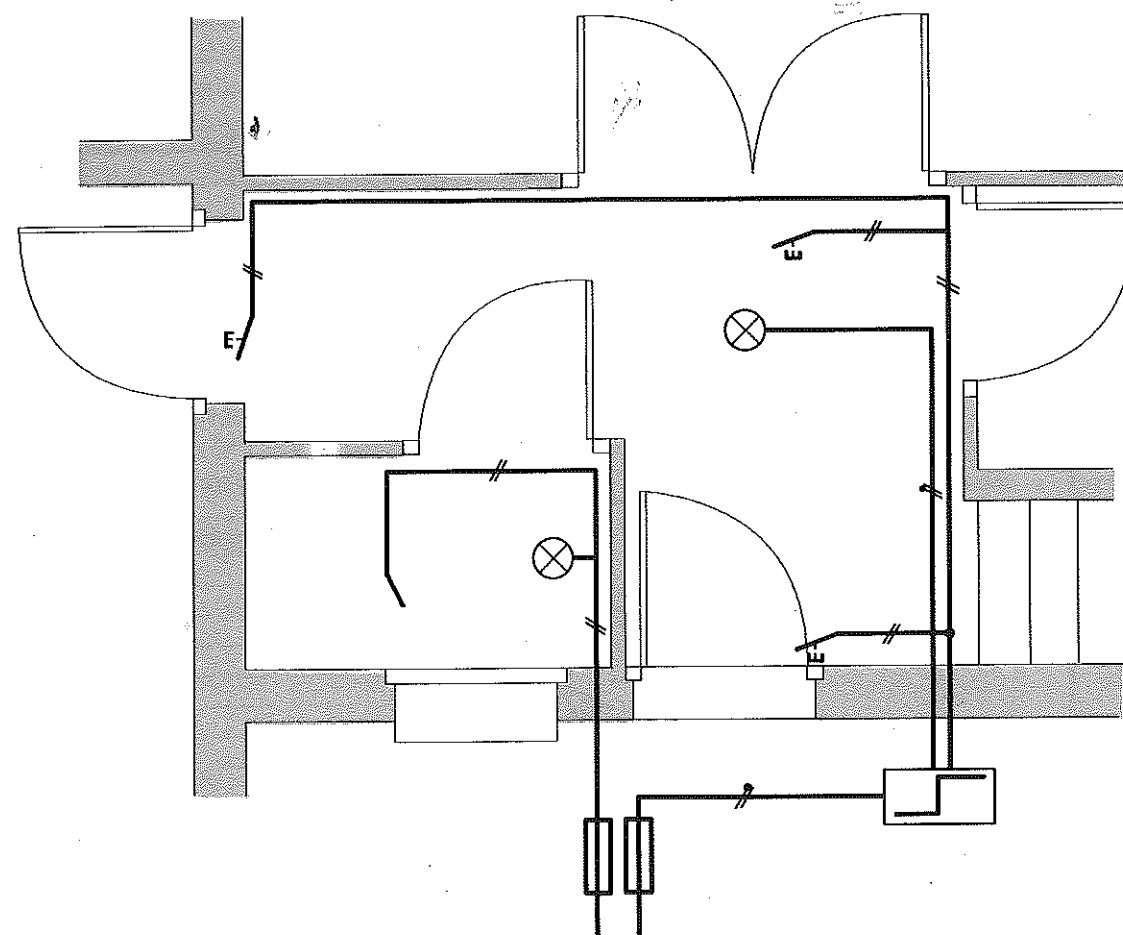
La représentation se fait toujours en vue de dessus.

Les canalisations horizontales sont représentées le long des murs et peuvent être dégagées pour permettre une meilleure compréhension du dessin.

Les canalisations verticales sont rabattues à 90° vers l'intérieur de la pièce.

Les conducteurs sont repérés par une barre à 45° coupant la canalisation.

Le neutre est repéré par une barre à 45° terminée par un point qui coupe la canalisation.



28 Mise hors gel

28.1 Détermination

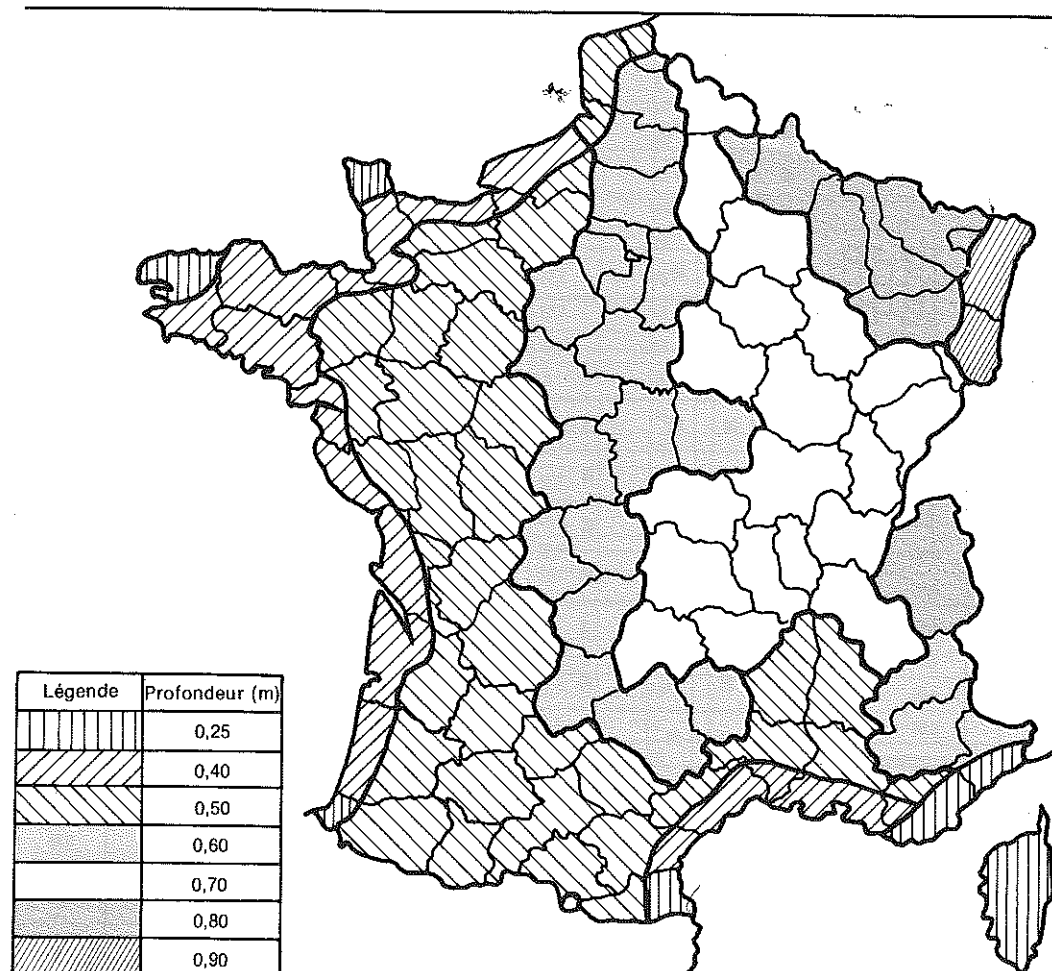
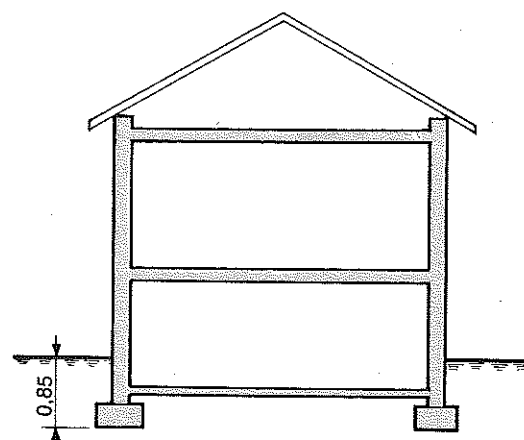
Elle ne fait pas l'objet d'une norme bien que les D.T.U. préconisent 0,50 m en région tempérée et 1,00 m au moins en montagne. On peut, d'après les travaux de M. Cadiergues, utiliser la carte des profondeurs ci-dessous. Ces valeurs doivent être corrigées en fonction de l'altitude en ajoutant 5 cm par tranches de 200 m au-dessus de 150 m d'altitude.

28.2 Exemple

Soit un bâtiment situé à une altitude de 600 m dans le département du Rhône, on aura :

- de 0 à 150 m : 0,70
- au-dessus de 150 m : $\frac{600 - 150}{200} \times 0,05 = 0,11$.

Soit au total : 0,81 \Rightarrow 0,85 m.



29 Isolation thermique

29.1 Notion de conductivité thermique

Tout matériau possède la propriété de se laisser plus ou moins traverser par la chaleur (ou par le froid). Cette propriété s'appelle « conductivité thermique » et se désigne par la lettre grecque lambda (λ). La conductivité thermique d'un matériau désigne la

quantité de chaleur traversant un matériau de 1 m d'épaisseur et de 1 m² de surface pour 1 °C de différence de température entre ses deux faces. λ s'exprime en W/m °C.

29.2 Conductivité thermique des matériaux

Catégorie	Matériaux	Masse volumique kg/m ³	Conductivité thermique	
			W/m °C	kcal/h.m °C
Pierres	Granit, basalte, gneiss	3000	3,50	3,00
	Calcaire tendre	1840	0,95	0,80
	Calcaire ferme	2340	1,70	1,50
	Marbre	2600	2,30	2,50
	Grès, meulière	2340	1,70	1,46
	Terre comprimée	1900	1,05	0,90
Bétons	Béton de granulats lourds	2400	1,75	1,50
	Béton caverneux de granulats lourds	2000	1,40	1,20
	Béton caverneux lourds de laitier	1800	0,70	0,60
	Béton de pouzzolane ou de laitier	1600	0,52	0,44
	Béton de ponces naturelles	1150	0,46	0,40
	Béton d'argile expansé	1800	1,05	0,90
	Béton d'argile expansé	1600	0,85	0,73
	Béton de perlite ou de vermiculite	800	0,31	0,26
	Béton de perlite ou de vermiculite	600	0,24	0,20
	Béton cellulaire autoclavé	800	0,33	0,28
	Béton cellulaire autoclavé	600	0,22	0,19
	Béton cellulaire autoclavé	400	0,16	0,14
	Béton de fibres de bois	650	0,16	0,14
Mortiers	Mortier pour enduits et joints	2100	1,15	1,00
Plâtres	Plâtre sans granulats serrés	1300	0,50	0,43
	Plâtre courant pour enduits et pour plaques	1000	0,35	0,30
Isolants	Laine de verre ou de roche	20 à 300	0,041	0,035
	Liège comprimé	500	0,10	0,085
	Liège expansé aggloméré au brai	150	0,043	0,037
	Polystyrène expansé référence CM	13	0,043	0,037
	Polystyrène expansé référence DC	16	0,041	0,035
	Polystyrène expansé référence EC	20	0,039	0,033
	Polystyrène expansé référence FC	25	0,037	0,032
	Polystyrène moulé ou extrudé	35	0,033	0,028
	Mousse rigide de P.V.C.	35	0,031	0,026
	Mousse de polyuréthane référence AC	30	0,030	0,026

Catégorie	Matériaux	Masse volumique kg/m³	Conductivité thermique	
			W/m °C	kcal/h.m °C
Bois	Feuillus mi-lourds (chêne, fruitiers, hêtre)	750	0,23	0,20
	Résineux mi-lourds (pin)	600	0,15	0,13
	Feuillus légers (peuplier)	450	0,12	0,10
	Résineux légers (sapins)	450	0,12	0,10
Panneaux	Panneaux de fibre de bois	1000	0,20	0,17
	Panneaux isolants (Isorel mou)	250	0,058	0,05
	Panneaux asphaltés dans la masse	300	0,065	0,055
	Panneaux de particules pressés à plat	750	0,17	0,14
	Panneaux de particules pressés à plat	640	0,14	0,12
	Panneaux de particules pressés à plat	540	0,12	0,10
	Panneaux de particules pressés à plat	400	0,10	0,086
	Panneaux de fibres de lin	600	0,12	0,10
	Panneaux de fibres de lin	500	0,10	0,086
	Panneaux de fibres de lin	410	0,085	0,073
	Panneaux de fibres de lin	320	0,073	0,062
	Contre-plaqué et latté pin	550	0,15	0,13
	Contre-plaqué et latté en okoumé ou peuplier	450	0,12	0,10
	Panneau de paille comprimée	350	0,12	0,10
	Amiante-ciment en plaques	2000	0,95	0,81
	Caoutchouc synthétique	1500	0,40	0,34
	Nylon, rilsan, polyester	1400	0,20	0,17
	Altuglass et plexiglas	1400	0,20	0,17
Produits d'étanchéité	Asphalte pur	2100	0,70	0,60
	Asphalte sablé	2100	0,70	0,60
	Feutres et cartons bitumés	1100	0,23	0,20
Métaux	Acier	7780	52	45
	Aluminium	2700	230	200
	Cuivre	8930	380	330
	Laiton	8400	110	95
	Zinc	7130	110	95
	Plomb	11340	35	30
Verre	Verre	2700	1,15	1,00

REMARQUE :
La colonne de droite donne les valeurs de λ en kcal/h.m °C. Cette unité n'est plus légale mais elle est encore très largement utilisée par les thermiciens (1 Watt = 0,86 kcal/h).

29.3 Résistance thermique d'une paroi

La résistance thermique d'une paroi s'exprime sous la forme :

$$R = \frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_e} + \sum \frac{e}{\lambda}$$

Dans cette expression :

R = Résistance thermique totale de la paroi en m² °C/W.

$\frac{1}{h_e}$ = Résistance superficielle de la paroi extérieure.

$\frac{1}{h_i}$ = Résistance superficielle de la paroi intérieure.

$\frac{e}{\lambda}$ = Résistance de chacune des couches de matériaux composant la paroi. « e » est l'épaisseur du matériau et s'exprime en mètre.

Les tableaux ci-dessous regroupent les résistances thermiques des principaux éléments de construction.

29.31 Valeurs des résistances superficielles

Parois	Angle formé avec l'horizontale α	Sens du flux	Paroi en contact avec :					
			<ul style="list-style-type: none"> ■ L'extérieur ■ Un passage couvert ■ Un local ouvert 			<ul style="list-style-type: none"> ■ Un local chauffé ou non ■ Un comble ■ Un vide sanitaire 		
			$\frac{1}{h_i}$	$\frac{1}{h_e}$	$\frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_e}$	$\frac{1}{h_i}$	$\frac{1}{h_e}$	$\frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_e}$
Verticale	> 60°	Horizontal	0,11	0,06	0,17	0,11	0,11	0,22
Horizontale	≤ 60°	Ascendant	0,09	0,05	0,14	0,09	0,09	0,18
		Descendant	0,17	0,05	0,22	0,17	0,17	0,34

29.32 Résistances thermiques des matériaux usuels

29.321 Lames d'air non ventilées

Lame d'air	Flux	Épaisseur de la lame d'air en mm						
		5 à 7	7 à 9	9 à 11	11 à 13	14 à 24	25 à 50	55 à 300
Verticale	Horizontal	0,11	0,13	0,14	0,15	0,16	0,16	0,16
Horizontale	Ascendant	0,11	0,12	0,13	0,14	0,14	0,14	0,14
	Descendant	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,18	0,20

29.322 Cloisons

Nature	Masse volumique kg/m³	Épaisseur de la cloison en cm						
		1	1,25	3	3,5	5	6	7
Machefer	1400					0,11		0,15
Pouzzolane	1300					0,12		0,17
Carreaux de plâtre	900					0,14	0,17	0,20
Plaques de plâtre	1200	0,03	0,04					
Panneaux extrudés	600			0,16	0,18	0,23		0,31

29.323 Murs (voir chapitre 27)

29.324 Planchers

Nature des entrevous	Entre-axes des poutrelles	Largeur du talon	Nombre d'alvéoles	Hauteur des entrevous en cm					
				8	12	16	20	25	30
Terre cuite alvéolée	48 à 67		1	0,11	0,14				
			2		0,19	0,23	0,26	0,31	
			3			0,26	0,30	0,35	0,40
Béton de gravillon	≤ 67		1		0,11	0,13	0,15	0,18	0,21
			2				0,22	0,25	0,28
Béton d'argile expansé	≤ 67		1		0,16	0,19	0,22	0,25	0,28
			2				0,28	0,33	0,38
Polystyrène expansé (sans talon isolé)	58 à 67	8		0,78	1,00	1,18	1,35		
		10		0,68	0,86	1,02	1,15		
		12		0,61	0,76	0,89	1,00		
		14		0,54	0,67	0,79	0,89		
Polystyrène expansé (avec talon isolé)	58 à 67	10				2,76	3,19		
		12				2,62	3,00		
		14				2,50	2,82		

29.4 Coefficients K des parois vitrées $W/m^2 \text{ } ^\circ C$

Type de vitrage	Épaisseur de la lame d'air mm	K du vitrage nu				K moyen jour-nuit			
		Menuiserie bois		Menuiserie métallique		Menuiserie bois		Menuiserie métallique	
		Verticale	Horizontale	Verticale	Horizontale	Volet plein	Autre cas	Volet plein	Autre cas
Simple		5,0	5,5	5,8	6,5	3,7	4,2	4,2	4,8
Double	5 à 7	3,3	3,5	4,0	4,3	2,6	2,9	3,1	3,4
	7,1 à 9	3,1	3,3	3,9	4,2	2,5	2,8	3,0	3,3
	9,1 à 11	3,0	3,2	3,8	4,1	2,4	2,7	2,9	3,2
	11,1 à 13	2,9	3,1	3,7	4,0	2,4	2,6	2,9	3,2
Double fenêtre	> 30	2,6	2,7	3,0	3,2	2,1	2,3	2,5	2,7

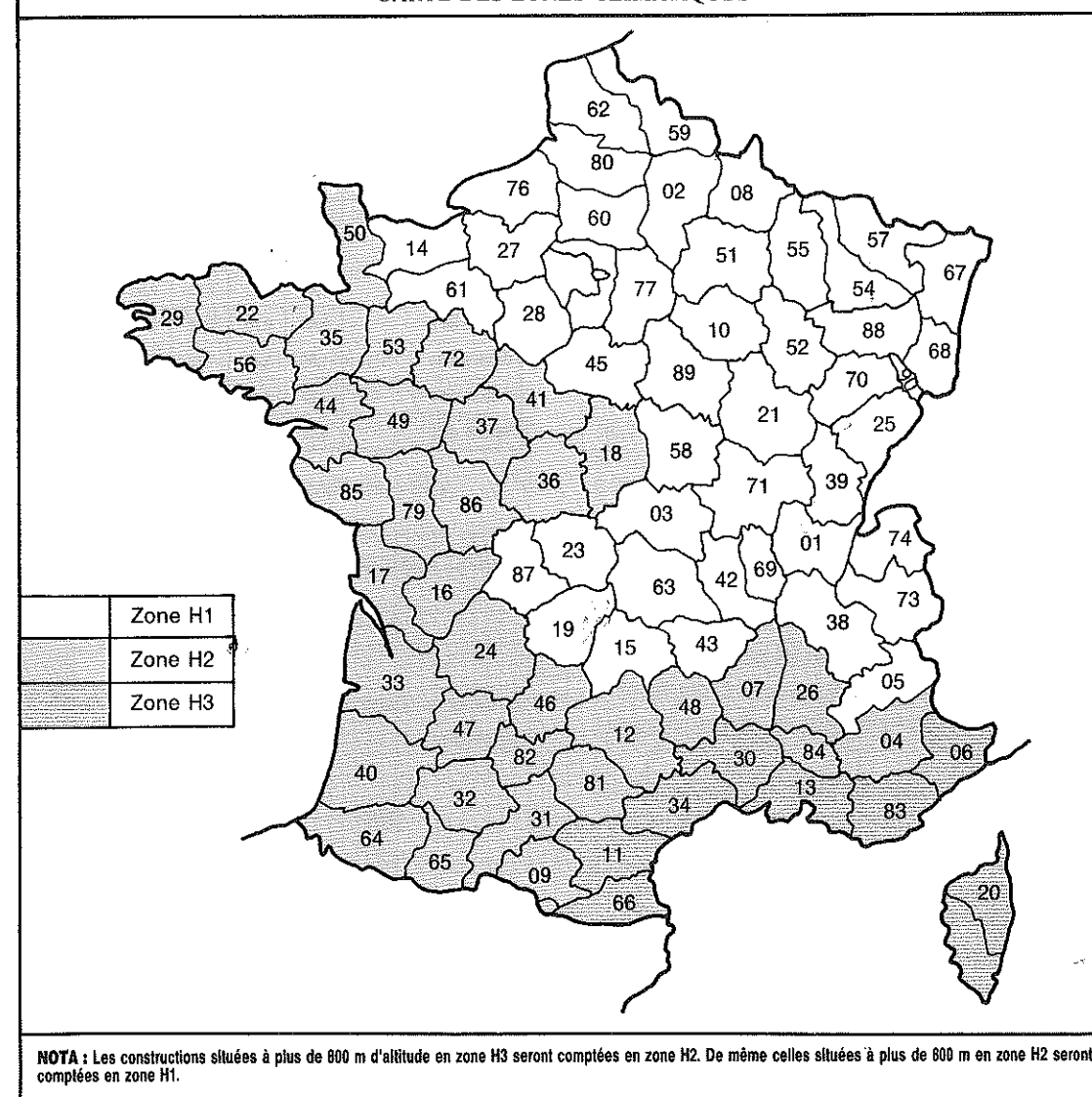
29.5 Coefficients K des portes en $W/m^2 \text{ } ^\circ C$

Nature des portes	Portes en bois		Portes métalliques	
	Extérieures	Intérieures	Extérieures	Intérieures
Opaque	3,5	2,0	5,8	4,5
Vitrage simple, $S < 30 \%$	4,0	2,0	5,8	4,5
Vitrage simple, $30 \% < S < 60 \%$	4,5	2,0	5,8	4,5
Vitrage double (vide 6 mm)				
Vitrage double, $S < 30 \%$	3,3	2,0	5,5	4,5
Vitrage double, $30 \% < S < 70 \%$	3,3	2,0	4,8	4,5

29.6 Coefficients K des murs

Voir chapitre 27 pour les briques et les parpaings.

CARTE DES ZONES CLIMATIQUES



29.7 Coefficient « GV »

29.71 Définition

Le coefficient « GV » d'un logement est égal à ses déperditions thermiques (par les parois et par renouvellement de l'air) pour 1 °C d'écart de température entre l'intérieur et l'extérieur.

29.72 Expression de « GV »

$$GV = DP + DR$$

(W/°C).

■ **DP = Déperdition par les parois** : qui prend pour valeurs : $K_g \cdot \Sigma A$ pour les parois extérieures, $Tau(K_g \cdot \Sigma A)$ pour les parois en contact avec un local non chauffé, kL , pour les parois en contact avec le sol.

■ **DR = Déperdition par renouvellement de l'air** :
 $DR = 0,34 (Q_v + Q_s) \quad (W/^\circ C).$
 0,34 = chaleur volumique de l'air ($Wh/m^3 \text{ } ^\circ C$).
 Q_v = Débit de ventilation (m^3/h).
 Q_s = Débit supplémentaire dû à l'effet du vent (m^3/h).

29.8 Valeurs maximales de «GV»

L'arrêté ministériel du 5 avril 1988 précise que le coefficient «GV» d'un logement ne peut dépasser une valeur de référence «GVréf», dont le mode de calcul est donné ci-après et qui doit être déterminé pour chaque logement.

$$GV_{réf} = DPréf + DR_{réf} \quad (W/°C).$$

29.81 Calcul de DPréf

Maisons individuelles

$$DPréf = a.S1 + b.S2 + c.S3 + d.S4 + e.S5(RCL + 0,3).$$

Immeubles collectifs

$$DPréf = f(S1 + S2) + g.S3 + h.S4 + i.S5(RCL + 0,3) + j.S6.$$

Dans ces deux expressions :

- **S1, S2... S6** sont les surfaces en m² des parois en contact avec l'extérieur, un comble, un V.S. ou un local non chauffé.
- S1 = Toiture (y compris les rampants des combles aménagés).
- S2 = Plancher bas.
- S3 = Les murs (y compris les parois verticales des combles aménagés).
- S4 = Les portes.
- S5 = Les fenêtres et portes-fenêtres.
- S6 = Les parois et portes en contact avec un escalier ou tout autre local non chauffé.

- **RCL** est le rapport de la surface de clair des fenêtres et portes-fenêtres à la surface en tableau.

VALEURS DE RCL		
Grand vitrage	Fenêtre	0,70
	Porte-fenêtre	0,61
Petit bois	Fenêtre	0,58
	Porte-fenêtre	0,50

- **a, b... j** sont des coefficients dépendant :
 - du type de chauffage (I = électrique, II = non électrique),
 - de la zone climatique (voir la carte page précédente).
- Les valeurs des coefficients sont données dans le tableau ci-après.

VALEURS DE a, b, ... i, j						
Type de chauffage	I			II		
Zone climatique	H1	H2	H3	H1	H2	H3
Valeurs de a	0,25	0,25	0,25	0,30	0,30	0,30
Valeurs de b	0,40	0,40	0,45	0,45	0,50	0,55
Valeurs de c	0,60	0,60	0,60	0,65	0,70	0,80
Valeurs de d	1,50	1,50	1,50	3,50	3,50	3,50
Valeurs de e	2,25	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45
Valeurs de f	0,40	0,45	0,50	0,50	0,50	0,60
Valeurs de g	0,65	0,65	0,75	0,80	0,85	0,90
Valeurs de h	1,50	1,50	1,50	3,50	3,50	3,50
Valeurs de i	2,25	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45
Valeurs de j	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45

29.82 Calcul de DRréf

$$DR_{réf} = 0,34 (Qvréf + Qsréf) \quad (W/°C).$$

- **Qvréf** = Débit spécifique de ventilation, il a pour expression :

$$Qvréf = \frac{11 Qemréf + Qemréf}{12} \quad (m^3/h).$$

Qemréf = Débit réduit de ventilation en fonction du nombre de pièces (tableau p. 68).

Qemréf = Débit normal de ventilation du logement (tableau de gauche p. 68).

- **Qsréf** = Débit supplémentaire qui a pour expression :

$$Qsréf = m.Sh \quad (m^3/h).$$

Sh = surface habitable du logement (m²).

Les valeurs de m sont données dans le tableau ci-dessous.

VALEURS DE m				
	Classe d'exposition au vent			
	Ex1	Ex2	Ex3	Ex4
Maison individuelle	0,25	0,35	0,45	0,60
Logement collectif	0,15	0,20	0,25	0,35

29.9 Coefficient «BV»

REMARQUE :

La méthode de calcul développée dans les pages suivantes est conforme aux règles «Th-BV», mais elle a volontairement été limitée aux bâtiments ne possédant pas d'équipements solaires spécifiques (ce qui est la majorité des cas).

Pour les bâtiments équipés de vérandas ou de murs à effet de serre, se reporter aux règles.

29.91 Définition

Le coefficient «BV» d'un logement est égal à ses besoins annuels de chauffage divisés par l'écart moyen de température entre l'intérieur et l'extérieur durant la période de chauffage. Son calcul se fait en tenant compte :

- des déperditions définies par le coefficient «GV»,

- des apports de chaleurs dus à l'occupation des locaux (présence des personnes, éclairage, cuisson des repas) et au rayonnement solaire sur les parois.

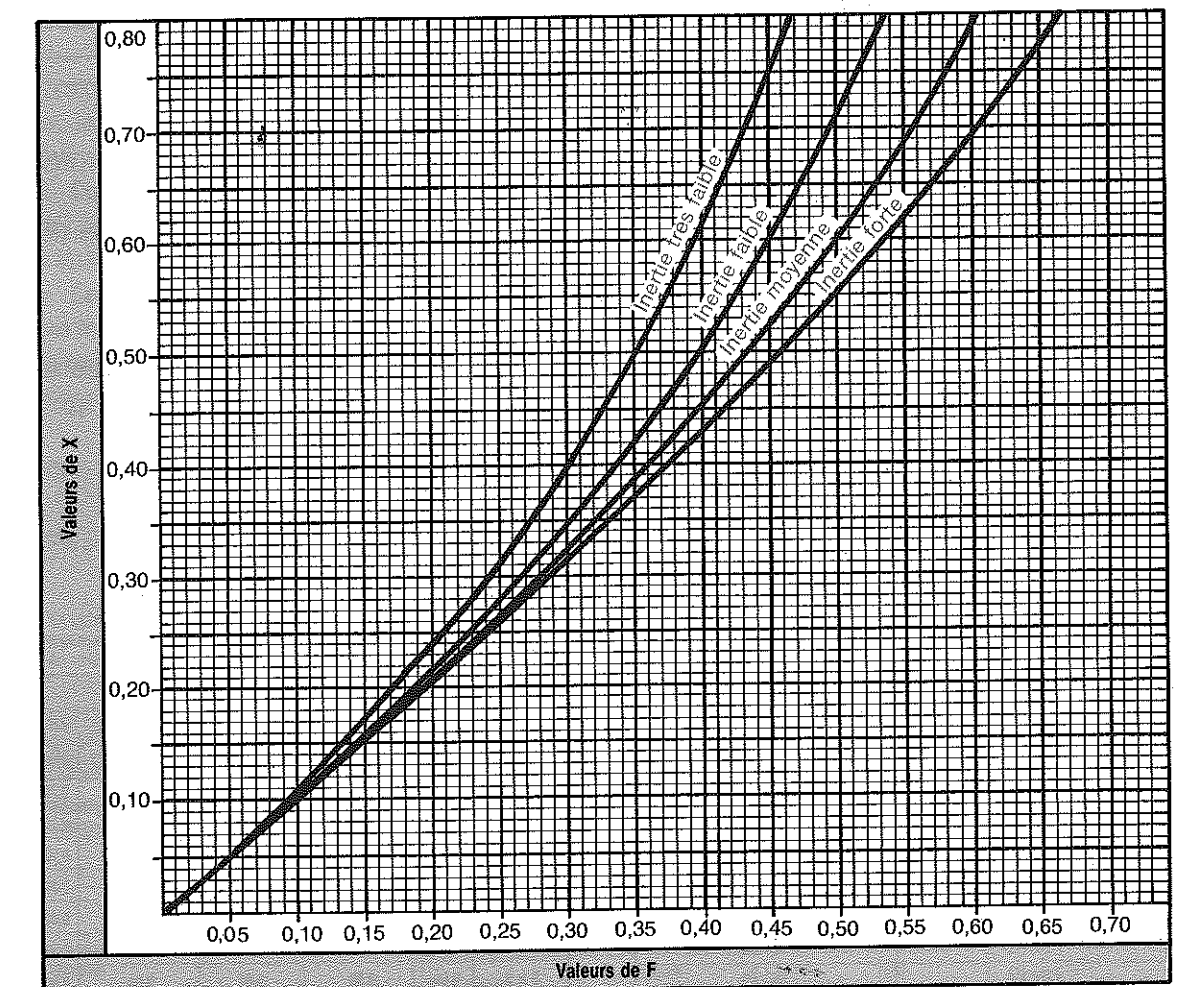
29.92 Expression de «BV»

$$BV = GV(1-F)$$

GV = Coefficient de déperditions thermiques du logement (W/°C).

F = Coefficient d'apports gratuits donné par l'abaque ci-dessous en fonction :

- de la classe d'inertie du logement (voir § 29.93),
- du rapport «X» des apports gratuits sur les déperditions (voir § 29.94).



29.93 Classes d'inertie des logements

Elles se déterminent à partir de la masse des parois.

29.931 Masse surfacique utile (M_{su})

La M_{su} de chaque paroi à prendre en compte pour la détermination des classes d'inertie est bornée aux valeurs données dans le tableau ci-dessous.

■ Si la paroi comporte une isolation, on ne considère que la masse située entre l'isolant et l'intérieur du logement (masse int.).

Parois extérieures ou en contact avec un local non chauffé	
Sans isolation	= masse réelle divisée par 2
Avec isolation	= masse int. (limitée à 150 kg/m ²)
Parois en contact avec le sol ou un vide sanitaire	
Sans isolation	= 150 kg/m ² dans tous les cas
Avec isolation	= masse int. (limitée à 150 kg/m ²)
Parois intérieures (cloisons, refends)	
Sans isolation	= masse réelle (limitée à 300 kg/m ²)

29.94 Rapport « X »

$$X = \frac{As + Ai}{GV.DH}$$

As = Apports solaires.

Ai = Apports internes.

DH = Nombre de milliers de degrés-heures de chauffage (°Ch).

Les valeurs de DH ainsi que les autres données climatiques sont indiquées dans le tableau ci-dessous.

Données climatiques	Zones climatiques		
	H1	H2	H3
N = Durée de la période de chauffage (milliers d'heures)	5,5	5,2	4,35
DH = Milliers de degrés-heures	63	52	37
E = Ensoleillement vertical sud (kWh/m ²)	410	440	460

29.95 Apports internes (Ai)

Ils sont pris égaux à 100 Wh par jour et par m² habitable. Le tableau ci-dessous donne les valeurs de Ai en kWh pour les trois zones climatiques (sh = surface habitable).

Zones climatiques	Valeurs de Ai
Zone H1	22,9 Sh
Zone H2	21,7 Sh
Zone H3	18,1 Sh

29.932 Détermination de la classe d'inertie thermique

Ayant déterminé la M_{su} de chaque type de paroi du logement :

■ on multiplie chacune d'elle par sa surface,

■ on fait la somme des différents produits,

■ on divise le résultat obtenu par la surface habitable du logement et l'on obtient la «masse par m² de surface habitable» (kg/m²). Cette «masse par m² de surface habitable» permet de déterminer la classe d'inertie du logement (voir tableau ci-dessous).

Masse par m ² habitable (kg/m ²)	Classe d'inertie
Inférieure à 100	Très faible
Égale ou supérieure à 100 et inférieure à 150	Faible
Égale ou supérieure à 150 et inférieure à 400	Moyenne
Égale ou supérieure à 400	Forte

29.96 Apports solaires (As)

$$As = Sse.E \quad (kWh).$$

Sse = Surface sud équivalente (voir § 29.961).

E = Ensoleillement reçu pendant la période de chauffage (voir tableau des données climatiques).

29.961 Surface transparente sud équivalente (Sse)

C'est la surface de paroi fictive exposée au sud totalement transparente et sans ombrage qui procurerait les mêmes apports solaires que toutes les parois vitrées du logement.

$$Sse = A.Fts.Fe.C1 \quad (m^2).$$

A = Surface de la paroi vitrée considérée (m²).

Fts = Facteur de transmission solaire de la paroi (voir § 29.962).

Fe = Facteur d'ensoleillement (voir § 29.963).

C1 = Coefficient d'inclinaison et d'orientation de la paroi.

Inclinaison de la paroi (degrés)	Orientation de la paroi				
	SSE à SSO	SSE à ESE et SSO à OSO	ESE à ENE et OSO à ONO	ENE à NNE et ONO à NNO	NNE à NNO
	SSE	SSE à ESE et SSO à OSO	ESE à ENE et OSO à ONO	ENE à NNE et ONO à NNO	NNE à NNO
85 à 90	1	0,85	0,55	0,30	0,20
70 à 84	1,15	0,95	0,60	0,35	0,20
55 à 69	1,20	1,05	0,65	0,35	0,25
40 à 54	1,20	1,05	0,75	0,40	0,30
25 à 39	1,15	1,00	0,75	0,50	0,40
10 à 24	1,00	0,95	0,80	0,65	0,55
0 à 9	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80

29.962 Facteur de transmission solaire (Fts)

■ Pour les parois vitrées, le tableau en bas de page donne les valeurs de Fts pour les différents types de menuiseries.

Les figures 1 et 2 montrent ce que l'on entend par position intérieure ou extérieure.

■ Pour les parois opaques, il est très faible; on le détermine en multipliant les coefficients du tableau ci-dessous par la surface habitable. La valeur obtenue est ajoutée à Sse (voir exemple de calcul, p. 208).

Type de construction		Coef. paroi opaque
Individuelle	Indépendante	0,007
	Non indépendante	0,005
Collective	Sous toiture	0,005
	Autres étages	0,002

29.963 Facteur d'ensoleillement (Fe)

Il traduit la réduction d'énergie solaire reçue par une paroi du fait des masques. Nous ne définissons ici que les valeurs dues aux masques extérieurs et ceci pour deux cas :

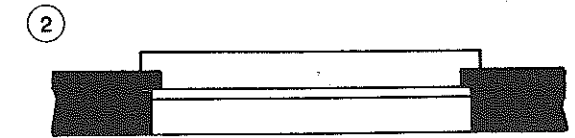
■ Construction sur rue, pour laquelle le profil des obstacles peut être ramené à une horizontale, parallèle au bâtiment à étudier (fig. 3);

■ Construction isolée, pour laquelle les obstacles sont à une hauteur sensiblement identique sur tout l'horizon.

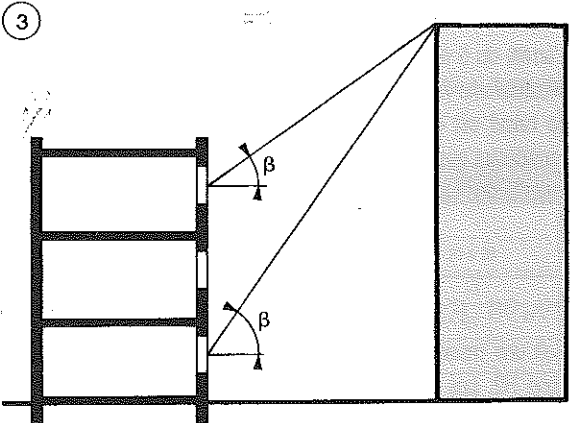
Le tableau de la page 204 donne les valeurs de Fe pour ces deux cas. Pour les autres cas, consulter les règles «Th-BV».



Position intérieure



Position extérieure



Type de menuiserie	Nature	Position	Valeurs de Fts	
			Simple vitrage	Double vitrage
En bois battante ou coulissante	Fenêtre	Intérieure	0,43	0,37
		Extérieure	0,48	0,41
	Porte-fenêtre sans soubassement	Intérieure	0,45	0,39
		Extérieure	0,50	0,43
	Porte-fenêtre avec soubassement	Intérieure	0,39	0,34
		Extérieure	0,43	0,37
Métallique coulissante	Fenêtre	Intérieure	0,49	0,42
		Extérieure	0,54	0,47
	Porte-fenêtre sans soubassement	Intérieure	0,51	0,44
		Extérieure	0,57	0,49
Métallique battante	Fenêtre	Intérieure	0,46	0,40
		Extérieure	0,51	0,44
	Porte-fenêtre sans soubassement	Intérieure	0,48	0,41
		Extérieure	0,53	0,45

VALEURS DU COEFFICIENT Fe

Construction sur rue				Construction isolée			
β en °	Orientation des façades			β en °	Orientation des façades		
	SE à SO	SE à NE SO à NO	NE à NO		SE à SO	SE à NE SO à NO	NE à NO
0 à 9	0,9	0,9	0,9	0 à 9	0,9	0,9	0,9
10 à 14	0,9	0,8	0,8	10 à 14	0,9	0,8	0,8
15 à 19	0,8	0,8	0,8	15 à 17	0,8	0,7	0,7
20 à 22	0,7	0,7	0,8	18 à 19	0,7	0,7	0,7
23 à 24	0,6	0,7	0,7	20 à 22	0,6	0,6	0,6
25 à 29	0,5	0,6	0,7	23 à 24	0,5	0,5	0,6
30 à 34	0,4	0,5	0,6	25 à 29	0,4	0,4	0,5
35 à 44	0,3	0,4	0,5	30 à 34	0,3	0,3	0,5
45 à 59	0,2	0,3	0,4	35 à 44	0,2	0,2	0,4
60 à 90	0,1	0,2	0,3	45 à 90	0,1	0,2	0,3

29.97 Valeurs maximales de BV

L'arrêté du 5 avril 1988 précise que le coefficient BV ne peut dépasser une valeur de référence appelée « BVréf » dont le mode de calcul est donné ci-après. Cette valeur se détermine en considérant que le logement est d'inertie moyenne, ce qui est la majorité des cas.

$$BV_{réf} = GV_{réf}(1 - F) \quad (W/°C).$$

29.98 Exemple de calcul de BV

Soit une maison individuelle de 100 m² habitables située en zone H2. Les masques forment un angle β de 10° sur tout l'horizon.

Le coefficient GV du logement est de 185 W/°C (pour un GVréf de 197/°C). Les façades comportent des fenêtres en bois placées au nu intérieur des murs de façade.

Orientation	Fenêtres	Portes-fenêtres
Sud	4 m ²	6 m ²
Est	4 m ²	
Ouest	6 m ²	

1° Calcul de la classe d'inertie :

Parois	Surfaces (S)	Msu	S Msu
Dallage	100	150	15 000
Murs extérieurs (isol. intérieure)	110	50	5 500
Murs de refend	45	280	12 600
Cloisons	75	50	3 750
Total =			36 850

$$\text{Masse par m}^2 \text{ habitable} = \frac{36\,850}{100} = 368,5 \text{ kg/m}^2.$$

C'est donc une classe d'inertie **moyenne**.

Les valeurs forfaitaires de X à utiliser pour le calcul sont les suivantes :

Zones	Bâtiment individuel	Bâtiment collectif
H1	0,546 SH/GVréf	0,513 SH/GVréf
H2	0,654 SH/GVréf	0,612 SH/GVréf
H3	0,837 SH/GVréf	0,775 SH/GVréf

2° Calcul de Sse :

$$(Sse = A.Fts.Fe.C1).$$

Parois	A	Fts	Fe	C1	Sse
Fenêtres sud	4	0,37	0,9	1	1,33
Portes-fenêtres sud	6	0,34	0,9	1	1,83
Fenêtres est	4	0,37	0,8	0,55	0,65
Fenêtres ouest	6	0,37	0,8	0,55	0,97
Parois opaques	0,007 x 100 =				0,70
Total (m²) =					5,48

3° Calcul des apports gratuits (zone H2) :

$$As = Sse.E = 5,48 \times 440 = 2\,411 \text{ kWh.}$$

$$Ai = 27,1 Sh = 27,1 \times 100 = 2\,170 \text{ kWh.}$$

4° Calcul de « X » :

$$X = \frac{As + Ai}{GV.DH} = \frac{2\,411 + 2\,170}{185 \times 52} = 0,532.$$

5° Détermination de F :

On lit sur l'abaque p. 199 pour X = 0,532 et inertie moyenne F = 0,455.

6° Calcul de BV :

$$BV = GV(1 - F) = 185(1 - 0,455) = 100,6 \text{ W/°C.}$$

30 Isolation acoustique

30.1 Réglementation

L'arrêté du 22-12-1975 établit les niveaux de pression acoustique (dBA) à ne pas dépasser dans les locaux d'habitation. Ces valeurs sont contenues dans le tableau ci-dessous. La première ligne

indique la pression dans le local d'émission, la deuxième et troisième ligne indiquent le niveau de pression maximal que l'on peut avoir dans les locaux de réception.

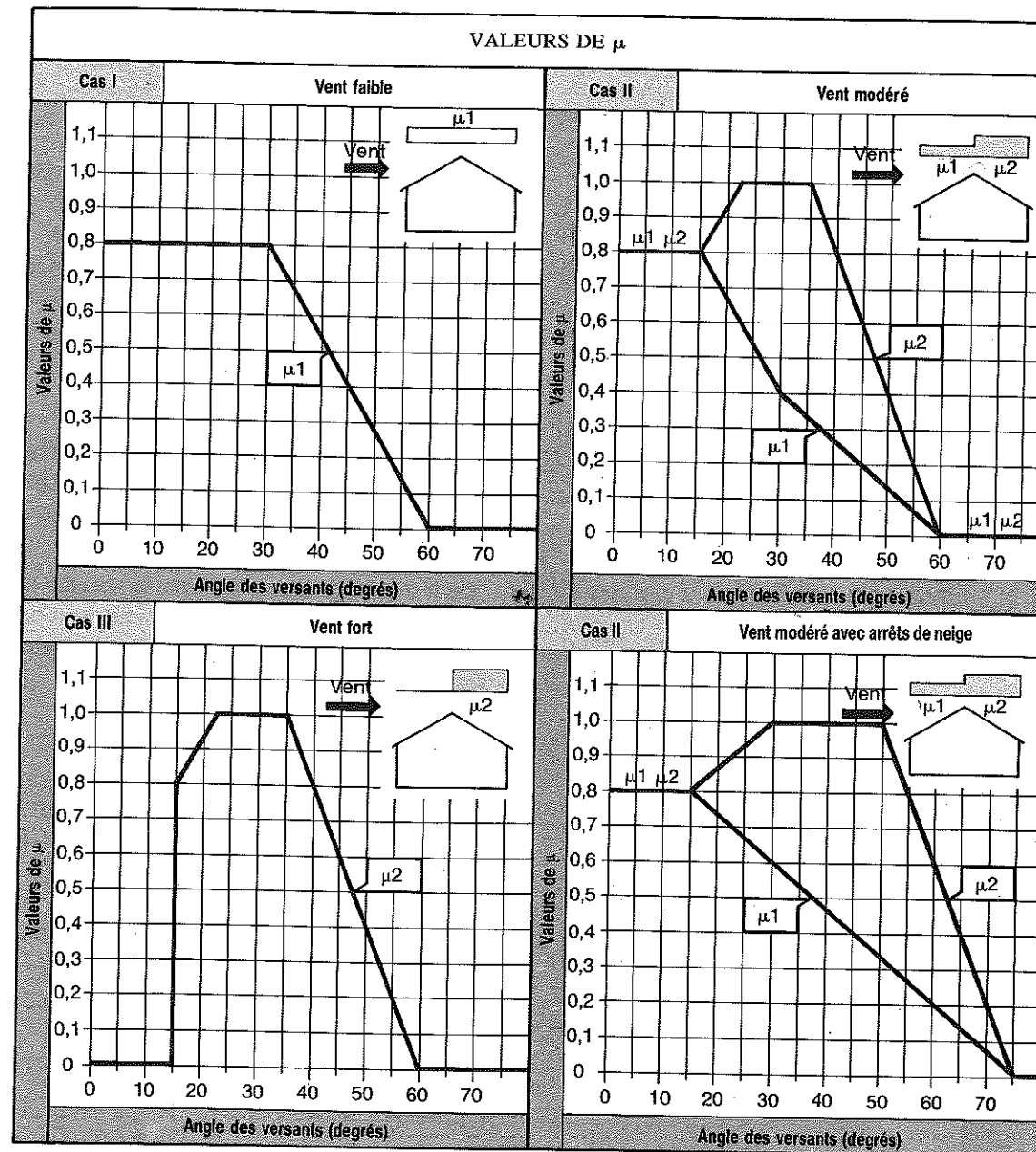
Pièces	Pièces principales	Cuisine W.-C. Salle de bains	Circulations intérieures communes	Locaux commerciaux industriels	Équipements collectifs	Ascenseurs Chaufferies V.O.-V.M.C.
Local d'émission (dBA)	80	80	70	85		
Local de réception	Pièces principales	35	35	35	35	30
	Cuisines-W.-C. Salles de bains	38	38	38	38	35

30.2 Coefficient α

Il désigne l'abaissement du niveau acoustique aux bruits d'impact mesuré dans le local du dessous lorsque l'isolant est placé sur

une dalle en béton d'épaisseur 14 cm. Le tableau ci-dessous donne les valeurs de α (dBA) des principaux sols.

Nature des revêtements de sols	α (dBA)
Dalles flottantes en B.A. de 4 cm avec :	
■ 1 cm de fibres minérales longues	25 à 30
■ Grains de liège collés sur feutre bitumé (13 mm)	23
■ Grains de liège collés sur feutre bitumé (8 mm)	21
■ 2 cm de bitume + balle de riz	21
■ Tapis de fibres végétales de 1 cm	18
Parquets :	
■ Lambourdes flottantes sur bandes de feutre bitumé liégé	24
■ Panneaux flottants sur panneaux de fibres de bois imprégnées au brai	24
■ Mosaïque collée sur panneau de fibres de bois imprégnées au brai (1 cm)	19 à 21
■ Bâton rompu sur lambourdes posées à bain de bitume sur sable	19
■ Mosaïque collée sur liège 4 mm	18
Tapis :	
■ Tapis velours plissé ou implanté	30
■ Tapis caoutchouc à sous-couche cellulaire 4 mm	25 à 33
■ Tapis P.V.C. souple sur mousse P.V.C. 3,5 mm	23
■ Tapis caoutchouc 4 mm	18
■ Tapis vinylique enduit sur feutre 500 g/m ²	17
■ Tapis vinylique calandré sur support textile	5 à 10
Dalles thermoplastiques	1 à 5
Linoléum	7
Parquet mosaïque collé sur chape	8
Moquette posée sur thibaude	30 à 40



31.6 Exemple de calcul

Soit à déterminer les charges de neige S sur une toiture à deux pans située à une altitude de 1000 m dans le département de l'Isère. La pente des versants est de 50 % ($\approx 26^\circ$); il n'est pas prévu de dispositifs d'arrêt de neige, le vent est modéré (cas II).

Charges et corrections	Versant	
	Au vent	Sous le vent
S_0 min région B	0,55	0,55
Correction pour altitude	+ 2,00	+ 2,00
$S_0 =$	2,55	2,55
Coefficient μ	$\times 0,52 (\mu_1)$	$\times 1,00 (\mu_2)$
Charge de neige $S =$	1,32	2,55

32 Effets du vent

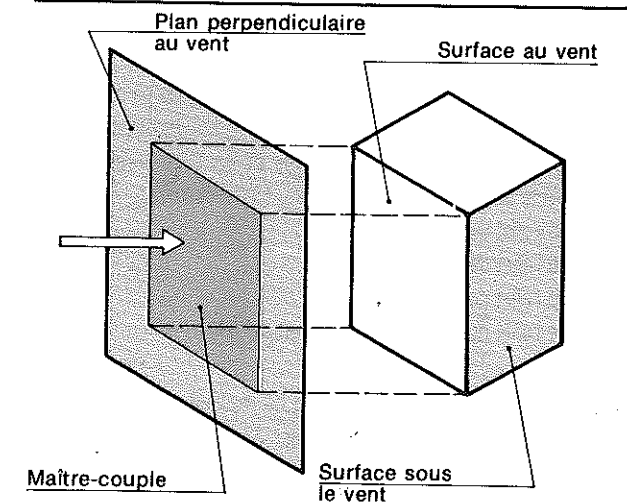
32.1 Définitions N.V.65

Surfaces au vent : Ce sont celles éclairées par une source lumineuse dont le faisceau a pour direction celle du vent.

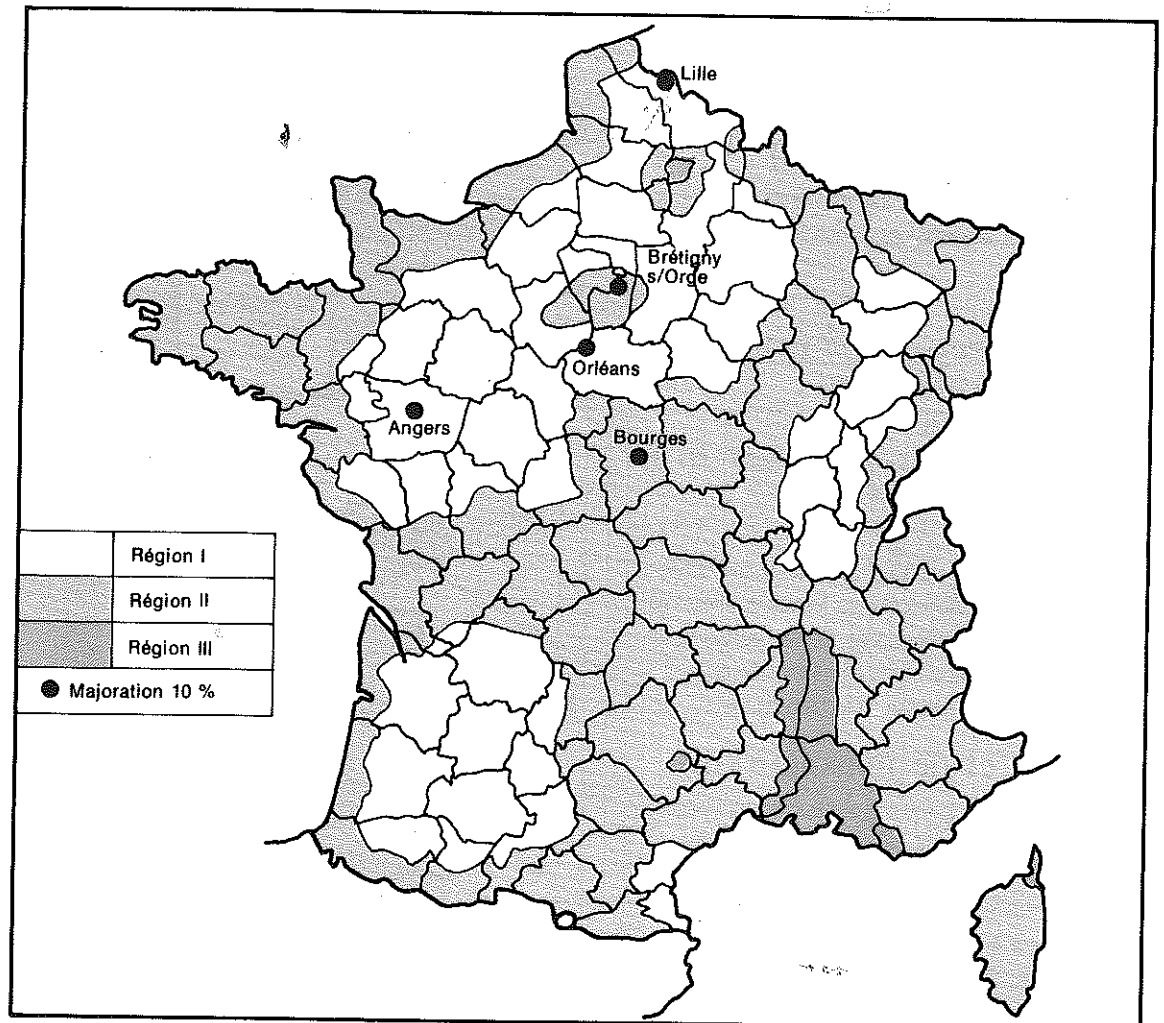
Surfaces sous le vent : Ce sont celles qui sont dans l'ombre.

Maître-couple : C'est la projection de la construction sur un plan perpendiculaire à la direction du vent.

Pression ou dépression : La face d'un élément de construction est dite soumise à une pression lorsque l'action du vent est dirigée contre elle. Elle est dite soumise à une dépression (ou à une succion) dans le cas contraire.



32.2 Régions de vent



32.3 Pressions exercées par le vent

Le calcul des pressions exercées par le vent sur les parois d'une construction se détermine à partir des pressions dynamiques de base q_{10} et q'_{10} (voir tableau) auxquelles on affecte des coefficients correcteurs, tenant compte :

- de l'effet de site (k_s),
- de l'effet de masque (k_m),
- de l'effet de dimensions (δ),
- de l'effet de hauteur au-dessus du sol (k_h).

REMARQUE :

En aucun cas, les réductions « effet de masque » + « effet de dimensions » ne doivent dépasser 33 %. De plus, les pressions dynamiques de calcul ne pourront être extérieures aux valeurs :

Pression dynamique	P maximale en kPa	P minimale en kPa
Normale	1,7	0,3
Extrême	2,97	0,525

32.4 Effet de site (k_s)

Pour chaque région les règles font intervenir un facteur k_s destiné à moduler les pressions en fonction des sites, on distingue :

Site protégé

Fond de cuvette bordé de collines sur tout le pourtour et protégé de toutes les directions du vent.

Site normal

Plaine ou plateau de grande étendue ne présentant pas de dénivellation dépassant une pente de 10 %.

Site exposé

Tout le littoral sur une profondeur de 6 km, le sommet des falaises, les îles et presqu'îles étroites, les vallées étroites où le vent s'engouffre, les montagnes élevées ou isolées et certains cols. Le tableau ci-contre donne les valeurs de k_s à appliquer à la pression de base en fonction du site.

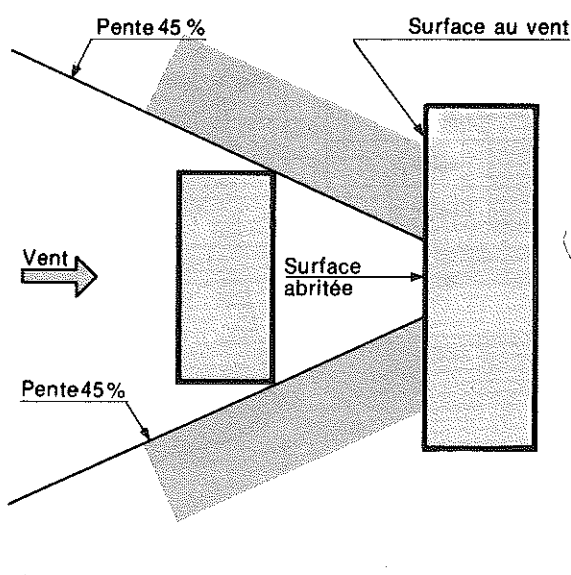
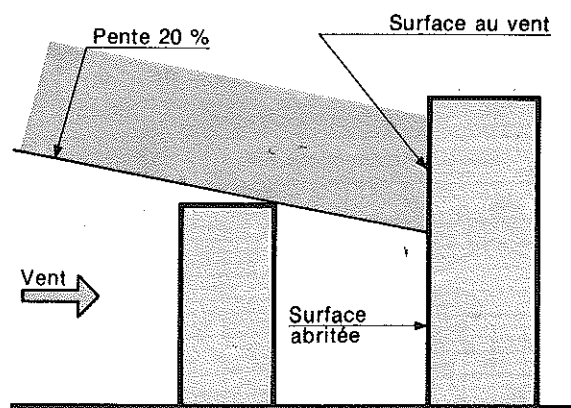
32.5 Effet de masque (k_m)

Il y a effet de masque lorsqu'une construction est masquée partiellement ou totalement par d'autres constructions. La réduction pour effet de masque doit être utilisée avec prudence car un bâtiment peut être détruit et ne plus servir d'écran à l'autre. Il est donc prudent de prendre $k_m = 1$.

Les figures ci-contre montrent l'incidence du masque sur les parois exposées au vent.

Régions	Pressions de base en kN/m^2		Vitesse du vent en km/h	
	Normale q_{10}	Extrême q'_{10}	Normale	Extrême
I	0,5	0,87	103	136,1
II	0,7	1,22	121,7	160,9
III	0,9	1,57	137,9	182,5

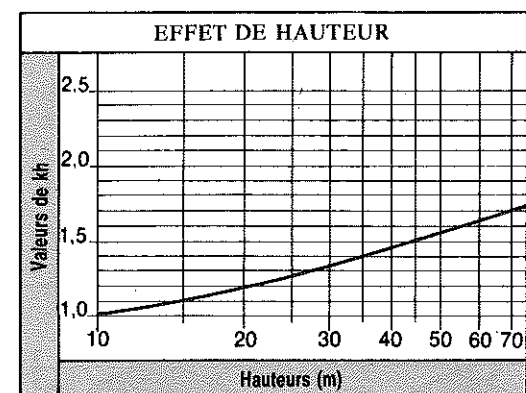
Site	VALEURS DE k_s		
	Région I	Région II	Région III
Protégé	0,8	0,8	0,8
Normal	1	1	1
Exposé	1,35	1,30	1,25



32.6 Effet de la hauteur au-dessus du sol (k_h)

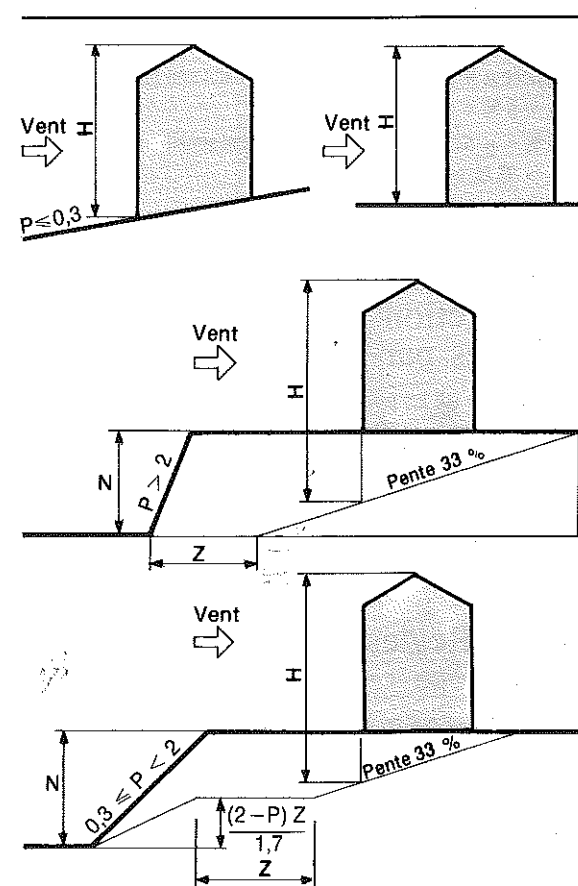
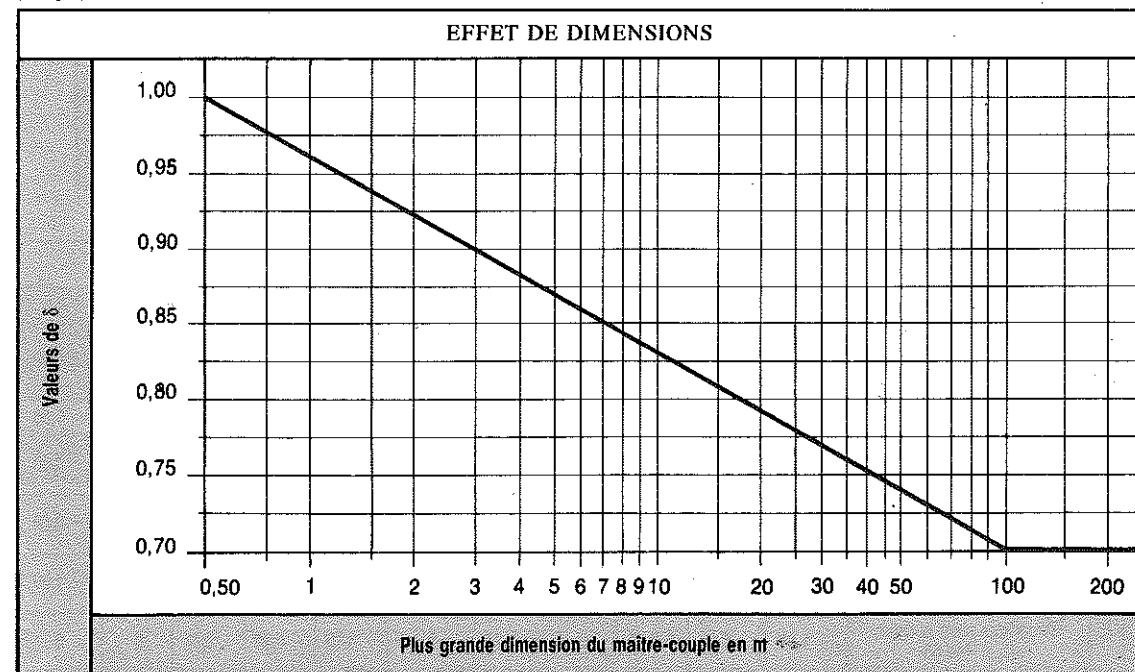
Les hauteurs à prendre en compte pour le calcul du coefficient k_h sont définies par les figures ci-contre en fonction de la configuration du sol.

L'abaque ci-dessous permet de déterminer k_h en fonction de la hauteur H de la construction.



32.7 Effet de dimensions (δ)

La pression dynamique, s'exerçant sur une paroi, diminue lorsque sa surface augmente ; on applique donc un coefficient réducteur δ tenant compte de la plus grande dimension du maître-couple (soit la longueur, soit la hauteur H définie au paragraphe 32.6).



32.8 Perméabilité des parois

On appelle μ le pourcentage d'ouverture dans une paroi.

- $\mu \leq 5\%$ = construction fermée.
- $5\% < \mu \leq 35\%$ = construction partiellement ouverte.
- $\mu > 35\%$ = construction ouverte.

32.9 Actions statiques exercées par le vent

Le vent exerce sur les parois des poussées que l'on désigne :

Q_e = action extérieure ($Q_e = C_e \times q$).

Q_i = action intérieure ($Q_i = C_i \times q$).

Dans ces expressions C_e et C_i sont des coefficients de pression dépendant de la géométrie du bâtiment et q est la pression exercée par le vent ($q = q_{10} \times k_s \times k_m \times k_h$).

L'action résultante unitaire totale sur une paroi est donc :

$$p_r = Q_e - Q_i = q(C_e - C_i) \text{ en kPa.}$$

L'action résultante totale sur une paroi de surface S est donc :

$$P = p_r \times S = q(C_e - C_i) S \text{ en kN.}$$

32.10 Règles de calcul simplifiées

Le tableau ci-dessous donne les valeurs des coefficients C_e et C_i applicables aux constructions courantes à base rectangulaire reposant sur le sol et dont les caractéristiques sont :

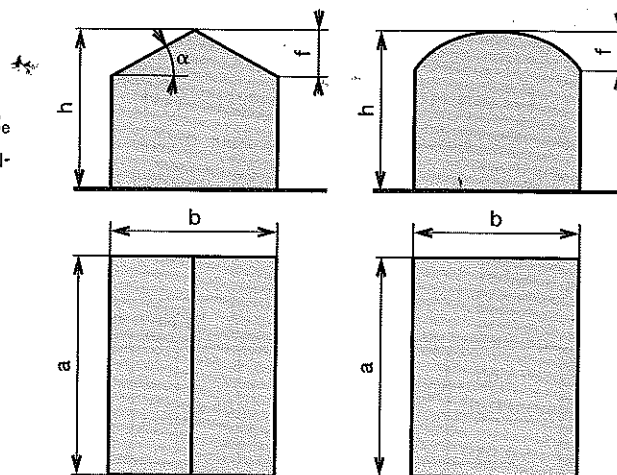
$$h \leq 30 \text{ m; } \frac{h}{a} \geq 0,25; \alpha \leq 40^\circ.$$

$$\frac{h}{a} \leq 2,5 \text{ avec en plus } \frac{b}{a} \leq 0,4 \text{ si } \frac{h}{b} > 2,5.$$

$$f \leq \frac{h}{2} \text{ pour les toitures à deux versants.}$$

$$f \leq \frac{2}{3} h \text{ pour les toitures en voûte.}$$

$$\mu \leq 5\% \text{ ou, pour une seule façade, } \mu \geq 35\%.$$



VALEURS DE $C_e - C_i$												
		Surfaces au vent					Surface parallèle au vent	Surfaces sous le vent				
		Verticale	Angle α de la toiture					Angle α de la toiture				Verticale
			40°	30°	20°	10°		10°	20°	30°	40°	
C_e		+ 0,80	- 0,10	- 0,30	- 0,50	- 0,70	- 0,50	- 0,35	- 0,40	- 0,45	- 0,50	- 0,50
Construction fermée	Surpression $C_i = + 0,30$	+ 0,50	- 0,40	- 0,60	- 0,80	- 1,00	- 0,80	- 0,65	- 0,70	- 0,75	- 0,80	- 0,80
	Dépression $C_i = - 0,30$	+ 1,10	+ 0,20	0	- 0,20	- 0,40	- 0,20	- 0,05	- 0,10	- 0,15	- 0,20	- 0,20
Construction ouverte	Ouverture au vent $C_i = + 0,80$	0	- 0,30	- 1,10	- 1,30	- 1,50	- 1,20	- 1,15	- 1,20	- 1,25	- 1,30	- 1,30
	Ouverture sous le vent $C_i = - 0,50$	+ 1,30	+ 0,40	+ 0,20	0	- 0,20	0	+ 0,15	+ 0,10	+ 0,05	0	0

32.11 Exemple

Soit à définir les effets du vent sur la construction ci-contre, avec :

- Région de construction : Grenoble (région II).
- Site normal, altitude 625 m (pas de masque).
- Pourcentage d'ouvertures : $\mu < 5\%$.

32.11.1 Vérification des conditions de dimensions

$$\frac{h}{a} = \frac{22}{16} = 1,375 < 2,5.$$

$$\frac{h}{b} = \frac{22}{16} = 1,375 < 2,5.$$

$$F = \frac{16 \sin 20^\circ}{2} = 2,73 < \frac{h}{2} = \frac{22}{2} = 11.$$

Le bâtiment entre donc bien dans le cadre d'utilisation des règles simplifiées.

32.11.2 Calcul de la pression dynamique (p)

Coefficients	Pressions en kPa	
	Normale (p_n)	Extrême (p_e)
q_{10}	0,70	1,22
Effet de site (k_s)	1	1
Effet de masque (km)	1	1
Effet de dimensions (δ)	0,76	0,76
Effet de hauteur (k_h)	1,26	1,26

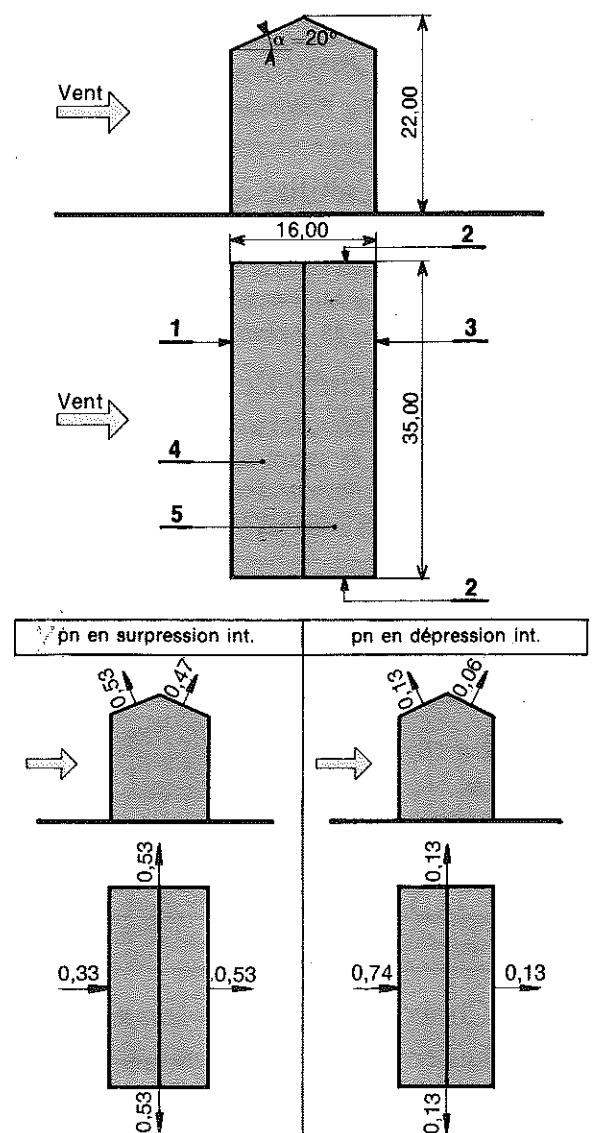
$$p_n = 0,70 \times 1 \times 1 \times 0,76 \times 1,26 = 0,67 \text{ kPa.}$$

$$p_e = 1,22 \times 1 \times 1 \times 0,76 \times 1,26 = 1,17 \text{ kPa.}$$

Ces deux valeurs satisfont bien aux valeurs extrêmes définies au paragraphe 32.3.

32.11.2 Calcul des pressions unitaires sur les parois

PRESSIONS SUR LES PAROIS								
Surfaces	p_n kPa	p_e kPa	Surpression intérieure			Dépression intérieure		
			$C_e - C_i$	$p_n(C_e - C_i)$	$p_e(C_e - C_i)$	$C_e - C_i$	$p_n(C_e - C_i)$	$p_e(C_e - C_i)$
1	0,67	1,17	+ 0,50	0,33	0,58	+ 1,10	0,74	1,29
2	0,67	1,17	- 0,80	- 0,53	- 0,94	- 0,20	- 0,13	- 0,23
3	0,67	1,17	- 0,80	- 0,53	- 0,94	- 0,20	- 0,13	- 0,23
4	0,67	1,17	- 0,80	- 0,53	- 0,94	- 0,20	- 0,13	- 0,23
5	0,67	1,17	- 0,70	- 0,47	- 0,82	- 0,10	- 0,067	- 0,11



34 ■ 24 Matériaux peints sur support M0

Nature	Masse (kg/m ²)	Classe
Peintures brillantes	< 0,35	M1
Peintures mates	< 0,75	M1
Peintures épaisses, enduit pelliculaire	0,5 à 1,5	M2
Revêtement plastique épais (DTU 59-2)	1,5 à 3,5	M2

34 ■ 3 Résistance au feu

Trois critères sont utilisés pour évaluer la résistance au feu d'un élément de construction.

- **Résistance mécanique** sous les charges.
 - **Étanchéité aux flammes** et aux gaz inflammables.
 - **Isolation thermique** de manière à ce que l'échauffement de la face externe ne propage pas l'incendie.
- À partir de ces 3 critères, les éléments de construction sont dits :
- stable au feu (SF),
 - pare-flamme (PF),
 - coupe-feu (CF),

et ceci pour une durée comprise entre 1/4 d'heure et 6 heures. Le tableau ci-dessous permet de déterminer ce classement.

Critères	Classe		
Résistance mécanique	SF		
Étanchéité aux flammes		PF	
Isolation thermique			CF

EXEMPLE : un carreau de plâtre PF3 de 70 mm a un degré coupe feu de 3 heures.

34 ■ 31 Résistance au feu des structures

Structures	Famille			
	1 ^{re}	2 ^e	3 ^e	4 ^e
Porteurs verticaux	SF 1/4 h	SF 1/2 h	SF 1 h	SF 1 h 30
Planchers	CF 1/4 h	CF 1/2 h	CF 1 h	CF 1 h 30

Il n'existe aucune exigence de :

- stabilité au feu pour les éléments verticaux supportant des charpentes,
- résistance au feu pour les planchers non accessibles sur vides sanitaires, les planchers hauts du dernier niveau si les parois verticales CF atteignent la couverture.

34 ■ 32 Isolement entre logements contigus

Parois verticales des logements	Famille			
	1 ^{re}	2 ^e	3 ^e	4 ^e
Collectif sans porte		CF 1/2	CF 1/2	CF 1
Collectif avec porte		PF 1/4	PF 1/4	PF 1/2
Maisons individuelles	CF 1/4	CF 1/4		

34 ■ 4 Désenfumage des immeubles collectifs

Il est obligatoire dans les cas suivants :

- les escaliers des immeubles des familles 2 et 3A,
- les escaliers et les circulations collectives des immeubles des familles 3B et 4.

34 ■ 41 Les escaliers

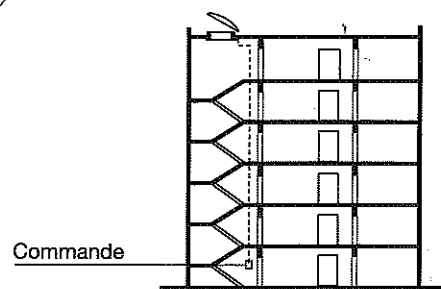
La cage d'escalier doit comporter en partie haute une ouverture de 1 m² manœuvrable, en cas d'incendie, depuis le rez-de-chaussée (fig. 1).

34 ■ 42 Les circulations

Le désenfumage est assuré par un dispositif à trois éléments :

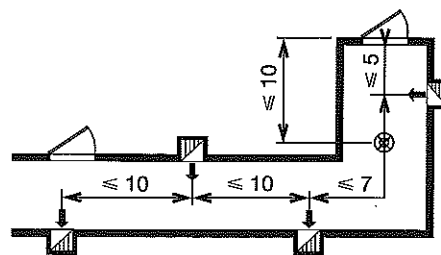
- des conduits verticaux d'amenée d'air et d'évacuation des fumées, implantés le long des dégagements (fig. 2),
- des volets obturant les bouches des conduits (CF 1 h pour l'évacuation des fumées, PF 1 h pour les amenées d'air),
- des détecteurs de fumée répartis dans l'axe des circulations et commandant l'ouverture des volets en cas d'incendie.

1



2

COTES EN MÈTRES



35 Classement des isolants

35 ■ 1 Classement ISOLE

Ce classement a été établi par l'association pour la certification des matériaux isolants (ACERMI) et concerne les isolants conformes à la norme NF P 75-101. Le sigle ISOLE signifie :

- I = incompressibilité (5 niveaux),
- S = stabilité dimensionnelle (4 niveaux),
- O = comportement à l'eau (4 niveaux),
- L = cohésion et résistance en flexion (4 niveaux),
- E = perméance à la vapeur d'eau (4 niveaux).

Tous les isolants certifiés comportent une étiquette indiquant leur classement ISOLE et leur résistance thermique R.

35 ■ 11 Incompressibilité (I)

Classe	Emplois
I1	Isolant non soumis à charges
I2	C III sous dalle, fond de coffrage, soubassement
I3	C II sous charge, dalle ou terre-plein
I4	C I sous chape, dalle ou lambourdes
I5	Pose directe de carrelages

35 ■ 12 Stabilité dimensionnelle (S)

Classe	Emplois
S1	Isolation non enduite, non contre-collée
S2	Complexe de doublage
S3	Support d'enduit
S4	Support d'enduit

35 ■ 13 Comportement à l'eau (O)

Classe	Emplois
O1	Combles et sous-face de planchers
O2	Parois verticales et sols
O3	Support d'enduit

35 ■ 14 Cohésion et flexion (L)

Classe	Emplois
L1	Tous
L2	Parois verticales et soubassements
L3	Complexe de doublage
L4	Support d'enduit

35 ■ 15 Perméance à la vapeur d'eau (E)

Classe	Emplois
E1	Isolation extérieure, plancher de comble
E2	Rampant, isolation de mur par l'intérieur
E3	Rampant, isolation de mur par l'intérieur
E4	Isolation intérieure en zone très froide
E5	Sandwiches

35 ■ 2 Classement reVETIR

Ce classement concerne les systèmes destinés à l'isolation par l'extérieur des bâtiments. Il s'applique aux enduits sur isolants, sur bardage, vêtiture. Le sigle reVETIR signifie :

- r = facilité de réparation, T = tenue aux chocs,
- e = facilité d'entretien, I = tenue à l'incendie,
- V = résistance aux effets du vent, R = résistance thermique.
- E = étanchéité,

35 ■ 21 Résistance au vent (V)

Hauteur au-dessus du sol (m)	Régions						
	A				B		
	Situations*				Situations		
< 6	V1	V1	V1	V2	V1	V1	V2
6 à 18	V1	V1	V2	V2	V1	V2	V2
18 à 28	V1	V1	V2	V2	V2	V2	V3
28 à 50	V1	V2	V2	V3	V2	V2	V3
50 à 100	V2	V3	V2	V3	V2	V3	V3

35 ■ 22 Étanchéité (E)

Hauteur au-dessus du sol (m)	Situations*				
	a, b, c		d		
	Façade		Façade		
< 6	Abritée	Exposée	Abritée	Littoral	Front mer
6 à 18	E1	E1	E1	E2	E2
18 à 28	E1	E2	E1	E2	E3
28 à 50		E3		E3	E3
50 à 100		E3		E4	E4

35 ■ 23 Tenue aux chocs (T)

T1	Hauteur > 6 m
T2	Hauteur > 3 m, rez-de-chaussée inaccessible
T3	Rez-de-chaussée accessible non protégé, peu sollicité
T4	Rez-de-chaussée accessible protégé, peu sollicité

35 ■ 24 Incendie (I)

Type de bâtiment	Classement	Classe feu
Habitation 1 ^{re} famille à plus de 4 m de la limite	I1	M4
Habitation 1 ^{re} famille autres cas	I2	M3
Habitation 2 ^e famille		
Habitation 3 et 4 ^e famille, ERP en étage avec D/H > 0,8	I2	M3
Autres cas	I3	M2
IGH	I4	M0

35 ■ 25 Résistance thermique

R1	0,5 ≤ R < 1 m ² .°C/W
R2	1 ≤ R < 2 m ² .°C/W
R3	2 ≤ R < 3 m ² .°C/W
R4	R ≥ 3 m ² .°C/W

* Voir définition des régions et situations chapitre 33.41.

36 Classement UPEC

Il définit les performances auxquelles doivent satisfaire les revêtements de sols en fonction des locaux où ils sont posés.

Les lettres UPEC signifient :

U = Usure 1, 2, 2s, 3, 3s, 4,

P = Poinçonnement 1, 2, 3, 4,

E = Comportement à l'eau 0, 1, 2, 3,

C = Tenue aux agents chimiques 0, 1, 2, 3.

Les tableaux ci-dessous indiquent le classement des sols des principaux types de locaux.

Le signe (*) indique que l'on peut remplacer l'indice de U par celui inférieur de « s » et réduire l'indice de E de 1.

EXEMPLE : $U_4 P_3 E_2 C_0 = U_{3s} P_3 E_1 C_0$.

36.1 Maisons individuelles

Locaux	Classement
Entrée	$U_{2s} P_2 E_1 C_0$
Toutes pièces avec accès sur l'extérieur	
Escalier avec nez de marches revêtus	
Pièces ne donnant pas sur l'extérieur	$U_2 P_2 E_1 C_0$
Circulations, escalier	
Cuisine	$U_{2s} P_2 E_2 C_0$
Salle de bains, douche, WC	$U_2 P_2 E_1 C_0$

36.2 Immeubles collectifs

Locaux	Classement
Entrée des logements	$U_{2s} P_2 E_1 C_0$
Séjour et pièces avec porte-fenêtre	
Pièces à usage professionnel	
Pièces sans porte-fenêtre, dégagement	$U_2 P_2 E_1 C_0$
Cuisine	$U_{2s} P_2 E_2 C_0$
Salle de bains, douche, WC	$U_2 P_2 E_1 C_0$
Balcon, terrasse, loggia	$U_3 P_3 E_3 C_2$
Hall d'entrée moins de 25 logements (*)	$U_4 P_2 E_2 C_0$
Hall d'entrée plus de 25 logements	$U_4 P_2 E_2 C_0$
Local vide-ordures à l'étage	$U_3 P_2 E_2 C_2$
Local pour voitures d'enfants	$U_3 P_2 E_2 C_0$

36.3 Salles de spectacle

Locaux	Classement
Halls (théâtre, cinémas...)	$U_4 P_3 E_2 C_0$
Salle de cinéma, discothèque (*)	$U_3 P_2 E_2 C_0$
Salle de théâtre	$U_3 P_2 E_1 C_0$

36.4 Locaux commerciaux

Locaux	Classement
Boutiques et dégagements (rez-de-chaussée)	$U_3 P_2 E_2 C_0$
Boutiques et dégagements (étages)	$U_3 P_2 E_1 C_0$
Grands magasins (rez-de-chaussée), circulations (*)	$U_4 P_3 E_2 C_0$
Grands magasins (étages) (*)	$U_3 P_3 E_1 C_0$
Commerces d'alimentation	$U_3 P_3 E_2 C_2$
Hyper et supermarchés	$U_4 P_4 E_3 C_2$
Cafétérias des grands magasins	$U_4 P_3 E_2 C_2$

36.5 Bâtiments civils ou administratifs

Locaux	Classement
Hall public de circulation (gare, aéroport)	$U_4 P_3 E_3 C_1$
Hall de réception du public	$U_4 P_2 E_2 C_0$
Circulations dégagements	$U_3 P_2 E_2 C_0$
Sanitaires collectifs	$U_3 P_2 E_2 C_1$
Bureaux paysagés ou collectifs	$U_3 P_3 E_1 C_0$
Bureau individuel	$U_{2s} P_3 E_1 C_0$
Bibliothèque	$U_3 P_2 E_1 C_0$
Salle de réunions	$U_3 P_2 E_1 C_0$
Salle des fêtes ou polyvalente	$U_3 P_3 E_2 C_1$
Musées (*)	$U_4 P_3 E_2 C_0$
Églises et lieux de cultes	$U_3 P_2 E_2 C_0$

36.6 Hôtels, restaurants, cafés

Locaux	Classement
Hall d'entrée (*)	$U_4 P_3 E_2 C_0$
Circulations principales, salons, TV	$U_3 P_2 E_1 C_0$
Restaurant, bar, grand salon	$U_3 P_2 E_2 C_1$
Sanitaires collectifs	$U_3 P_2 E_3 C_1$
Cuisines collectives	$U_4 P_3 E_3 C_2$
Chambre	$U_{2s} P_2 E_1 C_0$
Sanitaire privé	$U_2 P_2 E_2 C_1$

36.7 Locaux d'enseignement

Locaux	Classement
Hall d'entrée, escalier	$U_4 P_3 E_2 C_1$
Circulations, dégagements	$U_3 P_2 E_2 C_0$
Classe ouvrant sur l'extérieur	$U_4 P_3 E_2 C_0$
Classe n'ouvrant pas sur l'extérieur	$U_3 P_3 E_2 C_0$
Bibliothèque, documentation	$U_3 P_3 E_2 C_0$
Amphithéâtre	$U_3 P_2 E_2 C_0$
Laboratoire de chimie	$U_3 P_3 E_3 C_3$

37 Liants

NF P 15-301, 306, 307, 308, 310, 312, 313

37.1 Les chaux

Nature	Symbole	Résistance garantie en MPa			Utilisation
		2 jours	7 jours	28 jours	
Chaux hydraulique naturelle	XHN 30		1	3	Maçonnerie Enduits
	XHN 60		3	6	
	XHN 100		5	10	
Chaux hydraulique artificielle	XHA 60		3	6	
	XHA 100		5	10	

37.2 Les ciments

37.21 Types de ciment

Type	Nature	Type	Nature
I	Ciment Portland	IV	Ciment Portland pouzzolanique
II	Ciment Portland composé	V	Ciment Portland au laitier et aux cendres
III	Ciment Portland de haut fourneau		

37.22 Classification et composition

Désignation	Notation	Constituants en %								
		Clinker	Laitier	Silice	Pouzzolane	Cendres		Solistes calcinés	Calcaire	Constituants secondaires
Ciment Portland	CPA-CEM I	95 - 100								0 - 5
Ciment Portland composé	CPJ-CEM II/A	80 - 94				6 à 20				
	CPJ-CEM II/B	65 - 79				21 à 35				
Ciment de haut fourneau	CHF-CEM III/A	35 - 64	36 - 65							0 - 5
	CHF-CEM III/B	20 - 34	66 - 80							0 - 5
	CLK-CEM III/C	5 - 19	80 - 95							0 - 5
Ciment pouzzolanique	CPZ-CEM IV/A	65 - 90			10 à 35					0 - 5
	CPZ-CEM IV/B	45 - 64			36 à 55					0 - 5
Ciment au laitier et aux cendres	CLC-CEM V/A	40 - 64	18 - 30		18 à 30					0 - 5
	CLC-CEM V/B	20 - 39	31 - 50		31 à 50					0 - 5

37.23 Classes de résistance

Les ciments sont répartis en trois classes suivant leur résistance à 28 jours. La lettre R indique une résistance élevée au jeune âge.

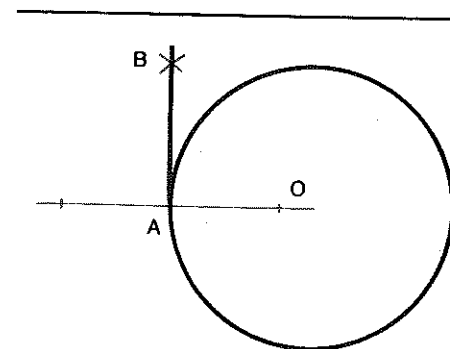
Classes	Résistance à la compression en MPa						
	Au jeune âge		Normales		Valeurs minimales garanties		
	2 jours limite inférieure	7 jours limite inférieure	28 jours limite inférieure	28 jours limite supérieure	2 jours	7 jours	28 jours
32,5			≥ 32,5	≤ 52,5		17,5	30
32,5 - R	≥ 13,5		≥ 32,5	≤ 52,5	12		30
42,5	≥ 12,5		≥ 42,5	≤ 62,5	10		40
42,5 - R	≥ 20		≥ 42,5	≤ 62,5	18		40
52,5	≥ 20		≥ 52,5		18		50
52,5 - R	≥ 30		≥ 52,5		28		50

39 Tangentes et raccordements

39.1 Les tangentes

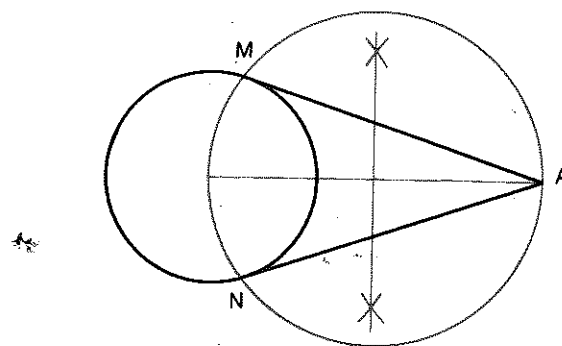
39.11 Tangente en un point d'un cercle

Tracer OA, élever la perpendiculaire AB en A à OA. AB est la tangente.



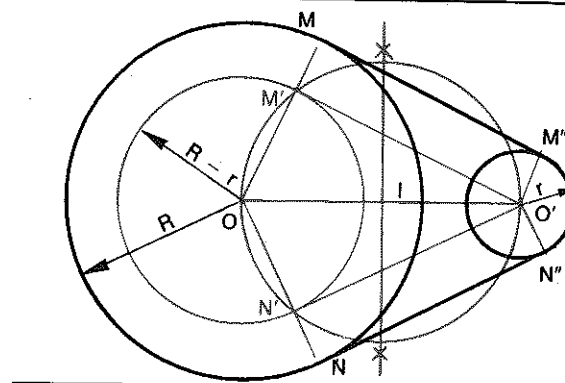
39.12 Tangentes passant par un point extérieur

Tracer la médiatrice de OA. Tracer le cercle de centre I et de diamètre OA qui coupe le cercle aux points de tangence M et N. Joindre AM et AN.



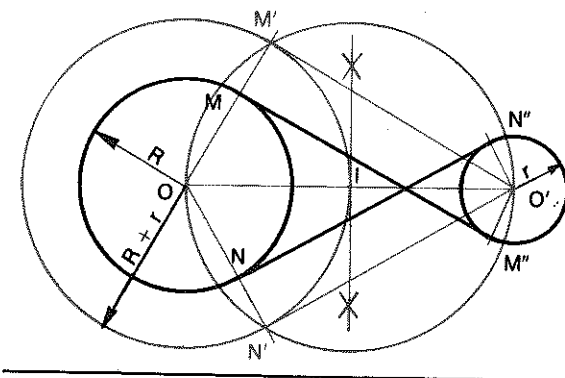
39.13 Tangentes extérieures communes à deux cercles

Tracer la médiatrice de OO' , le cercle de centre I et de diamètre OO' . De O pour centre, tracer un cercle de rayon $R - r$ qui coupe le précédent en M' et N' ; tracer OM' qui coupe le cercle en M et ON' en N. Tracer de O' les parallèles à OM' et ON' qui coupent le petit cercle en M'' et N'' . Joindre MM'' et NN'' .



39.14 Tangentes intérieures communes à deux cercles

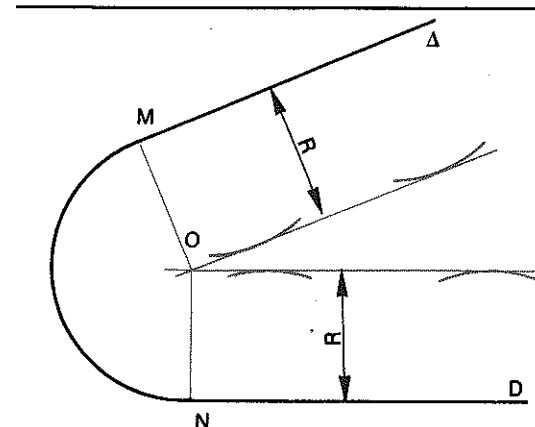
Tracer OO' , la médiatrice de OO' , le cercle de centre I et de diamètre OO' . De O pour centre, tracer un cercle de rayon $R + r$ qui coupe le précédent en M' et N' ; tracer OM' et ON' qui coupent le cercle en M et N. De O' , tracer les parallèles $O'M''$ à OM et $O'N''$ à ON . Joindre MM'' et NN'' .



39.2 Raccordements

39.21 De deux droites

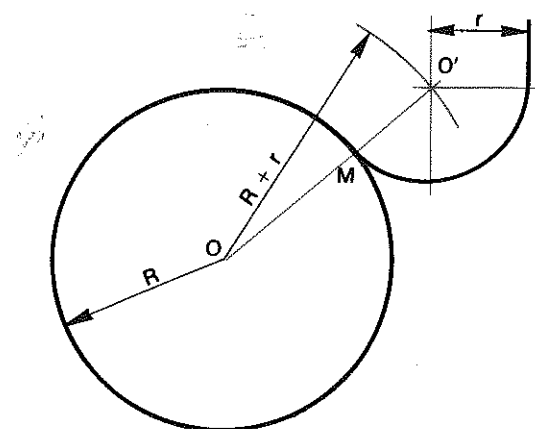
Tracer les deux parallèles intérieures aux deux droites Δ et D de distance R. Elles se coupent en O. Abaisser de O, sur D et Δ , les perpendiculaires OM et ON. Tracer l'arc de cercle \widehat{MN} de centre O et de rayon R.



39.22 D'une droite et d'un cercle

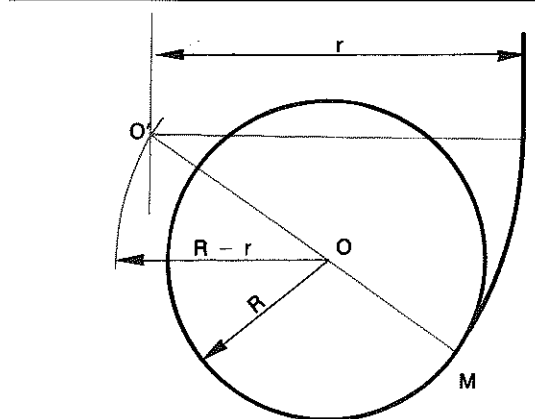
■ Extérieurement

Tracer la parallèle à Δ à la distance r et le cercle de centre O et de rayon $r + R$. Ils se coupent en O' . Joindre OO' qui coupe le cercle en M et abaisser la perpendiculaire de O' sur Δ . Tracer l'arc de cercle \widehat{MN} de centre O' et de rayon r.



■ Intérieurement

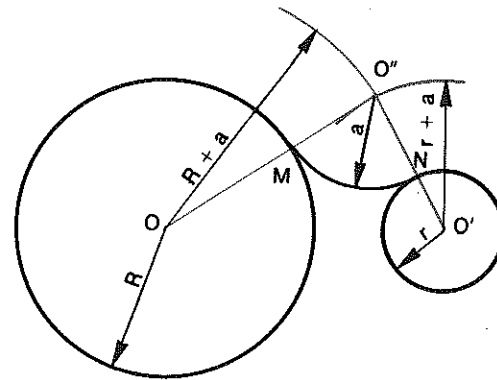
Tracer la parallèle à Δ à la distance r. Tracer le cercle de centre O et de rayon $R - r$. Il coupe la parallèle à Δ en O' . Abaisser la perpendiculaire de O' sur Δ et joindre OO' qui coupe le cercle en M. De O' pour centre et avec pour rayon r, tracer le raccordement \widehat{MN} .



35 ■ 23 De deux cercles

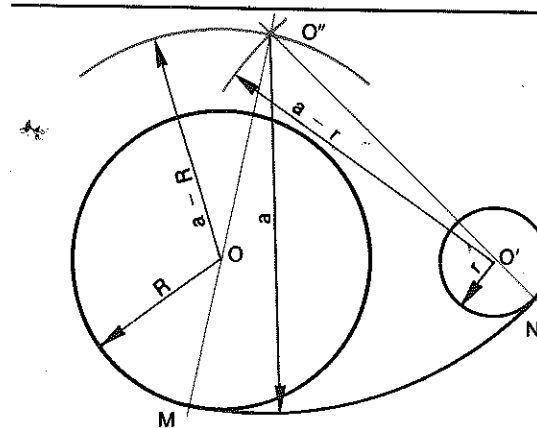
■ Extérieurement

Tracer les cercles de centre O et de rayon $R + a$, de centre O' et de rayon $r + a$. Ils se coupent en O". Joindre OO" et O'O" qui coupent les cercles en M et N. Tracer l'arc de cercle MN de raccordement à partir du cercle O".



■ Intérieurement

Tracer les deux cercles de centre O et de rayon $a - R$, O' et $a - r$ qui se coupent en O". Joindre O"O et O"O' qui coupent les cercles en M et N. Tracer avec O" pour centre l'arc MN de raccordement.

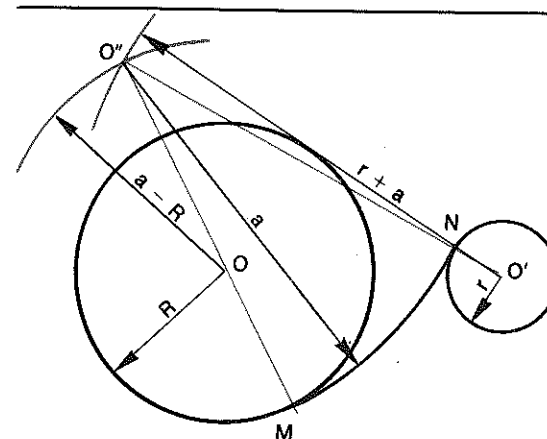


■ Intérieurement à l'un et extérieurement à l'autre

Tracer les deux cercles de centre O et de rayon $a - R$, O' et $r + a$ qui se coupent en O". Joindre O"O et O"O' qui coupent les cercles en M et N. Tracer l'arc de cercle MN de raccordement avec O" pour centre.

REMARQUE :

Ces tracés ont deux solutions.



40 Courbes usuelles

40 ■ 1 L'ellipse

C'est l'ensemble des points dont la somme des distances à 2 points fixes appelés foyers est constante. Une ellipse se définit par les dimensions de ses axes.

■ Méthode dite « du jardinier » : (fig. 1)

Elle est très commode pour obtenir sans constructions une ellipse de grandes dimensions, pour cela :

Fixer aux points A et B (les foyers) un cordeau dont la longueur sera déterminée en fonction des dimensions souhaitées.

En gardant le cordeau tendu, tracer la courbe au sol.

■ Méthode des cercles : (fig. 2)

Tracer à partir de O deux cercles ayant respectivement comme diamètre la dimension du grand axe et la dimension du petit axe de l'ellipse que l'on souhaite obtenir.

Tracer un rayon qui coupe le grand cercle en M et le petit en N.

Par M tracer la parallèle au petit axe, par N tracer la parallèle au grand axe. Ces deux segments se coupent en I qui est un point de l'ellipse.

Recommencer l'opération pour autant de fois que nécessaire en fonction de la précision désirée.

■ Méthode des rectangles : (fig. 3)

Tracer un rectangle ayant pour côtés les dimensions du grand axe et du petit axe de l'ellipse.

Diviser OA et AE en un même nombre de parties égales (quatre dans l'exemple).

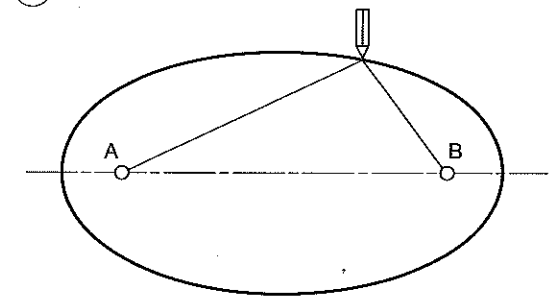
Joindre les divisions de AE à C, celles de OA à D.

Les intersections des segments de même numérotation sont des points de l'ellipse. Joindre les points ainsi obtenus.

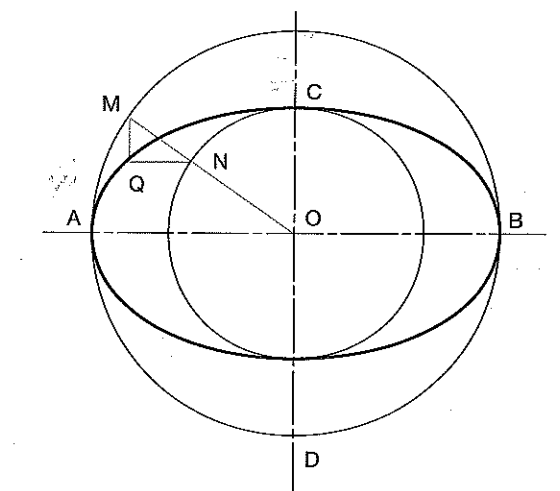
NOTA :

Plus le nombre de divisions sera élevé, plus la définition de la courbe sera précise.

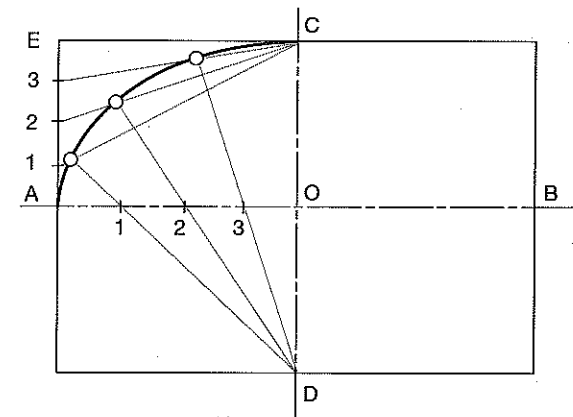
①



②



③



40.2 La parabole

■ Parabole inscrite dans un rectangle : (fig. 1)

Tracer un rectangle dont les dimensions correspondent à l'enveloppe de la parabole que l'on veut tracer.

Diviser DE en deux parties égales.

Tracer le segment AE.

Diviser 1A en deux parties égales (on obtient le point 2).

Diviser 1E en deux parties égales (on obtient le point 3).

Joindre les points 2 et 3.

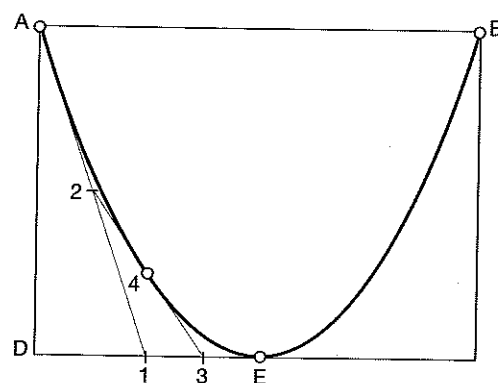
Diviser 2.3 en deux parties égales (on obtient le point 4).

La parabole est tangente en A, en 4, en E ; les segments A1, 2.3 et DE sont des tangentes à cette courbe.

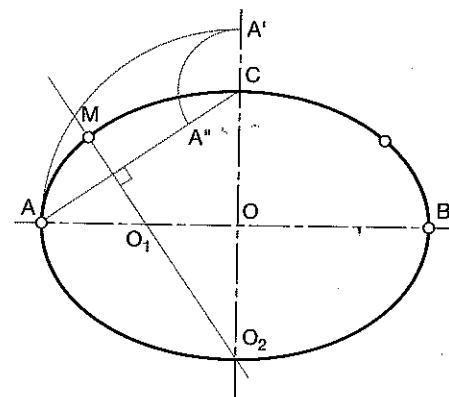
NOTA:

On peut obtenir d'autres points en redivisant en deux les segments 3E et 3.4 et en recommençant le tracé selon la méthode ci-dessus.

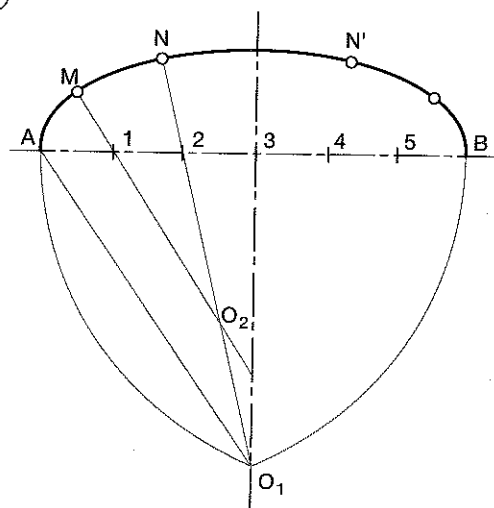
①



②



③



40.3 L'ovale (fig. 2)

Tracer les dimensions AB et CD de l'ovale à tracer sur deux axes perpendiculaires.

De O pour centre, tracer un arc de cercle de rayon OA qui coupe l'axe vertical en A'.

De C pour centre, tracer l'arc de cercle de rayon A'C qui coupe AC en A''.

Tracer la médiatrice de AA'' qui coupe l'axe vertical en O2 et OA en O1.

De O1 pour centre, tracer l'arc de cercle AM de rayon O1A.

De O2 pour centre, tracer l'arc de cercle MM' de rayon O2M.

40.4 L'anse de panier

■ Anse de panier à 3 centres

Voir tracé de l'ovale paragraphe ci-dessus.

■ Anse de panier à 5 centres : (fig. 3)

Tracer le segment AB correspondant à la longueur de l'anse.

De A pour centre, tracer un arc de cercle de rayon AB, faire de même à partir de B.

Les deux arcs se coupent en O1, tracer le segment AO1.

Diviser AB en 6 parties égales.

Du premier point de division, tracer la parallèle à AO1.

Joindre 2O1 qui coupe la parallèle en O2.

De 1 pour centre, tracer l'arc de cercle AM de rayon 1A.

De O2 pour centre, tracer l'arc de cercle MN de rayon O2M.

De O1 pour centre, tracer l'arc de cercle NN' de rayon O1N.

41 Formulaire

CENTRES DE GRAVITÉ

Surfaces		Volumes	

SURFACES USUELLES			VOLUMES USUELS		
Surface	Figure	Surface	Figure	Volume	Figure
$a \cdot b$		$\pi \cdot R^2$		$a \cdot b \cdot h$	
$\frac{b \cdot h}{2}$		$\pi(R^2 - r^2)$		$\frac{S \cdot h}{3}$	
$\frac{B+b}{2} \cdot h$		$\frac{3R^2\sqrt{3}}{2}$		$\pi \cdot R^2 h$	
$\frac{b \cdot h}{2}$		$3R^2\sqrt{2}$		$\frac{\pi \cdot R^2 h}{3}$	
$S_1 + S_2 + S_3 + S_4$		$a \left(\frac{h_1}{2} + \frac{h_2}{2} + \frac{h_3}{2} + \dots + \frac{h_n}{2} \right)$		$\frac{S \cdot h}{3}$	

FORMULAIRE R.d.M.					
MOMENTS QUADRATIQUES			FORMULAIRE R.d.M.		
Figures	I_{xx}	I_{yy}	I_{xy}	I_0	I_0/V_0
	$\frac{a^4}{12}$	$\frac{b^4}{12}$	$\frac{a^3}{6}$	$\frac{a^4}{6}$	$\frac{a^3\sqrt{2}}{6}$
	$\frac{bh^3}{12}$	$\frac{bh^3}{12}$	$\frac{bh^2}{6}$	$\frac{bh}{12}(h^2 + b^2)$	$\frac{bh\sqrt{h^2 + b^2}}{6}$
	$\frac{bh^3}{36}$	$\frac{bh^3}{36}$	$\frac{bh^2}{24}$	$\frac{bh^2}{24}$	$\frac{bh^2}{24}$
	$\frac{\pi R^4}{4}$	$\frac{\pi R^4}{4}$	$\frac{\pi R^3}{4}$	$\frac{\pi R^4}{2}$	$\frac{\pi R^3}{2}$
	$\frac{\pi R^4}{4}$	$\frac{\pi R^4}{4}$	$\frac{\pi R^3}{4}$	$\frac{\pi R^4}{2}$	$\frac{\pi R^3}{2}$
	$I_{xx} + Sb^2$	$I_{yy} + Sa^2$	$I_{xy} + Sab$	$I_0 + S(a^2 + b^2)$	$\frac{I_0 + S(a^2 + b^2)}{V_0}$
	$\frac{\pi R^4}{4}$	$\frac{\pi R^4}{4}$	$\frac{\pi R^3}{4}$	$\frac{\pi R^4}{2}$	$\frac{\pi R^3}{2}$
	$\frac{\pi R^4}{4}$	$\frac{\pi R^4}{4}$	$\frac{\pi R^3}{4}$	$\frac{\pi R^4}{2}$	$\frac{\pi R^3}{2}$
	$\frac{\pi R^4}{4}$	$\frac{\pi R^4}{4}$	$\frac{\pi R^3}{4}$	$\frac{\pi R^4}{2}$	$\frac{\pi R^3}{2}$

POUTRE SUR DEUX APPUIS SIMPLES

Figure	T_A	T_B	M^T max	x M^T max	Q_A	Q_B	flèche max.
	$\frac{Pb}{l}$	$\frac{Pa}{l}$	$\frac{Pab}{l}$	a	$\frac{Pa(\ell - a)(2\ell - a)}{6EI\ell}$	$\frac{Pa(\ell^2 - a^2)}{6EI\ell}$	$-\frac{Pa^2b^2}{3EI\ell}$
	$\frac{p\ell}{2}$	$\frac{p\ell}{2}$	$\frac{p\ell^2}{8}$	$\frac{\ell}{2}$	$-\frac{p\ell^3}{24EI}$	$\frac{p\ell^3}{24EI}$	$-\frac{5p\ell^4}{384EI}$
	$\frac{pa}{\ell}(\frac{\ell}{2} - \frac{a}{2})$	$\frac{pa^2}{2\ell}$	$\frac{pa^2(2\ell - a)}{8\ell^2}$	$a \leq \frac{\ell}{2}$ a	$-\frac{pa^2(2\ell - a)}{24EI}$	$\frac{pa^2(2\ell - a^2)}{24EI\ell}$	dépend de $\frac{a}{\ell}$
	$\frac{p\ell}{3}$	$\frac{p\ell}{6}$	$\frac{p\ell^2}{9\sqrt{3}}$	$\frac{\ell}{\sqrt{3}}$	$\frac{8p\ell^3}{360EI}$	$\frac{7p\ell^3}{360EI}$	$x = 0,519\ell$ $-\frac{p\ell^4}{153,2EI}$
	$\frac{p\ell}{4}$	$\frac{p\ell}{4}$	$\frac{p\ell^2}{12}$	$\frac{\ell}{2}$	$-\frac{5p\ell^3}{192EI}$	$\frac{5p\ell^3}{192EI}$	$-\frac{p\ell^4}{120EI}$
	$-\frac{C}{\ell}$	$\frac{C}{\ell}$	$-\frac{Ca}{\ell}$ $\frac{Cb}{\ell}$	$a > b$ $b > a$	$-\frac{C}{6EI\ell}(\ell^2 - 3b^2)$	$\frac{C}{6EI\ell}(\ell^2 - 3a^2)$	$\frac{Cab(b-a)}{3EI\ell}$

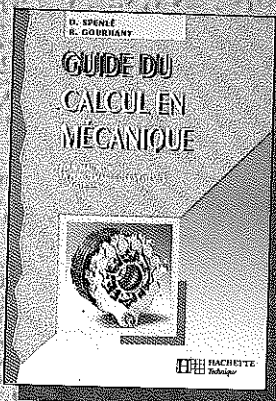
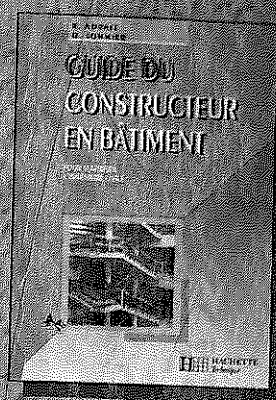
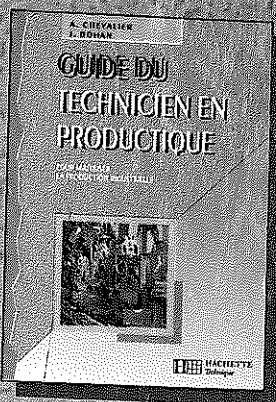
42 Système S.I.

Unités	Grandeurs	Symbole	Unités	Abréviation
Géométrique	Longueur	L	Mètre	m
	Surface	S	Mètre carré	m ²
	Volume	V	Mètre cube	m ³
	Angle plan		Radian	rd
	Angle solide	Ω	Stéradian	Sr
Masse	Masse	M	Kilogramme	kg
Temps	Temps	t	Seconde	s
	Fréquence	F	Hertz	Hz
Cinématique	Vitesse	v	Mètre/seconde	m/s
	Vitesse angulaire	ω'	Radian/seconde	rd/s
	Accélération	γ	Mètre/seconde ²	m/s ²
	Accélération angulaire	ω''	Radian/seconde ²	rd/s ²
Mécanique	Force	F	Newton	N
	Énergie	W	Joule	J
	Puissance	P	Watt	W
	Pression	p	Pascal	Pa
Calorique	Température	θ	Degré Celcius	°C
	Quantité de chaleur	Q	Joule	J
	Pouvoir calorifique		Joule/m ³	J/m ³
	Chaleur spécifique		Joule/kg	J/kg
	Coefficient de conductivité	λ	Watt/m et °C	W/m °C
Électrique	Flux calorifique	Φ	Watt/m ²	W/m ²
	Coefficient d'échange de chaleur	K	Watt/m ² et °C	W/m ² °C
	Intensité	I	Ampère	A
	Quantité d'électricité	Q	Coulomb	C
	Différence de potentiel	U	Volt	V
	Résistance	R	Ohm	Ω
	Capacité	C	Farad	F
	Inductance	L	Henry	H
	Flux magnétique	Φ	Tesla	T
Optique	Intensité lumineuse	I	Candéla	Cd
	Flux lumineux	Φ	Lumen	lm
	Éclairement	E	Lux	lx

Véritables ouvrages de références constamment actualisés, les guides industriels s'adressent tant aux élèves de seconde, de première et de terminale qu'à ceux des S.T.S. ou I.U.T.

Ils constitueront également un outil précieux pour les professionnels. Au travers de chapitres courts facilement utilisables et grâce à une sélection rigoureuse des notions à maîtriser et à de nombreux schémas et tableaux, ces guides permettent :

- de mettre à jour les connaissances,
- d'approfondir une question,
- d'apprendre et de respecter la normalisation.



CD-ROM INDUSTRIEL :

- Guide interactif du dessinateur industriel

COLLECTION GUIDES PRATIQUES INDUSTRIELS :

- Guide pratique du dessin technique
- Guide pratique de l'électronique
- Guide pratique de l'usinage : 1. Fraisage 2. Tournage 3. Ajustage-Montage



Imprimé en France par AUCLAIR - Bagnols
16/6870/6

HACHETTE
Technique

GRAPHIR DESIGN

R. ADRAIT
D. SOMMIER

GUIDE DU CONSTRUCTEUR EN BÂTIMENT

POUR MAÎTRISER
L'INGÉNÉRIE CIVILE



HACHETTE
Technique