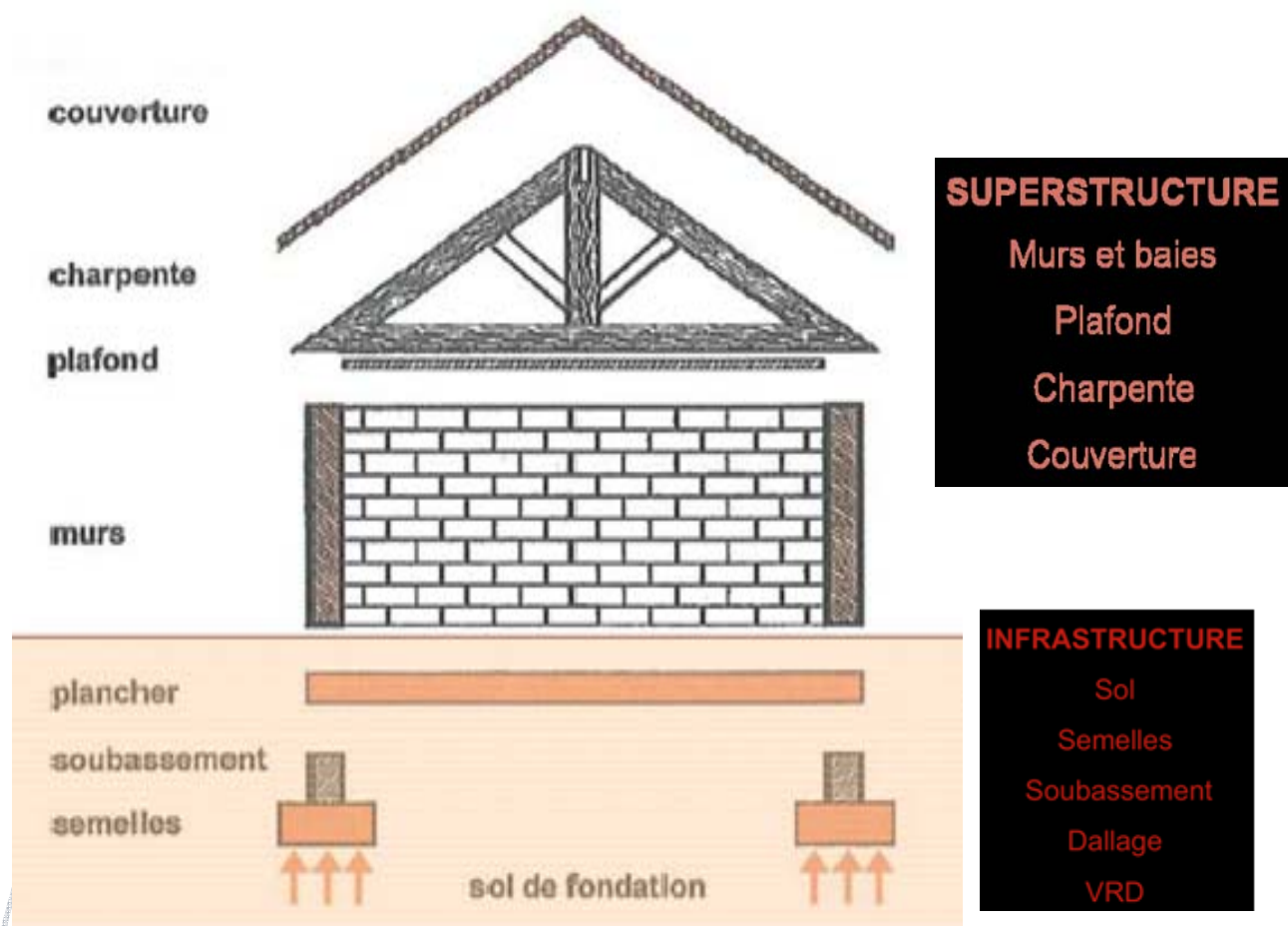


MAI 2018

TECHNOLOGIE DU BATIMENT

1^{ERE} ANNEE VOIE ET BATIMENT



Paul K KOUDOUGOU
ENSEIGNANT A ESMF/BOBO DIOULASSO

Table des matières

CHAP I - GENERALITES SUR LE BATIMENT.....	7
A. INTRODUCTION.....	7
I. Définition	7
II. But de la technologie	7
III. Comment mener un raisonnement.....	7
IV. Les différentes fonctions du bâtiment.....	7
B. LES DIFFÉRENTS OUVRAGES D'UN BÂTIMENT	8
I. L'implantation	8
II. Les terrassements	8
III. Les fondations	9
IV. Les murs.....	9
V. Les planchers.....	10
VI. Conduits : fumées - ventilations	11
VII. Charpente	11
VIII. Couverture.....	11
IX. Parement et revêtements extérieurs.....	11
X. Dallages.....	12
XI. Cloisons	12
XII. Enduits et revêtements intérieurs.....	12
XIII. Canalisations -assainissements	12
XIV. Résumé des principaux travaux du bâtiment : Les corps d'état	13
CHAP II - IMPLANTATION	15
I. Généralités :	15
II. Définition :.....	15
III. Besoins du constructeur : les références et les documents	15
IV. Des instruments :.....	17

V. Comment réaliser une implantation.....	18
CHAP II - TERRASSEMENTS	20
I. Généralités : définition et typologie.....	20
II. Classification des terrains du point de vue terrassement.....	21
III. Exécution des fouilles :.....	22
IV. Foisonnement des terres :.....	23
V. Choix du mode d'ouverture de la fouille : tenue des parois.....	24
VI. Venue d'eau.....	25
VII. Problèmes liés au terrassement et leurs solutions	26
CHAP IV -LES FONDATIONS	27
I. Définition.....	27
II. But recherché.....	27
III. Les types de fondations	27
CHAP IV - DIMENSIONNEMENT DES FONDATIONS	30
I. Principe de dimensionnement	30
II. Dimensionnement de la fondation	30
CHAP V - MATERIAUX DE CONSTRUCTION	35
I. Les matériaux naturels de construction	36
II. Le béton et ses constituants	38
III. Les produits isolants	41
IV. Les dérivés du bois	42
V. Les matériaux de synthèse.....	43
CHAP VI : LIANTS ET COMPOSES HYDRAULIQUES.....	44
I. Généralités.....	44
II. La chaux	44
III. Le ciment.....	45
IV. Fabrication des autres liants hydrauliques.....	49
V. Classification des liants hydrauliques.....	49

VI. Classe de résistance.....	49
VII. Les différents ciments normalisés - Composition	50
VIII. Utilisation des ciments	50
IX. Prise et durcissement	51
X. Les adjuvants	51
XI. Les principaux essais sur les ciments	52
CHAP VII - LES BETONS : DOSAGE, FABRICATION ET ESSAIS	53
I. Définition.....	53
II. La fabrication	55
III. Transport et mise en œuvre.....	56
IV. La cure du béton	57
V. Qualité des bétons	58
VI. Résistance.....	59
VII. Les béton spéciaux - Caractéristiques et domaine d'emploi	60
CHAP VII - MACONNERIE (MURS) ;	62
I. Généralités.....	62
II. Rôles essentiels	62
III. Classification des murs	62
IV. Stabilité mécanique des murs	66
V. L'isolation	67
VI. Dispositions constructives	67
VII. Les murs et les baies.....	68
CHAP IX - COFFRAGE ET FERRAILLAGE ;	70
A. LE COFFRAGE	70
I. Généralités.....	70
II. Les différents types de coffrages	70
III. Les coffrages industriels ou coffrages outils.....	71
IV. Les coffrages spéciaux	72

V.	Les constituants principaux du coffrage	73
VI.	Le bois de coffrage	73
I.	Définitions.....	74
II.	Les types d'armatures	75
III.	L'acier.....	75
IV.	Les aciers pour béton armé	76
V.	Caractéristiques des aciers pour béton	76
CHAP - X - LES ESCALIERS ;		77
I.	Définition.....	77
II.	Les différentes fonctions d'un escalier	77
III.	La terminologie	77
IV.	Caractéristique dimensionnelle d'un escalier	79
V.	Les différents types d'escaliers	79
CHAP XI - CHARPENTES ET COUVERTURES.....		81
A.	GÉNÉRALITÉS	81
B.	LA CHARPENTE	81
I.	Définitions.....	81
II.	Terminologie des éléments de la charpente	82
C.	COUVERTURE.....	83
I.	Définitions.....	83
II.	Les petits éléments	84
III.	Les grands éléments	86
IV.	Choisir une couverture.....	87
CHAP XII - LES PLANCHERS ET DALLAGES		89
A.	LES PLANCHERS	89
I.	Généralités :	89
II.	Les planchers à corps creux et poutrelles :	89
III.	Les planchers à dalle pleine :	90

IV. Les planchers à prédalles.....	91
V. Les autres types de dalle :	91
B. LES DALLAGES.....	91
I. Généralités.....	91
II. Les types de dallage sur terre-plein.....	92
CHAP XIII - PLOMBERIE -ASSAINISSEMENT.....	94
A. LA PLOMBERIE.....	94
I. Généralités.....	94
II. L'hydrodistribution sanitaire :.....	94
III. Les appareils sanitaires.....	95
IV. La robinetterie et les accessoires.....	95
B. ÉVACUATION ET TRAITEMENT DES EAUX USÉES.....	96
I. Généralités.....	96
II. Le traitement des eaux usées.....	97
III. Comment évacuer les eaux ?.....	99
IV. À quel moment réaliser les canalisations ?.....	99
CHAP XIV - ELECTRICITE ;.....	100
I. La production électrique.....	100
II. Introduction.....	100
III. Installation intérieure.....	101
IV. Les recommandations des installations électriques.....	104
V. Les conducteurs.....	105
VI. Les Dangers de l'électricité.....	106
VII. L'appareillage électrique.....	106
VIII. Les circuits lumineux.....	108
CHAP XV - CARRELAGE ET PEINTURE ;.....	109
A. LE CARRELAGE.....	109
I. Définitions.....	109

II.	Différents types de carrelage	109
III.	Normes et pièces	111
IV.	Textures et décors	113
V.	Les différents formats	114
VI.	Le calepinage:.....	114
VII.	Activités du carreleur.....	115
B.	LA PEINTURE.....	115
I.	Définitions.....	115
II.	Les types de peintures et supports.....	115
III.	Types de peinture extérieure ;.....	116
IV.	Le choix des couleurs.....	117
CHAP XVI.	MENUISERIE, SERRURERIE ET VITRERIE.....	119
A.	LA MENUISERIE	119
I.	Généralités.....	119
II.	Différence entre la menuiserie et ébénisterie	119
III.	Menuiserie et construction bois.....	119
IV.	La menuiserie extérieure.....	120
V.	La menuiserie intérieure	124
VI.	Les portes de garage	126
VII.	Les ouvrages de fermeture et de protection.....	127
B.	LA VITRERIE.....	127
I.	Définitions.....	127
II.	Le vitrage.....	128
III.	Les verres	129
C.	LA SERRURERIE	130
I.	Définitions.....	130
II.	Les types de serrures.....	130
III.	Autres classification des serrures	132

CHAP I - GENERALITES SUR LE BATIMENT

A. INTRODUCTION

I. Définition

La technologie est l'étude des techniques (Industrielles dans leur ensemble) utilisée dans le domaine du bâtiment. La technique c'est l'ensemble des applications des connaissances scientifiques à la production.

II. But de la technologie

Le but la technologie c'est de conduire au raisonnement pour concevoir un ouvrage à construire connaissant les matériaux, le matériel et le prix.

- Matériaux = sable, gravier, granite, calcaire, etc....
- Matériels = outillage (bétonnière ; tôle, fil -à- plants etc....)

III. Comment mener un raisonnement

Le raisonnement pour la conception d'un ouvrage se conduit en trouvant les fonctions de l'ouvrage (l'objet) à construire. Ces fonctions se décomposent généralement en fonctions principales et en fonctions secondaires.

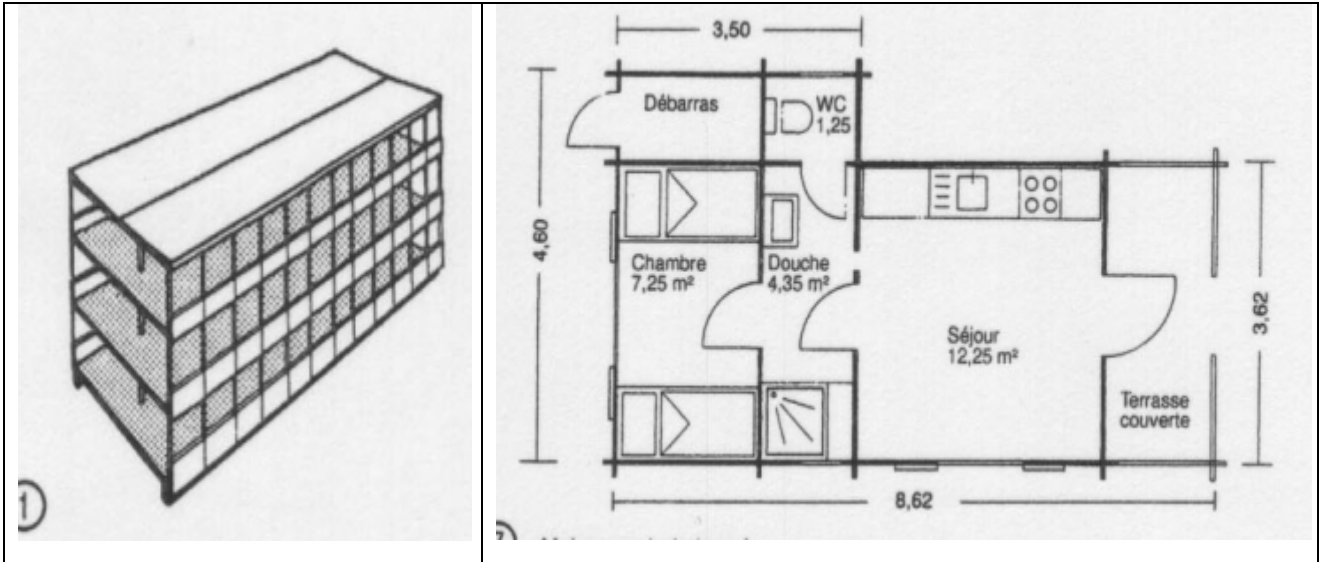
IV. Les différentes fonctions du bâtiment

1) La fonction principale

Abriter les activités de l'homme (travail, logement, distraction, réunion, toilettes, nourriture, sport ...).

2) La fonction secondaire

- Protection contre le milieu extérieur (pluie, vent, chaleur, froid etc.)
- Permettre la circulation des usagers : (portes, couloirs, ascenseur, escaliers) ;
- Donner le confort aux usagers (aération artificielle, thermique (climatisation, chauffage) ; Éclairage naturelle (fenêtre) et artificiel (lampes à incandescence ; lampes fluorescentes) ;
- Stabilité et la résistance ;
- L'esthétique ;



Conclusion : les différentes fonctions (d'un bâtiment) amènent le technologue à réfléchir sur le plan d'un bâtiment et à se posant un certain nombre de questions :

Exemple :

- Faut-il une salle à manger ?
- Un bureau ?
- Des escaliers ?

B. LES DIFFÉRENTS OUVRAGES D'UN BÂTIMENT

I. L'implantation

Elle consiste à matérialiser sur le terrain les lignes principales de la construction

Exemples : les murs de façade

Les fondations

Les terrassements

Les opérations à effectuées sont :

- Les alignements (lignes directrices) ;
- Des tracés d'angles ;
- Des nivellements (plans horizontaux, repères de niveau).

II. Les terrassements

Ils permettent de préparer l'assise de la construction et de ses abords.

Les travaux consistent à :

- Creuser à l'emplacement des fondations
- Dégager les terres extraites
- Nivelier ; aplanir ou combler suivant les cas

III. Les fondations

Elles servent à transmettre directement au sol les charges du bâtiment en tenant compte de sa propre masse.

Elles répartissent les pressions sur le sol souvent par des semelles continues sous les murs. La semelle placée sous un poteau est dite semelle isolée

Les fondations sont des ouvrages en béton ou en béton armé :

- ✓ Horizontaux dans le cas des semelles et des radiers (fondation réalisée sur toute la surface du bâtiment) ;
- ✓ Verticaux si les points d'appuis sont isolés (puits ou pieux).

IV. Les murs

Ce sont des ouvrages verticaux en maçonnerie, porteurs ou de remplissage.

Ils participent à la stabilité de l'ouvrage (empêchent la déformation du bâtiment sous l'effet des charges verticales et du vent).

Remarque : le contreventement est un dispositif destiné à résister aux forces du vent.

1) Murs de façade

Ce sont les murs extérieurs prévus avec des baies (portes et fenêtres) dont le rôle consiste à :

- protéger des intempéries et des bruits
- isoler thermiquement
- embellir par des finitions telles que parement de pierre, enduits décoratifs.

On distingue :

- La façade principale
- la façade arrière
- les façades latérales ou les pignons terminés suivant la pente du toit

2) Les murs de soubassement

Murs construits à partir de la fondation jusqu'au niveau du plancher du rez-de-chaussée. IL permet de surélever le plancher par rapport au terrain naturel et de protéger de l'eau l'intérieur du Bâtiment.

3) Les murs de refend

Ce sont les murs intérieurs destinés à porter les planchers

Ils séparent la surface intérieure habitable dans le sens :

De la longueur refend longitudinal

De la largeur refend transversal

Ils servent aussi à supporter les plafonds, les éléments de la charpente (panne).

4) Les murs de sous-sol

Ce sont des murs extérieurs soit enterrés dans le sol, soit mi- enterrés pour réaliser des caves ou des garages.

5) Les murs de clôture

Ils délimitent la propriété et servent parfois de mur de soutènement des terres en cas de différences de niveau de terrain.

V. Les planchers

Ce sont les ouvrages horizontaux porteurs des charges permanentes et des surcharges d'exploitation à chaque étage.

Ils s'appuient sur :

- les murs de façade ;
- les murs de refend ;
- la structure poteaux - poutres

Ils constituent un écran isolant :

- thermique (contre les échanges de chaleur ;
- acoustique (contre les bruits aériens et d'impact)

Suivant le mode de réalisation on a :

- ✓ Les planchers traditionnels ;
- ✓ Les planchers semi-fabriqués ;
- ✓ Les planchers préfabriqués ;

VI. Conduits : fumées - ventilations

Les conduits sont destinés à évacuer les gaz brûlés ou l'air vicié.

VII. Charpente

Elle a pour rôle de porter le matériau de couverture et de résister aux actions du vent. On distingue :

- ✓ La charpente traditionnelle ;
- ✓ La charpente évoluée ;
- ✓ La charpente la plus élémentaire.

VIII. Couverture

Elle a pour but d'assurer la mise hors d'eau du bâtiment.

Les éléments assurant l'étanchéité à l'eau peuvent être en couverture classique :

- en terres cuites
- en mortier de ciment avec pellicule protectrice teintée (tuiles ; béton)
- en ardoise naturelles ou artificielles.

IX. Parement et revêtements extérieurs

Il s'agit de l'habillage des murs qui s'effectue avec :

- Des éléments naturels (granit, calcaire ou schistes) placés soit :

- *en soubassement
- *en angle
- *en entourage des baies

-Des éléments artificiels, par exemple :

- *des briques apparentes
- *des carrelages.

-Des enduits

- *traditionnels
- *souples = appliqués manuellement
- *projetés à la machine.

X. Dallages

Ils ont pour but essentiel d'isoler du sol humide et d'obtenir une aire de circulation résistante et plane.

Ils reçoivent à leur surface outre les cloisons, les différents revêtements :

- mortier de ciment ;
- carrelage ;
- moquette ;
- dalles en pierres.

XI. Cloisons

Elles sont non porteuses et séparent les pièces entre elles.

On les appelle cloisons de distribution ou encore cloisons intérieures.

Elles sont aussi disposées parallèlement aux murs extérieurs, façades et pignon, munies d'un isolant.

XII. Enduits et revêtements intérieurs

Ils servent à la décoration et à la protection des murs et des sols ;

On distingue :

- -les enduits à base de plâtre :
 - *sur murs et cloisons
 - *Sur plafonds
- - les revêtements des murs :
 - *faïences, grès émaillé
 - * plaquettes, céramiques, décoratives
- - les revêtements des sols
 - *carrelages en grès cérame
 - *plastique et moquettes.

XIII. Canalisations -assainissements

Les canalisations servent à collecter et à évacuer les eaux :

- de pluie (E.P)

- usées (E.U)
- vannes (E.V)

XIV. Résumé des principaux travaux du bâtiment : Les corps d'état

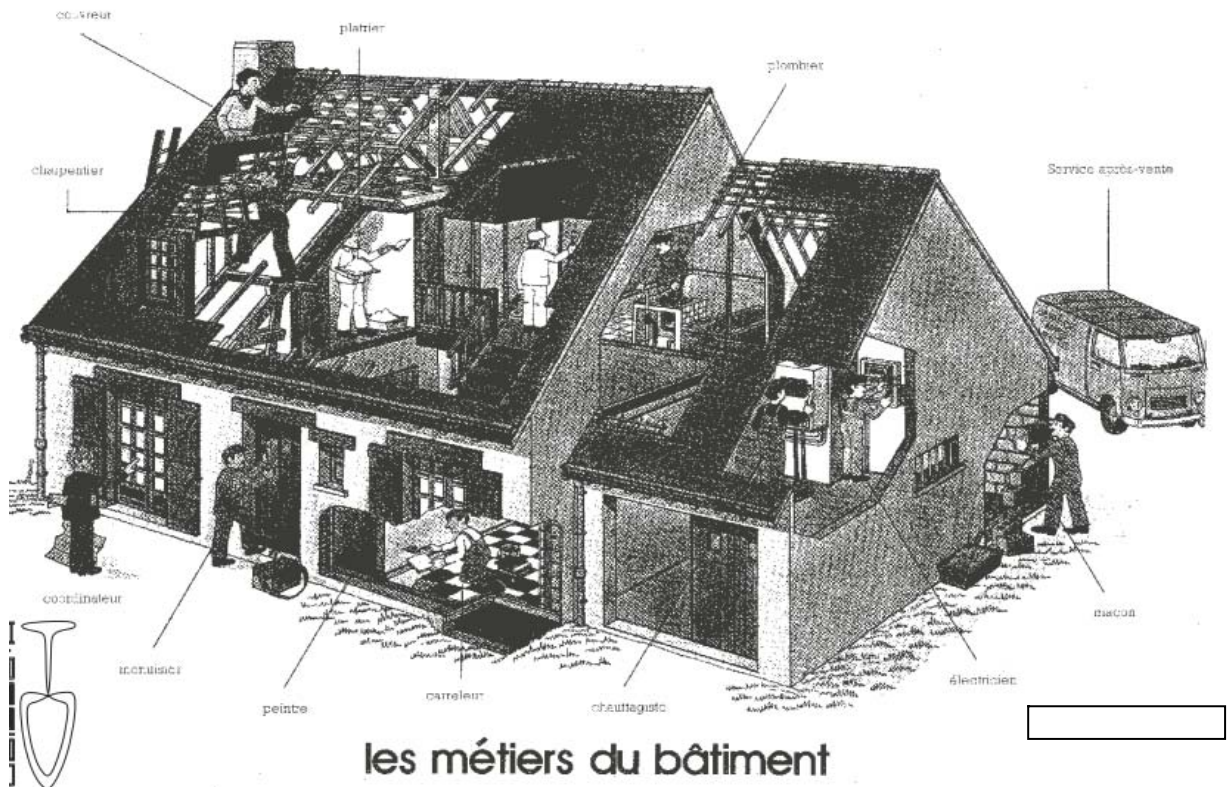
1) Le gros œuvre

Il englobe l'ensemble des travaux qui permettent la mise hors d'eau du bâtiment.

2) Le second œuvre :

Il concerne les aménagements extérieurs et intérieurs y compris les travaux de finitions.

Travaux du gros œuvre	Travaux du second œuvre
Implantation Terrassement	Menuiseries extérieures
Fondations	Enduits extérieurs
Drainage canalisations	Fermetures extérieures
Dallage	Menuiseries intérieures
Élévation (murs ; poteaux ; poutre)	Électricité
Planchers	Plâtrerie
Conduit fumé et ventilation	Installations sanitaires
Charpente	Installations thermiques
Couverture	Serrurerie
	Revêtement sols murs
	Peintures - vitrerie
MISE HORS D'EAU	EQUIPEMENTS ET AMENAGEMENT INTERIEURS ET EXTERIEURS



CHAP II - IMPLANTATION

I. Généralités :

Que vous soyez le futur propriétaire de l'immeuble que l'on va construire ou le tâcheron chargé de la construction ; ne démarrez jamais un chantier sans avoir un plan précis du bâtiment. Dites-vous bien que le plan est une garantie pour tout le monde :

-pour le tâcheron : le plan est nécessaire s'il veut estimer la quantité de matériaux à employer et sa main d'œuvre. Il lui évitera aussi de nombreuses contestations avec son client en fixant définitivement l'importance et la nature des travaux.

-pour le futur propriétaire, le plan permettra de juger avant travaux si le bâtiment est fonctionnel et esthétique, et durant les travaux de vérifier si le tâcheron respecte ses engagements.

En réalité, un simple plan n'est pas suffisant : c'est tout un dossier qui doit être réalisé, lequel est en principe exigé lors de la demande de permis de construire !

II. Définition :

La première phase de l'exécution d'une construction après la mise en état du terrain est l'implantation. Il s'agit ;

- a) De déterminer sur le terrain l'emplacement de la construction
- b) De situer la position ; des murs de façade ; de refend ; pignon et des poteaux en béton armé.

Le tracé en grandeur naturel représentant la construction au niveau de son rez-de-chaussée doit être réalisé avec précision. Pour implanter correctement un ouvrage, il faut d'abord obtenir un plan topographique précis définissant le site, puis mettre en place un piquetage.

III. Besoins du constructeur : les références et les documents

1) Des références

 Un alignement de référence :

- Limite de propriété
- Bordure de trottoir
- Axe de rue
- Alignement bâtiment voisin

✚ Des repères de nivellement ou de hauteur :

- Dessus de bordure
- Axe de rue
- Bouche d'égout
- Borne avec altitude donnée

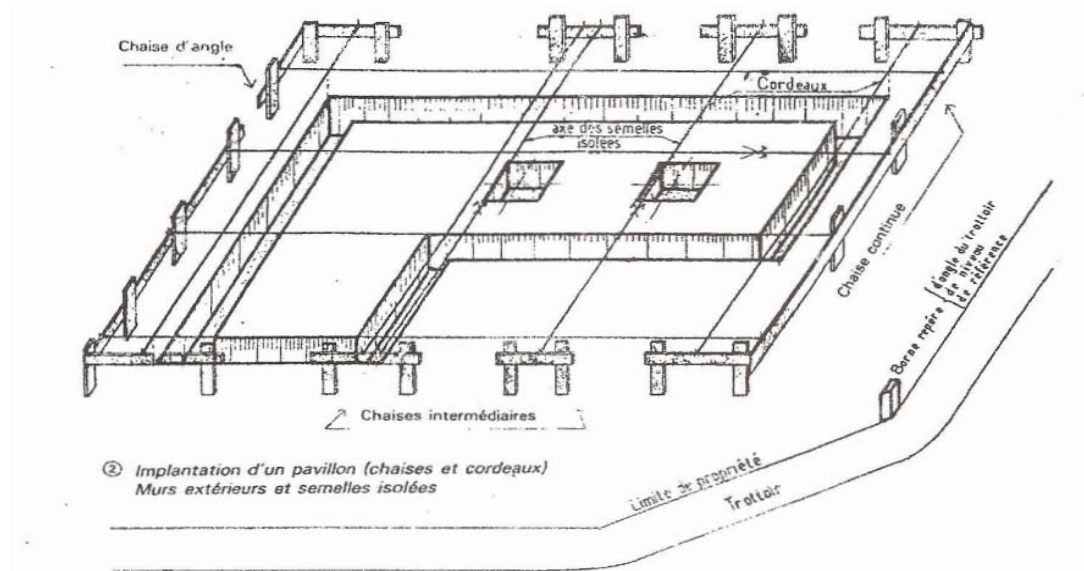
2) Les documents graphiques

Il s'agit des plans eux-mêmes qui représentent le futur bâtiment .si vous les faites faire par un dessinateur ou un architecte, vous devez exiger au minimum :

- Plan de localisation :(quartier ou commune concerné)
- Plan de situation : permet de situer le terrain de la construction dans une commune ou un quartier
- Plan de masse bornage : donne la position ou l'implantation de l'ouvrage dans la parcelle
- Un plan de masse à petite échelle (1/1000eme, 1/500eme, 1/200eme), avec les limites du terrain, qui indiquera à quelles distances de ces limites il faudra implanter la maison, les aménagements extérieurs comme le jardin, la position de la fosse septique et tout ce qu'il Ya autour du bâtiment
- Plan de masse architecte : rez-de-chaussée, coupe, les façades ...
- Quelques plans techniques : comme le plan de fondation ou doit également figurer les canalisations d'évacuation des eaux sales, et le plan de toiture /charpente. En général, ces plans sont aussi au 1/150eme.

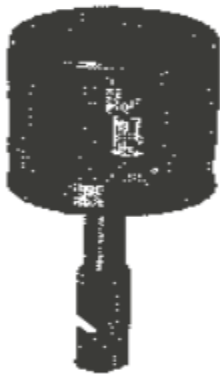
3) *Des documents écrits* : qui sont en fait de petits rapports dans lesquels sont fixés ce qui ne peut pas figurer sur les documents graphiques. Deux documents sont impératifs :

- Un descriptif qui, comme son nom l'indique décrit tous les éléments de la construction depuis le type de fondation jusqu'au type de tôle employé pour le toit, en passant par l'épaisseur des murs ou le carrelage.
- Un quantitatif, ou sont calculées toutes les quantités de matériaux employés, comme par exemple le nombre de parpaings, de mètres cubes de béton, etc... ce quantitatif peut -être complété par un estimatif donnant le prix de la construction.
- Les documents techniques unifiés (D.T.U)
- Les cahiers de charge.

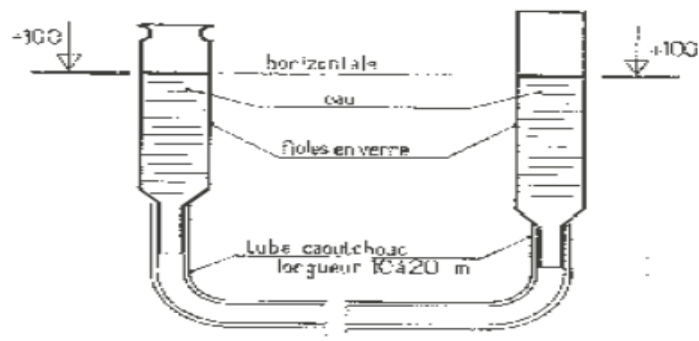


IV. Des instruments :

- 1) Les jalons : tige en bois ou en métal de 2 mètres peinte alternativement en blanc et en rouge servent à tracer les alignements, à déterminer les bases ; à marquer les points particuliers sur le terrain
- 2) La roulette : qui remplace la chaîne d'arpenteur pour la mesure de distance.
- 3) Les fiches : servent à marquer des positions caractéristiques lors des mesurages. Elles sont plantées dans le sol de manière à permettre le cumul précis des longueurs de la roulette
- 4) Équerre d'arpenteur ; équerre à miroir ou prisme : sont conçus pour permettre de tracer des angles droits sur le terrain
- 5) Les niveaux à cercle horizontal et les théodolites : permettent le report des angles et des distances sur le terrain
- 6) Équerre à maçon ; ruban ; marteau ; piquets pour des bâtiments de moindre importance.



Équerre à prisme



Niveau à eau souple

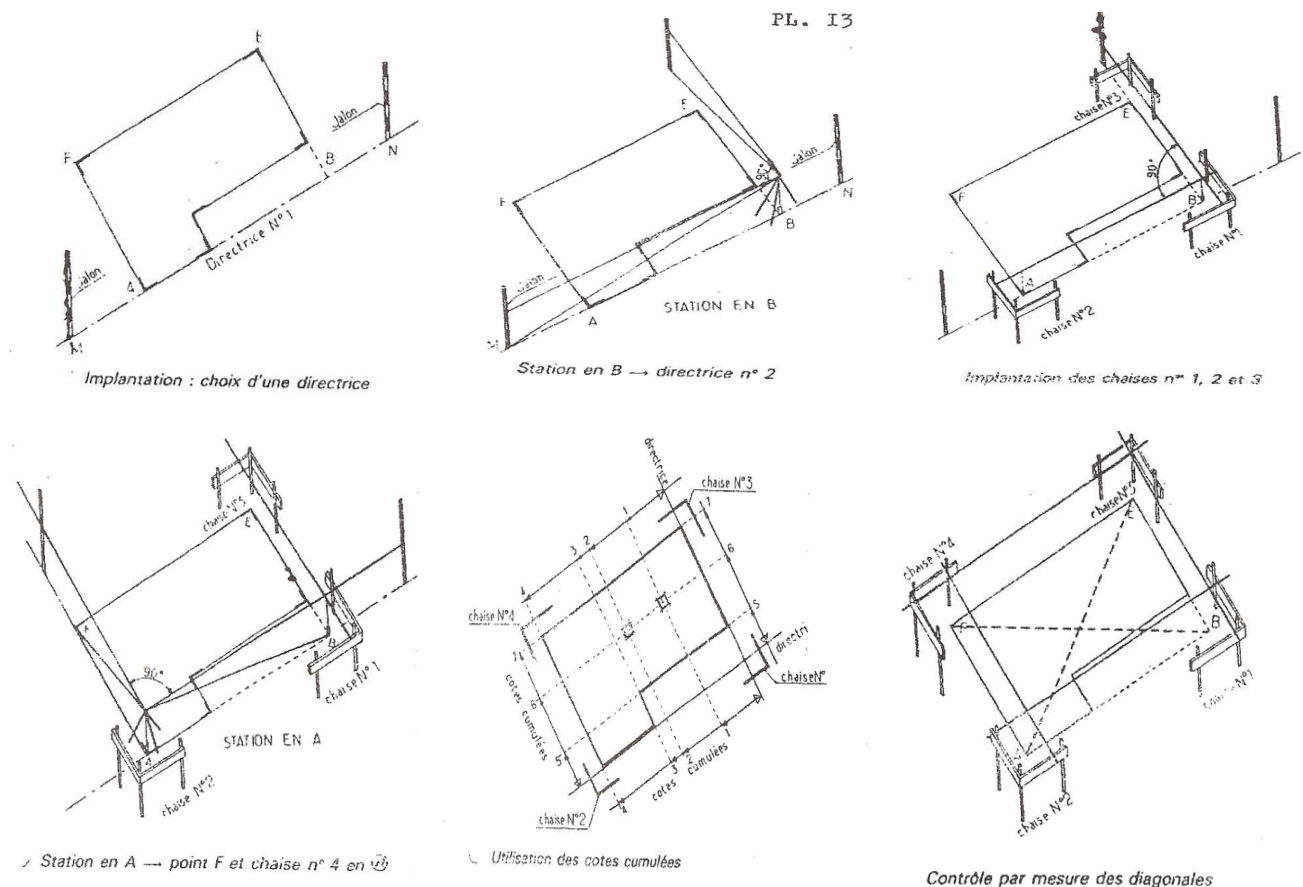
V. Comment réaliser une implantation

- 1) Débroussaillage et nivellement grossier
- 2) Décapage en découverte : ou enlèvement de la bonne terre avec les engins mécaniques ou manuel
- 3) Prise en compte des éléments de référence pour l'alignement et le nivellement
- 4) Piquetage : Cette opération peut être parfois très complexe nécessitant de longue préparation au bureau. La plupart des ouvrages se compose de lignes droites et parfois de courbes. Il importe donc de savoir tracer ces lignes sur le terrain.

La base d'implantation sert à obtenir les lignes directrices. Sur les grands chantiers le piquetage est souvent confié au géomètre.

5) Tracé des lignes directrices orthogonales ;

Un alignement est matérialisé par deux points, ou par un point et une direction. On peut à l'œil nu le prolonger ou intercaler des points intermédiaires.



- 6) Mesurage : sur les lignes concrétisées sur le chantier, on porte les côtes données par le plan. Le report des côtes cumulées présente moins de risque

d'erreur que celui des côtes partielles. L'erreur de l'une d'entre elles modifie la situation des autres. Prière de tendre fortement le ruban étalon pour diminuer la flèche et obtenir une exactitude intéressante.

7) Tracé des angles droits et parallèles

Angle droit : à l'aide d'une équerre à maçon ;

Par le système 3-4-5 ;

Avec une équerre à prisme ;

Lignes parallèle : le tracé de deux lignes parallèles s'obtient en portant perpendiculairement à la base donnée la distance entre les deux parallèles et cela en deux points aussi distants que possibles l'un de l'autre. Faire passer ensuite l'alignement par les deux points trouvés

Angle quelconque

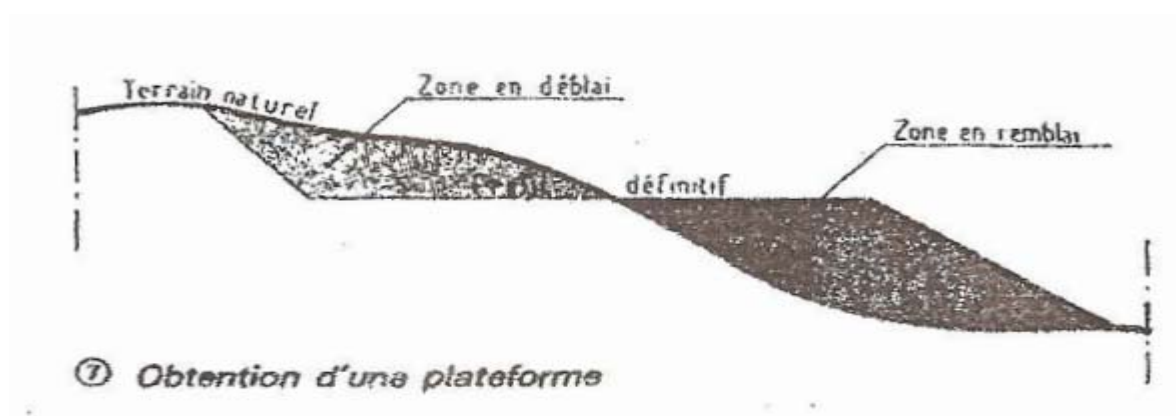
CHAP II – TERRASSEMENTS

I. Généralités : définition et typologie

La construction d'un ouvrage commence par les travaux de terrassement. On donne le nom de terrassement à tous mouvement de terre ou tous travaux qui modifient le relief d'un terrain.

Sous le vocable terrassement on rencontre :

- ✓ **Les mouvements de terre** : sont les terrassements de grande surface, opérés en terrain découvert (pour l'exécution des routes, aérodromes, ...)
 - ✓ **Le décapage** : c'est un terrassement de très faible profondeur (environ de 25 cm) et de grande surface.
 - ✓ **Les fouilles** : sont des terrassements dont la profondeur, rapportée à la surface ou à la largeur, est plus importante. Les fouilles servent à l'exécution des bâtiments.
 - ✓ **Le talus** : c'est la pente, ou inclinaison, donnée aux parois des terres pour éviter leur éboulement. Il dépend de la nature du terrain.
- a) **Les mouvements de terre** pour la réalisation de la plate-forme ; par exemple pour réaliser une route. Ces mouvements se caractérisent par le déplacement de volumes globaux très important, soit :
- En déblais : creuser dans le sol et dégager les terres
 - En remblais: prélever les terres, les transporter et combler les cavités.



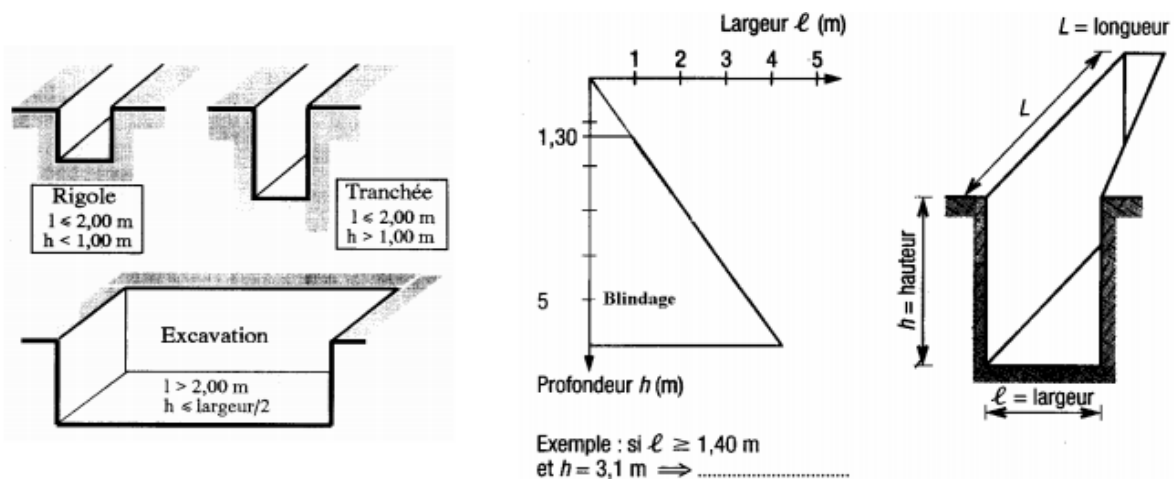
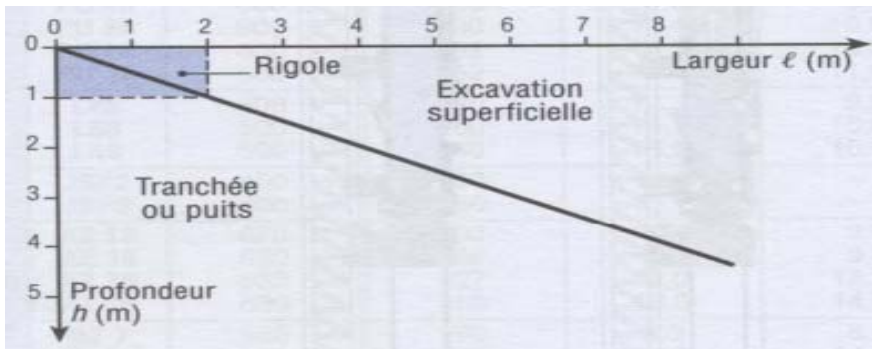
b) Les types de fouille

- Fouille linéaire : peu profondes et larges, ce sont des fouilles en rigoles
- Fouille en tranchée : plus hautes que large, parfois très profondes

1^{er} cas : $L \leq 2$ m, on doit avoir alors $h > 1$ m

2^{ème} cas : $L > 2$ m, on doit alors avoir $h > L/2$

- Fouille en excavation ou en pleine masse qui intéressent l'emprise de la construction $L \geq 2$ m et $h \leq L/2$
- Fouille ponctuelle ou en puits : $h > 1$ m ; $L \neq 1$ terrassement de faible surface au sol mais de grande profondeur



- Fouille en galerie : travail souterrain dont l'avancement dépend de l'exécution du boisage ;
- Fouilles-en sous œuvre : exécution d'un terrassement sous un ouvrage existant en vue de consolider les fondations qui s'enfoncent

II. Classification des terrains du point de vue terrassement

Les travaux de terrassement dépendent de la nature du sol à extraire et ils sont donc classés par ordre de difficulté d'extraction :

- Terrain ordinaire : terre végétale, sable meuble, remblai récent, gravois
- Terrain argileux ou caillouteux non compact ; marne fragmentée, sable aggloméré par un liant argileux

- Terrain compact : argile compacté, glaise et sable fortement aggloméré
- Roche devant être attaquée au pic ou à la pioche
- Roche dure devant être attaquée au coin, à la pointerolle ou au marteau piqueur
- Roche très dure : emploi de la mine, d'explosif
- Roche de sujétion : roche très dure pour lesquelles l'emploi de l'explosif est interdit.

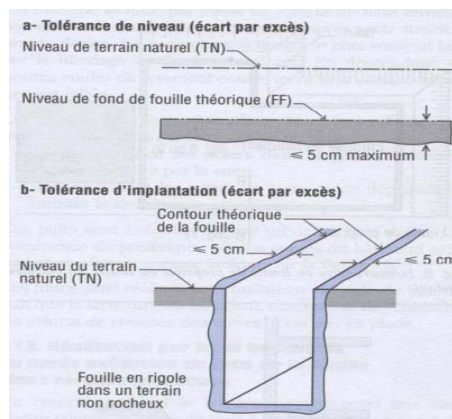
Remarques : les terrassiers distinguent pour leur part trois groupes de sol :

- **Les terrains meubles** pouvant être attaqué directement par une chargeuse ou une pelle mécanique ;
- **Les terrains rocheux défonçables** pouvant être attaqués par un engin chargeur, après défonçage du roc (exemple un tracteur équipé d'une dent défonceuse)
- **Terrain rocheux** nécessitant un dynamitage.

III. Exécution des fouilles :

1) Tolérances

- Les profondeurs par rapport au niveau fixé soient inférieures à :
 - a) 5 cm pour les terrains non rocheux
 - b) 10 cm pour les terrains rocheux
 - c) 20 cm pour les roches très dures
- Pour l'implantation, des écarts par excès sont admis tout en étant inférieur à :
 - a) 10 cm pour les fouilles en tranchée, puits, excavation superficielle
 - b) 5 cm pour les fouilles en rigole dans les terrains rocheux



2) Matériel :

- L'exécution peut se faire manuellement quand il s'agit de de petits travaux
- L'exécution peut se faire mécaniquement pour des travaux de grande importance

3) Du point de vue méthode il existe deux façons :

- Remblayer ou faire un remblai : relever le niveau de terre d'un terrain en y ajoutant des terres

On procède par couche de 30 à 50 cm d'épaisseur fortement pilonnées et arrosées

- Déblayer ou faire un déblai : abaisser le niveau d'un terrain par enlèvement de terre

IV. Foisonnement des terres :

En excavant les terres, les volumes occupés par celles-ci augmentent lors de la décomposition du sol, c'est le phénomène de foisonnement.

Le foisonnement des terres est l'augmentation de volume consécutive à l'ameublissement provoqué lors de l'extraction. En effet ordinairement la terre extraite d'une fouille occupe un volume supérieur à celui de l'excavation.

- **Foisonnement passager** : c'est celui que l'on obtient à partir d'un déblai sans tasser la terre.

- **Foisonnement permanent** : c'est celui qui reste après damage et tassement de la terre mise en place.

Il s'exprime en pourcentage (%) ce qui correspond à :

$$f = \frac{V - V_o}{V_o} \times 100 \text{ ou } f = \frac{\rho_o - \rho}{\rho} \times 100$$

avec V_o : volume initial (en place)
 V : volume final
 ρ_o : masse volumique initiale
 ρ : masse volumique finale.

Type de sol	Foisonnement (%)
Argile	35 %
Terre végétale	25 %
Sable, gravier	12 à 15 %
Rochers	65 à 70 %

Tableau 2. Valeurs moyennes de foisonnement.

Foisonnement de quelques terrains

NATURE DE TERRES	POIDS t/ m ³	FOISONNEMENT	
		PASSAGER %	PERMANENT %
Sable fin, sec.....	1.4	10	3
Terre végétale.....	1.6	10	3
Terre très compacte	1.7	25	10
Argile sèche	1.5	50	15
Argile humide.....	1.8	25	8

V. Choix du mode d'ouverture de la fouille : **tenue des parois**

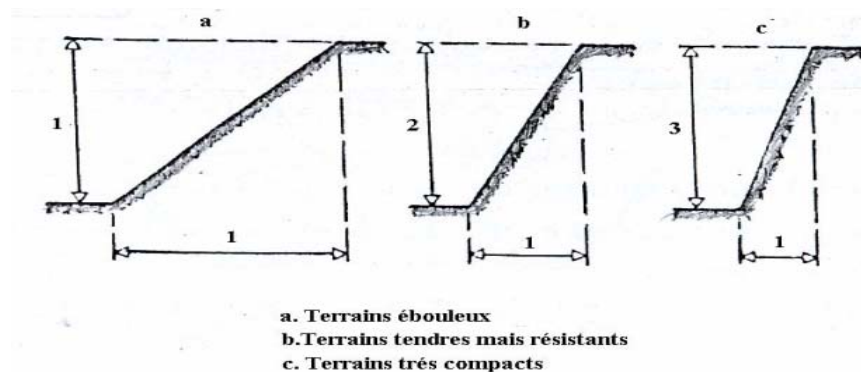
Lorsque l'on ouvre un sol sensiblement à la verticale (à l'exception du rocher bien sûr) la paroi est instable et qu'à plus ou moins brève échéance, sous l'action combinée de nombreux facteurs (eau, vibration), elle s'éboule et se stabilise sous un angle avec l'horizontale variable suivant la nature du sol, dit angle de **talus naturel**.

L'équilibre des terres est donc l'étude de la stabilité d'une terre. Il est donc nécessaire de considérer deux états particuliers car la roche d'un terrain est constitué d'une multitude de grains (de même nature ou de nature différentes) en équilibre plus ou moins stable.

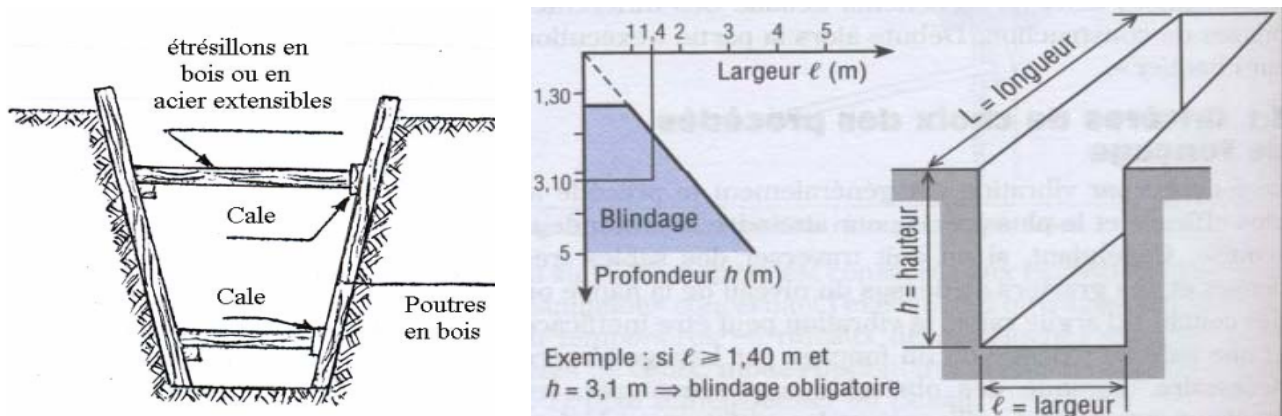
- **Équilibre précaire** : c'est celui qui est obtenu par l'effet de cohésion. Ce phénomène dépend du tassement et de la présence d'une certaine humidité. Lors de l'exécution des fouilles cette équilibre précaire peut être rompue soit :
 - a) Par un assèchement de la masse (soleil, vent) ;
 - b) Par une humidification accrue (pluie) ;
- **Équilibre permanent** : Si l'on supprime l'effet de cohésion et la teneur en humidité d'une terre, celle-ci se présente sous forme granuleuse ou pulvérulente. Elle prend alors naturellement une pente constante par rapport au plan horizontal. **C'est le talus naturel**



- ✚ **Fouille talutée** : Lorsque la profondeur d'une fouille est importante, pour prévenir les éboulements et les risques d'accident d'une part et, d'autre part, pour diminuer l'emprise de l'excavation, il est utile voir nécessaire, d'étayer les terres.



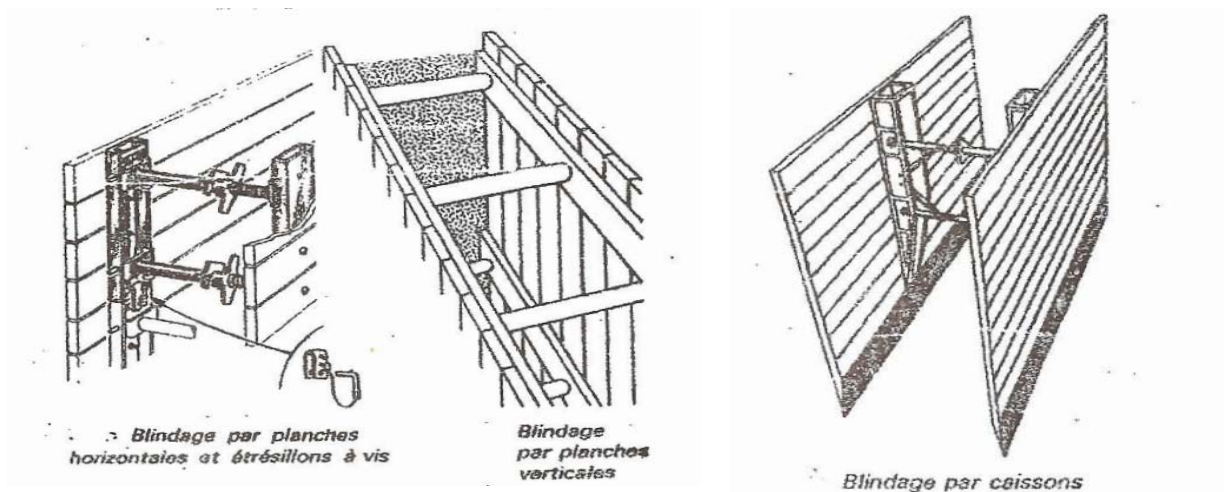
D'une façon générale, toute paroi d'une fouille doit être étayée lorsque la pente des talus excède les rapports suivants :



✚ Fouille ouverte verticalement

Le blindage peut s'effectuer :

- Par planches verticales ou horizontales
- Par panneau préfabriqués jointifs ou non
- Par caisson

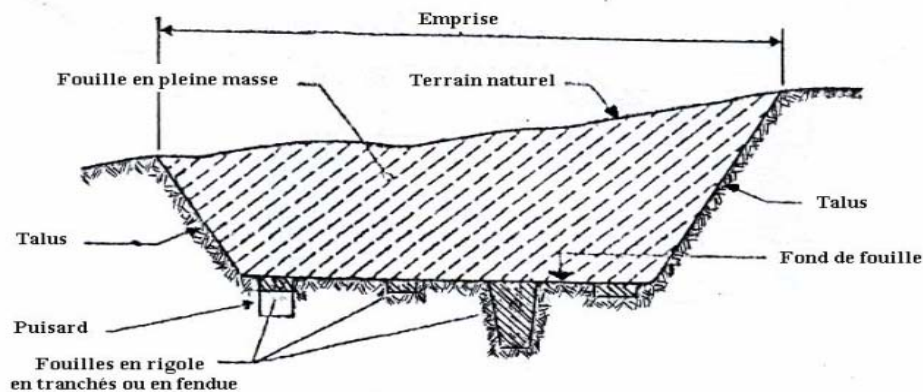


VI. Venue d'eau

Il est, en général, indispensable d'obtenir un fond de fouille sec pour permettre l'excavation, le traçage et l'exécution des fondations. Les constructions présentant plusieurs niveaux de sous-sol ont souvent leurs fondations, voire des niveaux de l'infrastructure, situées dans les terrains aquifères. La fouille devra donc être mise hors d'eau pour permettre une réalisation correcte de ces ouvrages. La méthode adoptée dépend de la nature du terrain et de la quantité d'eau à évacuer.

Puisard : c'est un trou de 1m de profondeur environ (ou demi-tonneau enterré), on l'installe en un point bas de la fouille, vers lequel convergent toutes les eaux

de pluie ou d'infiltration drainées par la fouilles. Du puisard, l'eau est évacuée par pompage à l'extérieur de la fouille.



Venue d'eau accidentelle due aux intempéries : le fond de fouille est au-dessus du niveau de la nappe phréatique ;

On réalise un simple drainage par des rigoles ou un réglage au fond de fouille (aménagement de pente) qui converge vers un ou plusieurs puisards judicieusement placés.

Le fond de fouille est au-dessous du niveau de la nappe phréatique :

- a) Assèchement de la fouille à l'aide d'un fossé.

VII. Problèmes liés au terrassement et leurs solutions

a) Problèmes

- L'éboulement - l'effondrement, le décollement, le tassement
- Manque d'oxygène
- Venue d'eau
- Chute

b) Solutions :

- Blindage des parois
- Vérification de la présence d'oxygène à l'aide d'une bougie
- Pompage, drainage
- Port du matériel de sécurité

I. Reprises en sous œuvre

Ce sont des travaux sous un ouvrage existant qui s'enfonce par tassement du sol en vue de le soutenir par une nouvelle fondation.

CHAP IV -LES FONDATIONS

I. Définition

Les fondations d'un ouvrage sont les éléments de la structure assurant la transmission et la répartition des efforts de cette structure sur le sol.

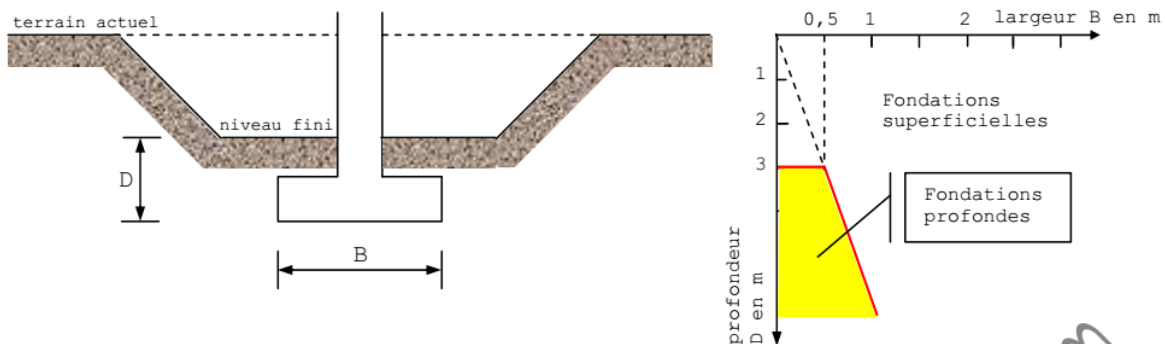
La descente de charge permet de connaître les actions de la structure sur les fondations.

La mécanique des sols permet de son côté de connaître les actions du sol sur les fondations.

Vis-à-vis du sol la fondation assumera sa fonction tant que :

- ✚ Son équilibre statique est assuré (pas de glissement, de basculement, de tassement, de poinçonnement de la fondation) ;
- ✚ Le tassement n'entraîne pas de désordre dans la structure.

Selon la valeur de D/B la fondation sera considérée comme superficielle ou profonde.



D = profondeur de la fouille ou ancrage de la semelle ;

B = largeur de la semelle

II. But recherché

Stabilité + Pérennité = Sécurité

Conditions à remplir : Masse de l'ouvrage/ Surface d'appui $\leq$ Force portante du sol ou contrainte admissible

III. Les types de fondations

On distingue :

- ❖ **Les fondations profondes** : qui cherchent à atteindre la roche dure quand elle se situe en profondeur (type pieux) ; $D/B \geq 10$

Les pieux constituent l'essentiel des fondations profondes. Il s'agit de poteaux de béton, de métal ou plus rarement de bois enfoncés dans le sol qui permettent de reporter la charge du bâtiment sur les roches ou sols durs en profondeur. Ces pieux sont utilisés pour supporter le poids de bâtiments très lourds (type immeubles) ou construits sur des terrains très peu porteurs.

On distingue deux principaux types de pieux : le pieu battu (pièce préfabriquée en béton enfoncée verticalement dans le sol) et le pieu foré et moulé (après forage à l'aide d'un tube métallique spécial, l'excavation est remplie de béton frais).

❖ **Les fondations semi-profondes** (type puits) ; $4 \leq D/B < 10$

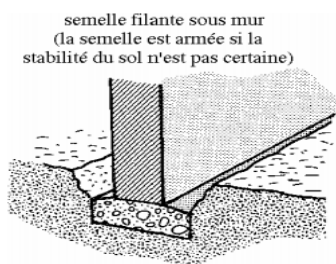
Le puits: fondation profonde (jusqu'à 6 mètres environ) de forme parallélépipédique ou cylindrique, de 1 mètre de diamètre environ, généralement en gros béton, employée lorsque le sol résistant est loin de la surface.

❖ **Les fondations superficielles** : qui répartissent la charge latéralement sur le sol (type semelles et radiers). Ce sont les fondations les plus courantes pour une construction de maison. Généralement, ces fondations sont effectuées à moins de 1 m de profondeur ; $D/B < 4$

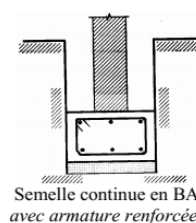
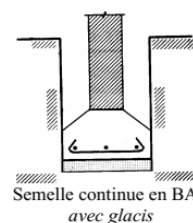
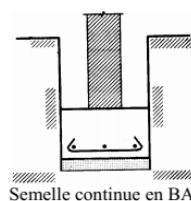
Les semelles : désignent toute pièce constituant la base des ouvrages servant d'appui ou de renfort. Elles correspondent généralement à un élargissement de la base de la structure :

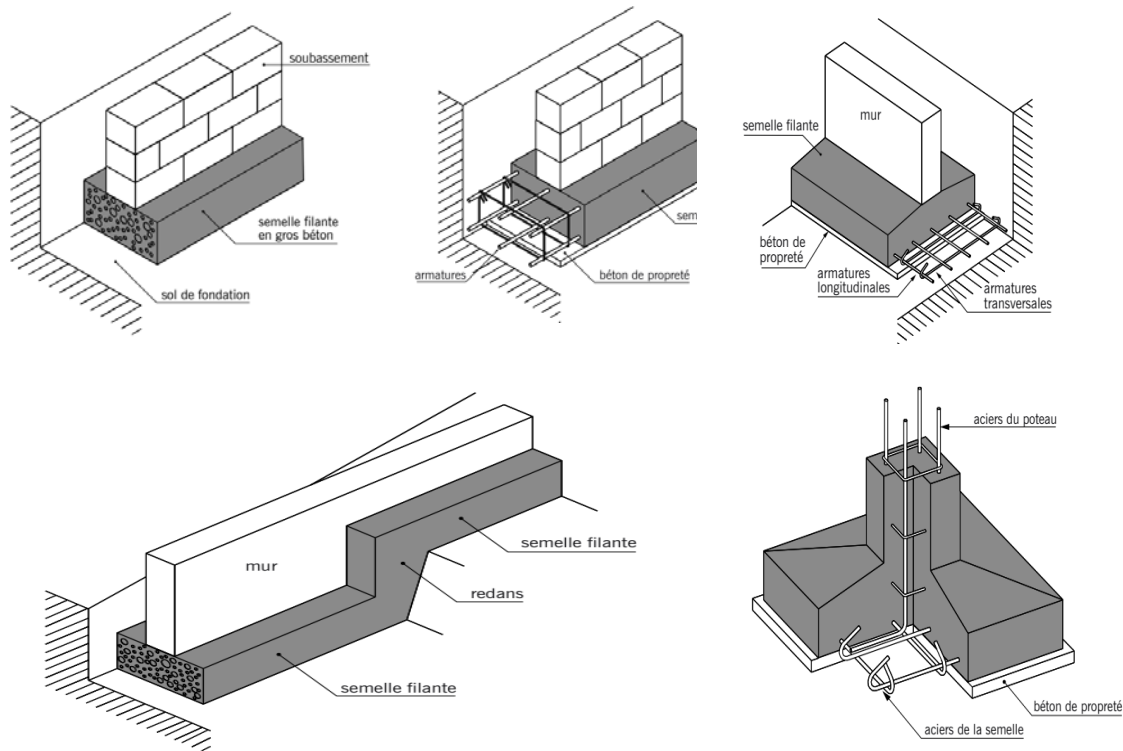
- les semelles filantes constituent la base de murs,
- les semelles isolées constituent l'assise de poteaux éloignés,

Les radiers : correspondent à une surface en béton armé qui reprend les charges de toutes les structures du bâtiment. Ce radier peut être général (réalisé sur tout l'emprise de l'ouvrage) ou partiel (réalisé sur une partie de l'ouvrage).



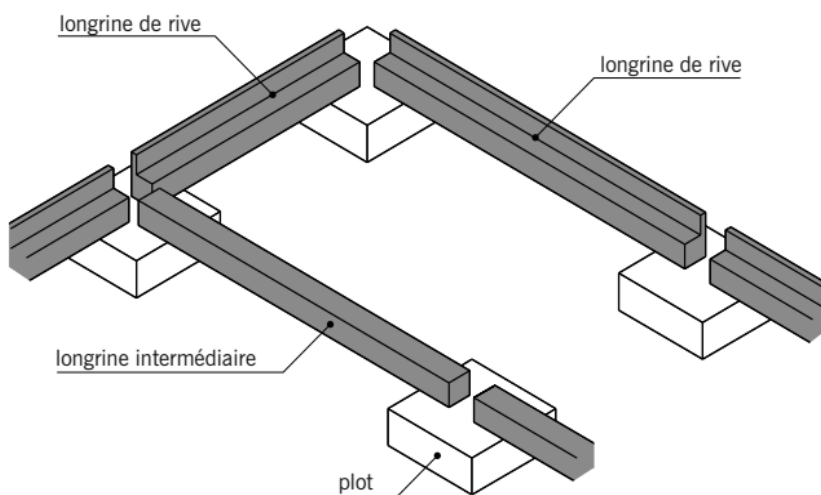
Famille des semelles continues en Béton armé





Remarques :

Le plot ou le dé de fondation : bloc de béton parallélépipédique non armé ou peu armé sur lequel reposent les extrémités des longrines. Le plot transmet au sol de fondation le poids de la construction supporté par les longrines.



La nappe phréatique: eaux souterraines stagnantes, en plus ou moins grande quantité, dont l'écoulement est arrêté par des couches imperméables.

La profondeur hors gel ou la cote hors gel: profondeur minimale à respecter pour l'enfouissement des semelles de fondations. Cette distance, variable suivant les zones climatiques, garantit un sol d'assise ingélif (qui ne se fend pas sous l'action du gel).

CHAP IV – DIMENSIONNEMENT DES FONDATIONS

I. Principe de dimensionnement

Contrainte de calcul du sol

Cette contrainte q (contrainte verticale) est :

- Soit déduite de l'expérience acquise sur les réalisations voisines ou sur des sols biens répertoriés suivant :

D.T.U 13-12	
Nature géologique du sol	q (Mpa)
Limon de plateaux	0,15 à 0,30
Terre à meulière	0,30 à 0,45
Marne verte, argile	0,07 à 0,45
Alluvions anciennes, sables et graviers	0,60 à 0,90
Sables de Beauchamp	0,75 à 1,50
Craie	0,90 à 1,00
Marne + caillasse	0,75 à 1,50
Calcaire grossier	1,80 à 4,50

La carte géologique locale	
Nature du sol	q (Mpa)
Roches peu fissurées saines non désagrégées de stratification favorable	0,75 à 4,5
Terrain non cohérent à bonne compacité	0,35 à 0,75
Terrain non cohérent à moyenne compacité	0,20 à 0,40
Argile	0,03 à 0,30

- Soit déterminée à partir des essais mécaniques des sols qui permettent de définir la contrainte ultime q_u . La contrainte de calcul q est la plus petite des deux valeurs : $q_u/2$ ou la contrainte n'entraînant pas de tassements différentiels trop importants dans la structure. Dans la majorité des cas, on pourra prendre :

$$q = q_u/2$$

II. Dimensionnement de la fondation

1) Dimensionnement d'une semelle sous un mur

➤ Largeur de la semelle :

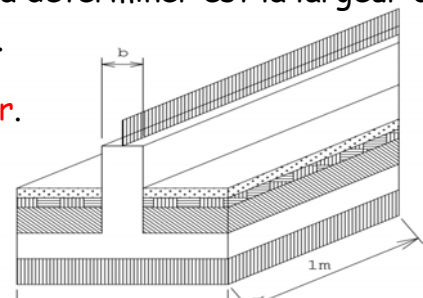
Pour ce type de semelle, la seule dimension horizontale à déterminer est la largeur de la fondation, la longueur étant celle du mur à supporter.

Les charges sont calculées à l'ELU pour un mètre de mur.

Pou : charges transmises par le mur,

$$Pou = 1,35G + 1,5Q$$

Aux charges transmises par l'ossature (Pou), nous devons ajouter l'ensemble des charges agissant sur les débords de la semelle : poids des terres ($\gamma = 18 \text{ KN/m}^3$),



dallage, charges variables sur dallage. L'ensemble de ces charges, sans oublier, le poids propre de la semelle, constituent la charge P_{1u} .

P_u : charge totale ultime transmise à la semelle

$P_u = P_{ou} + P_{1u}$

q : contrainte de calcul du sol.

$$B \geq \frac{P_u}{q}$$

➤ **Hauteur de la semelle :**

La condition des semelles rigides nous impose :

$$d \geq \frac{B-b}{4} \Rightarrow h \geq \frac{B-b}{4} + 5cm$$

Des essais ont montré que si cette règle est vérifiée, il n'est pas nécessaire de vérifier les conditions de poinçonnement, de compression maximale du béton dans les bielles, de cisaillement maximale du béton.

De plus, cette règle nous dispense d'armer la semelle à l'effort tranchant par des cadres, étriers ou épingles.

➤ **Section des aciers transversaux :**

Il s'agit des aciers principaux.

Lorsque la fissuration est peu nuisible (en terrain sec)

$$A_x = \frac{N_u}{8} \frac{(B-b)}{d \cdot f_{su}}$$

d : distance entre le centre de gravité des armatures transversales et le dessus de la semelle.

Lorsque la fissuration est préjudiciable (en terrain humide), la section d'acier calculée précédemment est majorée forfaitairement de 10 %.

Lorsque la fissuration est très préjudiciable (en présence d'eau agressive), la section d'acier est majorée de 50 %.

Aciers longitudinaux :

Il s'agit des aciers de répartition.

$$A_{sl} \geq \frac{A_{st}}{4}$$

A_{sl} : section des aciers longitudinaux à répartir par ml de largeur B

A_{st} : section des aciers transversaux déterminés précédemment par ml.

Nous devons toujours prévoir une section minimale de chaînage par ml de largeur

$B : A_{sl} \text{ min.}$

Si Fe E 215 $\Rightarrow A_{sl} \text{ min} \geq 3 \text{ cm}^2$ soit 3 $\varnothing 12$

Si Fe E 400 $\Rightarrow A_{sl} \text{ min} \geq 2 \text{ cm}^2$ soit 4 HA 8

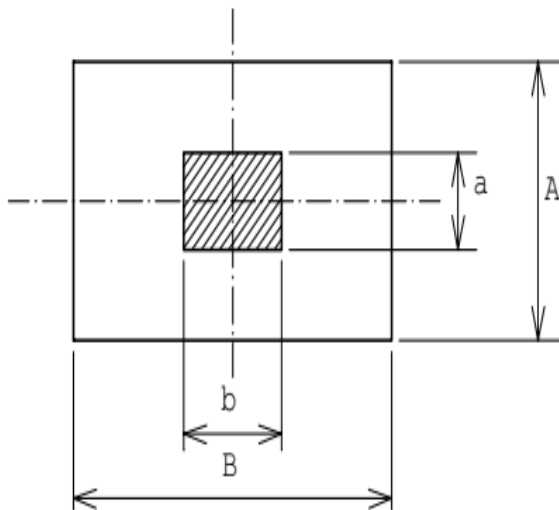
2) Dimensionnement d'une semelle sous un poteau :

➤ **Dimensions de la semelle :**

Dans ce cas, il faut déterminer les deux dimensions de la semelle rectangulaire : A et B.

En général, les dimensions de la semelle sont déterminées de telle sorte qu'elles soient homothétiques à celles du poteaux, c'est-à-dire :

$$\frac{A}{a} = \frac{B}{b}$$



Pour les charges, les notations sont les mêmes que précédemment.

➤ **Hauteur :**

La condition imposée pour les semelles rigides doit être vérifiée dans les deux directions.

$$d_{\max} \geq \text{Max} \left[\left(\frac{A-a}{4} \right), \left(\frac{B-b}{4} \right) \right] \quad \text{d'où } h = d_{\max} + 5 \text{ cm}$$

➤ **Section des aciers transversaux :**

Il s'agit des armatures principales dans les deux directions.

Le dimensionnement se fait à l'ELU. A_s est la section d'acier à répartir sur 1 ml de semelle.

Si la fissuration est peu préjudiciable :

- la section d'armature parallèle au côté A est A_{sx}

$$A_{sx} = \frac{N_u}{8} \times \frac{B - b}{d \times f_{su}}$$

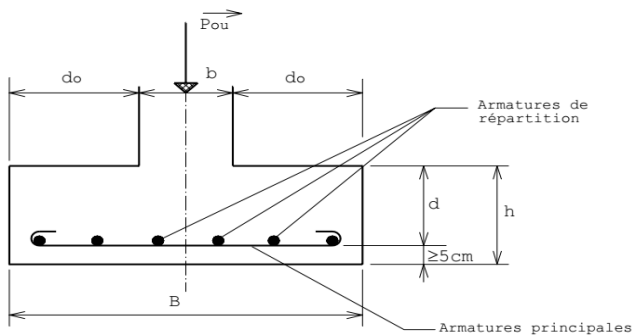
- la section d'armature parallèle au côté B est A_{sy}

$$A_{sy} = \frac{N_u}{8} \times \frac{A - a}{d \times f_{su}}$$

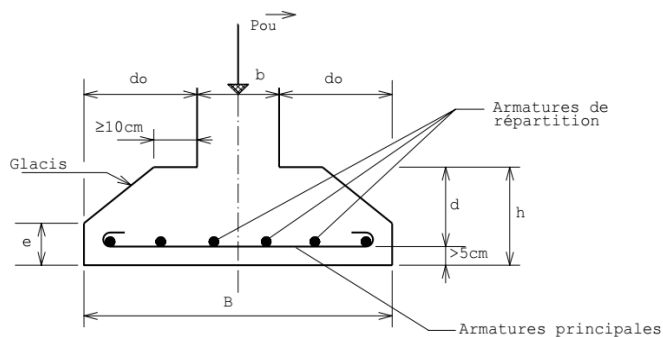
Lorsque la fissuration est préjudiciable ou très préjudiciable, les sections d'armatures précédemment calculées sont majorées de 10 % ou 50 %.

3) Dispositions constructives :

Dimensions des semelles rigides :



Semelle à glacis :

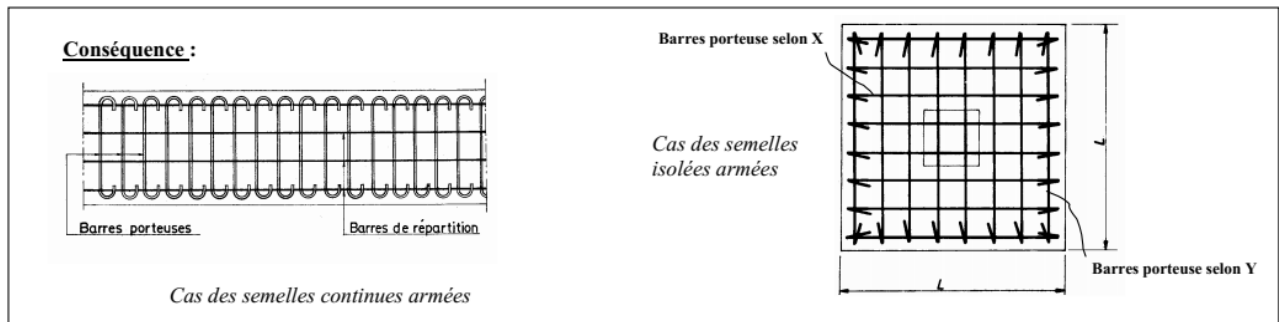


Dans le cas des semelles à glacis, l'épaisseur e du patin doit vérifier :

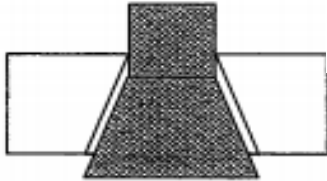
Ø : diamètre de la plus grosse armature avec crochets aux extrémités.

➤ **Ferraillage en plan**

$$e \geq 6 \text{ Ø} + 6 \text{ cm}$$



61 - Le risque :

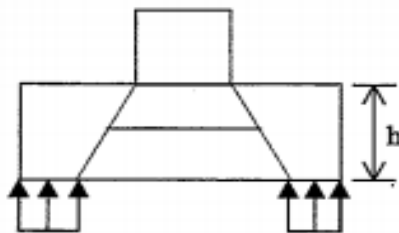


➤ Condition de non poinçonnement

Pour des contraintes de calculs q élevées (0,75 à 4,5 MPa), on doit vérifier que les charges reprises par l'extérieur de la semelle ne sont pas trop importantes :

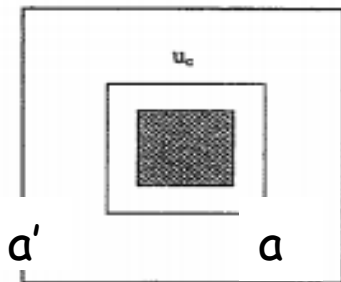
62 - Calcul :

doit vérifier (B.A.E.L. 91 article A.5.2.4) :
$$N_u - \frac{(N_u + 1,35g_o) \times (a + 2h)}{a'} \leq \frac{0,045 u_c h f_{cj}}{\gamma_b}$$



N_u : charge de calcul à l'ELU
 u_c : périmètre à 1/2 hauteur
 h : hauteur semelle
 f_{cj} : résistance du béton
 γ_b : 1,5
 g_o : poids propre de la semelle

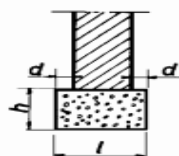
Dans le cas où cette vérification ne serait pas assurée, on placerait des aciers de couture ou on redimensionnerait la semelle.



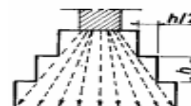
a = coté du poteau

a' = côté de la semelle

Dispositions constructives usuelles pour les semelles continues en gros béton



A noter : Variante possible : Fondation en gradin (économique mais compliqué à faire)



1. Si la charge linéaire à supporter est P , et la contrainte admissible du sol est σ : il faut alors avoir $\sigma \geq \frac{P}{l}$
2. Avec $d \leq h/2$

A noter :

Si le critère n° 2 n'est pas vérifié, la semelle en gros béton devra être nécessairement armée

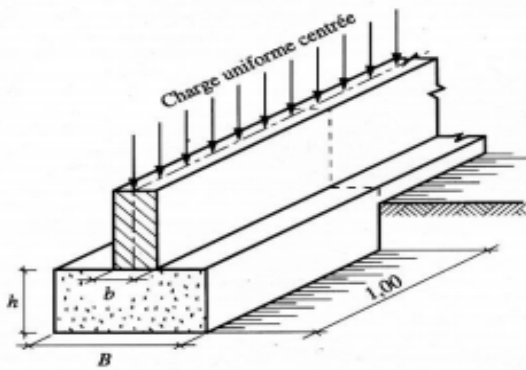


Fig. 1 Semelle continue

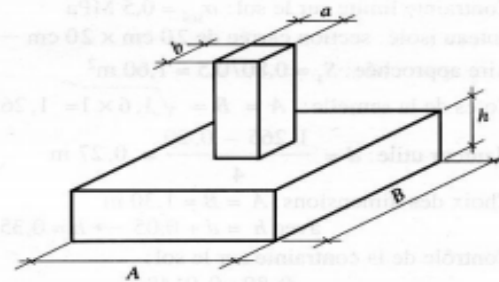
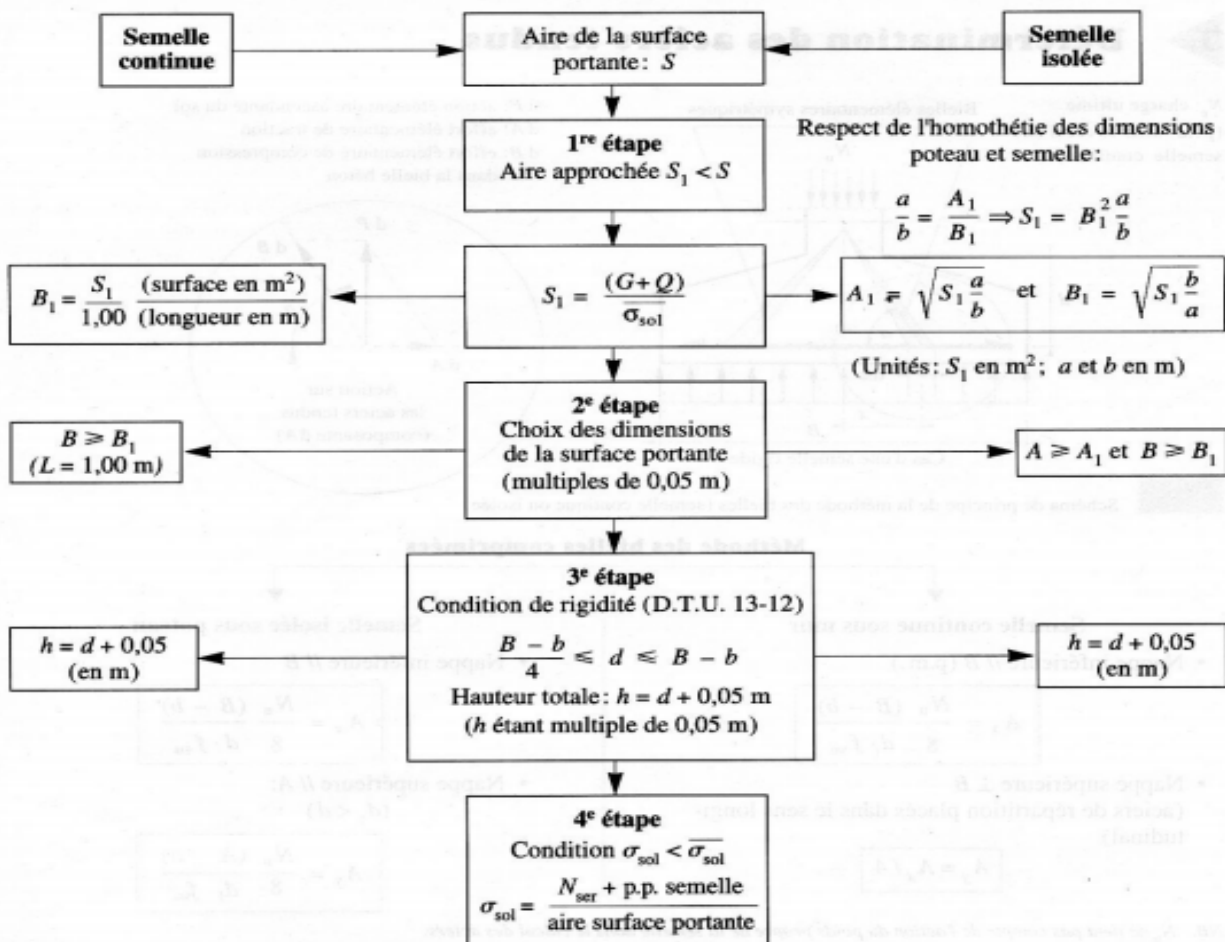


Fig. 2 Semelle isolée



Méthode des bielles comprimées

Semelle continue sous mur

- Nappe inférieure // B (p.m.)

$$A_x = \frac{N_u}{8} \frac{(B-b)}{d \cdot f_{su}}$$

- Nappe supérieure $\perp B$
(aciers de répartition placés dans le sens longitudinal)

$$A_y = A_x / 4$$

Semelle isolée sous poteau

- Nappe inférieure // B

$$A_x = \frac{N_u}{8} \frac{(B-b)}{d \cdot f_{su}}$$

- Nappe supérieure // A:
($d_1 < d$)

$$A_y = \frac{N_u}{8} \frac{(A-a)}{d_1 \cdot f_{su}}$$

NB. N_u ne tient pas compte de l'action du poids propre de la semelle dans le calcul des aciers.

CHAP V – MATERIAUX DE CONSTRUCTION

Le matériau désigne la matière servant à fabriquer des produits ou des constructions.

Le Produit de construction c'est tout article fabriqué ou conçu pour être incorporé dans des constructions ; exemple : les pannes, poutres, fermes...

I. Les matériaux naturels de construction

1) Définition

Ce sont des matériaux qui proviennent des différentes roches pour servir à la construction des ouvrages.

2) Origines Géologiques

a. Les roches éruptives

Elles proviennent du magma et sont en général composées de silice et d'alumine. Ces roches se présentent sous forme compacte. Ce sont :

- Les granites (quartz, feldspaths, mica)
- Les porphyres
- Les laves (basalte)

b. Les roches sédimentaires

Ces roches proviennent de la décomposition des végétaux et des animaux

Ce sont :

- -les roches détritiques (gneiss, silice, alumine)
- Les roches calcaires (calcaire, calcium)
- Les roches organiques (carbone, pétrole, houille)

c. Les roches métamorphiques

Ce sont des roches d'origine sédimentaire transformée par la chaleur et la pression des profondeurs de la terre. On distingue

- -les roches siliceuses
- -les roches argileuses
- -les roches calcaires

3) Caractéristiques

Les roches se caractérisent par leur propriété physique, chimique et mécanique.

a. Propriétés physiques

✚ La compacité ; dépend de la masse volumique et de la résistance à l'écrasement

La **masse volumique absolue** d'un corps est sa masse par unité de volume, c'est-à-dire

Le rapport entre la masse au repos et son volume :

$$\rho = m/v \quad m : \text{la masse de la substance en kg}$$

$$v : \text{volume de la substance en m}^3$$

$$\rho : \text{masse volumique absolue en kg/m}^3$$



✚ **Masse volumique apparente :**

On entend par masse volumique apparente la masse de l'unité de volume de matériau à l'état naturel (pores et vide compris), notée ρ_{th} .

$$\rho_{th} = m_1 / v_1 \quad m_1 \text{ est la masse du matériau}$$

$$V_1 \text{ son volume en m}^3$$

Remarque : la masse volumique d'un même matériau peut varier en fonction de la porosité.

Soient C la compacité et V_v le volume des vides et v le volume apparent

$$C = \frac{V - V_v}{V} = 1 - \frac{V_v}{V}$$

$$\text{Porosité. La porosité est le rapport : } n = \frac{V_v}{V}$$

La compacité C

$$\text{L'indice des vides est le rapport : } e = \frac{V_v}{V - V_v}$$

Il existe d'autres propriétés telles que : la capillarité, la conductibilité thermique ...

b. Propriétés chimiques

Les propriétés chimiques sont évaluées d'après le pouvoir des matériaux de résister aux acides aux bases, et aux solutions de sels qui provoquent des réactions chimiques d'échanges et entraînent les destructions de la matière.

c. Propriétés mécaniques

La pierre utilisée pour la réalisation des éléments porteurs, travaille presque uniquement à la compression.

d. Taillage des pierres

Toutes les roches peuvent subir une taille. On distingue deux formes de taille :

✓ **Par percussion**, qui donne une surface piquetée plus ou moins rugueuse à l'aide du têtue de la masse, de la boucharde, ce travail s'il est encore pratiqué est onéreux, les blocs ainsi taillés sont de petites dimensions et la mise en place est longue.

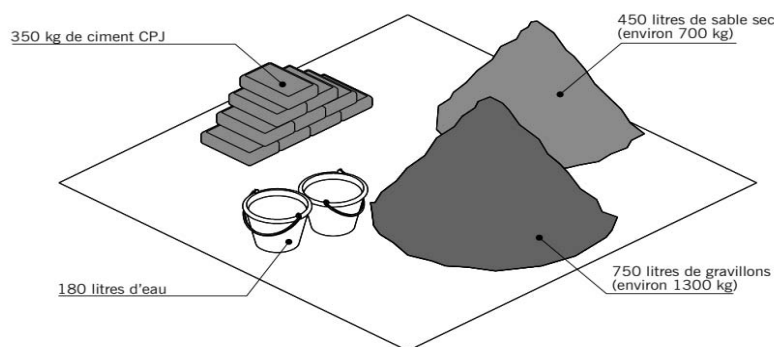
✓ **Par sciage**

Scie à dents à ruban, circulaire pour la pierre tendre ;

Scie sans dents, scie à dents au carborundum ou au carbure pour la pierre dure. Ce travail généralement exécuté en carrière permet d'obtenir des blocs courants.

II. Le béton et ses constituants

Pour 1m^3 de béton dosé à $350\text{kg}/\text{m}^3$

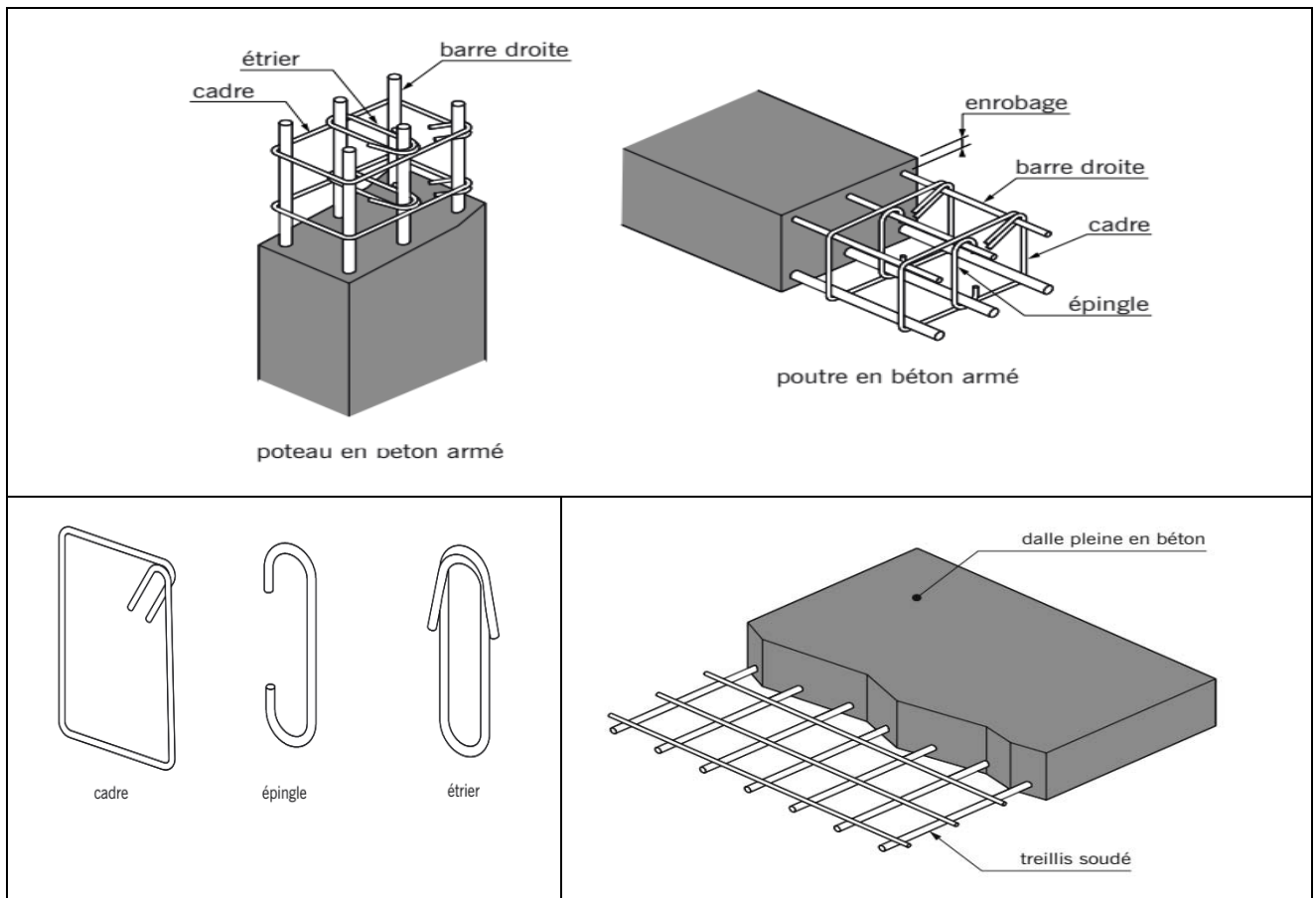


1) Le ciment

Le ciment : le ciment est un liant hydraulique, c'est à dire une poudre minérale qui, mélangée avec de l'eau, forme une pâte qui durcit progressivement. Le ciment est utilisé pour solidariser entre eux des matériaux inertes comme le sable et les gravillons pour la fabrication des mortiers et des bétons.

2) L'armature

L'armature: terme, plus souvent employé au pluriel, désignant les éléments en acier incorporés au béton. Les aciers utilisés comme armatures présentent des caractéristiques de résistance, d'adhérence et d'élasticité. Il existe plusieurs types d'armatures pour les ouvrages en béton armé :



Les armatures sont aussi appelées fers à béton.

3) Les Granulats

a) Définition :

Le granulat : terme générique pour désigner l'ensemble des grains minéraux entrant dans la composition des mortiers et des bétons.

Les granulats sont appelés, fines sables, gravillons, cailloux ou grave, suivant la grosseur des grains comprises entre 0 et 80 mm ;

On désigne les granulats selon leur classe granulaire : le terme « Granulat d / D » est réservé aux granulats dont les dimensions s'étalent de « d » pour les petits éléments à « D » pour les gros éléments.

- les cailloux & pierres	$25 \text{ mm} < D$
- les gravillons grossiers	$20 \text{ mm} < D < 25 \text{ mm}$
Moyens	$12,5 \text{ mm} < D < 16 \text{ mm}$
Fins	$8 \text{ mm} < D < 10 \text{ mm}$
- les sables grossiers	$2,5 \text{ mm} < D < 5 \text{ mm}$
Moyens	$0,63 \text{ mm} < D < 1,25 \text{ mm}$
Fins	$80 \text{ }\mu\text{m} < D < 315 \text{ }\mu\text{m}$
- Les Fillers	$D < 80 \text{ }\mu\text{m}$

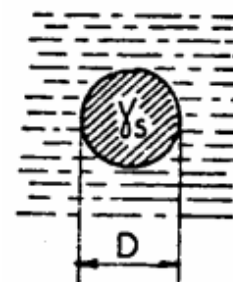


Tableau 1.1 : Définition des classes de dimensions selon la norme AFNOR 18-540

b) Provenances

On peut distinguer les catégories suivantes :

- ❖ **-les granulats roulés** qui proviennent de la désagrégation naturelle ou érosion de certaine roche. On rencontre les granulats de rivière, de mer, de carrière.
- ❖ **-les granulats concassés** : Ils résultent du concassage de roches saines, dures, indécomposable, compactes et résistantes. Ils contiennent plus de fines que les granulats roulés.

c) Les granulats lourds :

Matériaux d'origine métallique qui sont surtout utilisés dans la confection de bétons offrant une protection aux radiations atomiques.

d) Les granulats légers :

Ils entrent dans la composition des bétons ayant une bonne isolation thermique.

e) Les granulats réfractaires :

Ils permettent d'obtenir des bétons résistants aux températures élevées.

b) Qualités des granulats : analyse granulométrique

La qualité des granulats peut être appréciée à travers divers essais de laboratoire :

- ❖ L'analyse granulométrique est le procédé par lequel on détermine la proportion des différents constituants solides d'un sol en fonction de leur grosseur à l'aide de tamis.
- ❖ . Essai d'équivalent de sable ; La propreté des sables se contrôle par l'essai d'équivalent de sable (E.S).

- ❖ Essai de propreté du gravier ; L'essai de propreté du gravier met en évidence la présence d'éléments fins dans le gravier et permet de les quantifier.
- ❖ Essai de fragmentation dynamique et essai Los Angeles :
- ❖ Module de finesse d'un granulat

Granularité continue : presque toutes les grosseurs de grains sont présentes, la mise en place du béton est généralement facile mais le dosage en liant est souvent plus élevé pour obtenir une même résistance qu'avec un béton à granularité discontinue.

Granularité discontinue : c'est la plus fréquemment rencontrée. Toutes les grosseurs de grains ne sont pas présentes ; les petits grains se logent entre les plus gros sans les écarter.

But recherché : en pratique, il faut souvent utiliser les granulats de la région. La **compacité** maximale du béton, obtenue avec le **minimum de liant**, en vue d'obtenir une **résistance donnée**, est l'objectif essentiel, que ce soit avec une granularité continue ou discontinue.

4) L'adjuvant

L'adjuvant : produit ajouté en faible proportion dans les bétons et les mortiers dans le but de modifier certaines de leurs propriétés.

5) La chaux

La chaux: liant obtenu par la cuisson de pierres calcaires à haute température. La chaux hydraulique dont les propriétés sont proches de celles du ciment est employée dans les mortiers et les enduits.

6) Le plâtre

Le plâtre : obtenu par la cuisson du gypse, le plâtre, mélangé à l'eau, forme une pâte plastique qui durcit progressivement. Le plâtre est employé pour la réalisation d'enduits sur les plafonds et les murs, de cloisons sous la forme de plaques et de carreau.

7) La terre cuite

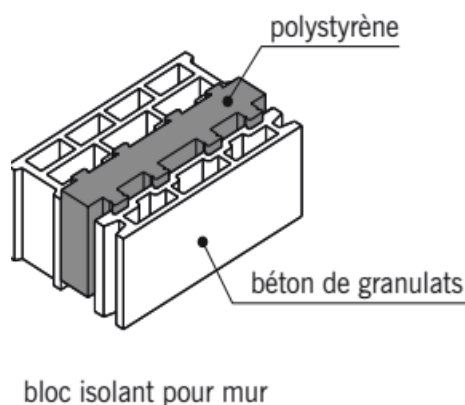
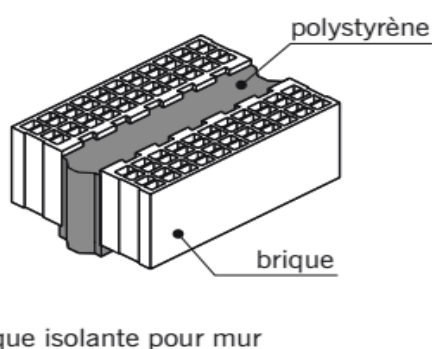
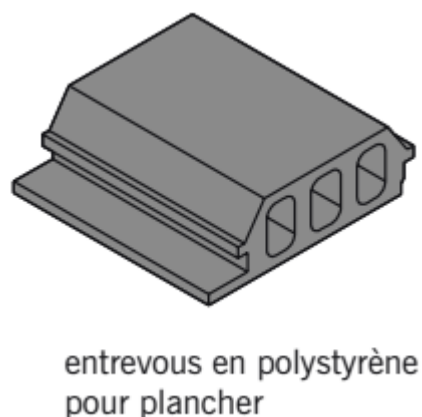
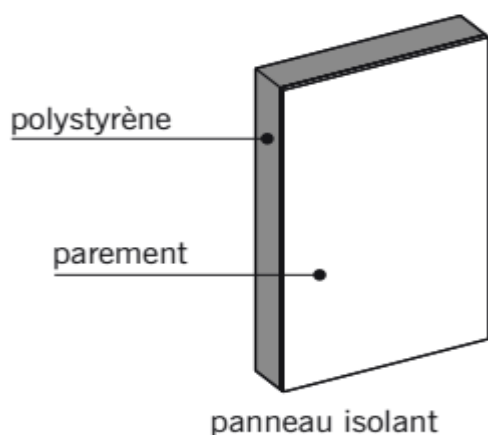
La terre cuite : terme générique désignant les matériaux à base d'argile utilisés pour la fabrication d'éléments préfabriqués. Les terres cuites se différencient par leurs procédés de fabrication et leurs compositions (ajouts de sable, d'adjuvants divers...). Les produits de terre cuite les plus courants sont : les briques, tuiles, boisseaux et entrevous.

III. Les produits isolants

Le polystyrène: matière obtenue à partir d'hydrocarbures. Selon le procédé de fabrication, le polystyrène est dit « expansé » (PSE) ou « extrudé ». Ce dernier type offre une meilleure résistance à la compression et à la vapeur d'eau.

En construction, le polystyrène est utilisé sous la forme de :

- ❖ Panneaux nus ou revêtus d'une plaque de plâtre ou d'un habillage en bois pour l'isolation des murs.
- ❖ • D'éléments préfabriqués entrant dans la composition des murs et des planchers



La laine de verre : matériau constitué de fibres obtenues à partir de sables fondus à très haute température. La laine de verre est couramment utilisée sous la forme de :

- ❖ *Panneaux composites* : (panneaux rigides de laine de verre collée sur une plaque de plâtre) pour le doublage des murs de façade.
- ❖ En vrac, pour l'isolation des combles perdus.
- ❖ Rouleaux pour l'isolation des combles.

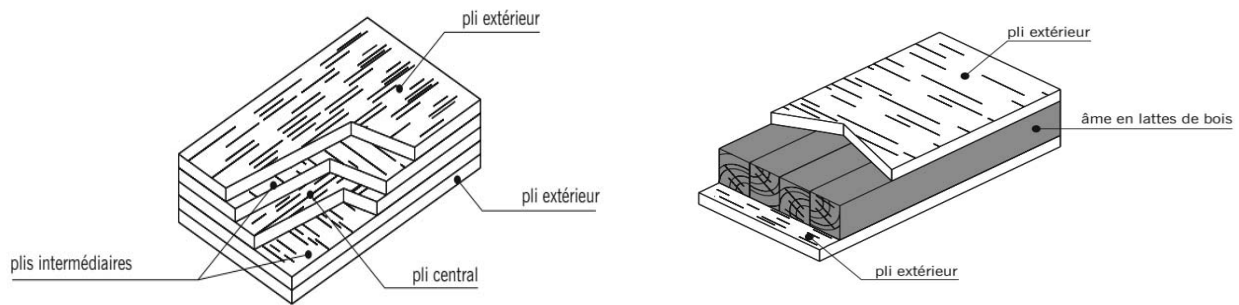
IV. Les dérivés du bois

Le contreplaqué ou multiplis : matériau constitué de minces couches de bois, appelées plis, collées entre elles. Les couches, en nombre impair sont disposées à fils croisés (les orientations des fibres du bois de deux plis consécutifs se croisent à 90°). On distingue deux catégories de contreplaqués :

- **Le contreplaqué CTB-O** pour les ouvrages intérieurs de menuiserie et également pour la réalisation des coffrages (CTB est une marque de qualité délivrée par le Centre Technique du Bois et de L'ameublement).

- **Le contreplaqué CTB-X** utilisé pour les ouvrages en contact avec l'eau.

Le latté : matériau constitué d'une âme (partie centrale) en lattes de bois jointives recouvertes de chaque côté par une ou deux couches de bois.



V. Les matériaux de synthèse

Le polychlorure de vinyle ou PVC (Poly Vinyl Chloride) : matière thermoplastique obtenue à partir du chlorure de vinyle dont les utilisations dans le secteur du bâtiment sont très nombreuses : tubes, gouttières, descentes d'eaux pluviales, grilles de caniveau, éléments de menuiseries, gaines pour câbles électriques...

Le PVC. C : est une variété de PVC dont la teneur en chlore a été augmentée. Les tubes en **PVC. C** peuvent transporter de l'eau chaude jusqu'à une température de 100-°C.

Le polyéthylène : matière plastique, souple et résistante aux chocs, employée notamment pour la réalisation de films plastiques.

Le polyester : résine thermodurcissable employée surtout pour la fabrication des baignoires et des cabines de douche. Le polyester est souvent armé de fibres de verre.

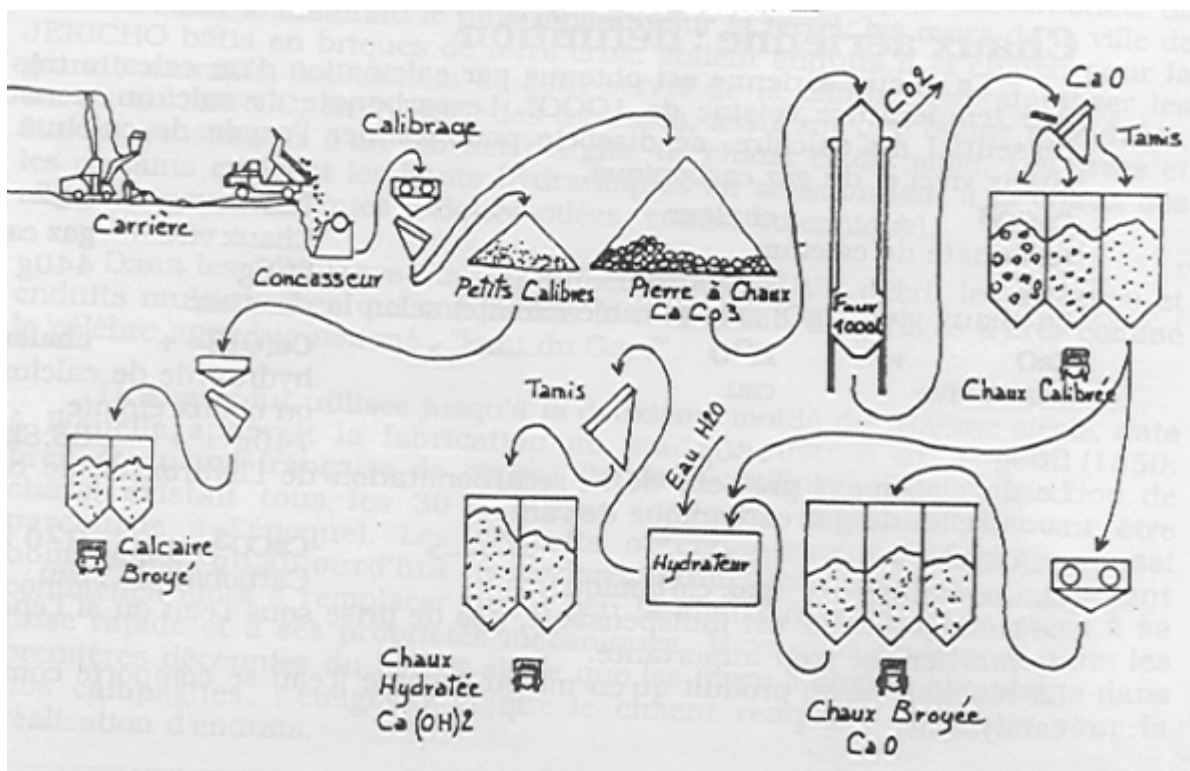
CHAP VI : LIANTS ET COMPOSES HYDRAULIQUES

I. Généralités

Les liants hydrauliques sont des poudres fines qui ont la propriété de former une pâte durcissant aussi bien à l'air que sous l'eau. Il existe deux types de liant hydraulique : la chaux et le ciment. Ces deux liants hydrauliques diffèrent de par leur mode de fabrication. Ils sont tous élaborés à partir de pierre calcaire principalement.

II. La chaux

La chaux est le produit de la cuisson d'un calcaire, suivi d'une extinction à l'eau.



1) Chaux aérienne

La chaux aérienne est obtenue par calcination d'un calcaire très pur à une température variable de 1 050 à 1 250 °C. Le carbonate de calcium constituant l'essentiel du calcaire, se dissocie pour donner l'oxyde de calcium (CaO , chaux vive) et du gaz carbonique.

2) Distinction entre chaux aérienne et chaux hydraulique

La Distinction entre chaux aérienne et chaux hydraulique se fait par la composition du gisement, dès que la silice est présente, une XHN est obtenue.

✓ **La chaux aérienne** ne durcit après gâchage qu'au contact de l'air (CO_2) ; on s'en sert par exemple pour le traitement des sols argileux, les badigeons de chaux ou encore certaines peintures (peinture FOAM),

✓ **La chaux hydraulique** après gâchage durcit quant à elle au contact de l'air (part aérienne) et avec l'eau (part hydraulique). Il existe deux types de chaux hydraulique : les naturelles (XHN) et les artificielles (XHA).

3) Utilisation de la chaux dans la construction

L'utilisation de la chaux a progressivement diminué au profit du ciment même dans les secteurs où ses qualités étaient largement reconnues. Aussi, la chaux doit retrouver une utilisation dans les domaines où son emploi est préférable, grâce à ses qualités de plasticité, d'élasticité, de perméabilité à la vapeur d'eau. Ces qualités sont particulièrement adaptées à la réalisation d'enduits et de badigeons.

Les classes de résistance associées aux chaux hydrauliques sont :

- *Chaux hydraulique naturel (XHN) : 30, 60, 100 (valeurs de résistance exprimées en daN/cm^2 , soit respectivement 3 MPa, 6 MPa et 10 MPa)*
- *Chaux hydraulique artificiel (XHA) : 60, 100 MPa*

III. Le ciment

1) Généralités - Historique

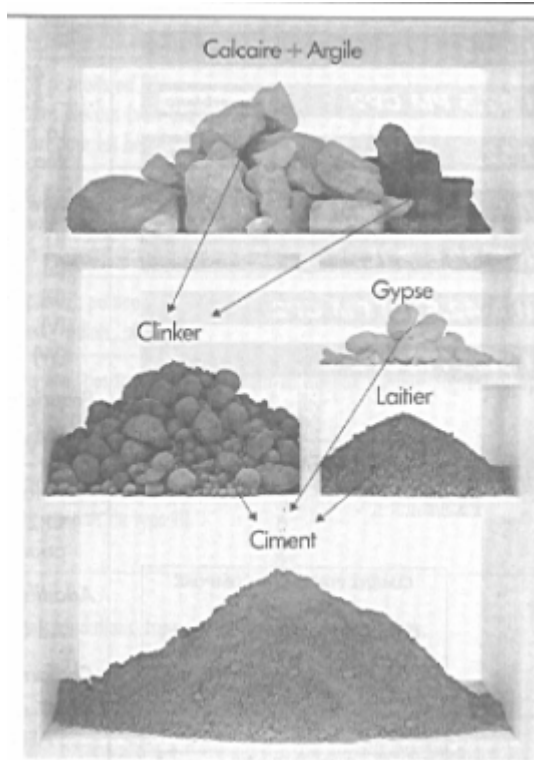
Le ciment est un liant hydraulique (Définition : hydraulique = il durcit sous l'eau).

Les romains furent les premiers à fabriquer un véritable liant hydraulique en mélangeant de la chaux aérienne avec des cendres volcaniques du Vésuve (cendres volantes appelées Pouzzolane).

En 1756, l'anglais du nom de SHEATON mis au point un produit, capable de faire prise sous l'eau. On parla pour la première fois de ciment. Ce ciment fût fabriqué à partir de pierres de l'île de Portland.

D'où l'origine du nom donné aujourd'hui au ciment (Ciment Portland).

2) Principe de fabrication du ciment Portland

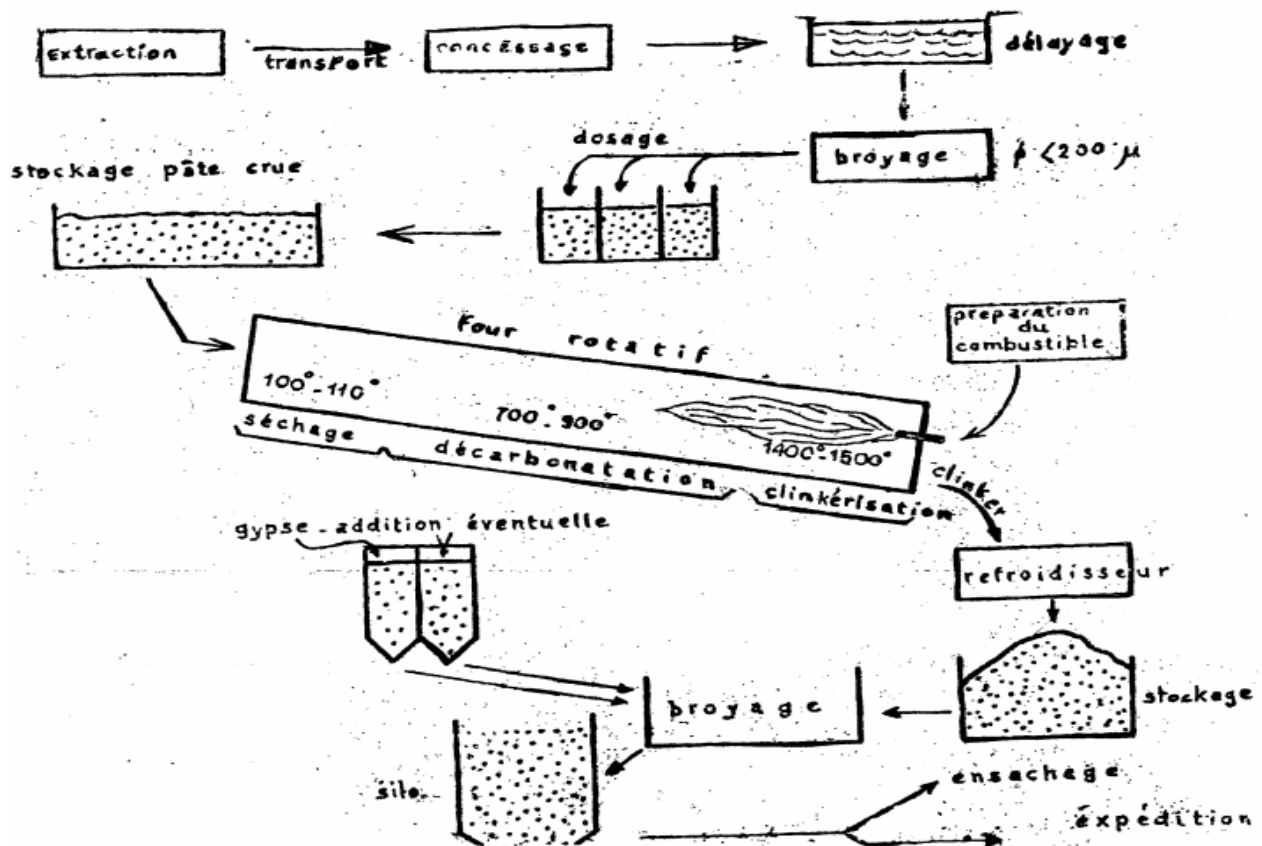


La cuisson à 1 450°C d'un mélange composé d'environ 80 % de calcaire et 20 % d'argile, donne une roche artificielle appelée CLINKER.

C'est le constituant de base du Ciment. Le clinker est ensuite broyé avec environ 5% de gypse pour donner du ciment Portland artificiel (C.P.A.).

Il existe 4 procédés de fabrication du ciment suivant l'état de la nature des matières premières et suivant certaines conditions économiques. La production journalière d'une usine est en moyenne égale à 2500 Tonnes.

Parmi les procédés de fabrication on peut citer :



Fabrication du ciment par voie humide

3) Fabrication du ciment par voie humide et semi-humide

Après extraction en carrière et concassage des pierres, les matériaux calcaires et argileux sont traités avec de l'eau dans les délayeurs. La pâte passe ensuite sur un crible et la partie grossière passe dans un broyeur.

Tous les grains ont alors un diamètre inférieur à 200μ . Cette pâte passe ensuite dans des silos de dosage puis dans les cuves de stockage.

a. Voie humide

La pâte sortant des cuves de stockage alimente un four rotatif d'acier qui a une vitesse d'un tour / mn. La pâte perd son eau dans le four puis se clinkérise vers 1450°C . Le clinker est ensuite refroidi.

b. Voie semi-humide

La pâte sortant des cuves de stockage est cette fois-ci essorée sur un filtre presse. La pâte est ensuite transformée en bâtonnets de 2 cm de diamètre. Ceux-ci sont ensuite introduits sur une grille pour y subir un séchage. Les bâtonnets rentrent dans un four pour y être clinkérisés. Le clinker est ensuite refroidi.

4) Fabrication du ciment par voie sèche et semi-sèche

Après concassage du calcaire et séchage de l'argile, les matériaux sont ensuite déversés dans un hall appelé hall de pré-homogénéisation. Le matériau est ensuite pris en tranches et envoyé dans un broyeur sécheur. Les poudres fines obtenues sont homogénéisées dans les silos munis de fond poreux au travers duquel on souffle de l'air. La poudre est ainsi stockée.

a. La voie sèche

La poudre obtenue alimente un four rotatif long d'environ 150 m de long et 4 m de diamètre. Ce four est composé de deux parties. Une partie verticale appelée le préchauffeur où la poudre chauffée descend par gravité et une partie horizontale où la poudre est clinkérisée. Le clinker est ensuite refroidi puis stocké.

b. Voie semi-sèche

La poudre stockée est agglomérée sous forme de boulettes de 10 à 20 mm de diamètre à l'aide d'une assiette granulatrice. Une assiette granulatrice est un cylindre de 2 à 4 m de φ muni d'un fond incliné à 50%. L'assiette reçoit la poudre et de l'eau et transforme le mélange en boulette. Ces boulettes passent ensuite dans d'un four rotatif pour y être clinkérisées.

5) Broyage et conditionnement

Le clinker obtenu par l'un ou l'autre des procédés est stocké dans les halls puis alimente des broyeurs à boulet. Les broyeurs à boulet sont des cylindres d'aciers comportant 2 ou 3 chambres de 8 à 12 m de long et de 2 à 4 m de diamètre munis intérieurement de boulets d'acier de 20 à 90 mm de diamètre.

Les broyeurs produisent environ 30 T/h. On trouve des broyeurs qui peuvent aller à 200 T/h. Au moment du broyage on ajoute 5% de gypse et éventuellement des constituants secondaires. On ajoute quelquefois des agents de mouture. Les agents de mouture permettent d'éviter la ré-agglomération des grains déjà moulus. Ce phénomène se constate lors du broyage ainsi que lors des manipulations. Les agents de mouture facilitent le remplissage et la vidange des silos et des camions.

Après broyage le ciment est stocké dans les silos. Leur capacité varie de 1000 à 5000 tonnes d'où il sera ensuite livré en sac de 50 kg ou en vrac. Les sacs sont constitués de plusieurs feuilles de papiers kraft superposées destinées à protéger le ciment de l'humidité de l'air ambiant. Les sacs se remplissent à l'aide d'une valve et se referment lorsque les 50 kg de ciment y ont été injectés.

6) Ciments avec constituants secondaires

Les ciments avec constituants secondaires renferment en plus du clinker et du gypse des produits laitiers, cendres volantes, pouzzolanes à raison de 10 à 20 % environ.

➤ Le laitier de haut fourneau

Il est un sous-produit de la fabrication de la fonte élaborée dans les hauts fourneaux. Ce sont les résidus de la décomposition du minerai de fer. Le laitier a de nombreuses utilisations en génie civil. Celui destiné à la cimenterie subit à la sortie des hauts fourneaux une opération de trempe d'où il ressort sous forme de granulats de 1 à 5 mm de diamètre. Il est ensuite séché avant d'être broyé avec du clinker. L'opération de trempe consiste à immerger brusquement le matériau chauffé dans de l'eau.

Les cendres volantes Elles sont des résidus de combustion de charbon dans les centrales thermiques et recueillis dans les dépoussiéreurs.

➤ Les cendres volantes se présentent sous forme de petits grains de 1 à 200 μ de diamètre.

➤ Les pouzzolanes naturelles

Elles sont des roches d'origine volcanique principalement. Elles contiennent des éléments chimiques du clinker à l'état naturel appelés propriétés pouzzolaniques.

➤ Pouzzolanes artificielles

Certains matériaux tels que les argiles et les schistes peuvent après chauffage jusqu'à une certaine température développer des propriétés analogues aux pouzzolanes naturelles. On les appelle pouzzolanes artificielles.

➤ *Les Fillers*

Roches calcaires ou siliceuses broyées à une finesse élevée (grain de diamètre inférieurs à 50 micron ; on parle parfois de même de « fumée de silice » pour certains Fillers). Les fillers en générale améliorent considérablement la résistance.

IV. Fabrication des autres liants hydrauliques

Il existe d'autres types de liants qui diffèrent du C.P.A. La différence se trouve soit par les éléments naturels servant à leur fabrication, soit par leur mode de cuisson, soit par la variation en % des différents constituants au moment du broyage.

V. Classification des liants hydrauliques

Dans la plupart des pays africains francophones et à défaut de normes propres, la classification utilisée est la classification française. Il existe deux classifications :

- *L'ancienne classification (CPA 45, CPJ 35, ..),*
- *La nouvelle classification (CEM I 32,5, CEM II 42,5, ..).*

La nouvelle classification est en fait l'expression d'une intégration des productions françaises de ciment au contexte Européen, ainsi qu'une amélioration des performances des ciments. La classification CEM est en vigueur depuis 1996. L'ancienne classification est en œuvre en France depuis 1979. En Afrique francophone, l'ancienne classification (se référant aux normes NFP 15.300 et 301) reste jusqu'à présent la référence pour la classification des ciments. Nous ne parlerons donc que d'elle. Les liants normalisés sont donc conformes aux normes AFNOR P 15.300 et 301 de janvier 1979. La norme distingue les ciments d'après :

- Leur classe de résistance
- Leur composition

VI. Classe de résistance

Il existe ainsi 4 classes principales : 35, 45, 55 et HP (HP pour « Haute Performance »).

Il existe des sous classes R (pour les ciments rapides et contrôlés pour leurs parts à 2 jours). On retrouve donc par ailleurs les sous-classes : 45R, 55R et HPR.

Classe	Sous classe	Résistance à la compression en Mpa		
		à 2 jours	à 28 jours	
		Limite inférieure nominale	Limite inférieure nominale	Limite supérieure nominale
CPA 35	-	-	25,0	45,0
CPA 45	-	-	35,0	55,0
CPA 45 R	R	15,0	35,0	55,0
CPA 55	-	-	45,0	65,0
CPA 55 R	R	22,5	45,0	65,0
T.H.R. (Très Haute Résistance)	-	30,0	55,0	-

Tab. Valeurs limites selon les classes de résistances

VII. Les différents ciments normalisés - Composition

Il existe 5 familles de produits (associables aux différentes classes de résistance). Dans les pourcentages suivant le Gypse n'est pas donné (il est en plus) :

- Le CPA contenant au moins 97% de clinker (et donc moins de 3 % de filler) ;
- Le CPJ contenant au moins 65 % de clinker (j pour ajout : laitier, cendres, pouzzolane, filler) ;
- Le CLC contenant de 25 à 60 % de clinker et de 20 à 45 % de cendres ou de laitier (Ciment au Laitier et aux Cendres) ;
- Le CHF contenant de 40 à 75 % de laitier ;
- Le CLK contenant plus de 80 % de laitier ;

Les ciments les plus utilisés en Afrique sont les CPJ 35 et CPA 45.

VIII. Utilisation des ciments

Le CPJ 35 :

Peut être utilisé en maçonnerie, en béton courant (non armé ou armé), fondation, poutre de petite portée, poteau. Mais il faut dire qu'en fait son domaine d'emploi privilégié est les enduits, mortier et chape. Ce n'est pas un ciment de structure.

Le CPJ 35 peut être aussi utilisé pour les blocs préfabriqués en mortier ou en béton non armé. Ex : agglomérés, hourdis (corps creux). Le CPJ 35 peut être utilisé pour la stabilisation des sols (grave ciment). Il peut être également utilisé pour les travaux en grande masse peu sollicité en traction. Ex : barrage.

Le CPA 45 :

Pour BA sollicité (poteau, poutre, dalle) ; c'est le ciment de structure courant :

Béton armé,

- ✚ Béton précontraint,
- ✚ Dallage industriel,
- ✚ Béton routier,
- ✚ Ouvrage de génie civil

Le CPA 55 R

BA très fortement sollicité (ossature porteuse) et avec prise rapide:

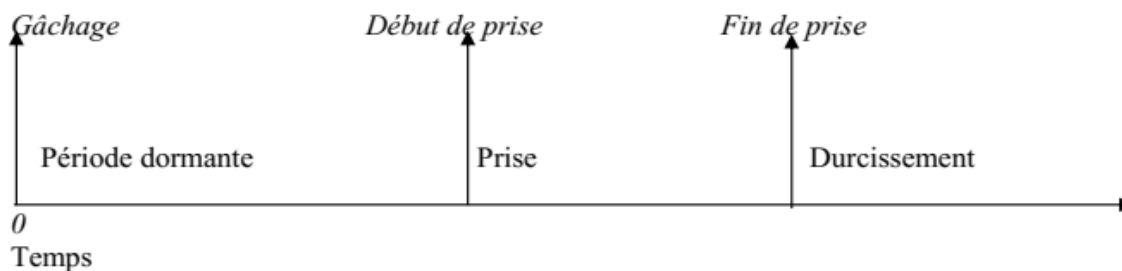
- ✚ BA avec décoffrage rapide.
- ✚ Éléments préfabriqués en BA (poutre, poutrelle, prédalle).
- ✚ Béton précontraint.

Les CHF et CLK sont surtout destinés aux fondations, aux travaux souterrains, milieux agressif, travaux en grande masse, travaux d'injection.

IX. *Prise et durcissement*

Lorsqu'on réalise une gâchée de pâte de ciment, de mortier ou de béton, on constate après un certain temps un raidissement du produit : c'est le début de prise.

Ce raidissement s'accroît jusqu'à ce que le produit obtienne une résistance appréciable en fin de prise.



X. *Les adjuvants*

Ce sont des produits liquides ou en poudre que l'on ajoute en petite quantité dans les gâchées de béton et qui sont destinées à leur conférer des propriétés particulières.

Parmi les adjuvants il y en a qui agissent sur la prise :

- ✚ Les accélérateurs de prise,
- ✚ Les retardateurs de prise.

Les accélérateurs de prise sont utilisés lorsqu'on est astreint à des délais de décoffrage très courts ou lorsque l'on bétonne en temps froid (5 à 10°C).

Les retardateurs de prise sont utilisés lorsque l'on bétonne par temps chaud ou pour éviter les reprises de bétonnage.

Il existe aussi des adjuvants pour rendre les bétons étanches (béton hydrofuge) ou encore résistant au gel, etc

XI. Les principaux essais sur les ciments

Sur la poudre de ciment :

- ✚ Masse volumique apparente ;
- ✚ Densité apparente ;
- ✚ Masse volumique absolue ou poids spécifique ;
- ✚ Analyse granulométrique du ciment ;
- ✚ Surface spécifique du ciment ;

Sur la pâte de ciment :

- ✚ Détermination du pourcentage d'eau normale (Essai de consistance) ;
- Il s'agit de déterminer la quantité d'eau à ajouter à un poids de ciment pour obtenir une pâte dite normale.
- ✚ Essai de prise ;
 - ✚ Essai de retrait et de gonflement ;
 - ✚ Essai de flexion et de compression

CHAP VII - LES BETONS : DOSAGE, FABRICATION ET ESSAIS

I. Définition

1) Constitution

Le béton est un matériau complexe et composite obtenu en mélangeant :

- ✚ Un liant : généralement du ciment ;
- ✚ Des agrégats :
 - fin (sable) ;
 - Grossiers (graviers naturels, pierres concassées) ;
- ✚ De l'eau ;
- ✚ Des adjuvants éventuellement

Le mélange plastique est ensuite mis en œuvre (coulé) dans les coffrages qui sont enlevés une fois le mélange durcit et atteint une certaine résistance.

2) Dosage

✓ *En ciment*

Le dosage est la quantité de matériaux nécessaire dont le mélange fournit un mètre cube de béton mis en œuvre. Il existe 2 types de dosage :

- ✚ Dosage en poids ou pondérale qui est le poids des différents matériaux pour 1m^3 de béton mis en œuvre ;
- ✚ Dosage volumétrique (généralement pour les granulats).

Exemple de Calcul des composants

Dosage ciment 150 kg/m^3 gravier $2/3$ granulat sable $1/3$ granulat

100kg de ciment en vrac donne 64 l de pate pure

100 l de granulat en vrac donne 62 l de granulat en plein

G.....l ? et S.....l ?

Pour 100kg ciment → 64 l de pate pure de ciment

1 m^3 de béton → 1000 l de béton plein

1000 l - 96 l de pate = 904 l de granulats plein (G+S)

On prend $1/2$ de fins et $2/3$ gros.

L'expérience montre que 100 l de granulat en vrac on obtient 62 l de plein.

100 l → 62 l

X → 301 l

$x = (100 \text{ l} \times 301 \text{ l}) / 62 = 485,48 \text{ l} \approx \mathbf{485 \text{ de sable}}$

$(100 \text{ l} \times 603) / 62 = 972,58 \approx \mathbf{973 \text{ l de gravier}}$

} **Vrac**

🚮 Brouette courant → 50 l

🚮 Autre brouette → 60 l

Le dosage en ciment du béton est couramment formulé en kg de ciment par m³ de béton préparé. Ainsi dans la pratique les quantités de sable et de pierre concassés ne sont pas en générale précises.

On peut retenir les dosages suivants :

- ✓ Couramment 350 kg/m³ (élément en béton armé courant) ;
- ✓ Quelque fois (300 et 400 kg/m³ (ouvrage moins porteurs et ouvrage plus porteurs) ;
- ✓ Exceptionnellement 250 et 450 kg/m³ (ouvrage non sollicités et ouvrage très lourdement chargés).

Désignation des bétons	Dosage en gravier (5/25)	Dosage en sable (0/5)	Dosage en ciment par m ³ de béton en place
Béton n°1 : (propreté)	800 Litres	400 Litres	150 Kg / classe 45
Béton n°2 : (gros béton de fondation)	800 Litres	400 Litres	250 Kg / classe 45
Béton n°3 : (forme de sols, agglomérés ⇔ chapes et parpaings)	800 Litres	400 Litres	250 Kg / classe 45
Béton n°4 : (béton armé)	800 Litres	400 Litres	350 Kg / classe 45

NB : La résistance d'un béton est une fonction croissante du dosage en ciment mais il faut faire très attention car malheureusement le retrait aussi.

- ✓ **En eau définie par le rapport C/E (poids du ciment/poids de l'eau)**

Nécessaire à l'hydratation du ciment, elle facilite aussi la mise en œuvre du béton (effet lubrifiant) dans la mesure où on n'abuse pas de cette influence par un excès d'eau qui diminue la résistance, la durabilité du béton. L'eau de gâchage doit être propre et ne pas contenir d'impureté nuisible.

La quantité d'eau de gâchage dépend :

- de la nature du ciment (plus de finesse de mouture et de quantité de ciment nécessité plus d'eau) ;
- des granulats (plus la quantité de sable dans le béton est important plus on doit augmenter la quantité d'eau)
- de l'ouvrabilité recherché .

II. La fabrication

Les qualités du béton ne dépendent pas seulement du choix des matériaux dans sa composition et de leur dosage, mais aussi du soin apporté à leur mélange.

En effet la masse d'un ouvrage que l'on veut solide et durable doit être parfaitement homogène c à d que dans toutes parties les différents matériaux doivent être également distribués.

Ces conditions ne seront réalisées que par mélange soigné.

1) Les différentes étapes d'une fabrication mécanique

Il existe maintenant de nombreux modèles de bétonnières bien adaptés aux petits chantiers. Les capacités les plus courantes sont de 85 ,120 et 340 litres. Lorsqu'on utilise une bétonnière plusieurs règles fondamentales sont à respecter pour obtenir un béton de qualité :

- **Chargement des constituants du béton**

On introduit en premier :

Une partie des gravillons et une partie de l'eau puis on fait tourner quelques secondes pour laver la cuve de la gâchée précédente.

En second

Le ciment et le sable

Enfin

Le restant des gravillons et de l'eau

Le dosage en eau est l'opération la plus délicate car tout excès d'eau est néfaste à la qualité du béton. Or on peut passer de l'état normal à un état trop mou par un simple excès de 2 à 3 litres d'eau.

En cas d'utilisation d'adjuvants, ils doivent être préalablement mélangé à l'eau de gâchage.

Durée du mélange

La cuve étant remplie, il faut la bloquer dans sa position de malaxage. La durée du mélange est d'environ deux 2 minutes. Elle se mesure à partir de la fin de chargement.

2) *Les différentes étapes d'une fabrication manuelle*

Il est utilisé pour préparer des petites quantités de béton. On procède de la façon suivante :

- -Sur une surface plane et propre verser le gravier puis le sable.
- -Mélanger en faisant des petits tas pour obtenir un mélange homogène.
- -Reconstituer le tas et verser le ciment au milieu.
- -Mélanger en faisant des petits tas.
- -Reconstituer le tas et creuser au centre un cratère.
- -verser un peu d'eau dans le cratère.
- -Ramener le mélange dans le cratère avec la pelle.
- -Mélanger en ajoutant peu à peu de l'eau jusqu'à obtenir une pâte épaisse.

III. *Transport et mise en œuvre*

1) *Transport*

Le transport se fait à la brouette (60 litres) pèsent environ 120kg ou dans des seaux (10 litres) pèsent environ 20kg. Pour limiter la ségrégation, il est important de diminuer le temps de transport.

On prépare donc un chemin court et facile entre le lieu de préparation du béton et le chantier où il est mis en place :

- -le chemin doit être le plus droit possible, aplani et propre
- -en hauteur il est préférable d'utiliser des rampes d'accès, des poulies, des cordes, des treillis...pour éviter le montage à la pelle de palier à palier.

2) *Mise en œuvre*

Le béton est coulé lorsqu'il a été mis en œuvre dans les coffrages ou dans les moules destinés à les recevoir.

Le remplissage des coffrages en béton nécessite certaines précautions :

a) huiler le coffrage s'il est métallique afin d'éviter l'adhérence du ciment qui au décoffrage détériorerait la paroi de l'ouvrage.

- b) Mouiller abondamment le coffrage s'il est en bois afin que celui-ci n'absorbe pas l'eau nécessaire à la prise du béton.
- c) Introduire le béton par couche successives et le damer, pilonner, ou vibrer au fur et à mesure afin d'éviter la déformation du coffrage et obtenir un meilleur tassement.
- d) Ne pas vibrer irrégulièrement car l'excès de vibration fait séparer les graviers du mortier
- e) Le coulage doit se faire jusqu'à l'achèvement de l'ouvrage

3) *Les Reprises*

Les reprises se font à hauteur des planchers pour les poteaux et dans l'axe d'une poutre pour un plancher.

Toute fois avant de couler un nouveau béton à la reprise il est nécessaire de repiquer l'ancien béton et le badigeonner de barbotine (laitance de ciment) qui assurera une meilleure liaison.

IV. *La cure du béton*

1) *Définition*

La cure est l'ensemble des soins apportés au béton après sa mise en œuvre. Elle est destinée à combattre le retrait du béton.

2) *Le retrait*

En séchant, le béton rétrécit, il se rétracte parce qu'il perd de l'eau par évaporation : c'est le retrait.

- Avant la prise du béton, si l'évaporation est abondante et rapide, le retrait est important et entraîne le Faïençage (apparition de petites fentes en surface).
- Après la prise, si l'évaporation est trop rapide, le durcissement du béton ne sera pas suffisant pour résister : le béton caque et des fissures de retrait profondes apparaissent, nuisible à la solidarité de l'ouvrage.

On peut lutter contre le retrait :

- a. En protégeant les granulats du soleil : plus ils sont chauds, plus ils favorisent l'évaporation
- b. En humidifiant les supports (coffrage, béton de propreté) ;
- c. En maintenant les surfaces des bétons mise en œuvre dans l'humidité en l'arrosant régulièrement

V. Qualité des bétons

1) Ouvrabilité

Un béton est dit ouvrable lorsqu'il peut être transporté, mise en œuvre et parfaitement façonné (ouvré) sans beaucoup de difficulté et aussi sans ségrégation des constituants.

L'ouvrabilité est aussi définie comme étant le travail interne nécessaire à un béton frais pour acquérir une parfaite compacité (Capacité de couler sous son propre poids ou par vibration).

L'ouvrabilité facilite le coulage dans les coffrages et l'enrobage des aciers disposés dans les coffrages.

2) Mesure de la plasticité (essai à l'affaissement au cône d'ABRAMS)

L'ouvrabilité d'un béton dépend de sa plasticité. Sur le chantier pour déterminer la plasticité du béton on utilise le cône d'ABRAMS.

Cet appareil est facile à fabriquer, il est fait d'un tronc de cône métallique ouvert aux deux bases, il mesure 30cm de hauteur, 20cm de grande base et 10cm de petite base.

On remplit ce moule de 3 couches successives piquées chacune 25 fois puis on démoule le cône et l'on mesure l'affaissement moyen A de l'édifice au bout d'une minute.

Affaissement Maniabilité Mise en œuvre

Affaissement	Maniabilité	Mise en oeuvre
0-2	Très ferme	Vibration puissante
3-5	Ferme	Bonne vibration
6-9	Plastique	Vibration courante
10-13	Mou	Piquage
14-20	Mou à liquide	Léger piquage

3) Facteurs agissant sur l'ouvrabilité

L'ouvrabilité dépend :

- -Du dosage des éléments fins
- -Du dosage en ciment

- -De la teneur en eau
- -De la forme arrondie des granulats et de leur taille.

VI. Résistance

1) Définition

Il s'agit de la résistance à la compression à 28 jours. C'est la force maximale de **compression** par surface de l'éprouvette exprimée en MPa.

2) Mesure de la résistance (essai de compression)

Le contrôle de la résistance du béton s'effectue sur des éprouvettes cubique ou cylindrique prélevé pendant la mise en œuvre au chantier. Ces éprouvettes sont écrasées à 7 jours et 28 jours et les résistances obtenues sont caractéristiques du béton.

Lorsque la force de compression est appliqué progressivement de zéro (0) jusqu'à la rupture, il se produit trois phase :

- Raccourcissement de l'éprouvette s'accompagnant d'une augmentation des dimensions transversales (non fissuration)
- Apparition des microfissures longitudinales
- Rupture avec fissures verticales suivie de glissement.

3) Quelques résistances couramment employées

F_{c28}

- ✓ 16 Mpa
- ✓ 20 Mpa
- ✓ 25 MPa
- ✓ 30 MPa

3) Facteurs influençant la résistance

La résistance du béton dépend :

- de la nature des granulats
- -Du ciment utilisé (CPA 35, CPA 45, CPA 55 ...)
- Du dosage
- De la qualité d'eau : plus le rapport E/C est grand plus les résistances chutent car la pâte de ciment est diluée.

- De la qualité de la mise en œuvre (serrage, vibration interne ou externe des bétons).

VII. Les béton spéciaux - Caractéristiques et domaine d'emploi

1. Les bétons fluides

Ce sont des bétons qui bénéficient d'un apport de catégories particulières et avantageux en matière de manutention.

2. Béton de haute et très haute performance et les bétons exceptionnels.

Ce sont des bétons conçus pour des ouvrages de travaux publics ou de bâtiment nécessitant une haute résistance à court ou long terme.

À titre indicatif

- Les bétons courant peuvent avoir une résistance à la compression comprise entre 20 et 40 MPa pour un coefficient C/E de l'ordre de 0,5..
- Les bétons de haute performance (BHP) peuvent avoir une résistance à la compression de l'ordre 50 à 100 MPa
- Les bétons de très haute performance (BTHP) 100 - 150 MPa
- Les bétons exceptionnels (BE) peuvent dépasser 150 MPa

3. Béton cyclopéen

Ce sont des bétons ordinaires avec incorporation de bloc de pierre au cours de la mise en œuvre, pour la réalisation d'ouvrage non armés tels que les murs de soulèvement fondation

4. Béton léger

Ce sont des bétons dont la densité est $< 1,5$. Les agrégats sont constitués de matériaux légers et poreux tels que : liège, laine de verre, copeaux, pierre ponce les débris de pierre cuites....

Ce béton est surtout utilisé pour offrir des aptitudes d'isolation thermique et de légèreté.

5. Caverneux

Ce béton est constitué par un mélange d'agrégat de calibre semblable laissant des vides entre eux. Ce béton, assimilé à du béton maigre est utilisé pour les aires sous fondation (béton de propreté).

6. Béton cellulaire ou poreux

C'est un béton à l'intérieur duquel sont incorporées à la pâte de ciment, des adjuvants provoquant d'innombrables bulles d'airs ou de gaz. Ce béton est excellent isolant thermique, résistant au gel et au feu mais à une faible résistance en compression.

7. Béton lourd

C'est un béton de masse volumique très élevée allant de 2,5 à 6 tonnes par mètre cube. On l'emploie pour les ouvrages devant offrir d'excellentes résistances à la compression. En effet, plus la densité du béton est élevée ; meilleure est sa résistance à la compression. Cette densité élevée s'obtient par l'utilisation d'agréats de forte densité tel que les déchets de la fabrication de fonte ; de fer...Le béton lourd trouve son emploi dans la construction de centrales nucléaires ou sur les chantiers comme contrepoids.

8. Béton translucide

C'est un béton dans lequel on incorpore des éléments de verre translucide sous forme de pavée ou de briques permettant l'éclairage à la lumière du jour ; des baies ..

9. Béton de terre

C'est un sol amélioré et stabilisé par l'incorporation à faible dosage de ciment ou de chaux. A la mise en œuvre ces bétons sont fortement compacts. On les emploie pour les fondations de chaussées ; piste d'envol, parking....

10. Béton réfractaire

C'est un béton pouvant résister à de très forte température. Il est surtout utilisé dans la construction de fours divers.

CHAP VII - MACONNERIE (MURS) :

I. Généralités

Les murs sont des ouvrages verticaux en maçonnerie ou en béton délimitant un espace. Ils séparent généralement l'intérieur de l'extérieur.

Ils se reposent sur des fondations et sont destinés à supporter des éléments de la construction et à transmettre leurs charges au sol. On distingue plusieurs types de murs selon leur nature ou leur emplacement. Les plus courants sont :

- **Le mur porteur** : paroi extérieure ou intérieure d'un bâtiment sur laquelle prennent appui des ouvrages de la construction (planchers, charpente, escalier...).
- **Le mur extérieur**: mur séparant l'intérieur et l'extérieur d'une construction.
- **Les murs périphériques** : ensemble des murs extérieurs.
- **Les murs en élévation** : expression utilisée pour désigner l'ensemble des parties visibles des murs d'une construction.
- **Le mur de refend ou le refend** : paroi intérieure porteuse séparative destinée le plus souvent à « refendre », c'est à dire à réduire la portée des planchers qu'il supporte. Ce type de mur est aussi appelé mur intérieur.
- **Le mur gouttereau** : mur extérieur situé sous la ligne d'égout d'un toit vers laquelle s'écoulent les eaux de pluie recueillies le plus souvent dans une gouttière.
- **Le mur pignon ou le pignon**: mur extérieur porteur, généralement perpendiculaire aux murs gouttereaux et dont les contours de la partie supérieure s'adaptent aux pentes des toits.
- **Le mur aveugle**: mur ne possédant aucune ouverture.

II. Rôles essentiels

Les murs ont pour rôle de :

- Clore
- Résister
- Protéger
- Isoler
- Embellir

Et ceux pour assurer le confort et la sécurité de l'habitant.

III. Classification des murs

On peut classer les murs selon plusieurs critères :

- D'après la constitution de la paroi.

- D'après sa position dans l'ouvrage
- D'après le matériau utilisé
- D'après les DTU (Document Technique Unifier)

1. Classification suivant la constitution de la paroi

a) Murs à paroi simple :

C'est un type de mur constitué par un seul type de matériau.

Ex : murs en agglos

Murs en pierre

Murs en brique

b) Murs à paroi composite

C'est un mur constitué d'une seule paroi mais réalisé avec des matériaux différents.

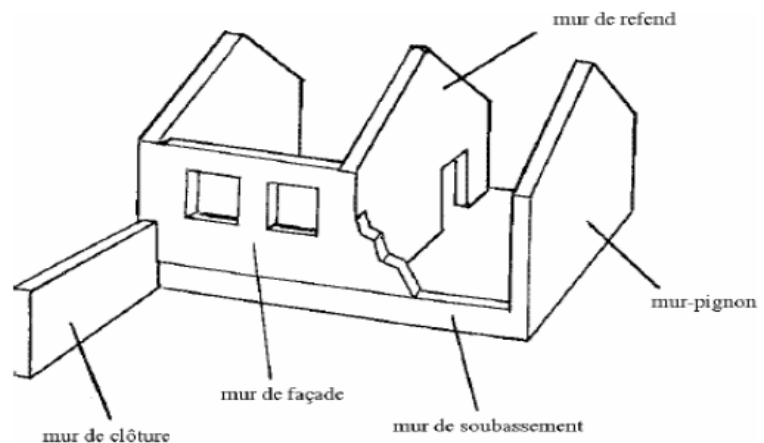
c) Murs à double paroi

C'est un mur constitué de deux parois distinctes séparées par une lame d'air.

2. Classification d'après la position dans l'ouvrage

On a :

- Les murs de refends
- Les murs gouttereaux
- Les murs de façade
- Les murs pignons



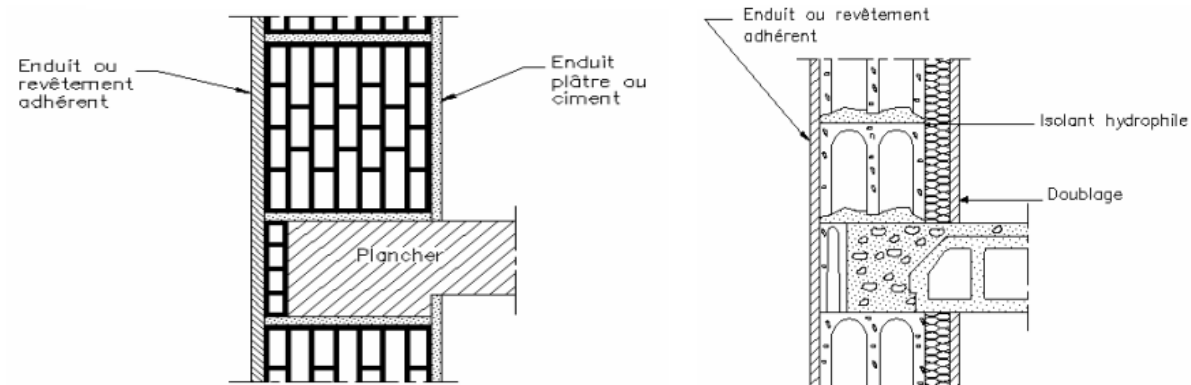
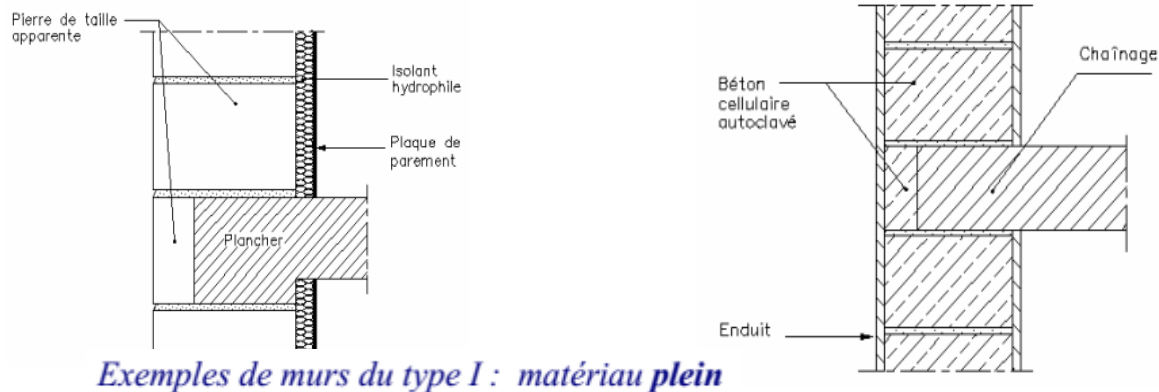
3. Classification d'après le matériau utilisé

- Les murs en pierre
- Les murs en agglos
- Les murs en béton
- Les murs en brique

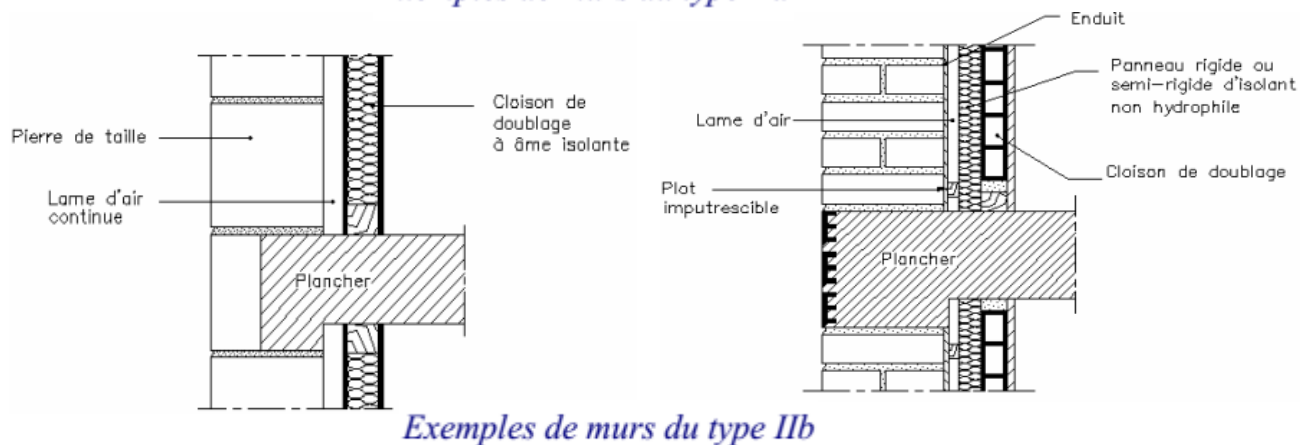
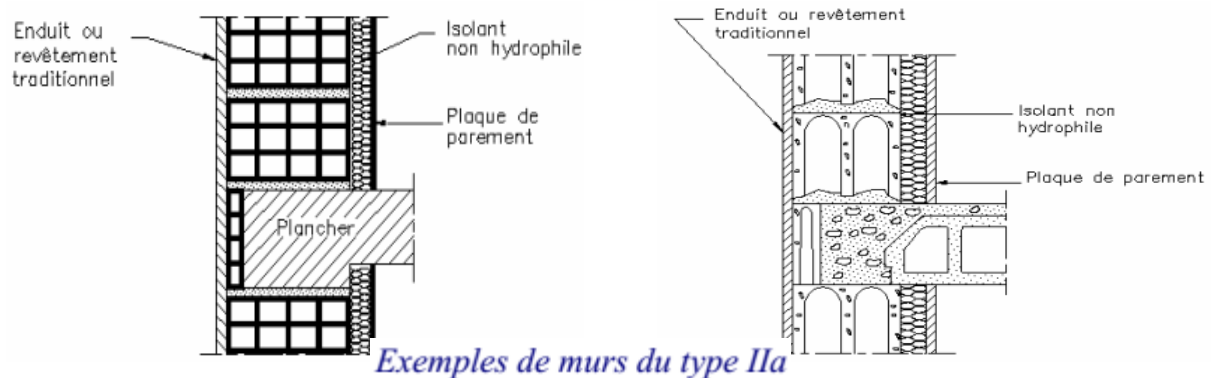
4. Classification des murs de façade d'après le DTU

D'après le DTU, les murs sont classés en quatre types :

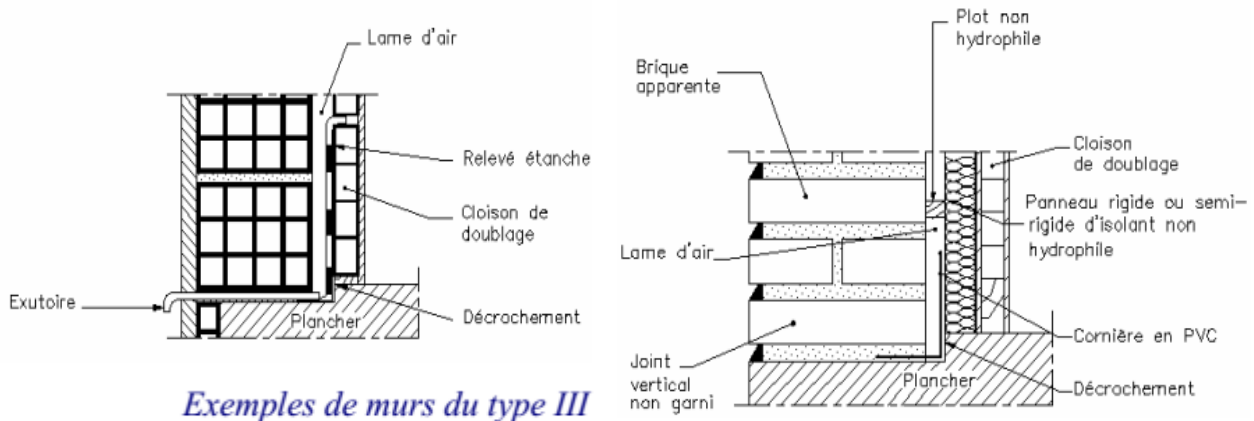
- **Mur de type I :** Ce sont des murs qui ne comporte aucun revêtement extérieur ni aucune coupure de capitalisé. Ils sont généralement à une paroi comportant un enduit intérieur et un panneau isolant.



- **Les murs de type II :** Ce sont des murs sans revêtement extérieur étanche comportant une coupure de capillarité dans leur épaisseur ou un panneau isolant non hydrophile ou séparé par une lame d'air.

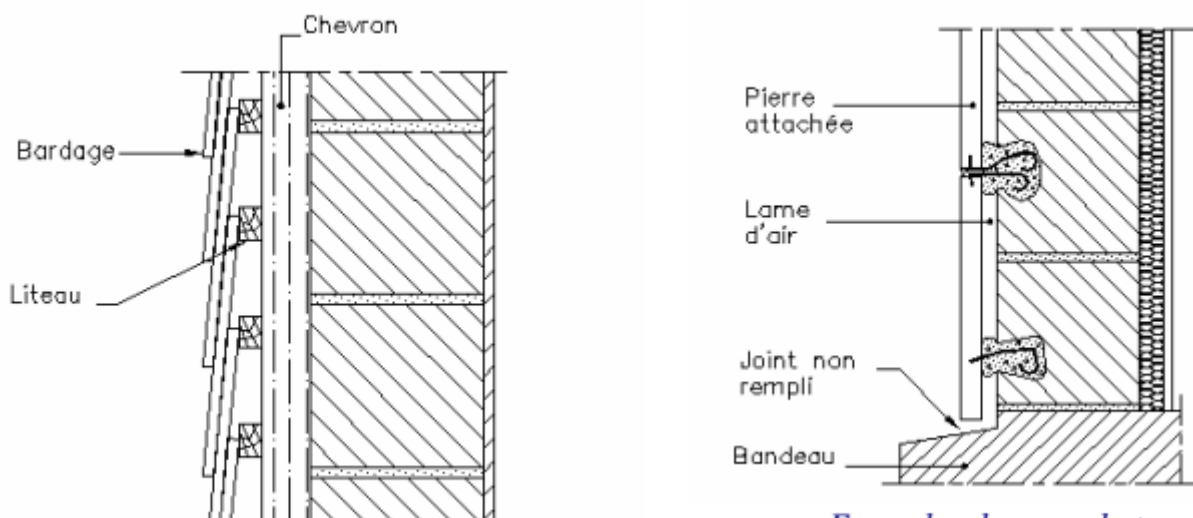


- **Les murs de type III** : Ce sont des murs à double paroi séparé par une lame d'air sans revêtement extérieur étanche.

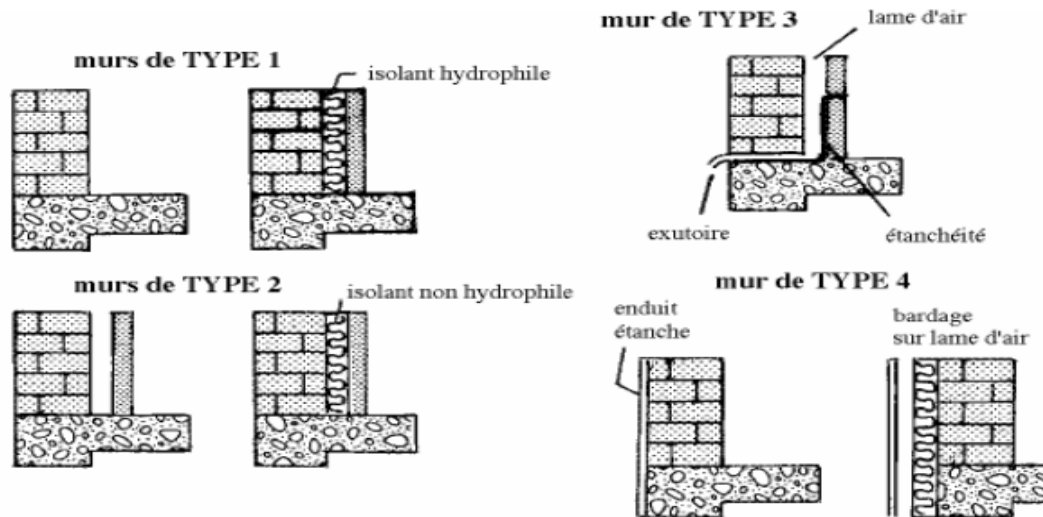


Ces murs comportent des dispositifs complémentaires destinés à :

- Recueillir les eaux d'infiltration
- Les évacuer à l'extérieur
- **Murs de type IV** : Ce sont des murs munis d'un revêtement extérieur étanche. Ce revêtement est dérivé des techniques de couverture et se fait :
 - Soit par bardage qui est un revêtement en planche ou en d'autres matériaux sur les parties verticales de la construction.
 - Soit par enduit étanche à liant plastique



Exemple de murs du type IV (bardage extérieur traditionnel rapporté)



Le choix est fonction :

- De l'exposition à la pluie (façade abrité ou au vent),
- Du vent (Région, site, hauteur du bâtiment)

L'objectif étant d'obtenir un mur de façade étanche à l'eau. Les tableau et schémas ci-dessus définissent et illustrent ce choix.

A noter : S'il ne pleut pas (désert), cette question n'a pas de sens !

IV. Stabilité mécanique des murs

La stabilité mécanique est l'une des exigences attendues des murs.

1. Analyse des efforts

La plupart des murs supportent des charges qui proviennent :

- De leur poids propre
- Des charges d'exploitation
- Des charges climatiques
- De la poussée des terre

Sous l'influence de ces charges, la stabilité mécanique des murs se résume aux :

- Non écrasement $\Rightarrow$ *équilibre interne*
- Non renversement
- Non glissement $\Rightarrow$ *équilibre globale*
- Non tassement

2. Condition d'équilibre

- Nullités des contraintes de traction : la maçonnerie doit être uniquement sollicitée en compression et sur toute l'épaisseur des murs.

- Équilibre statique satisfaisante : La maçonnerie ne doit subir tassement ni poinçonnement ni renversement
- Absence de risque de glissement le long d'un point
- Le point de passage de la résultante doit se trouver dans le 1/3 central de la section.
- Contrainte maximale < contrainte admissible
- Condition de tassement uniforme de la construction

V. L'isolation

L'isolation consiste à protéger l'intérieur de l'habitat contre les échanges thermiques (intérieur -extérieur) et les nuisances sonores extérieures. Il existe deux types d'isolation :

- L'isolation thermique ; en limitant le plus possible le passage de la chaleur par la paroi dans le cas d'une paroi séparant un local chauffé d'un local non chauffé. Pour les autres parois, cette isolation est inutile. Solution : on utilise un isolant thermique si l'élément résistant n'est pas isolant.

- L'isolation acoustique et phonique,

Elle protège également les autres de nos propres naissances sonores. Il est donc nécessaire d'isoler les appartements d'un immeuble d'habitation entre eux contre les bruits :

□ Aériens extérieurs (ex : trafic routier) et intérieurs (ex : télévision, chaîne, chant...).

Solution : on emploie un isolant phonique ou une paroi lourde surtout pour les murs de façade ainsi que ceux séparant deux logements.

□ D'impact (ex : planter un clou). Mais il est rare qu'il y ait des bruits d'impact sur les parois verticales. Il n'est donc pas nécessaire d'isoler les parois verticales de ces bruits d'impact.

VI. Dispositions constructives

1) *Les appuis sur les murs*

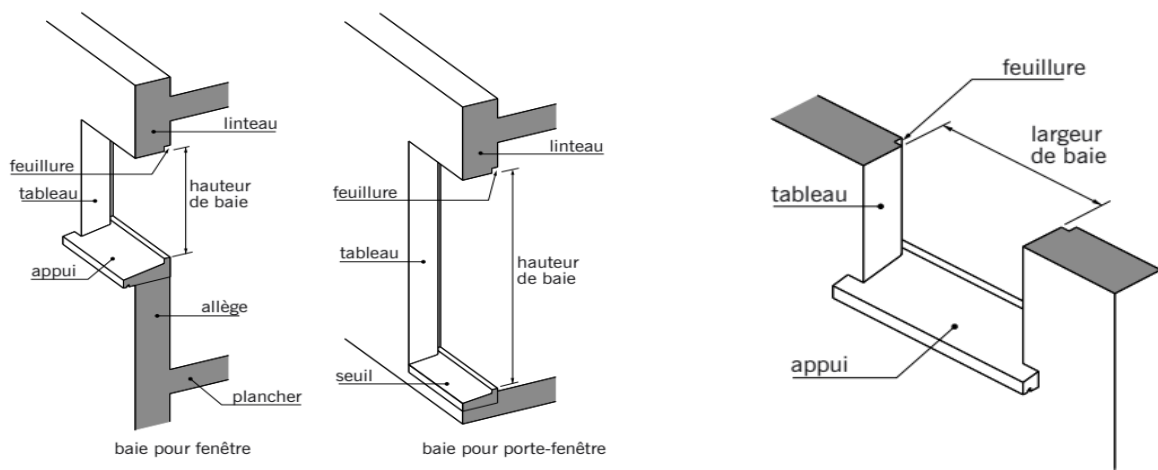
Afin d'éviter à la maçonnerie de travailler en traction, il faut que les poutres, dalles et linteaux prennent suffisamment appui sur le mur. La longueur d'appui d'un plancher sur un mur est au minimum de 2/3 de l'épaisseur brute du mur. La longueur d'appui d'un linteau isolé sur un mur est au minimum de 20 cm.

2) *Les chaînages*

Un chaînage horizontal continu en béton armé doit ceinturer la construction à chaque étage pour les planchers en béton armé ou pour couronner les murs. Ils sont habillés d'une planelle du côté extérieur dans le cas de planchers ou sont moulés dans des blocs en forme de U comme pour les linteaux dans le cas d'un couronnement des murs sans plancher. Dans le cas d'une planelle, celle-ci doit être de préférence de même nature que la maçonnerie. Le chaînage horizontal ne doit pas être trop volumineux et les habillages isolants sont interdits.

VII. Les murs et les baies

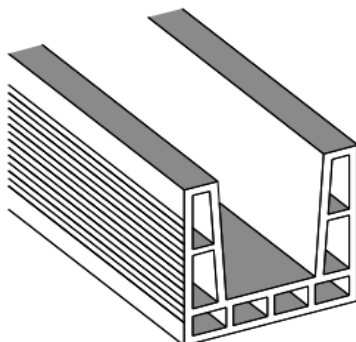
La **baie**: terme de maçonnerie désignant toute ouverture dans un mur ou une cloison. Elle se nomme **baie libre** quand elle ne possède aucun élément de fermeture et **baie vitrée** lorsqu'elle est fermée par une menuiserie (fenêtre, porte-fenêtre).



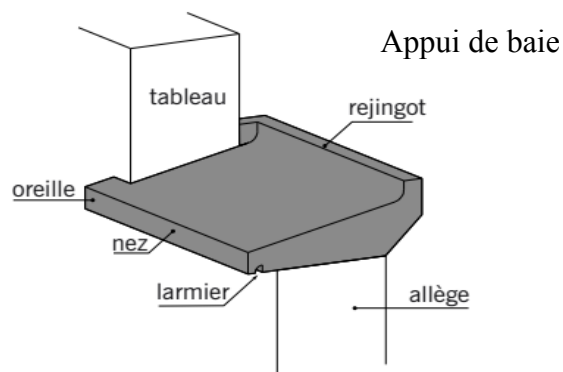
Les baies

■ **L'ouverture**: synonyme de baie.

■ Le **tableau** : désigne la surface verticale qui délimite la baie de chaque côté. La distance horizontale mesurée entre les deux tableaux est appelée **largeur de baie**, **largeur nominale de baie** ou **largeur entre tableaux**. Pour les murs d'épaisseur courante, les tableaux sont presque toujours situés du côté extérieur. Dans le cas de murs épais, il peut y avoir des tableaux intérieurs.

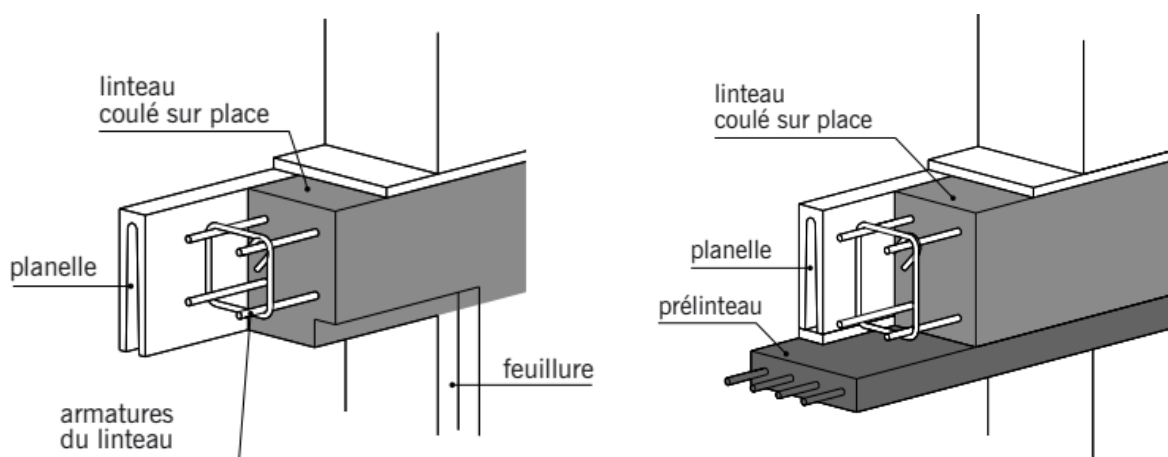


Coffrage perdu en terre cuite



■ La **hauteur de baie** ou **hauteur nominale de baie**: distance verticale mesurée entre la sous-face du *linteau* et le dessus du *redingote*. Largeur et hauteur de baie sont les deux dimensions indispensables pour choisir une menuiserie.

■ Le **linteau** : partie supérieure de la baie. En maison individuelle, le linteau est le plus souvent une poutre en béton armé reposant de chaque côté sur les *jambages* et supportant les éléments de construction situés au-dessus. Le linteau peut être préfabriqué en usine ou réalisé sur place dans un coffrage traditionnel ou dans un coffrage perdu.



■ Le **prélinteau** : élément préfabriqué en béton armé de faible épaisseur qui constitue la partie inférieure du linteau et sert de fond de coffrage.

CHAP IX - COFFRAGE ET FERRAILLAGE :

A. LE COFFRAGE

I. Généralités

Le coffrage est une structure provisoire servant à mouler le béton frais en attendant sa prise et son durcissement.

Le terme de moule est réservé pour la préfabrication d'élément en série généralement en usine.

Le coffrage permet également d'exploiter les qualités plastiques des bétons pour obtenir des formes répondant à la fois :

- ✓ À une certaine recherche esthétique ;
- ✓ À une condition fonctionnelle ;
- ✓ À une utilisation optimale des caractéristiques du béton.

Le coffrage n'est pas un assemblage de morceaux de planches qui s'improvise sur le chantier à grands coups de marteaux.

Le coffrage s'étudie et se fabrique en tenant compte qu'il doit satisfaire aux conditions suivantes :

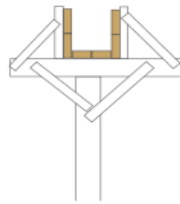
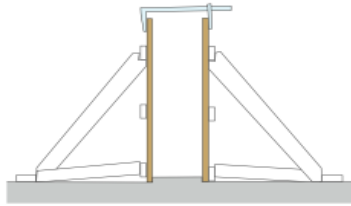
- Indéformabilité et stabilités lors de la mise en œuvre du béton ;
- Montage, démontage, réemploi ;
- Qualité de surface.

II. Les différents types de coffrages

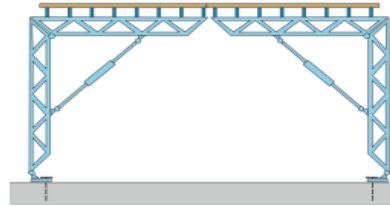
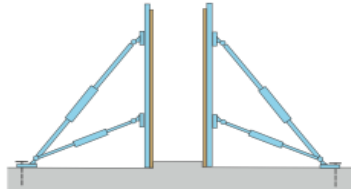
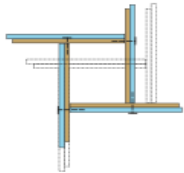
- Les coffrages bois ;
- Les coffrages métalliques ;
-

On peut également distinguer : Les coffrages industriels et les coffrages traditionnels.

coffrages traditionnels



coffrages industriels



III. Les coffrages industriels ou coffrages outils

Ce sont des éléments de dimension standard ou modulable servant à la réalisation d'un ouvrage donné tel que (poteau, poutres, mur...). Ceux-ci à chaque fois sont :

- Mises en place
- Stabilisées
- Réglées en position

Après l'exécution de l'élément souhaité, ils sont démontés. C'est la phase du décoffrage. Tout ce travail suit une progression étudiée à l'avance respectant des phases d'exécutions en intégrant surtout des mesures préventives de sécurité.

L'étude de la progression est appelée cycle des rotations des bandes et les différentes phases d'exécution s'appellent mode opératoire.

On distingue trois (03) grandes familles de coffrage outils

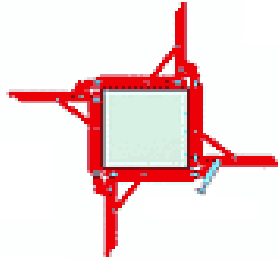
1. **Les coffrages standards** permettant de réaliser des ouvrages de dimensions différentes avec les mêmes outils

C'est le cas des banches et des coffrages pour poteau



2. **Les coffrages** ne pouvant servir que pour une dimension ou des dimensions imposées

Ex : C'est le cas des coffrages pour poteau circulaire ou carré ou des coffrages conçus pour des ouvrages en série.



3. **Le coffrage particulier** dit Tunnel

C'est le type de coffrage particulier qui permet de couler simultanément les murs et la dalle.

Exple : les dalots

IV. Les coffrages spéciaux

- *Le coffrage grimpant* ; Il fonctionne de manière similaire à une échelle c'est-à-dire échelon par échelon. Le coffrage est déplacé le long d'un rail qui est lui-même boulonné au béton sus coulé.
- *Les coffrages glissant* : Ce type de coffrage est souvent utilisé dans les travaux de voiries en l'occurrence pour couler des bordures, des murets,
- *Les coffrages gonflables*. : Le coffrage « gonflable », c'est la solution qui s'impose quand il s'agit d'assurer l'étanchéité par exemple pour la coulée en place de canalisations d'eau ; exple : les buses
- *Les coffrages perdus* : La caractéristique du coffrage perdu est qu'il est irrécupérable après la coulée du béton.



V. Les constituants principaux du coffrage

Quel que soit le type de coffrage, on retrouve les éléments suivant

1. La peau coffrant

C'est un habillage qui détermine l'aspect final de la pièce moulée.

2. L'ossature du coffrage

C'est l'ensemble de toute la structure qui limite les déformations dues à la poussée du béton frais. Les différents efforts sont transférés à une structure résistante composée de raidisseur qui reporte les actions aux différents points d'appuis.

3. Les tiges d'entretoises, la béquille de stabilité les étaies

L'ensemble de ces éléments permet le réglage et positionnement adéquat des surfaces coffrantes.

4. Éléments de sécurité

Ils sont généralement intégrés au coffrage et permettent aux ouvriers de travailler en toute sécurité.

I. Le décoffrage

C'est l'étape qui succède à la mise en place du béton. Le temps du décoffrage dépendra de la nature du ciment de la température ambiante, de l'ouvrage, de l'utilisation ou non de l'adjuvant.

Dans tous les cas le décoffrage doit intervenir après un temps suffisamment long pour que le béton acquiert une prise et une résistance suffisante.

Décoffrage sans dégradation ni du béton ni des matériaux utilisés pour le coffrage.

VI. *Le bois de coffrage*

Traditionnellement les éléments de coffrage sont constitués de bois dont les sections varient suivant la qualité de l'ouvrage exécuté de même que sa masse. Ces bois prennent différents noms suivant leur section.

Ex : * Les planches

Elles ont une épaisseur de 22 à 55 mm et une largeur comprise entre 25 et 30 cm et longueur comprise en 5,5 m et 6m

- Les bastings leur section sont :

5,5 x 25,5 à 6,5 x 18,5 cm

- Les chevrons leur section varie de 4 x 4 à 12 x 12 cm

- Les madriers

Leur section varie de 7,5 x 10,5 à 10,5 x 22,5cm

- Les contre plaqués

Leur épaisseur est de 5 10 et 22 mm

Tous ces éléments subissent des modifications de forme et dimension par sillage ou par assemblage pour donner des moules ou des coffres dont le béton frais épousera la forme.

A. LE FERRAILLAGE

I. Définitions

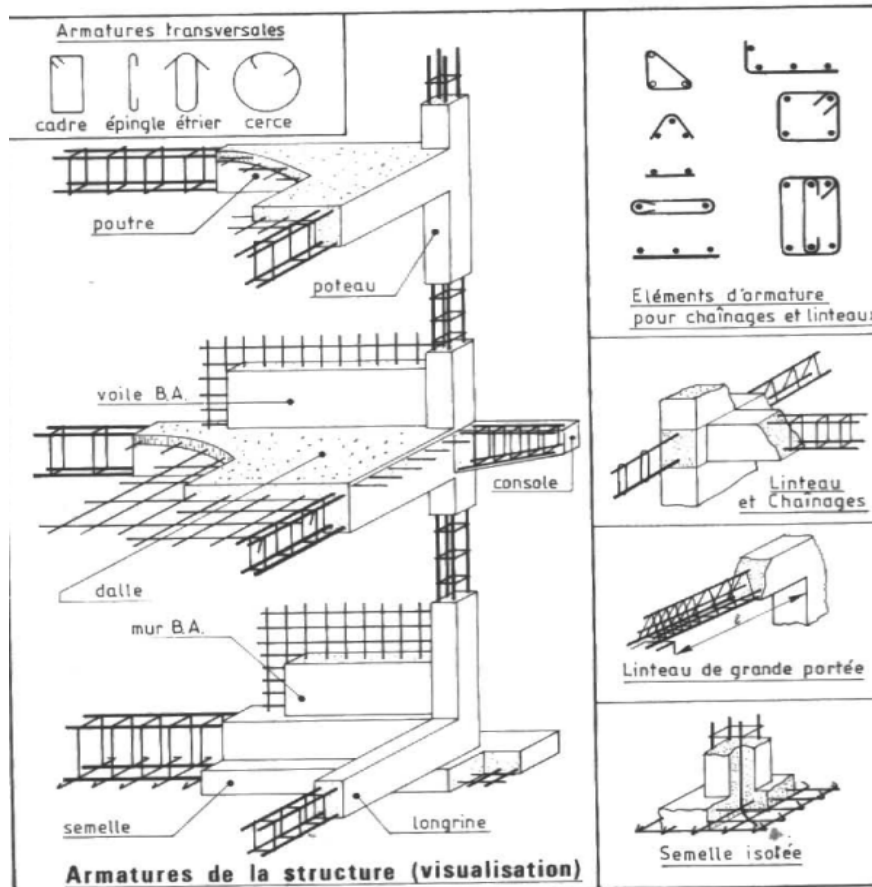
Le ferrailage est l'assemblage des armatures en acier par soudage ou par ligature d'un élément de construction en béton armé (poutre, poteau, plancher...).

L'armature est une barre d'acier façonnée pour réaliser le ferrailage :

- Armatures longitudinales appelées aciers principaux (barres filantes);
- Armatures transversales appelées aciers transversaux (cadres, épingles...)

Suivant leurs rôles, les armatures sont dénommées :

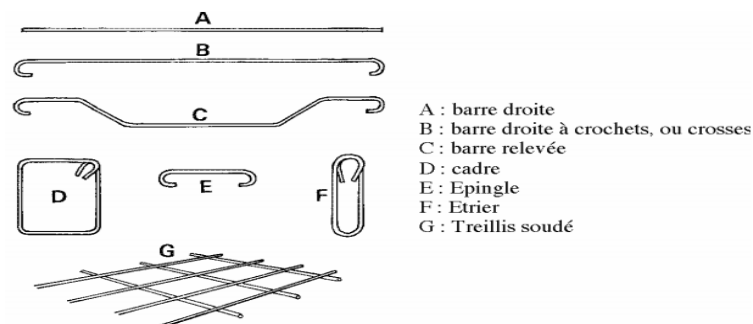
- ✓ Aciers porteurs (dans le sens de la petite portée) ;
- ✓ Aciers de répartition (dans le sens de la grande portée) ;



II. Les types d'armatures

Il existe plusieurs types d'armatures pour les ouvrages en béton armé

- La barre droite appelée acier filant ou acier longitudinal.
- Le cadre, l'étrier, l'épingle qui sont des aciers transversaux disposés perpendiculairement aux aciers filants.
- Le chapeau : armature longitudinale supérieure d'un ouvrage (poutre, dalle), disposée à la verticale des points d'appui de l'ouvrage.
- Le treillis soudé : panneau constitué d'un quadrillage de fils d'aciers employé pour armer les dallages et les planchers.
- L'armature préfabriquée : aciers pré-assemblés en usine et destinés à des usages précis (armatures pour poteaux, armatures pour chaînages...).



III. L'acier

L'acier utilisé pour le façonnage des armatures est un alliage de fer plus du carbone de faible proportion.

1) Fabrication

La métallurgie de l'acier comporte deux opérations essentielles :

- La première opération consiste à fabriquer de la fonte par réduction à chaud du minerai de fer au moyen de l'oxyde de carbone, produit par la combustion incomplète du coke (charbon purifié) dans un haut fourneau. Le carbone varie de 2.5 à 6 %.
- La seconde opération consiste à fabriquer l'acier à partir de la fonte par décarburation plus ou moins complète dans un four : c'est l'affinage de la fonte (moins de 1% de carbone).

Les qualités de l'acier

Qualité	Extra doux	doux	Demi doux	Demi dur	dur	Extra dur
Pourcentage Carbone	< 0,15	0,15 à 0,25	0,25 à 0,40	0,40 à 0,6	0,60 à 0,70	0,70 à 0,80

IV. Les aciers pour béton armé

Les aciers pour béton armé sont fabriqués en usine sous forme de fils ou barres de grande longueur et de différents diamètres. Ils assurent une très bonne résistance aux efforts tractions.

Les aciers pour béton armé n'ont pas tous les mêmes qualités. On distingue principalement :

✓ Les ronds lisses (Adx), dont la surface est lisse. Ce sont des aciers doux, leur résistance est moyenne, ils sont souples et élastique.

✓ Les aciers à haute adhérence (HA) : leur surface présente des reliefs (crantage, crénelure, strie, nervures en hélice...) qui améliorent l'adhérence de la barre au béton. Ces aciers sont très résistants, mais peu souples ils cassent facilement si on les tord sans précautions.

V. Caractéristiques des aciers pour béton

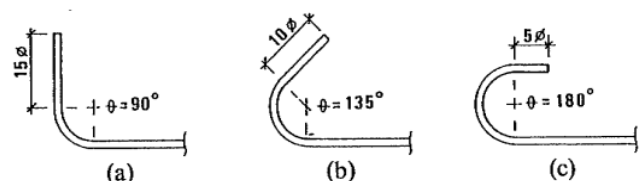
Aciers	Désignation	Limite d'élasticité f_e (MPa)	Utilisations	
Ronds lisses	Fe E 215	215	Cadres et étriers des poutres et des poteaux, anneaux de levage des pièces préfabriquées	
	Fe E 235	235		
Aciers H.A.	Fe E 400	400	Tous travaux en Béton Armé	emploi très fréquent
	Fe E 500	500		emploi moins fréquent
Treillis soudés	T.S.L. (Lisses)	500	Emplois courants pour : – radiers – voiles – planchers – dallages	
	T.S.H.A. (à haute adhérence)	500		

Diamètres nominaux exprimés en millimètres

	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	7	8	9	10	12	14	16	20	25	32	40
Ronds lisses et barres H.A.							•		•		•	•	•	•	•	•	•	•
Fils tréfilés H.A.	•		•		•		•		•		•	•						
Treillis soudés	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•						

Types de crochets pour les ancrages par courbure (NF-P 02 016)

	Désignation	Angle	Longueur droite
a	Équerre	90°	15 $\varnothing$
b	Retour à 135°	135°	10 $\varnothing$
c	Crochet normal	180	5 $\varnothing$



Nota : Voir les conditions de cintrage page 20.

CHAP - X - LES ESCALIERS ;

I. Définition

L'escalier est un ensemble constitué de marche et de paliers constitué de différents matériaux (bois, béton, acier) permettant de servir différents niveaux dans une construction.

II. Les différentes fonctions d'un escalier

1. **Fonction générale** : permettre de passer d'un niveau à un autre.

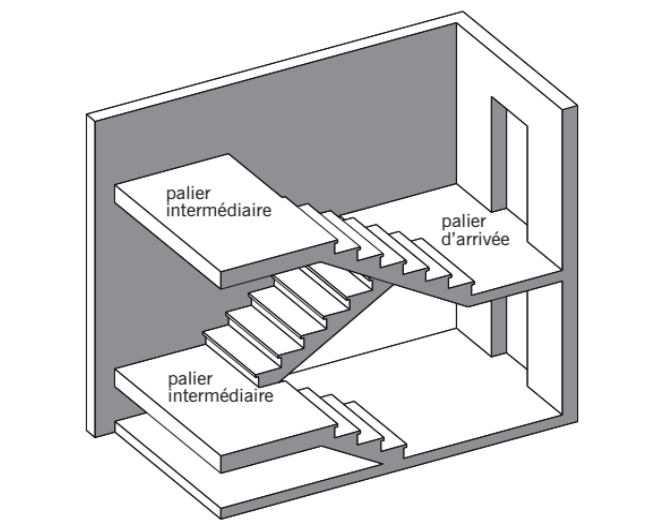
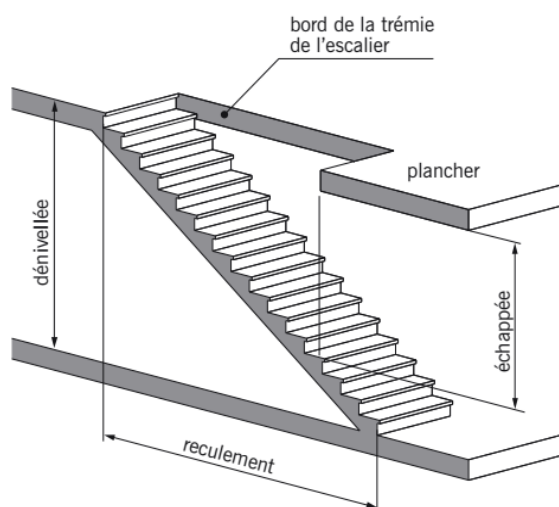
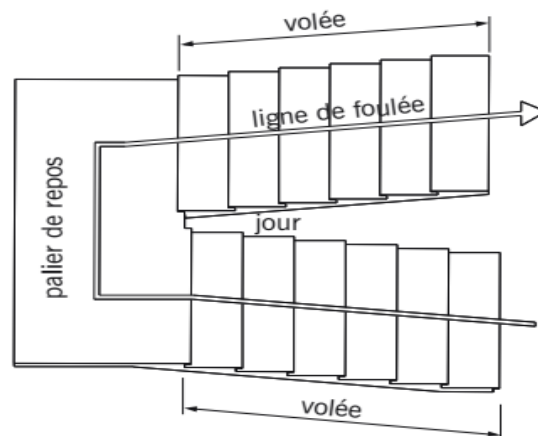
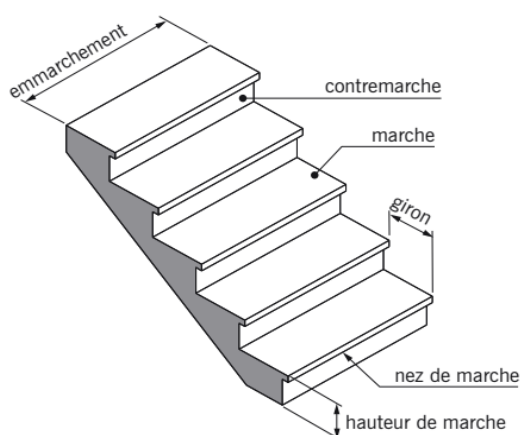
2. Fonction spécifique

- **Assurer le confort de l'usager** : ceci implique que l'utilisation de l'escalier ne doit pas engendrer beaucoup de fatigue. La pente doit être acceptable, les dimensions des marches règlementaires. Le passage facile
- **Sécurité** : l'utilisation de l'escalier ne doit pas engendrer de chute pour ce faire les marches doivent être horizontale afin d'éviter tout risque de glissement. Les parties sombres doivent être éclairées afin de permettre une bonne visibilité.
- **La Stabilité** : l'escalier doit résister à son poids propre et à celui des surcharges.
- **La durabilité** : l'escalier doit pouvoir résister aux divers agents atmosphérique et chimique. Il doit également résister au feu et à l'issue.

III. La terminologie

- La marche : partie horizontale qui reçoit le pied pour monter ou descendre l'escalier.
- La contre marche : c'est la partie verticale qui limite la marche.
- Le nez de marche : partie en sailli sur la contre marche
- Le giron : c'est la partie horizontale qui sépare deux nez de marche consécutif ou deux contre marche.
- Hauteur de marche : c'est la différence de hauteur entre deux marches consécutives
- La paillasse : c'est la dalle oblique en béton armé qui supporte l'escalier.
- L'emmarchement : C'est la largeur de l'escalier. Elle doit être ≥ 80 cm pour les maisons individuelles. Pour les immeubles collectifs ou des maisons publiques l'emmarchement doit être ≤ 120 cm

- Le palier : Aire plane qui permet un repos pendant la montée ou la descente de l'escalier. Il doit permettre le passage d'objet volumineux. Il peut avoir un palier de départ qui est l'origine d'escalier, un palier intermédiaire et un palier d'arrivée. Ils sont situés au même niveau que ces planchers d'étages.
- La volée : c'est l'ensemble de marche, contre marche et paillasse compris entre deux paliers
- Le jour : C'est l'espace vide entre deux volées parallèle.
- Le collet : C'est la partie verticale d'une marche côté jour
- L'échappée : C'est la hauteur libre au-dessus de la marche.
- Le mur d'échiffre : c'est un mur qui limite la cage d'escalier
- La cage d'escalier : C'est l'espace réservé à la réalisation de l'escalier.
- La ligne de foulée : C'est la ligne fictive qui représente le parcours d'une personne qui monte ou descend l'escalier en tenant la main courante côté jour.



IV. Caractéristique dimensionnelle d'un escalier

1. Les hauteurs des marches

Toutes les marches d'un escalier doivent avoir la même hauteur. Celle-ci varie entre 15,5 cm et 18,5 cm selon les cas.

2. Le giron

Le giron doit avoir la même dimension sur la ligne de foulée entre 25 et 32 cm.

Voir le tableau récapitulatif de caractéristique d'un escalier.

Type d'escalier	Hauteurs de marche	Girons
Escalier perron	15,5 à 17	30 à 32
Escalier d'étage	16,5 à 17,5	27 à 30
Escalier de cave	17,5 à 18,5	25 à 28

Dans tous les cas la proposition agréable entre la hauteur des marches et la valeur de girons ou foulée est définie par la relation dite relation de blondel : $60 \leq 2h + G \leq 64$

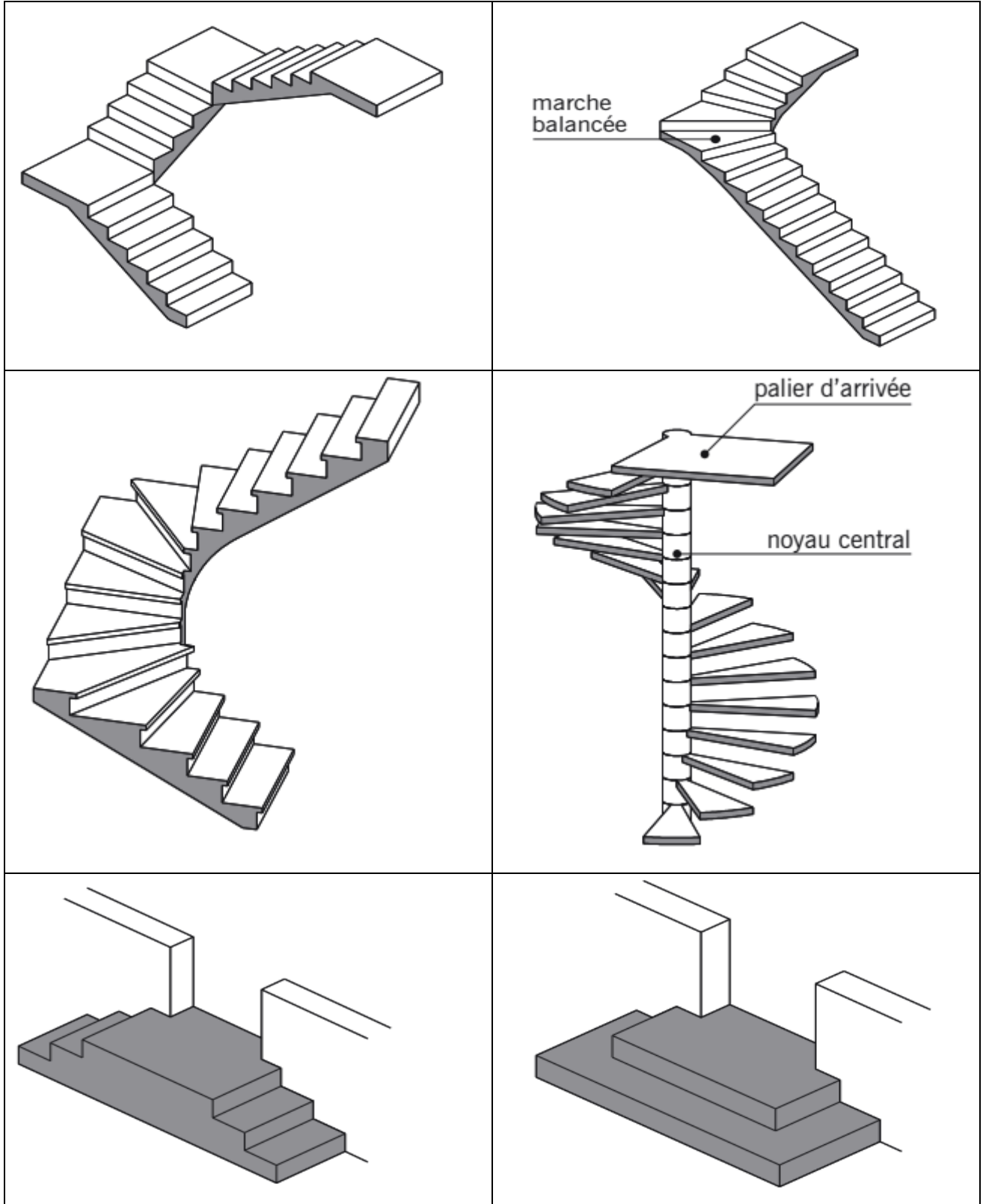
60 à 64 représente la moyenne des pas de l'homme.

Pour les enfants cette valeur est réduite à 50 à 55.

V. Les différents types d'escaliers

- L'escalier droit : escalier constitué d'une seule volée et dont toutes les marches sont de forme rectangulaire.
- L'escalier à volées droites avec palier(s) intermédiaire(s) : escalier comportant plusieurs volées droites de directions différentes séparées par un ou plusieurs paliers intermédiaires.
- L'escalier balancé : escalier sans palier intermédiaire dont les changements de direction sont assurés par des marches balancées. On distingue deux principaux types d'escaliers balancés :
 - L'escalier à un quartier tournant ou à quart tournant : le changement de direction est à 90°. Le quart tournant peut se situer en bas, au milieu ou en haut de l'escalier.
 - L'escalier à deux quartiers tournants ou à deux quarts tournants : le changement de direction est de 180°. L'appellation « quartier tournant » désigne la portion de l'escalier qui assure le changement de direction soit à l'aide de marches balancées, soit par l'intermédiaire d'un palier de repos. Dans la pratique cette dénomination est surtout employée pour les escaliers balancés.

- L'escalier hélicoïdal appelé aussi escalier à vis, en spirale ou en colimaçon : escalier tournant dont les marches se développent autour d'un noyau cylindrique central.
- Le perron : petit escalier extérieur de quelques marches placé le plus souvent devant une porte d'entrée.

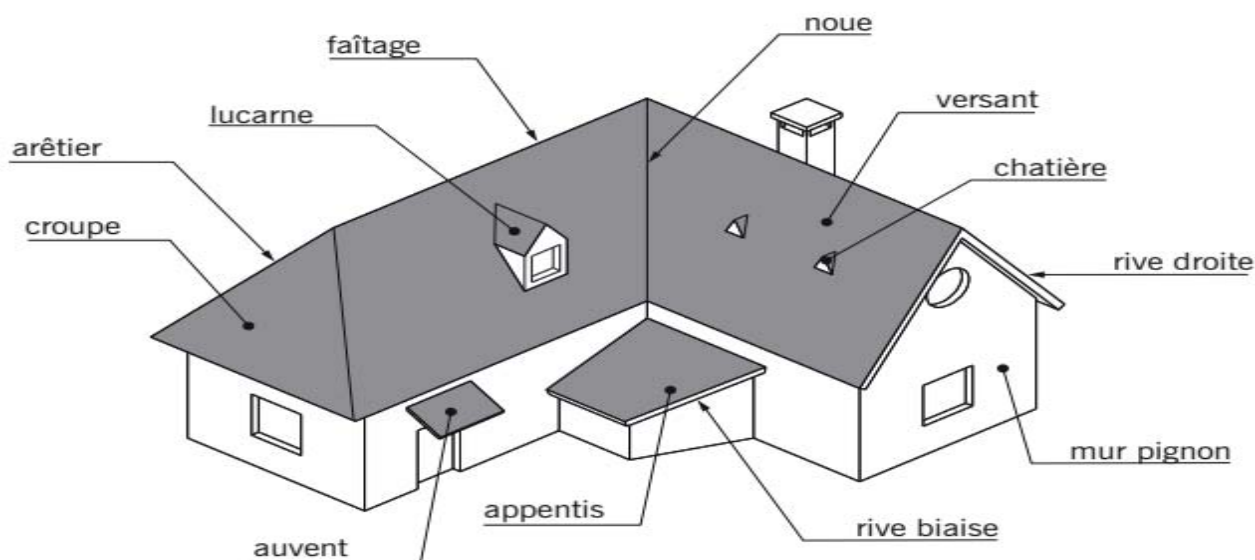


CHAP XI - CHARPENTES ET COUVERTURES

A. GÉNÉRALITÉS

Charpente et couverture sont les deux éléments essentiels permettant la mise hors d'eau de la construction. Ils constituent la toiture de l'ouvrage.

Terminologie d'une toiture



B. LA CHARPENTE

I. Définitions

La charpente est l'ensemble de pièces en bois qui portent la couverture. Les charpentes présentent diverses formes et différentes pentes d'inclinaison suivant les régions et les types de couverture.

Elle peut être en bois, en acier ou en béton.

- ✓ **Le bois** : sous la forme classique, les pièces monoblocs sont tirées d'un fut.

Sous la forme moderne, les pièces sont réalisées à l'aide de planches collées ou clouées entre elles, cette technique permet d'obtenir des portées plus grandes que celle dérivées de la forme classique.

- ✓ **L'acier** : l'alliage fer + carbone, grâce à ses caractéristiques mécaniques élevées autorise l'exécution de charpente de grande portée et relativement légères.
- ✓ **Le béton** : d'utilisation récente, la précontrainte permet, d'une manière économique, la réalisation de charpentes aux formes les plus variées.

II. Terminologie des éléments de la charpente

✚ **La ferme** : ouvrage, le plus souvent de forme triangulaire, constitué de pièces assemblées. La ferme porte les pannes, les chevrons et les matériaux de couverture. Les éléments constitutifs d'une ferme courante sont :

- ✓ **L'entrait** : pièce horizontale qui repose à ses deux extrémités sur le sommet des murs gouttereaux.
- ✓ **L'arbalétrier** : pièce inclinée recevant les pannes intermédiaires. Une ferme possède généralement deux arbalétriers.
- ✓ **Le poinçon** : pièce verticale, souvent de section carrée, qui sert de lien entre l'entrait et les arbalétriers.
- ✓ **Fiche ou montant** : pièce verticale reliant l'arbalétrier à l'entrait.
- ✓ **La contre-fiche ou diagonale** : pièce inclinée reliant l'arbalétrier au poinçon.

✚ **Les pannes** : pièces de bois horizontales prenant appui sur les fermes et/ou sur des murs porteurs en maçonnerie. Les pannes portent les chevrons.

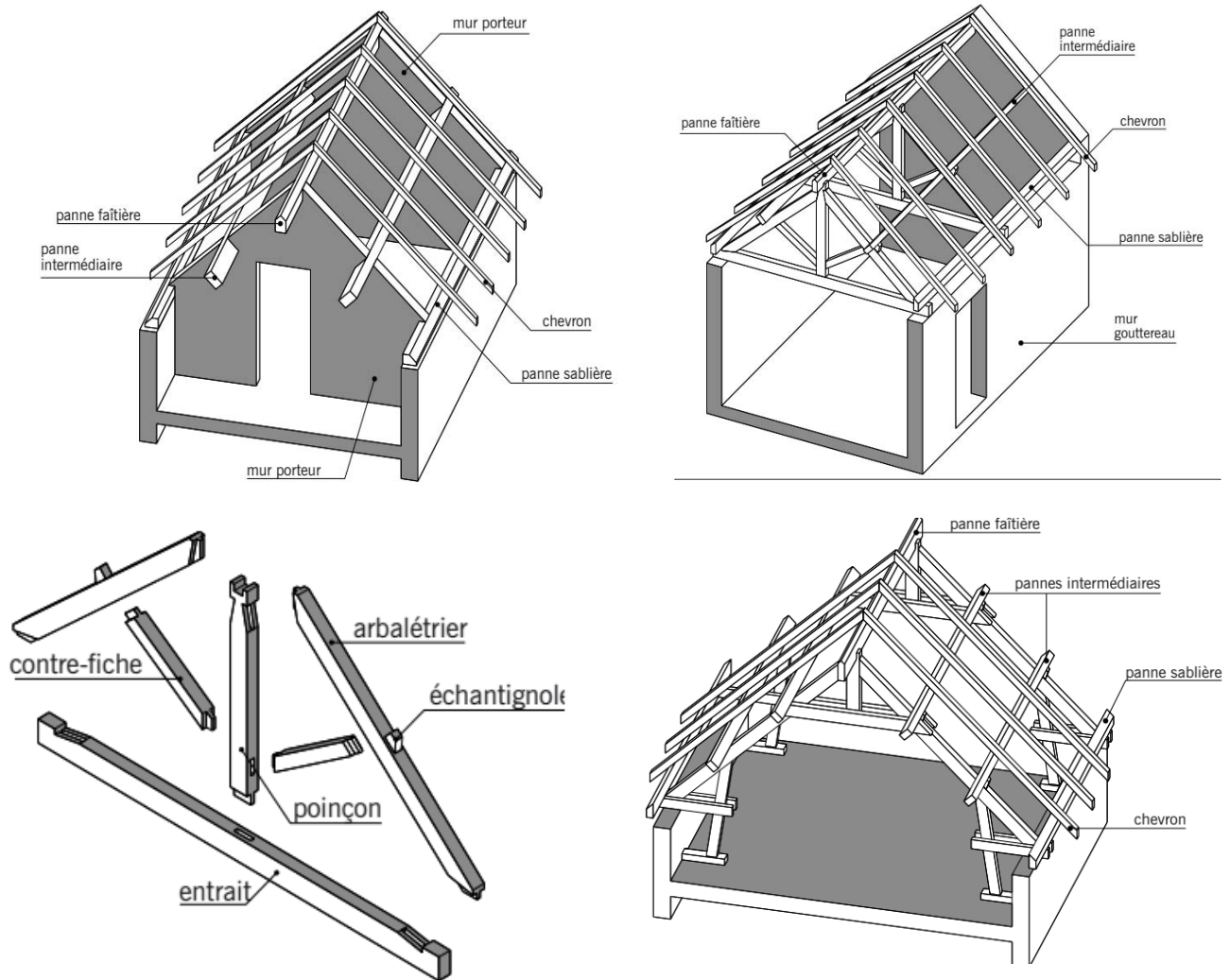
On distingue trois types de pannes :

- ✓ • **La panne faîtière** appelée aussi faîtière: elle est placée au sommet de la charpente, au faîte (ou faîtage) de la toiture.
- ✓ • **Les pannes sablières** appelées aussi sablières : elles sont situées en partie basse de la charpente, au-dessus du mur gouttereau.
- ✓ • **Les pannes intermédiaires** appelées aussi pannes courantes: elles prennent appui sur les arbalétriers. Le nombre de pannes intermédiaires dépend du type de ferme et de la grandeur de l'ouvrage.

✚ **L'échantignolle ou chantignole** : cale prismatique en bois clouée sur l'arbalétrier et dont le rôle est de soutenir les pannes intermédiaires.

✚ **L'aisselier** : pièce oblique assurant la rigidité de l'angle formé par la panne faîtière et le poinçon. De manière générale, on appelle aisselier toute pièce destinée à renforcer un assemblage de charpente.

✚ **Le chevron** : pièce de bois reposant sur les pannes et placée suivant le sens de la pente du toit. Le chevron supporte les liteaux ou les voliges. L'ensemble des chevrons d'une charpente constitue le chevronsage.



C. COUVERTURE

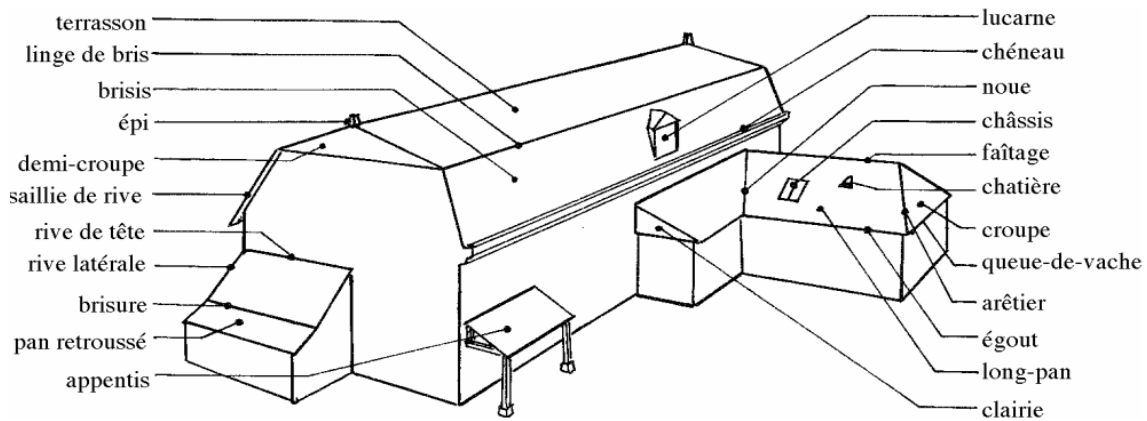
I. Définitions

La couverture: ensemble des matériaux et des ouvrages qui constituent la surface extérieure d'un toit.

Il existe différents types de matériaux de couverture tels que :

- ✓ Les tuiles, les bardeaux bitumés et les ardoises en ce qui concerne les petits éléments,
- ✓ Les tôles bacs et les tôles ondulées pour les grands éléments ;

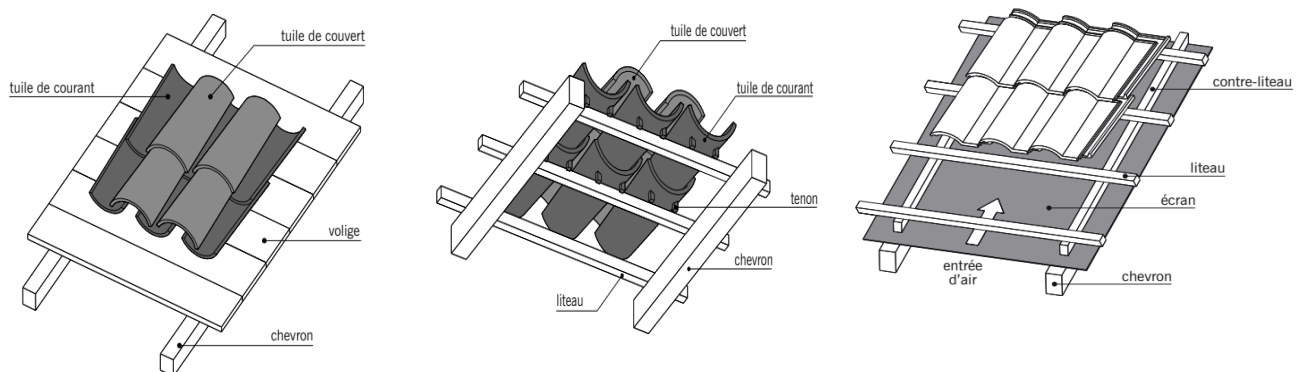
I. Éléments constitutifs d'une couverture



II. Les petits éléments

a. La tuile

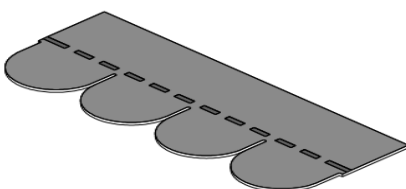
La tuile est un élément de couverture de formes et de dimensions variables en terre cuite, en béton, métallique ou plastique. Les tuiles s'assemblent entre elles par recouvrement et/ou emboîtement. Il existe plusieurs modèles de tuiles dont les principaux types sont détaillés ci-après :



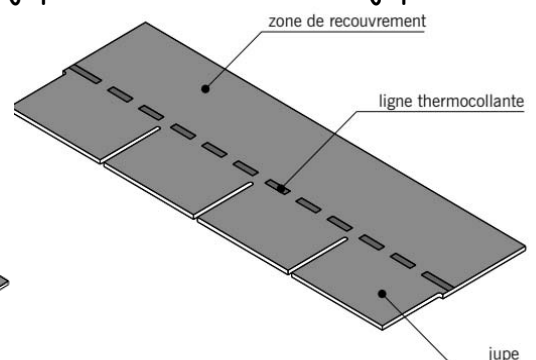
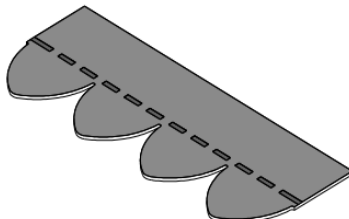
b. Les autres types de couvertures à petits éléments

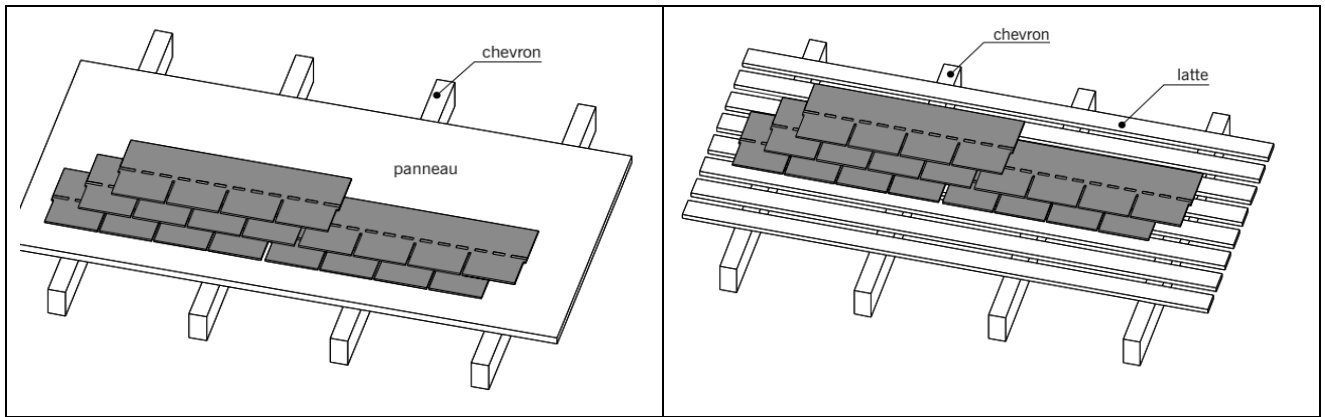
Le bardeau bitumé appelé bardeau d'asphalte ou shingle: élément plat de couverture, composé d'une ou de deux armatures en voile de verre et d'un matériau d'enrobage imperméable à base de bitume et de silice. La face exposée est recouverte de granulés colorés de céramique ou d'ardoise. Le bardeau le plus courant se présente sous la forme d'un rectangle de 100-cm x 35-cm environ, d'une épaisseur moyenne de 4-mm. Sur sa partie inférieure, le bardeau est découpé partiellement en 3 ou 4 secteurs appelés jupes. On distingue les bardeaux à jupes carrées et ceux à jupes découpées en forme d'écaille ou d'ogive

jupes en forme d'écailles



jupes en forme d'ogives

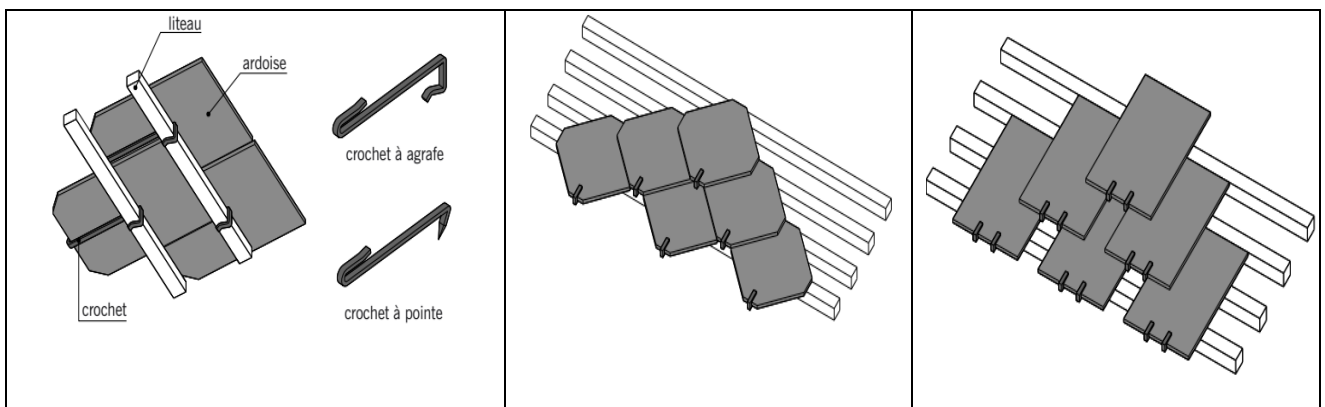




L'ardoise ou ardoise naturelle: plaque de couverture réalisée en schiste ardoisier. Les ardoises sont classées en quatre catégories :

- ✓ Les modèles ordinaires ou modèles français ont une épaisseur moyenne de 3-mm. Leur format varie de 22-cm x 16-cm à 35,5-cm x 25-cm.
- ✓ Les modèles anglais dont le format varie de 30-cm x 20-cm à 46-cm x 30-cm pour une épaisseur moyenne de 4-mm.
- ✓ Les modèles carrés ont une épaisseur moyenne de 4-mm. Leur format varie de 30-cm x 30-cm à 35,5-cm x 35,5-cm .
- ✓ Les modèles historiques dont le format varie de 27-cm x 18-cm à 32,5-cm x 22-cm pour une épaisseur moyenne de 5-mm.

L'ardoise artificielle : plaque en fibre ciment spécial constitué d'un mélange de ciment et de fines particules d'ardoises et de fils de verre. Les modes de fixations par clous ou crochets ainsi que les types de pose sont semblables à ceux des ardoises naturelles.



c. Définition des recouvrements

	Nomenclature : R : Recouvrement F : Faux-pureau P : Pureau	A noter : Les valeurs de recouvrement (en cm, entre 6 et 15 cm) sont fonctions : <i>f</i> Du type de tuile, <i>f</i> De la pente de la couverture, <i>f</i> De la région, site et exposition <i>f</i> De la longueur du rampant de couverture
--	---	---

III. Les grands éléments

1) Les tôles et les bacs

Toutes ces tôles sont utilisées pour les couvertures et les bardages. Les nervures permettant de raidir l'ensemble et de résister aux surcharges dues au vent en particulier.

2) Les tôles ondulées

D'épaisseur variable de 0,3 à 0,7 mm, elles sont galvanisées par immersion des tôles dans du zinc à fusion ; fabriquées en 0,90 m ou 1 m de large par 2 m de long.

3) Les bacs galvanisés (ou bacs autoportants)

Les hauteurs des nervures sont de l'ordre de 4 à 5 cm ; la largeur est de l'ordre de 80 cm (mais la largeur utile est de 0,75 m) ; l'épaisseur est de l'ordre de 30/100 à 50/100mm ; la longueur n'est théoriquement pas limitée mais pratiquement la limitation est due aux conditions de transport.

On livre en 6 ml, 9ml, 12ml

La galvanisation est variable et pas toujours précisée par le revendeur. Elle correspond à la masse de zinc allant de 100 à 600 g/m² double face.

4) Les bacs aluminium (ou autoportants ou bacs nervures)

Les hauteurs de nervures sont de l'ordre de 4 à 5 cm.

Les épaisseurs sont de 60/100 à 70/100 mm.

Ils sont vendus en 0,80 m de large (0,75 largeur utile).

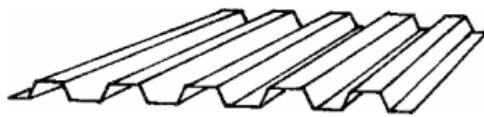
5) Les bacs Alu-Zinc

Également en 30 ou 35/100.

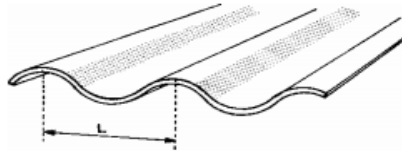
6) Les bacs prélaqués (sur commande)

Ce sont des tôles revêtues d'une ou plusieurs couches de peinture (laques)

L'épaisseur des tôles en mm est notée : 30/100 ; 35 /100 à 65/100...



Tôle nervurée (alu ou acier)

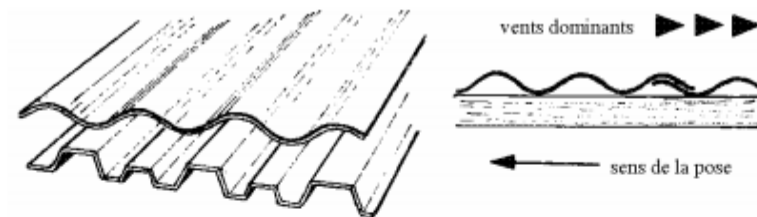


Tôle ondulée

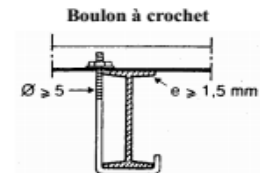
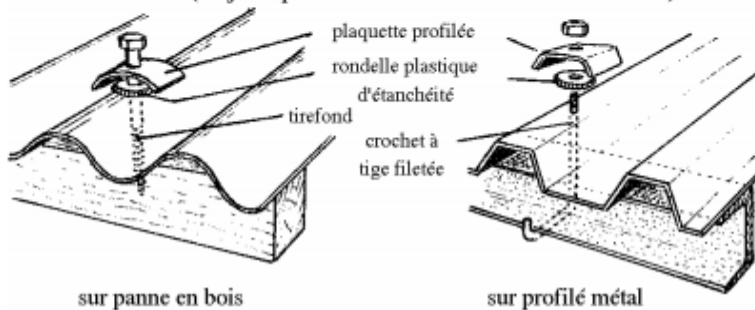
On peut citer en particulier :

- Fibre-ciment
- Onduline (carton/bitume)

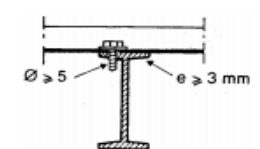
Fixation et pose



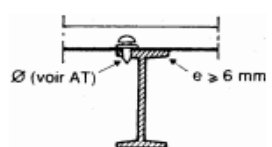
fixation (toujours par le sommet des ondes ou des nervures)



Vis auto taraudeuse



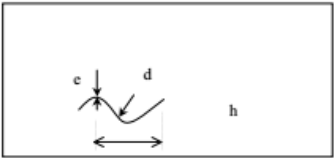
Clou de scellement



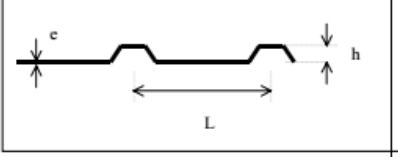
IV. Choisir une couverture

Pente (en °)	Matériaux de couverture		Poids propre (kg/m ²)	Entre axe entre appuis (m)	Configuration	<i>Le Serrage des vise</i> D'exploitation admissible (Kg/m ³)
22 à 30	<u>Matériaux traditionnels</u>	Tuile	40 à 60	0,3	Couverture pour forte pente.	30
90 et plus		Ardoise	30 à 40	à 0,8	Nécessite la pose de liteaux (grille porteuse secondaire)	à 100
1 à 5	<u>Matériaux en béton</u> (Toiture terrasse)	Poutrelle+ourdis <i>(catégorie A cf. cours de construction)</i>	150 à 330	2 à 6	Penser à l'étanchéité car pente faible. Le poids propre est fonction de l'épaisseur du plancher (et donc de la résistance mécanique recherchée). En particulier les planchers de type poutrelle+ourdis dépendent fortement du type d'ourdis utilisé (ex : si ourdis en polystyrène : ($P_{Pr\,opre\, plancher} \in [150;210]$) ; si en béton $P_{Pr\,opre\, plancher} \in [220;310]$)	100 à 500
		Dalle	370 à 500			

En Afrique, compte tenu des pluies violentes il est vivement conseillé pour les matériaux traditionnels un complément d'étanchéité au moyen d'un polyane continue de 150 microns minimum en sous-face de la couverture ; de même la ligature de chaque élément est obligatoire. Pour les matériaux en béton une pente de 3 % est vivement conseillé afin d'éviter la stagnation d'eau.

Pente (en °)	Matériaux de couverture	Poids propre (kg/m ²)	Entre axe entre appuis (m)	Configuration	Surcharge D'exploitation admissible (Kg/m ²)
4°/11 à 25	<u>Matériaux ondulés</u> Aciers Alu Onduline Polyester Fribo-ciment * : 4° pour les plaques fibro-ciment, et 11 pour les autres plaques 	7 à 10 2 à 3 6,5 2,5 16	1,70 à 3,20 1,6 à 2,2 0,5 à 0,6 1,6 à 3,20 1,38 ou 1,44	4 chiffres pour caractériser le produit : ✓ e : épaisseur (de 0,4 à 1,25 mm pour acier, 0,6 à 1,25 pour l'alu, et 1,5 à 3 mm pour le polyester) ✓ L : longueur d'onde (7 à 8 cm, sauf pour le fibro-ciment ayant 17,7 cm)) ✓ H : hauteur d'onde (2 cm environ) ✓ L : Largeur : 0,90 m L'entraxe entre appuis dépend des conditions climatiques (vent : région, site), des 3 chiffres du produit (e, l et h), des dimensions de plaques et des recouvrements nécessaires (10 à 15 cm selon pente) ⇒ dans la pratique voir la fiche technique du fabricant	50 à 100

En Afrique, compte tenu des pluies violentes il est vivement conseillé pour les matériaux ondulés une pente minimale de 11° (25 %), et de 7° (15%) pour les plaques fibre-ciment.

Pente (en °)	Matériaux de couverture	Poids propre (kg/m ²)	Entre axe entre appuis (m)	Configuration	Surcharge D'exploitation admissible (Kg/m ²)
0 à 25	<u>Matériaux nervurés (autoportant)</u> Acier Alu 		2,5 à 4 0,8 à 2,5	3 chiffres pour caractériser le produit : ✓ e : épaisseur (de 0,6 à 1 mm environ) ✓ L : longueur d'onde (30 à 40 cm) ✓ H : hauteur d'onde (38 mm mini) ✓ L : largeur : 1 m environ L'entraxe entre appuis dépend des conditions climatiques (vent : région, site), des 3 chiffres du produit (e, l et h), des dimensions de plaques et des recouvrements nécessaires (10 à 15 cm selon pente) ⇒ dans la pratique voir la fiche technique du fabricant	50 à 100

En Afrique, compte tenu des pluies violentes il est vivement conseillé pour les matériaux nervurés une pente minimale de 7° (15%).

De façon générale, en construction métallique préférer les matériaux nervurés et consulter la fiche technique du fabricant pour déterminer l'entraxe entre appuis.
Souvenez-vous : on ne construit pas sans le matériau.

CHAP XII - LES PLANCHERS ET DALLAGES

A. LES PLANCHERS

I. Généralités :

Un plancher est un élément porteur horizontal séparant deux étages d'une construction.

Les planchers prennent appui, soit sur des murs, soit sur des poutres.

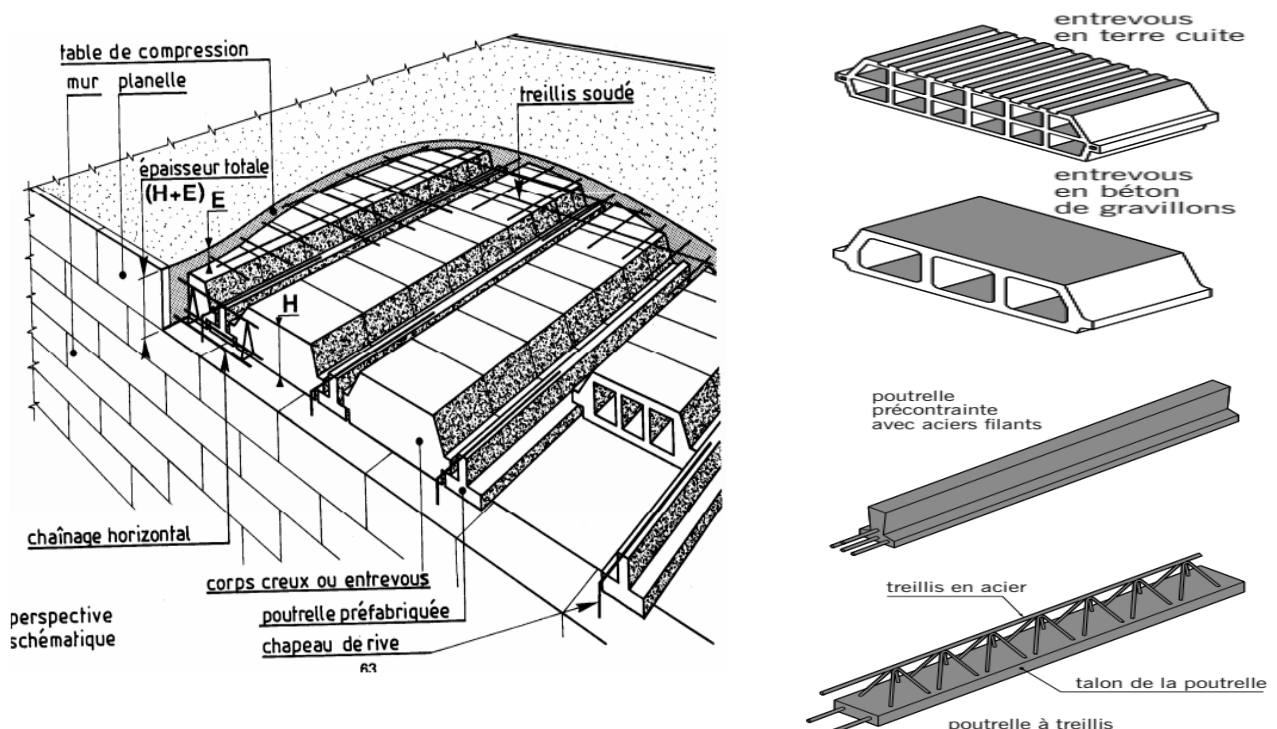
Les principaux types sont :

- ❖ LES PLANCHERS A CORPS CREUX ET POUTRELLES.
- ❖ LES PLANCHERS A DALLE PLEINE EN BETON ARME.
- ❖ LES PLANCHERS PREFABRIQUES AVEC PREDALLES.

II. Les planchers à corps creux et poutrelles :

Ce type de plancher, très utilisé dans la construction individuelle, permet d'éviter l'emploi de moyen de levage important. Il est constitué de trois éléments de base : les poutrelles (nervures), les entrevous (hourdis), et un béton de clavetage (dalle de compression ou de répartition), rendant l'ensemble monolithique.

Terminologie :



Ces planchers sont constitués de poutrelles préfabriquées en béton qui prennent appui sur des murs (de façade ou de refend) ou sur des poutres en béton armé.

Des corps creux (ou entrevous) en béton, en terre cuite ou en polystyrène sont disposés entre les poutrelles, les uns à côté des autres. L'ensemble est recouvert d'une dalle en béton appelée table de compression, coulée sur place et armée d'un treillis soudé.

Situer chacun de ces éléments sur la perspective de la page précédente. Il existe dans le commerce une grande variété de ces planchers. Les formes des poutrelles et des corps creux varient selon les fabrications.

Malgré tous les épaisseurs des planchers sont sensiblement identiques d'un fabricant à l'autre. Les dimensions les plus courantes sont :

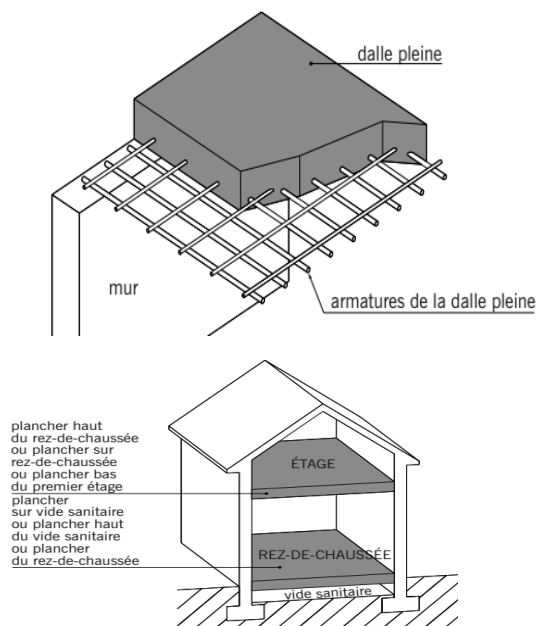
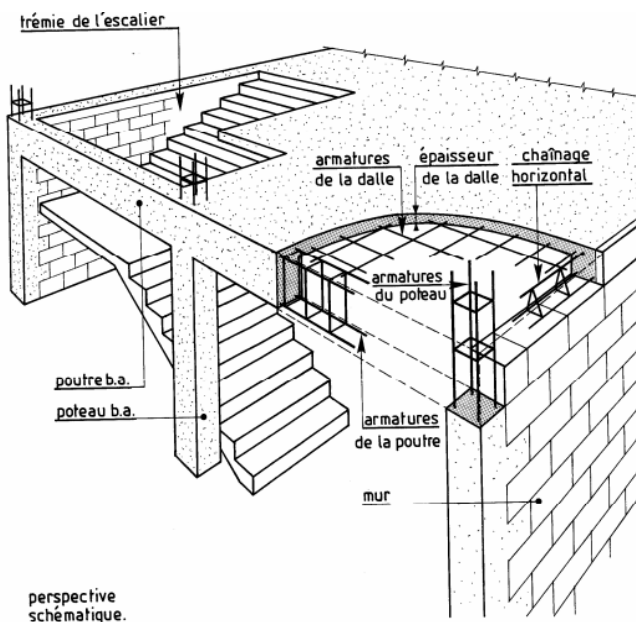
H : Hauteur des corps creux (cm)	12	16	20	25	30
E : Épaisseur table de compression (cm)	4	4	4	5	5

III. Les planchers à dalle pleine :

La dalle pleine est un plancher en béton armé de 15 à 20-cm d'épaisseur coulé sur un coffrage plat. Le diamètre des armatures incorporées et leur nombre varient suivant les dimensions de la dalle et l'importance des charges qu'elle supporte.

Ce type de plancher est très utilisé dans l'habitat collectif

Terminologie :

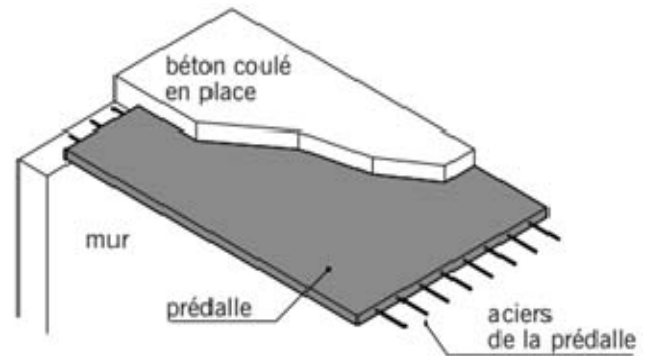
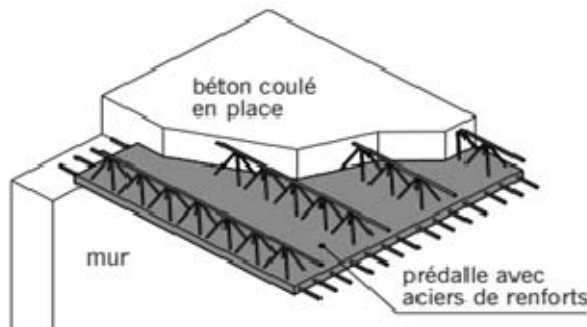


Ces planchers sont constitués d'une dalle pleine en béton (de 15 à 20 cm d'épaisseur) armée soit avec un treillis soudé, soit avec des aciers ligaturés.

Comme pour les planchers précédents, les appuis de la dalle peuvent être des murs (de façade ou de refend) ou des poutres en béton armé.

IV. Les planchers à prédalles

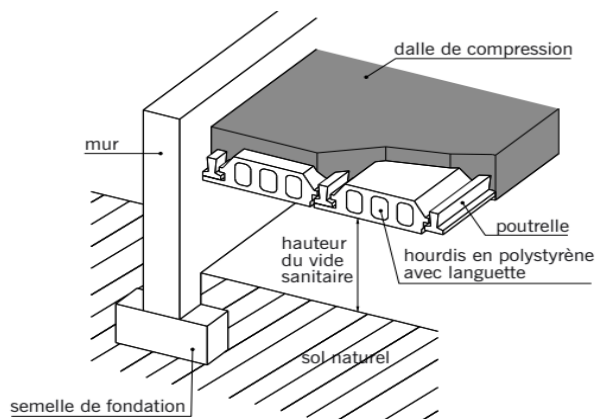
La prédalle est une plaque préfabriquée en béton armé ou en béton précontraint de 5-cm d'épaisseur environ, constituant la partie inférieure du plancher. La prédalle participe à la résistance du plancher et fait également office d'élément de coffrage en béton.



V. Les autres types de dalle :

❖ Les planchers sur vide sanitaire

Le vide sanitaire est un espace ventilé situé entre le premier plancher d'une habitation et le sol naturel.



❖ Dalle nervurée dans une direction

❖ Dalle nervurée dans deux directions

❖ Dalle champignons

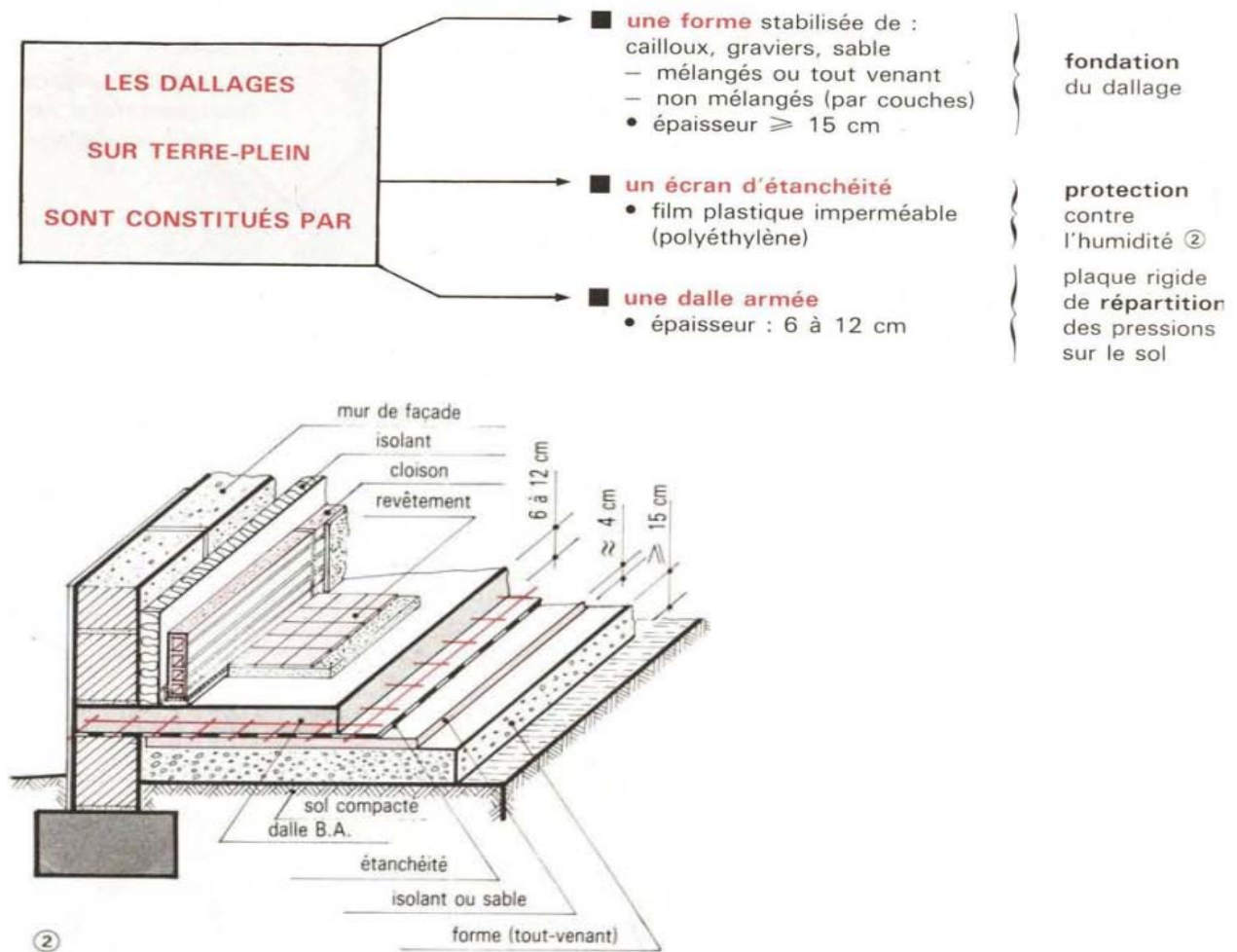
❖ Plancher en bois

❖ Plancher métallique

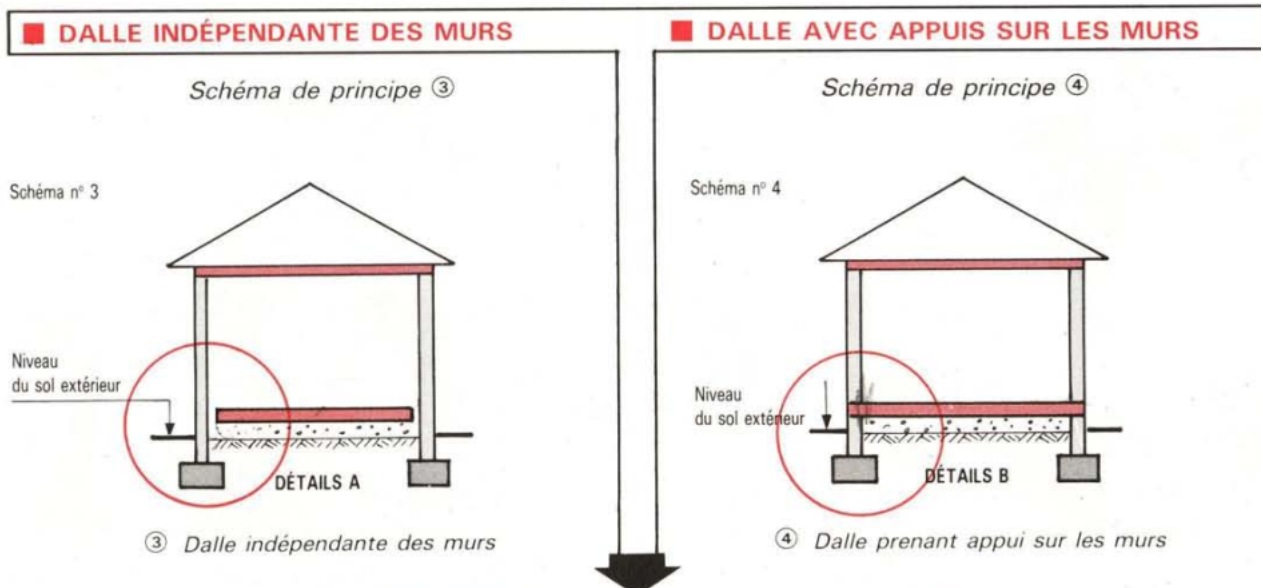
B. LES DALLAGES

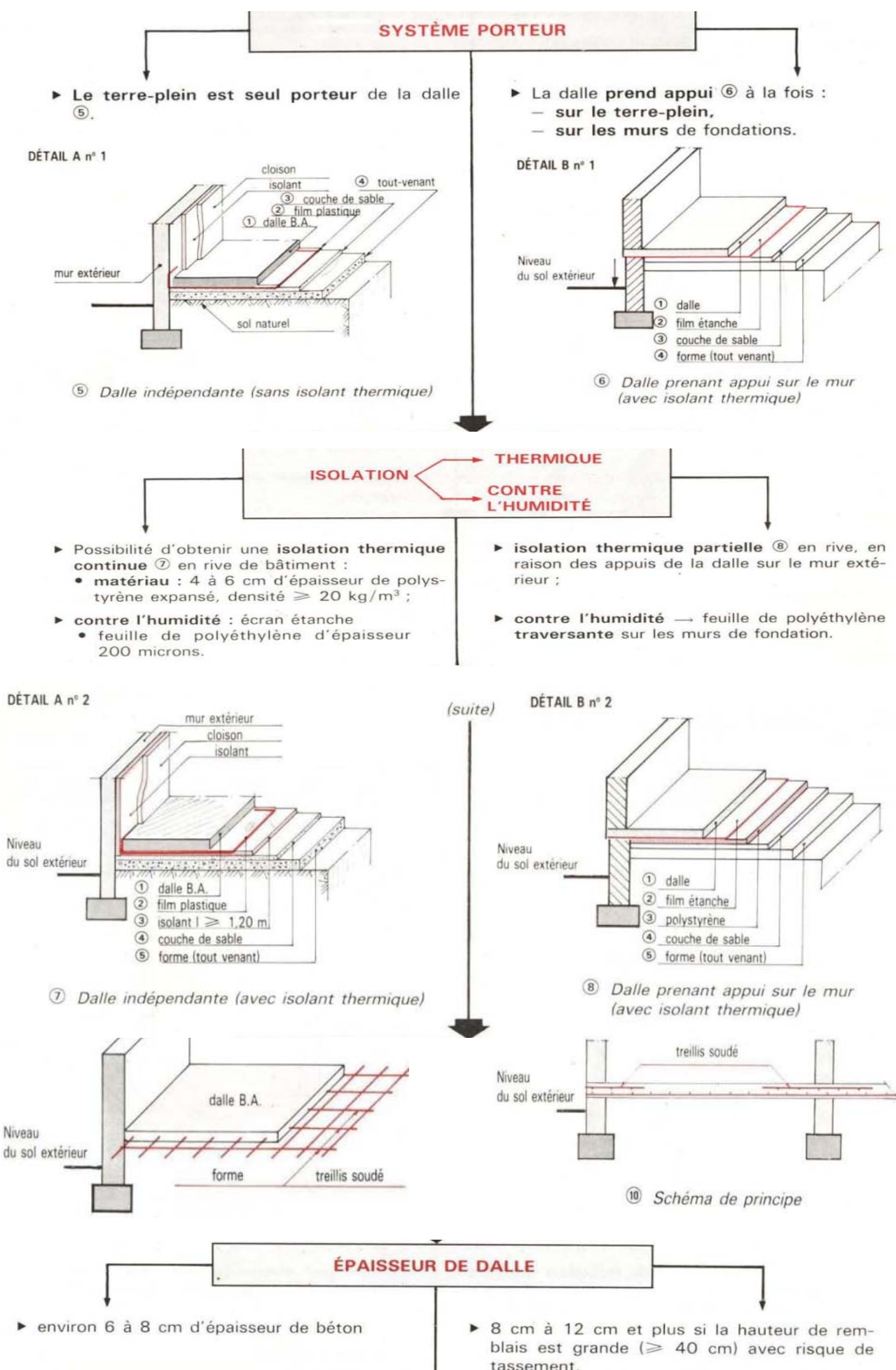
I. Généralités

Le dallage est un ouvrage horizontal reposant sur le sol et constituant le plancher bas d'une habitation bâtie sur terre-plein (c'est à dire ne possédant ni sous-sol et ni vide sanitaire).



II. Les types de dallage sur terre-plein





CHAP XIII - PLOMBERIE - ASSAINISSEMENT

A. LA PLOMBERIE

I. Généralités

La **plomberie** désigne la pose et l'installation des canalisations d'alimentation et d'évacuation des eaux, des appareils sanitaires et de leurs robinetteries.

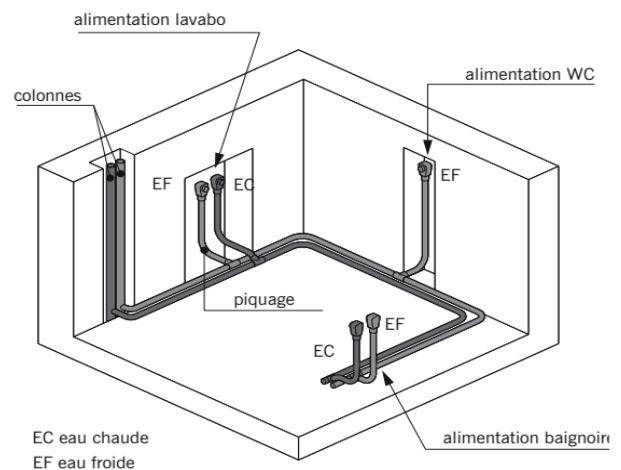
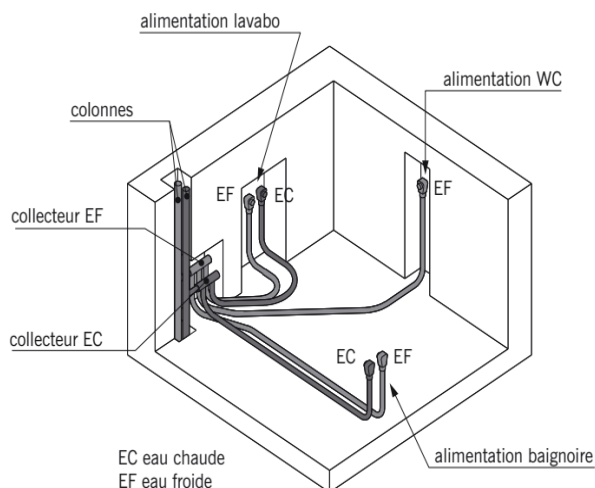
Les canalisations sont des conduits en matériaux divers (béton, métallique ou plastique) dont le but est de collecter, de diriger ou d'évacuer des effluents provenant de la construction ou du milieu naturel.

La **distribution d'eau** est l'ensemble des canalisations qui transportent l'eau sanitaire dans une habitation. La distribution d'eau froide sanitaire alimente les appareils sanitaires et ménagers depuis le compteur d'eau par l'intermédiaire de canalisations, de colonnes montantes puis de tubes de petits diamètres. Pour la distribution d'eau chaude sanitaire, l'alimentation des appareils s'effectue à partir du générateur thermique (chauffe-eau ou chaudière mixte).

II. L'hydrodistribution sanitaire :

Il s'agit d'un réseau de distribution d'eau sanitaire composé de canalisations souples en PER noyées dans la chape du plancher et d'accessoires de branchement. On distingue deux types d'installations :

- L'hydrodistribution par piquages : les appareils sanitaires sont alimentés par piquages (branchements de canalisations secondaires sur les deux conduites principales).
- L'hydrodistribution en « pieuvre » : chaque appareil sanitaire est alimenté individuellement à partir d'un collecteur d'eau chaude et d'un collecteur d'eau froide.



III. Les appareils sanitaires

La baignoire : grand récipient alimenté en eau courante et destiné aux bains. Plusieurs matériaux sont employés :

La fonte émaillée, l'acier émaillé et l'acrylique. Ce dernier, constitué de résines de synthèse renforcées par des fibres de verre est le plus utilisé.

La baignoire de balnéothérapie : baignoire équipée de jets et d'un système de brassage d'air et/ou d'eau qui crée un bain bouillonnant.

Le receveur de douche ou bac à douche : récipient à fond plat aux rebords peu élevés destiné aux douches. Le receveur peut être en céramique (grès émaillé), en acrylique et plus rarement en acier émaillé ou en fonte émaillée.

La cabine de douche : protection de douche constituée de plusieurs parois assemblées et d'une porte pivotante, coulissante ou pliante.

L'évier : appareil sanitaire de forme généralement rectangulaire, à un ou deux bacs, muni le plus souvent d'un égouttoir, alimenté en eau et destiné au lavage de la vaisselle et des aliments. Plusieurs matériaux sont employés pour la fabrication des éviers : l'acier inoxydable, la céramique et les matières composites (mélanges de poudre de quartz, de granit et d'acrylique, polyester et fibres de verre...).

Le timbre d'office ou bac à laver : évier profond de forme parallélépipédique à un ou deux bacs, installé dans une buanderie.

Le lavabo : appareil sanitaire alimenté en eau courante et destiné à la toilette. Le lavabo peut être en grès émaillé, en porcelaine vitrifiée, en résine de synthèse.

Le bidet : appareil sanitaire à cuvette allongé destiné aux ablutions intimes.

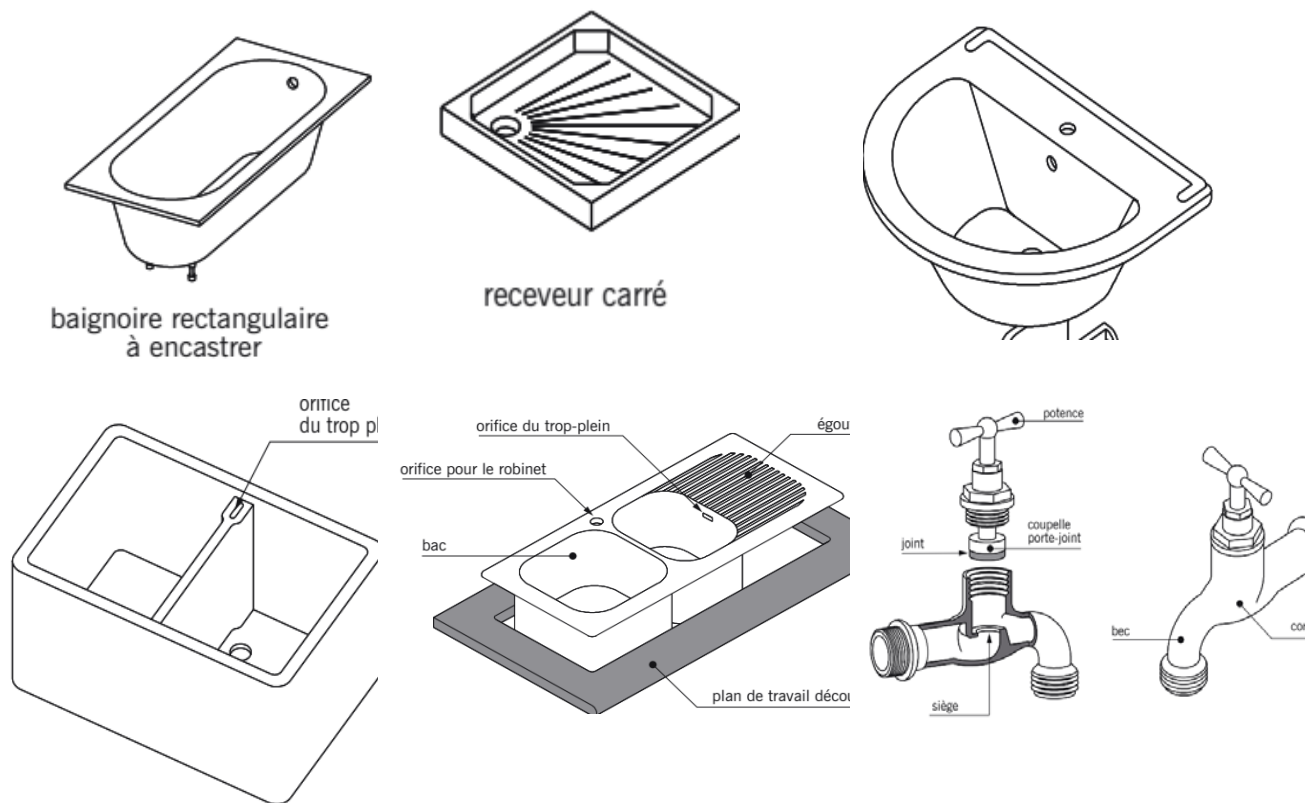
Le W-C (de l'anglais Water-Closet) appelé aussi W-C à siège, W-C à l'anglaise ou cuvette de W-C : appareil sanitaire en grès émaillé ou en porcelaine, alimenté en eau et destiné à recueillir les déjections humaines et à les évacuer à l'égout.

IV. La robinetterie et les accessoires

Seuls les robinets des appareils sanitaires sont décrits ci-après :

La robinetterie est l'ensemble des robinets d'une installation d'alimentation en eau ou d'un dispositif particulier.

Le robinet : dispositif placé sur une canalisation permettant de régler à volonté ou d'interrompre l'écoulement de l'eau. Les matériaux utilisés pour la fabrication sont variés : l'acier, le bronze, les alliages divers, les résines de synthèse.



B. ÉVACUATION ET TRAITEMENT DES EAUX USÉES

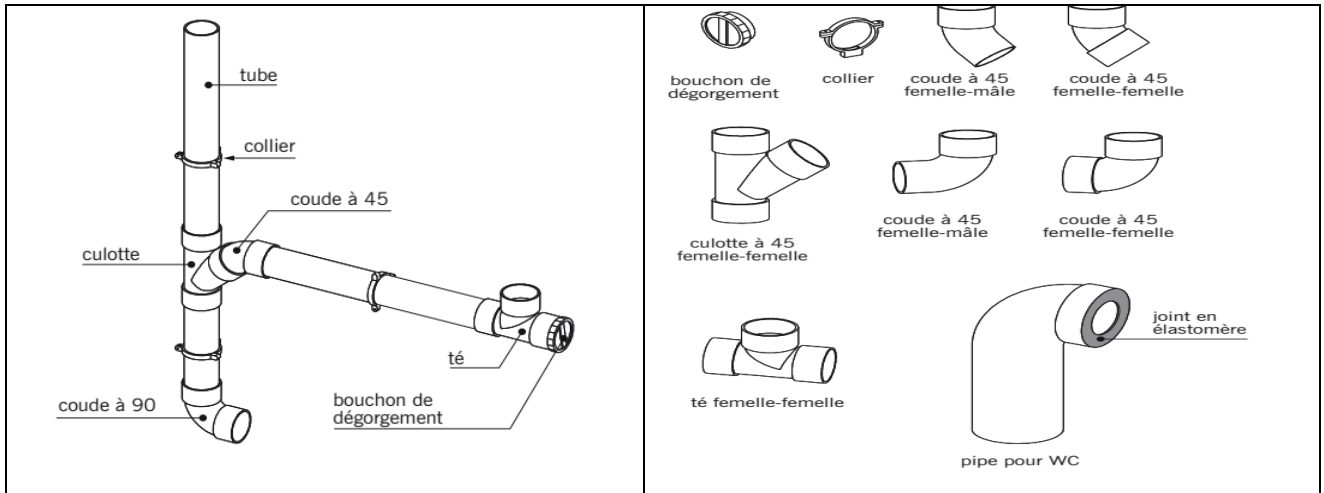
I. Généralités

Les eaux vannes (EV) : eaux provenant des cuvettes de WC.

Les eaux ménagères (EM) : eaux provenant de la cuisine (évier, lave-vaisselle) et de la salle de bains (lavabo, baignoire, douche, lave-linge).

- **Les eaux usées (EU) :** ensemble des eaux vannes et des eaux ménagères.
- **Le réseau unitaire ou système unitaire :** ensemble des canalisations enterrées qui collectent simultanément les eaux pluviales et les eaux usées.
- **Le réseau séparatif ou système séparatif :** installation comprenant deux dispositifs séparés de collecte : l'un est réservé aux eaux pluviales et l'autre aux eaux usées.
- **L'égout :** canalisation enterrée destinée à recueillir les eaux usées et/ou pluviales et à les acheminer jusqu'au lieu de traitement ou de rejet.
- **Le tout-à-l'égout :** réseau enterré de collecte des eaux usées.
- **Le collecteur :** désigne plus précisément la canalisation dans laquelle débouchent plusieurs évacuations d'eaux usées. Dans le langage courant, ce mot est souvent employé comme synonyme du mot égout.

■ **L'évacuation** : terme général désignant tout système qui permet de collecter les eaux usées, les eaux pluviales d'un bâtiment et de les acheminer en direction d'un égout ou d'un dispositif d'assainissement individuel. L'évacuation des eaux usées est assurée le plus souvent par des tubes en PVC assemblés par des raccords (coudes, culottes, tés...).



La chute appelée également tuyau de chute : canalisation verticale ou fortement inclinée conduisant les eaux usées d'un bâtiment jusqu'aux réseaux enterrés.

■ **Le regard**: boîte enterrée de forme parallélépipédique ou cylindrique, en béton ou en matière plastique, fermée par un couvercle appelé tampon. De façon générale, les regards sont disposés aux points de rencontre des canalisations enterrées ou à leurs changements de direction. Des éléments complémentaires appelés rehausses ou hausses permettent d'augmenter la hauteur totale du regard.

DIMENSIONS DES REGARDS (cm)			
Profondeurs	Dimensions	Profondeurs	Dimensions
≤ 40	30 x 30	80	60 x 60
50	40 x 40	120	80 x 80
60	50 x 50	≥ 150	100 x 100

On distingue deux principaux types de regards utilisés pour les évacuations d'eaux usées :

- **Le regard de visite** qui permet d'assurer l'entretien et le curage (nettoyage) des canalisations.
- **Le regard siphonide** qui, placé avant le branchement à l'égout, empêche la remontée éventuelle des mauvaises odeurs dans l'habitation.

II. Le traitement des eaux usées

■ **L'assainissement** : désigne l'ensemble des dispositifs de collecte, de traitement et d'évacuation des eaux usées. On distingue :

- **L'assainissement collectif** constitué d'un réseau d'égouts qui collectent les eaux usées (en provenance de plusieurs habitations) et les envoient à la stations d'épuration qui les traitent. Ce type d'assainissement n'est pas abordé dans le cadre de cet ouvrage.

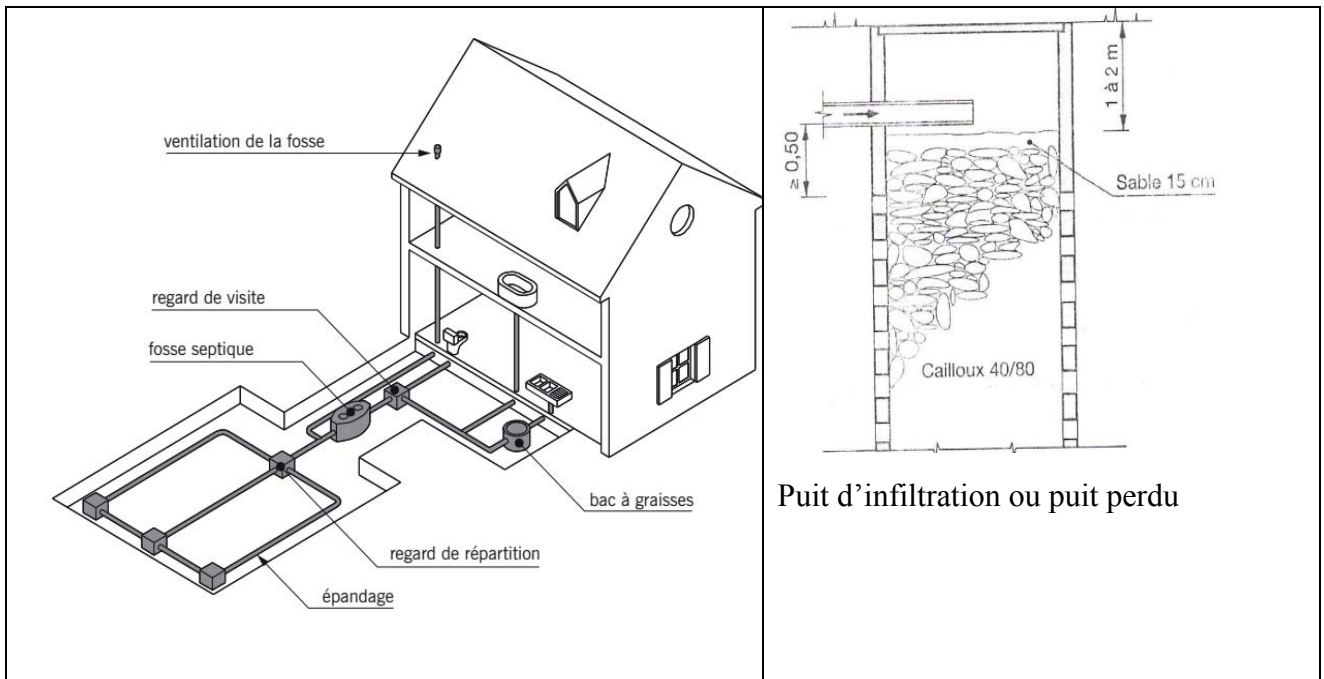
- **L'assainissement autonome individuel** dans lequel le traitement et le rejet des eaux usées est assuré par des installations individuelles situées sur la parcelle de l'habitation. Cet ensemble ordonné des équipements nécessaires au traitement, appelé aussi filière d'assainissement comprend généralement :

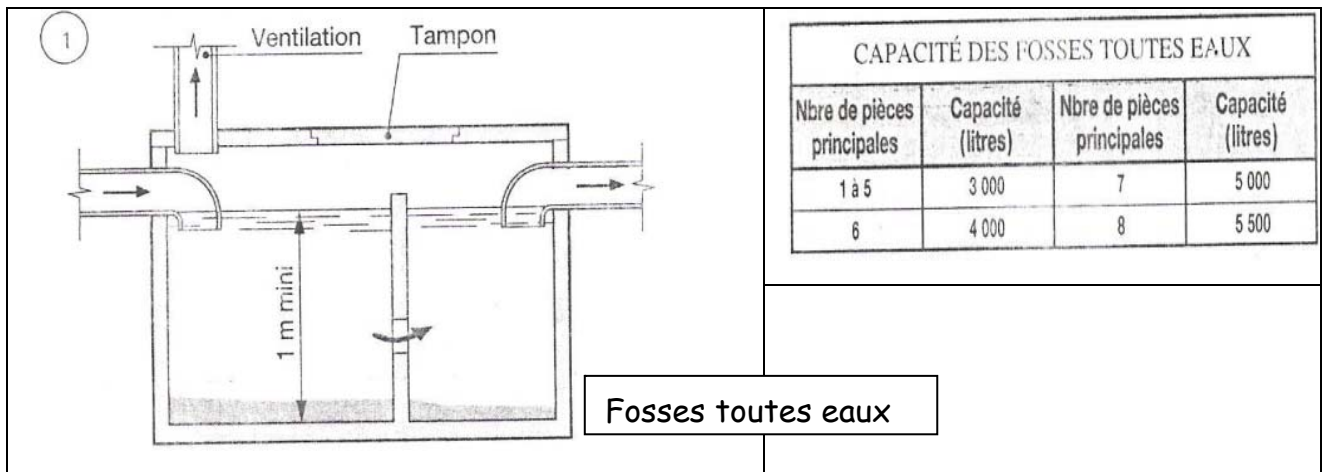
- **Des canalisations ou conduites** qui recueillent les eaux usées en provenance des équipements ménagers et sanitaires (évier, lavabo, baignoire...).

- **Une fosse septique toutes eaux** qui assure le prétraitement des eaux.

- **Un dispositif d'épandage** qui finalise le traitement des eaux et assure l'évacuation.

■ **La fosse septique toutes eaux** : cuve enterrée en béton, polyester ou polyéthylène qui reçoit les eaux usées de l'habitation (eaux ménagères et eaux vannes). Les matières, sous l'action des bactéries qu'elles contiennent, subissent un processus de fermentation qui tend, à les liquéfier. Les particules les plus lourdes se déposent au fond. Ce sont les boues. Les autres, pré- traitées mais polluées s'évacuent en direction du dispositif suivant. La fosse septique doit obligatoirement être équipée d'une ventilation en tube PVC chargée d'évacuer les gaz produits par les fermentations.





III. Comment évacuer les eaux ?

Les effluents peuvent s'évacuer soit par simple gravité, soit par pression, soit grâce à une pente.

En fonction des longueurs et des jonctions, un contrôle doit pouvoir être assuré d'où l'existence des regards.

IV. À quel moment réaliser les canalisations ?

Les travaux d'assainissement peuvent être réalisés selon les cas suivants :

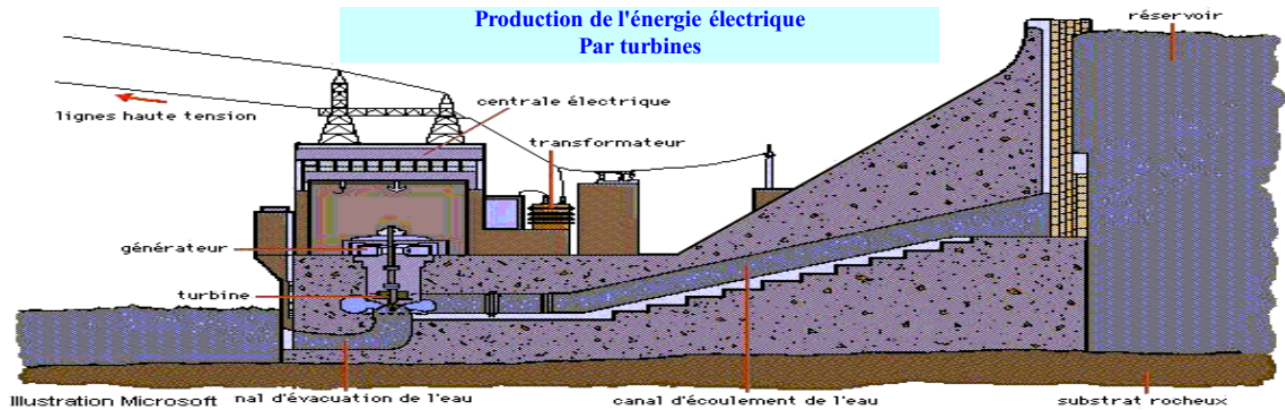
- Après les fondations
- Après les travaux de gros œuvres

Dans tous les cas se sont des réservations horizontales et verticales qui sont posés pour les différents passages.

CHAP XIV - ELECTRICITE ;

I. La production électrique

1) Production de l'énergie électrique Par turbines



2) Production de l'énergie électrique Par les éoliennes



1) Utilisation du nucléaire en production de l'énergie électrique



1) L'énergie solaire



II. Introduction

Le lot électricité basse tension a pour but d'assurer dans les habitations la distribution de l'énergie électrique utilisé pour l'éclairage et l'alimentation des divers

appareils électriques. Le principe de livraison de courant électrique consiste à le répartir entre les différents usagers à partir d'un point commun de livraison qui est le réseau public (SONABEL). Le branchement des habitations se fait en aérien, en souterrain ou en aéro-souterrain.

III. Installation intérieure

À partir du tableau intérieur, chaque pièce est desservie par un ou plusieurs circuits en fonction de la puissance à desservir. L'installation doit être convenablement subdivisée à partir de son origine en plusieurs circuits de façon à limiter les conséquences d'un défaut ou d'un incident. Les circuits sont distribués en antenne à partir du tableau général.

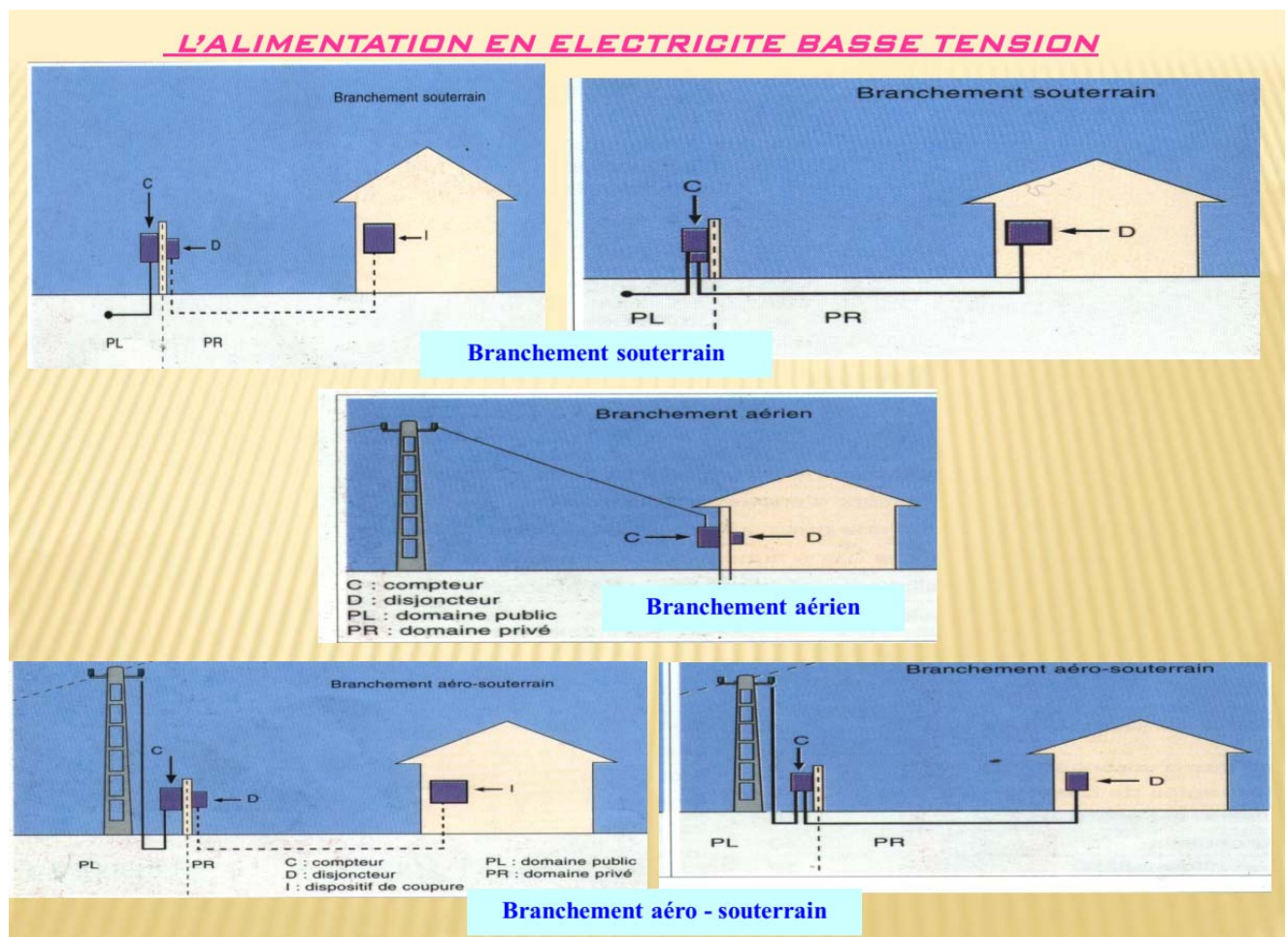
1) Distribution du courant

Le courant à usage domestique basse tension (B.T) est variable :

- ✚ 220 volts monophasé ou biphasé

- ✚ 380 volts triphasés (3phase + 1 neutre) pour les appareils de forte puissance

Le poste de transformation véhicule le courant transformé de la moyenne tension en basse tension vers les habitations.



2) Pose des conduits (canalisations)

Dans une installation électrique, un certain nombre de règles de sécurité ainsi qu'un souci d'esthétique sont pris en compte afin de réaliser la meilleure distribution possible. Une installation peut être encastrée ou apparente.

A - Pose encastrée

Dans ce type de pose les conducteurs électriques sont placés dans des conduits rigides ou cintrables encastrés dans des murs, cloisons, et planchers. L'encastrement direct sans conduits est strictement interdit. La réalisation nécessite un savoir-faire et l'aspect final de la pose est plus esthétique et sécuritaire.

B- Pose apparente (en saillie)

La pose en saillie est plus simple à réaliser et provoque moins de dégâts, permet la modification, l'entretien, et éventuellement l'amélioration de toute installation plus facilement et plus efficacement, mais en revanche elle est moins esthétique et sécuritaire que la pose encastrée.

On distingue deux types de poses apparentes :

B - 1/ Distribution sous tubes

Les câbles électriques sont conduits dans des tubes en PVC rigides appelés tube IRO (isolant rigide ordinaire), fixés à l'aide de support en plastique à pointe en acier adapté au diamètre du conduit. Ce type de pose assure de bons indices de protection contre les contraintes mécaniques et les projections d'eau. On peut également utiliser les tubes ICT, ICO, ou ICD excepté les ICD et ICT de couleur oranges car ils propagent de la flamme.

B - 2/ Distribution sous profilés

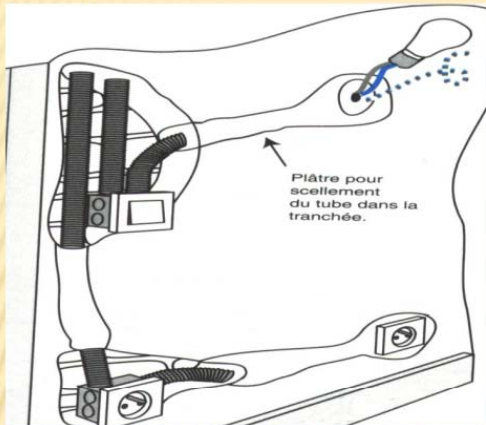
Cette installation prévoit le passage des câbles électriques (conducteur) sous des profilés en plastiques ou en bois, appelés plinthe électrique ou goulotte fixés au pied du mur ou cloison ou encore au droit du plafond selon les besoins de distribution. Bien que l'installation est apparente, la pose est plutôt rapide, facile et ne provoque pas de gros dégâts de mise en œuvre. L'arrangement de l'installation peut se faire grâce aux accessoires adaptés à la pose (Té, coude, dérivation,...). Ce type d'installation est plutôt utilisé en rénovation.

Les conduits usuels électriques

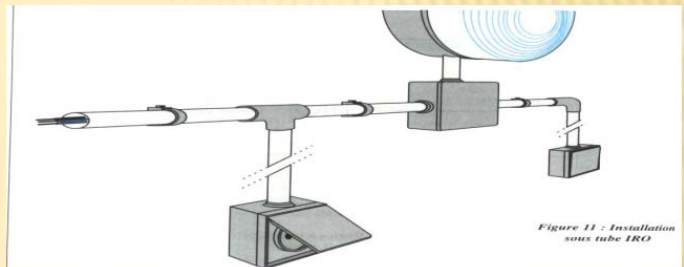
Désignation		Caractéristiques	Emplois
IRL 3321: Isolant/Rigide/Lisse		Tubes en matière plastique étanche et non- propagateurs de la flamme sauf ICTA de couleur orange. * Résistent à la corrosion *Faciles à mettre en œuvre *Faible résistance mécanique *Température d'emploi : à +60 °+C.	Utilisés avec des conducteurs des séries H07V-U et U-1000R02V pour toutes les installations intérieures, en apparent ou en encastré et pendant la construction dans les parois verticales ou dans les éléments préfabriqués ; interdits dans les locaux à risque d 'explosion.
3321 Isolant/Cintrables/Annelé			
ICTA 3422 Isolant/Cintrables transversalement/Annelé			
ICTL 3421 Isolant/Transversalement élastique/Lisse		Tubes en matière plastique orange, propagateurs de la flamme.	Encastrés dans les matériaux réfractaires (plancher en béton) .
ICTL 3421		Tubes en matière plastique grise, non propagateurs de la flamme.	Peuvent être parfois encastrés, parfois apparents.
CSA 4421 Composite/Souple/Annelé		Tuyaux d'acier, non propagateurs de la flamme	Installations industrielles avec parois mobiles ou comportant de nombreux coudes.
CSL 4421		Identiques aux CSA avec en plus une gaine extérieure isolante.	
MRL 5557 Métallique/Rigide/Lisse		Tubes d'acier, grande résistance aux chocs.	Installations industrielles à gros risques mécaniques

LES DIFFÉRENTS MODES DE POSE

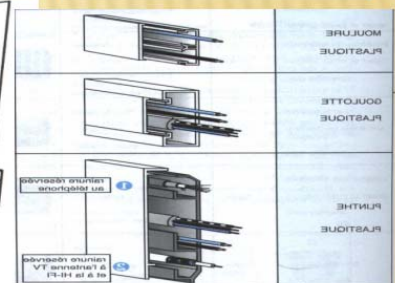
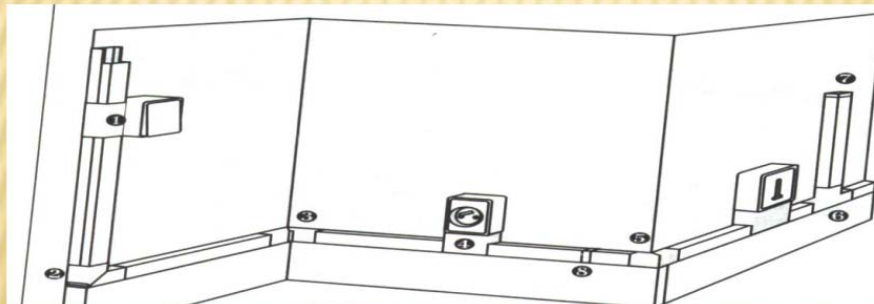
La pose encastrée sous conduits



La pose à l'air libre sous tube



Les moulures



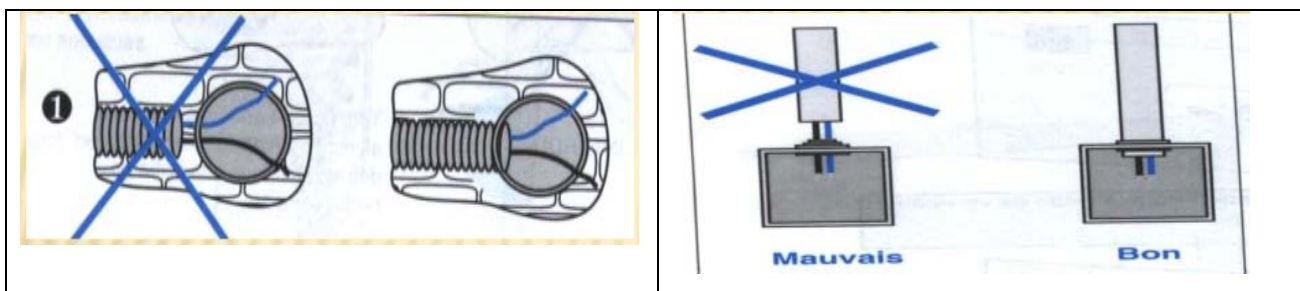
La pose sous profilés en plastique ou en bois

IV. Les recommandations des installations électriques

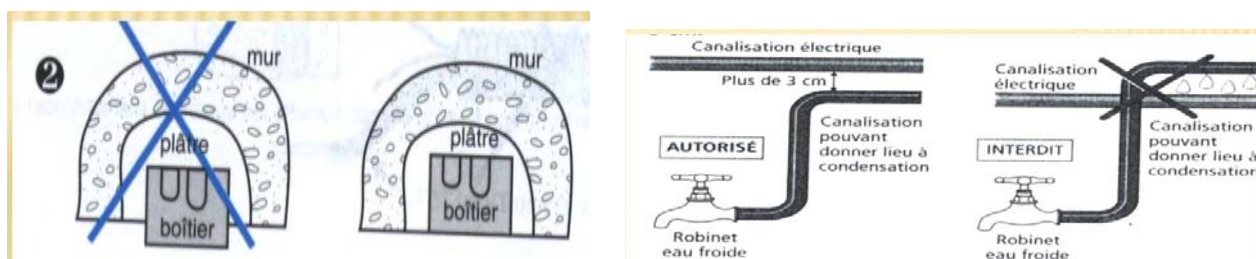
Les différents modes de pose exigent un certain nombre de recommandations à respecter à savoir :

- ✚ Les tranchées exécutées dans les cloisons pour le passage des conduits ne doivent pas traverser toute la hauteur ou la largeur de celle-ci pour ne pas affaiblir leur structure;

- ✚ Les conduits doivent pénétrer dans les boîtiers d'encastrement;



- ✚ Les boîtiers d'encastrement doivent être scellés à fleurs du mûr excepté pour le revêtement en carreaux qu'elles peuvent être légèrement saillies;



- ✚ L'encastrement des conduits ne doit se faire à proximité des conduits de fumée à cause de la chaleur ;

- ✚ Les câbles électriques doivent conserver leur enveloppe de protection jusqu'à la pénétration dans l'appareillage ou les boîtiers de connexions;

- ✚ Dans les passages difficiles l'emploi des conduits cintrables est efficace;

- ✚ L'encastrement des conduits doit suivre des lignes droites pour faciliter le repérage lors des travaux de percement éventuels ;

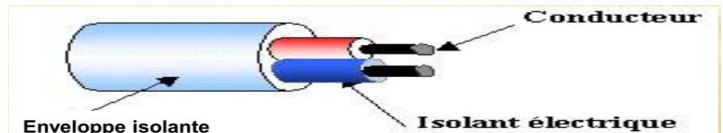
- ✚ Une distance minimale de 5 cm doit être respecté lors du croisement avec d'autre canalisation non électriques;

Le découpage des conduits doit se faire avec la plus grande prudence pour éviter toute infiltration ou accumulation des eaux ;

V. Les conducteurs

Fil électrique : constitué d'une âme en cuivre ou circule le courant électrique, elle peut être massive (rigide) pour les sections allant jusqu'à 4 mm² ou multibrins pour les fils à partir de 6 mm², et d'une enveloppe isolante de différentes couleurs pour faciliter le repérage des fils.

Câble Électrique : constitué de plusieurs fils électriques isolés les uns des autres, de même section réunis sous une ou plusieurs enveloppes isolantes en fonction de leur utilisation.



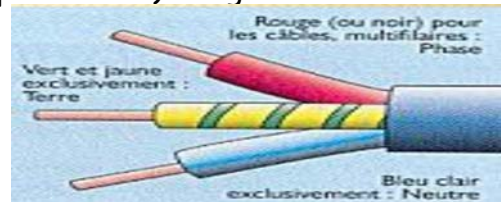
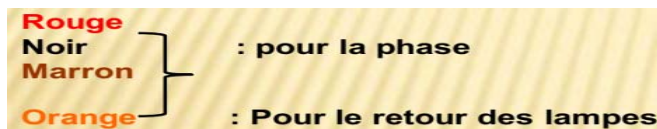
1) Les sections des circuits :

- * 1.5 mm² pour les circuits de luminaire
- * 2.5 mm² pour les prises de courant
- * 4 et 6 mm² pour les circuits de puissance

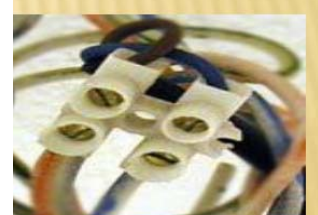
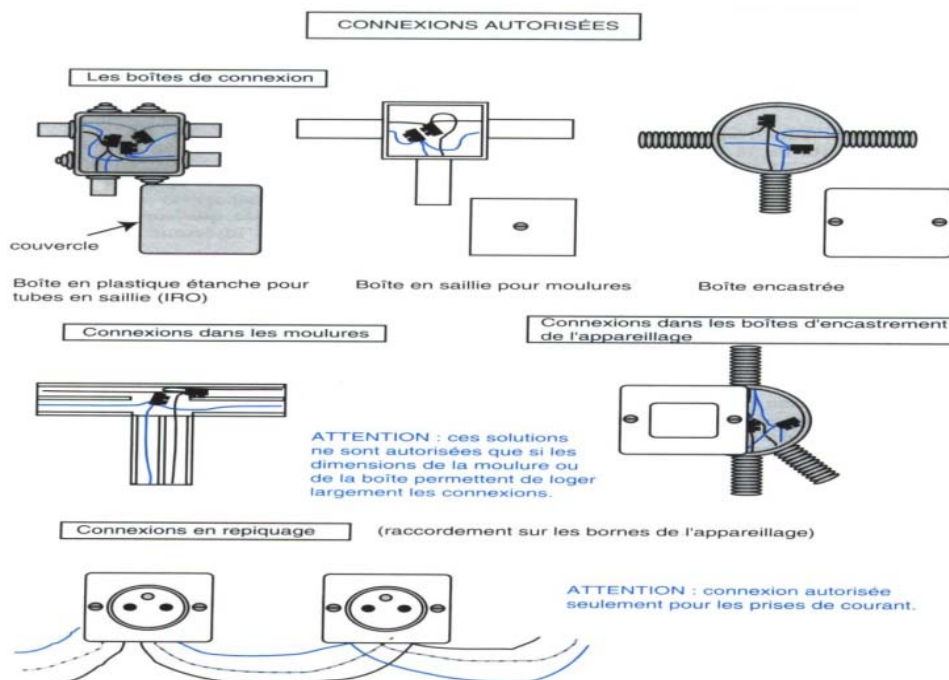
2) Les couleurs des conducteurs :

Bleu : exclusivement pour le Neutre

Vert et Jaune: exclusivement pour la terre (protection) Rouge



3) Les connecteurs



Barrettes de connexion

VI. Les Dangers de l'électricité

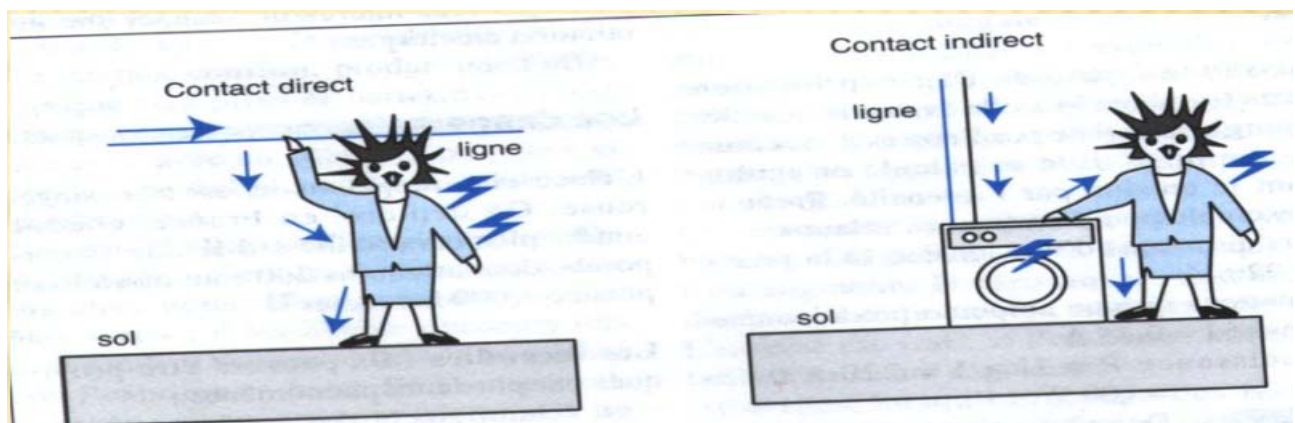
L'utilisation de l'énergie électrique demande des précautions dans l'exécution et l'établissement d'un circuit de distribution intérieure à savoir :

- Les conducteurs doivent être de section suffisante et parfaitement isolés pour assurer le service demandé et même une légère surcharge ;
- Les contacts assurés par about nécessitent une liaison permanente ;
- Chaque dérivation doit être munie de sécurité (fusible ou coupe circuit);
- L'appareillage de manipulation (interrupteur, prise.....) doit permettre une utilisation sans risque d'électrocution.

Sans ces précautions l'installation électrique peut présenter quelques dangers dont les principaux sont : l'électrocution et le court - circuit.

L'électrocution : Le passage du courant électrique à travers le corps humain peut provoquer les effets pathos-physiologiques qui vont des picotements jusqu'à l'arrêt cardiaque.

On distingue deux sortes de contacts avec des parties électriques :



Court-circuit : Un courant passant dans un conducteur produit toujours un échauffement, ce qui peut entraîner la fusion de l'isolant qui enveloppe le conducteur et le dénude. Ce phénomène en dehors de la destruction du circuit, peut produire l'inflammation des matières combustibles voisines.

VII. L'appareillage électrique

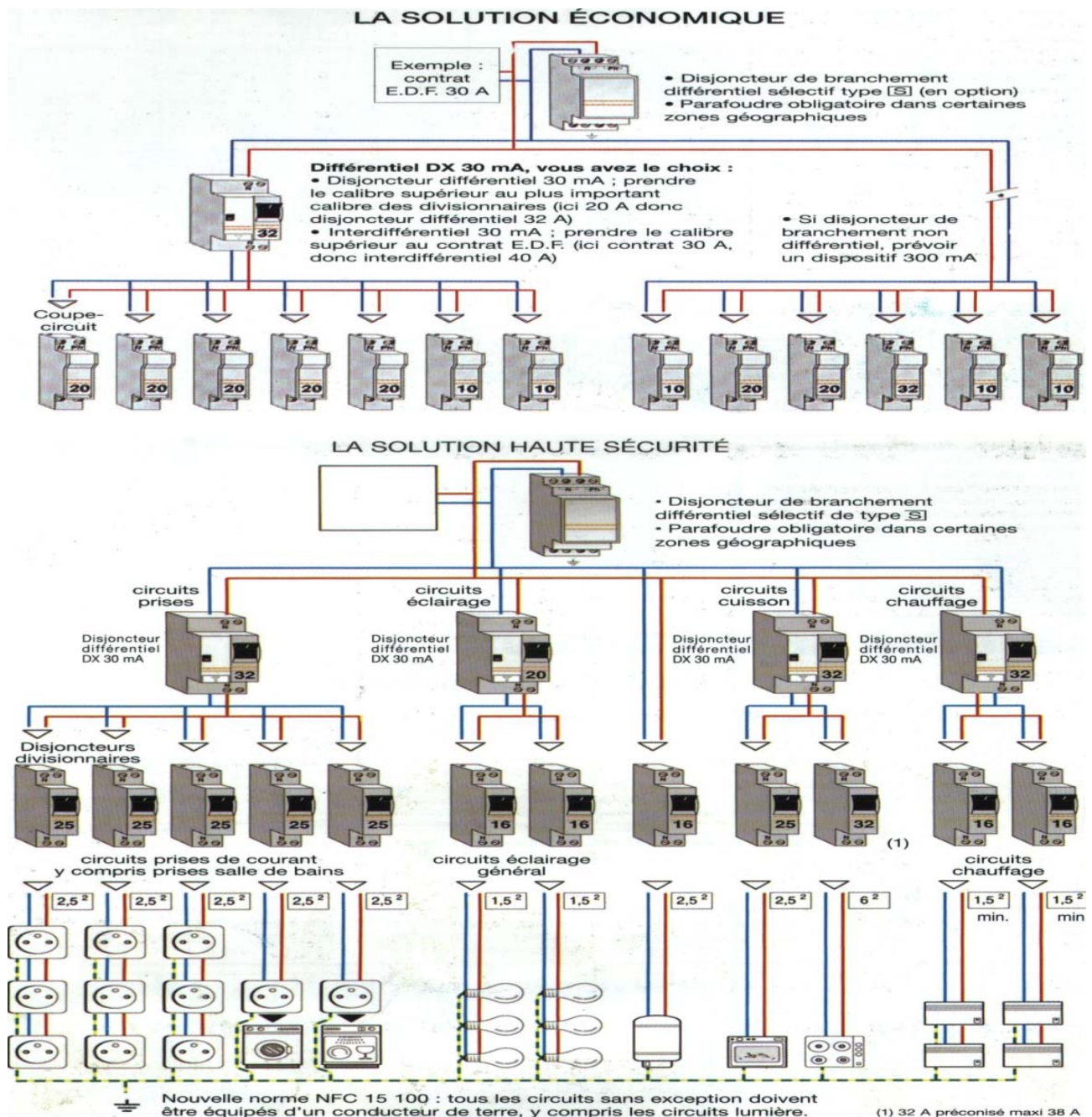
1/ Le compteur

Il est généralement fourni par le distributeur de réseau électrique, son rôle est d'enregistrer la consommation d'énergie électrique (les watts consommés) pendant une durée déterminée. Le compteur est fonction du courant distribué, monophasé ou triphasé. Un compteur correspond à un contrat avec le distributeur du réseau.

2/ Le disjoncteur principale installé dans un coffret à l'intérieur des habitations, assure la protection de l'ensemble de l'installation contre les surcharges électriques et les courts-circuits. Lors d'un court-circuit par exemple l'appareil se déclenche et sa manette s'abaisse. Une fois le danger éliminé, il suffit de remonter la manette et le circuit est automatiquement rétabli.

a. Le disjoncteur différentiel

Installé sous le disjoncteur principal en vue de départager l'installation pour augmenter la protection. En cas de court-circuit, le courant n'est automatiquement coupé que partiellement ce qui permet le fonctionnement du reste de l'installation.



b. Le disjoncteur divisionnaire

Installé sous le disjoncteur différentiel permettant autant que possible la subdivision de l'installation pour plus de sécurité contre les surcharges et les courts-circuits. Le repérage des circuits, hors circuit sont facilement détectables, et le courant n'est coupé que localement.

3/ Le tableau de coupe circuit

C'est le cœur de l'installation, il regroupe tous les types de disjoncteurs. Il est placé généralement à une hauteur de 1,50 m à 1,80 m.

VIII. Les circuits lumineux

Les circuits lumineux doivent être alimentés par les conducteurs de section 1.5 mm² avec des couleurs normalisées.

CHAP XV - CARRELAGE ET PEINTURE :

A. LE CARRELAGE

I. Définitions

- Le carrelage : revêtement de sol, intérieur ou extérieur, constitué de carreaux juxtaposés.
- Le carreau : élément plat de forme régulière (carrée, rectangulaire, hexagonale...) en grès, en terre cuite, en pierre..., utilisé pour la réalisation de revêtements de sols ou revêtements muraux.

II. Différents types de carrelage

Il existe 3 grandes catégories de carrelage intérieur :

- Carreau en pierre naturelle travaillée (granit, ardoise, marbre...).
- Carreau en terre ou en argile cuit : carreaux de terre cuite, tommettes, carreaux de ciments...
- Carreau en grès.

1) Le carrelage en pierre naturelle

Parmi les pierres naturelles, le **granit** est doté d'une durabilité et d'une très forte **résistance**.

Le **marbre**, extrait sous forme de bloc, offre de multiple possibilité de transformation (tranche pour escaliers, dallage, plan vasque) et de nombreuses **finitions** de surface sont possibles (brut, adouci, poli, vieilli et patiné).

Remarque : les galets sont de plus en plus utilisés comme revêtement de sol, pour décorer ou entourer un carrelage de sol ou habiller une salle de bains.



Marbres de Castille vieillis



Quartzite jaune du Brésil (pose en opus incertum)

2) Le carrelage en terre cuite

Entièrement constitués d'argile, **les carreaux en terre cuite se patinent avec le temps**. Assez tendres, ils doivent être traités avec de l'huile de lin ou de la paraffine pour les protéger.

100% naturel et sans composant chimique, la terre cuite est un matériau écologique par excellence.

Les carreaux de ciment, originaire du sud de la France, sont faits d'une pâte de ciment, de sable et de poudre de marbre. Après un séchage à l'air, les moulures permettent de créer des carreaux aux décors très travaillés



3) Le carrelage en grès

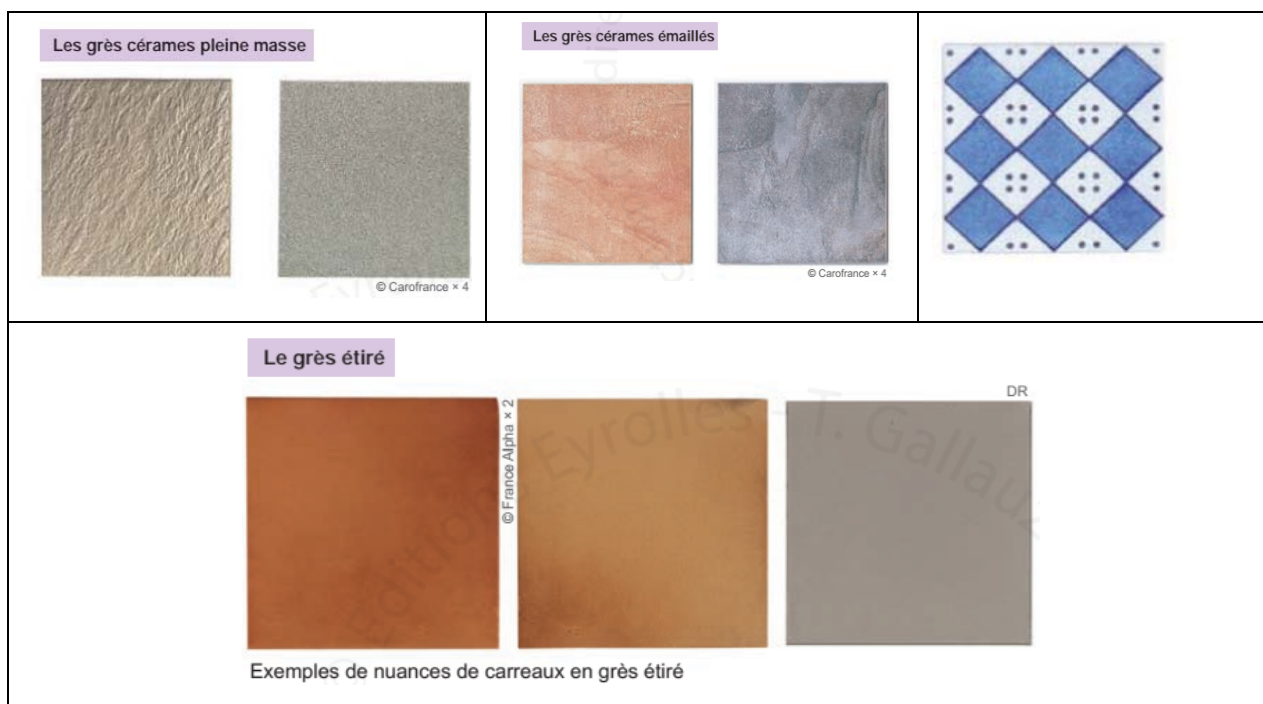
Quant aux **grès**, leur **qualité**, leur **solidité** et leur **résistance** dépendent de la **technique mise en œuvre**.

Parmi les grès, on distingue 3 familles principales : **les grès émaillés**, **les grès cérame émaillés** (teintés dans la masse ou non) et **les grès cérame pleine masse**.

- **Le grès émaillé** est un mélange d'argile et de différents composants (feldspath, kaolin, sable...). Compressé dans des presses, il est recouvert d'une couche d'émail décorative (émaillé) puis cuit à très haute température.
- **Le grès cérame émaillé** se distingue par l'utilisation d'argiles et de composants plus riches en matière. Ces matériaux permettent d'obtenir une résistance plus grande. Il peut être teinté dans la masse : la teinture rend le biscuit

(couche centrale du carreau) proche de celle de l'émail (couche décorative). En cas de choc sur un carreau teinté dans la masse, l'impact sera moins visible.

- **Le grès cérame pleine masse**, comme son nom l'indique, est un support réalisé dans la masse, c'est-à-dire que sa surface est la même que sa structure. Non émaillé, le biscuit est moins sensible aux impacts. Sa cuisson à haute température lui confère une **très forte résistance**. Ainsi, les cérames pleine masse porphyrés sont utilisés pour des **passages très intenses** : garage, lieux publics...



Remarque : plus la couleur du carrelage est claire, moins l'usure se verra. Pour un carrelage blanc, on peut donc tout à fait choisir un grès émaillé de bonne qualité. En revanche pour un carrelage de couleur foncée, préférer un grès cérame émaillé teinté dans la masse ou mieux un grès cérame pleine masse.

III. Normes et pièces

Les normes donnent des indications sur 3 données :

- la **résistance au passage**
- la **résistance à la rayure**
- la **résistance à la glissance**.



Il convient de choisir un carrelage en fonction de la pièce dans laquelle le poser et son usage.

Différentes informations permettent au consommateur de choisir le type de carrelage adapté à la pièce dans laquelle il sera installé.

1) **Résistance au passage**

La norme PEI (Porcelain Enamel Institute) définit la résistance à l'abrasion et détermine le niveau de passage (norme européenne).

Les carreaux sont classés en fonction de leur destination à l'intérieur :

- **PEI II** : pour des locaux soumis à un passage modéré (chambre, salle de bain).
- **PEI III** : pour des locaux soumis à un passage normal, usage moyen fréquent (salon, salle à manger)
- **PEI IV** : pour des locaux soumis à un passage important, très bonne résistance pour toutes les pièces y compris la cuisine.
- **PEI V** : pour des locaux soumis à un passage intensif (hall d'immeuble, restaurants, bureaux, magasins).

2) **Le classement UPEC** (norme française) définit la résistance aux critères suivants :

- Usure (marche).
- Poinçonnement (chutes d'objet et mobilier).
- Eau (entretien et humidité).
- Agents chimiques.

Il est associé à une classe de I à IV pour chacun des critères. La classe IV étant la plus résistante.

Résistance à la rayure

L'échelle de MOHS qualifie 4 degrés de résistance aux rayures :

- **MOHS 1 à 4** : faible résistance
- **MOHS 5 à 6** : résistance correcte
- **MOHS 7 à 8** : bonne résistance
- **MOHS 9 à 10** : très bonne résistance

Cette norme est importante lors de la présence de carrelage dans une chambre d'enfant ou une cuisine.

3) Résistance à la glissance pieds nu

La norme **ABC** qualifie 3 niveaux d'adhérence du carrelage pour pieds nus :

- **A** : adhérence moyenne.
- **B** : adhérence élevée.
- **C** : forte adhérence.

Cette norme est importante lors de la présence de carrelage dans une pièce d'eau.

4) Résistance à la glissance pieds chaussés

La norme **R** qualifie 5 niveaux d'adhérence du carrelage pour pieds chaussés :

- **R9** : adhérence normale.
- **R10** : bonne adhérence.
- **R 11** : très bonne adhérence.
- **R12 et R13** : excellente adhérence.

Cette norme est importante lors de la présence de carrelage pour un sol extérieur.

IV. Textures et décors

Longtemps réservés à la cuisine et aux pièces d'eau, les carreaux de sol sont de plus en plus utilisés dans toutes **les pièces à vivre** de la maison, **les chambres et les lieux de passage**.

Les carreaux de grès peuvent être posés partout.

Le carrelage offre aujourd'hui **un large choix de décors, de coloris et de nuances**. Ils savent imiter l'aspect de la pierre naturelle mais aussi du **bois**, du béton et même du métal.

Suivant les régions, les terres cuites aux teintes naturelles sont souvent utilisées dans le cadre de rénovation en respectant le style d'origine des maisons anciennes.

Au-delà de la qualité du carreau, de sa teinte naturelle ou colorée, c'est l'art du carrelage qui permet de créer avec tous les types de carreaux des décors géométriques ou à motifs. **Design, actuels, classiques, naturels ou campagnards**, les sols carrelés donnent à tous les intérieurs un caractère bien affirmé.

V. Les différents formats

Les carreaux peuvent être carrés ou rectangulaires.

1) Les carreaux de sol:

Le format 30x30cm, très prisé il y a quelques années tend à se raréfier. Il est utilisé surtout dans les salles de bains.

Le format 40x40cm est actuellement le plus utilisé dans les cuisines et les pièces principales mais l'apparition depuis quelques années des très grands formats (50x50cm, 60x60cm, ainsi que des formats rectangulaires: 30x60, 60x90, 60x120 cm) autorise de nouvelles libertés dans le choix.

Ces formats, qui sont la tendance actuelle, ne sont pas réservés aux très grandes pièces, comme on pourrait le croire. Ils mettront tout aussi bien en valeur les pièces de taille moyenne

2) Les carreaux de mur:

Pour les salles de bains, on peut avoir: des formats 20x20cm, des formats 30x30cm, et des formats spéciaux (20x40cm, 30x60 cm par exemple).

La mosaïque (5x5cm) revient aussi à la mode.

Pour les cuisines, les formats les plus utilisés étaient les 10x10cm, les 15x15cm et les 20x20cm (cuisines style provençales ou rustiques).

VI. Le calepinage:

On appelle calepinage l'étude qui consiste à calculer les quantités de carreaux nécessaires pour carreler une pièce.

Selon la disposition des carreaux (pose droite ou en diagonale), selon le choix de la disposition de carreaux décors, de frises et de bordures, et bien sûr selon la géométrie de la pièce, cette quantité varie et il est nécessaire d'effectuer un plan de pose.

Dans le cas où l'on choisit d'appliquer un module à l'ensemble du sol, et afin de simplifier le calcul, on considère que la surface élémentaire du module est le mètre carré. D'ailleurs, ces modules sont très souvent vendus en package et par mètre carré.

VII. Activités du carreleur

ACTIVITES PRINCIPALES	ACTIVITES SPECIFIQUES
<i>PREPARATION DU CHANTIER</i>	1 – Chargement et déchargement du véhicule 2 – Adaptation vestimentaire
<i>PREPARATION DES SUPPORTS</i>	1 – Nettoyage 2 – Ragréage
<i>POSE DU CARRELAGE</i>	1 – Réalisation du calpinage 2 – Fabrication des colles 3 – Etalement de la colle 4 – Pose des carreaux
<i>FINITION</i>	1 – Jointement 2 – Nettoyage des supports et de la pièce 3 – Pose des plinthes

B. LA PEINTURE

I. Définitions

La peinture est un revêtement appliqué en une ou plusieurs couches (couches minces de quelques dizaines de micromètres d'épaisseur, μm), sur différents matériaux dits subjectiles. Le résultat n'est obtenu qu'après application et séchage. En séchant, ou préfabriquée industriellement, la peinture forme un film solide, adhérent et durable. Le « film » de peinture est également dénommé « feuil ». Si le film est transparent ou translucide, c'est un vernis ; s'il est opaque, c'est une peinture.

II. Les types de peintures et supports

Elle sert à protéger ou à améliorer les surfaces enduites en ciment, les menuiseries en bois ou métalliques. Pour la mise en œuvre il faut d'abord nettoyer à la brosse les surfaces à peindre, boucher les trous ou les fentes au mortier de ciment ou au mastic. On peut également appliquer un enduit repassé.

1. Sur les maçonneries ;

- Un badigeon à la chaux aluné (chaux éteinte + gomme + alun) à deux ou trois couches (la première couche le brulage), soit à la brosse, soit par pulvérisation.
- Ou une peinture au latex ou au vinyle émulsionnée dans l'eau ou un solvant (white spirit), passé à deux ou trois couches au rouleau ou à la brosse.

Une peinture ne doit être appliquée qu'après séchage complet des maçonneries. La présence d'humidité résiduelle qui fait cloquer la peinture nécessite l'application au préalable d'une peinture spéciale.

- Ou une peinture à l'huile de lin ou glycérophthalique à deux ou trois couches à la brosse ou au rouleau. Ces peintures glycérophthaliques, offre une meilleure étanchéité à l'eau et une plus grande résistance. Elles s'imposent dans les locaux humides (salle d'eau, toilettes, cuisine).
- Ou des peintures en enduits spéciaux offrant des qualités esthétiques particulières.

2. Sur les plafonds

Un badigeon à la colle ou une peinture au latex ou vinylique ou une peinture à huile ou glycérophthalique.

3. Sur les bois

Une peinture à huile ou glycérophthalique ou un vernis ou des produits anticryptogamiques et insecticides tels le xylophène qui, existants dans différentes teintes permettent d'assurer simultanément, conservation et effet décoratif. Il est toutefois recommandé dans ce dernier cas, pour diminuer les opérations d'entretien, d'éviter les couleurs pour les parties exposées aux pluies et de terminer la peinture par une dernière couche de vernis mat.

D'une manière générale, la résistance au rayonnement solaire des peintures est supérieure à celle des vernis, surtout pour les vernis brillants.

4. Sur les métaux ferreux

Une peinture à huile ou glycérophthalique à deux ou trois couches après protection au minium de plomb, au minium de fer, au chromate de zinc ou autres peintures spéciales (peinture antirouille).

La couche de base doit être passée sur un métal soigneusement débarrassé de toute trace de graisse ou rouilles par brossage ou sablage.

Dans le cas d'une fabrication en atelier, une première couche sera appliquée sur les lieux, la deuxième après montage ou assemblage au chantier.

III. Types de peinture extérieure ;

Vous trouverez sur le marché trois types de peinture extérieure : en phase solvant, en phase aqueuse et minérale (à la chaux). Pour améliorer l'isolation thermique de votre habitation, la peinture isolante convient également à une utilisation à l'extérieur.

1. En phase aqueuse

Ce type de peinture extérieure existe en de nombreuses variantes selon leur composition. Ainsi, on distingue entre autres les peintures extérieures latex,

acryliques, hydroplirolites et siloxanes. Toutefois, elles présentent les mêmes caractéristiques.

Les peintures extérieures en phase aqueuse sont microporeuses : en laissant respirer la surface du support, elles favorisent l'évaporation. Puisqu'il s'agit de peintures à l'eau, elles sèchent rapidement et dégagent peu d'odeur. Les peintures extérieures en phase aqueuse résistent très bien aux rayons ultra-violets et aux intempéries et ne risquent pas de se fissurer.

Il existe différentes sortes de peinture pour l'extérieur.

2. En phase solvant

Plus toxiques que ceux en phase aqueuse, les produits en phase solvant sont moins écologiques et plus chers. Toutefois, ils présentent l'avantage d'être particulièrement résistants aux moisissures et à la mousse. Tout en restant microporeux, ce type de produit limite l'absorption d'eau par le support. Au contraire de certains types de peintures extérieures, celles en phase solvant ne s'écaillent pas.

3. Minérale à la chaux

Naturel, ce type de peinture est écologique. Les peintures extérieures minérales laissent respirer le support et entravent le développement des champignons. Elles résistent aux intempéries et aux UV. Si le peintre ne l'applique pas correctement, la peinture à la chaux peut facilement se fissurer et endommager le support. Par ailleurs, elle n'est pas lavable.

4. Conseils pour peindre à l'extérieur

Appliquées en plein soleil, les peintures extérieures risquent de sécher de façon non uniforme. Le matin, la rosée peut également entraîner le même effet. Puisque le séchage des peintures extérieures est fortement influencé par les écarts de températures, il est recommandé de peindre au printemps ou en automne. Pour que votre peinture dure et surtout pour un résultat esthétique satisfaisant, il est recommandé d'appliquer une sous-couche avant de peindre.

IV. Le choix des couleurs

Pour être bien équilibrée, la décoration d'une pièce devrait graviter entre trois couleurs agencées.

La première couleur, la principale, est celle qui occupe la majorité des murs et qui donne le ton à la pièce. La deuxième, la complémentaire, se retrouve souvent sur les boiseries, les portes et les plafonds. La troisième, celle d'accent, vient ajouter un peu de punch coloré à la pièce à travers les accessoires.

Chaque pièce aura un caractère différent, une ambiance bien à elle selon les combinaisons de couleurs que vous aurez choisies. Voici quelques idées d'agencements de couleurs harmonieux pour vous inspirer :

- **Blanc, gris pâle et bleu** pour un look nautique ainsi qu'une ambiance calme et douce.
- **Turquoise, beige et blanc** pour donner du caractère à une pièce.
- **Jaune, blanc et gris foncé** pour amener plus d'énergie et de lumière.
- **Kaki, brun et beige**, des couleurs chaudes qui réchaufferont l'ambiance.

CHAP XVI. MENUISERIE, SERRURERIE ET VITRERIE.

A. LA MENUISERIE

I. Généralités

La **menuiserie**, art et métier, est l'ensemble des techniques mises en œuvre pour construire des ouvrages de taille relativement petite (par opposition aux ouvrages de charpente) par la mise en forme et l'assemblage de menues pièces de bois. Ces assemblages se font de largeur, de longueur ou en angle.

Par extension, on parle de menuiseries pour désigner les ouvrages dont la conception répond à cette définition : ils doivent être en bois massif et assemblés selon les techniques traditionnelles (à tenon et mortaise qu'il soit chevillé ou collé, à queue d'aronde, à enfourchement, à mi-bois, à rainure et languette, etc.). Les vis, clous, boulons, colles et autres éléments de fixation mécanique ou chimique peuvent être utilisés mais ne suffisent pas à eux-mêmes : un ouvrage dont les pièces de bois, sans aucune forme d'usinage, ne tiendraient entre elles que par leur emploi n'est pas une menuiserie.

De nos jours, par abus de langage, on parle souvent à tort de menuiseries concernant les ouvrages utilisant d'autres matériaux que le bois (comme le PVC, l'aluminium, etc.) bien qu'ils ne puissent y prétendre. Aussi, on associe parfois la menuiserie et la serrurerie, pourtant ce sont deux métiers bien distincts.

II. Différence entre la menuiserie et ébénisterie

Les meubles de menuiserie sont exécutés en bois massif, constitués d'un bâti assemblé recevant des panneaux en rainure. Toutes les pièces restent apparentes. Éventuellement, il peut inclure un décor sculpté, bien qu'en principe celui-ci soit confié à un sculpteur sur bois. Les consoles d'applique, les cadres de miroir, et tous les meubles en bois massif sculpté ou mouluré sont des meubles de menuiserie.

Les meubles d'ébénisterie, eux, sont composés d'un bâti en menuiserie et sur lequel sont appliquées des feuilles de bois précieux ou toutes autres matières décorées ou sculptées qui dissimulent entièrement le bâti ordinaire.

III. Menuiserie et construction bois

Aujourd'hui, alors que la construction bois est de plus en plus en vogue, le métier de menuisier évolue et s'adapte à ces nouvelles structures de charpente. Les maisons à ossature bois représentent 8 % du marché des constructions neuves par an. La progression connaît un taux de croissance annuel de 20 à 25 %.

IV. La menuiserie extérieure

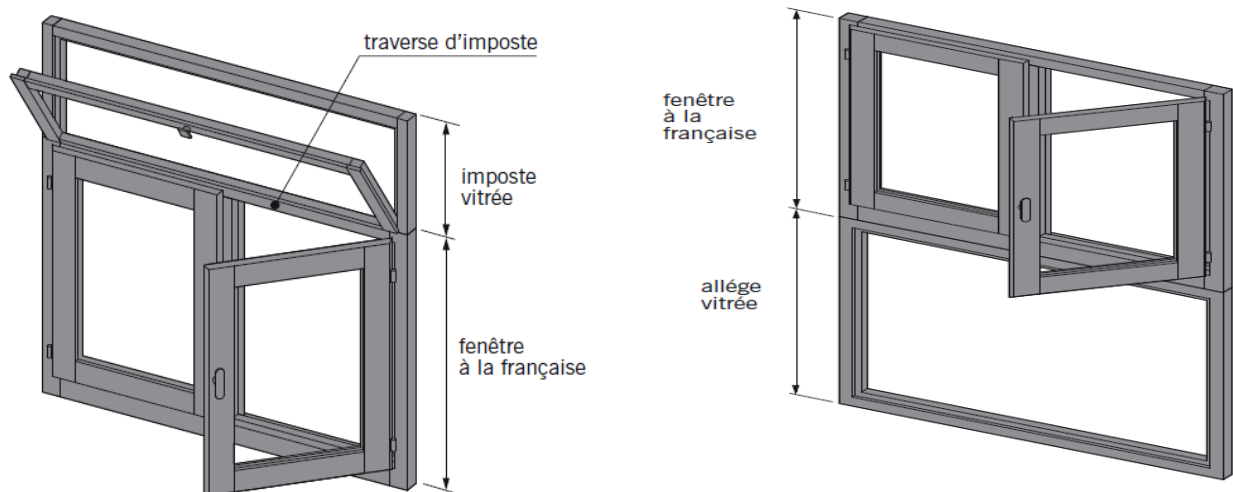
1. Les menuiseries extérieures :

Ensemble des ouvrages de remplissage et de fermeture des baies tels que les fenêtres, portes-fenêtres, portes d'entrée et volets. L'appellation « menuiseries extérieures » ne concerne pas exclusivement les ouvrages réalisés en bois. On l'emploie également pour les menuiseries en aluminium, en PVC ou métalliques.

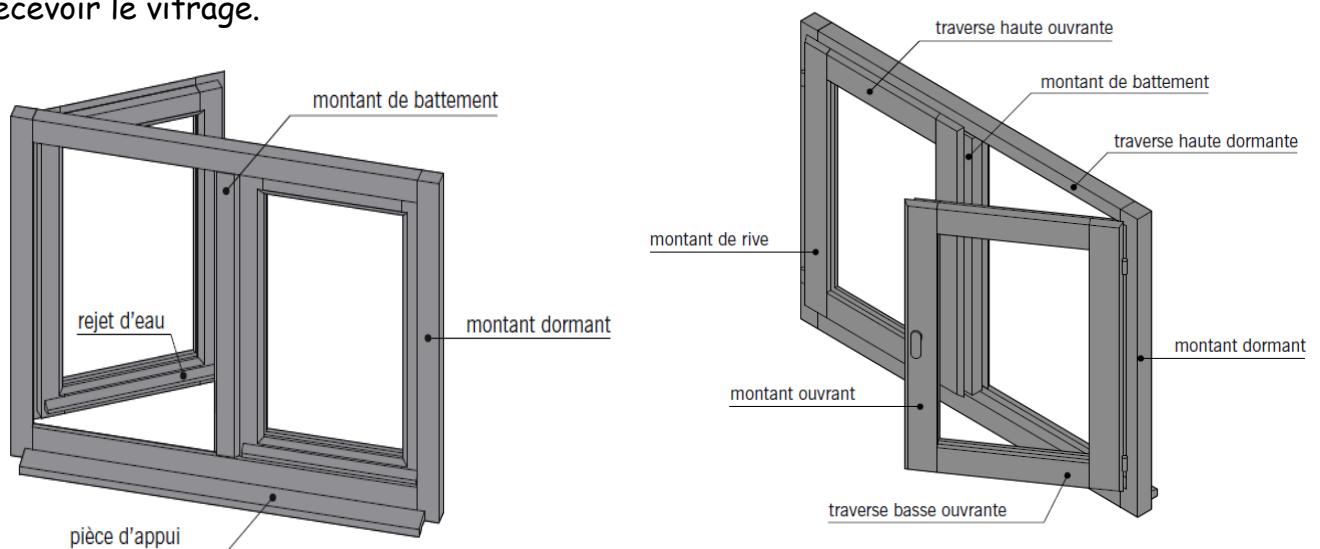
2. Les éléments de menuiserie extérieure : la fenêtre

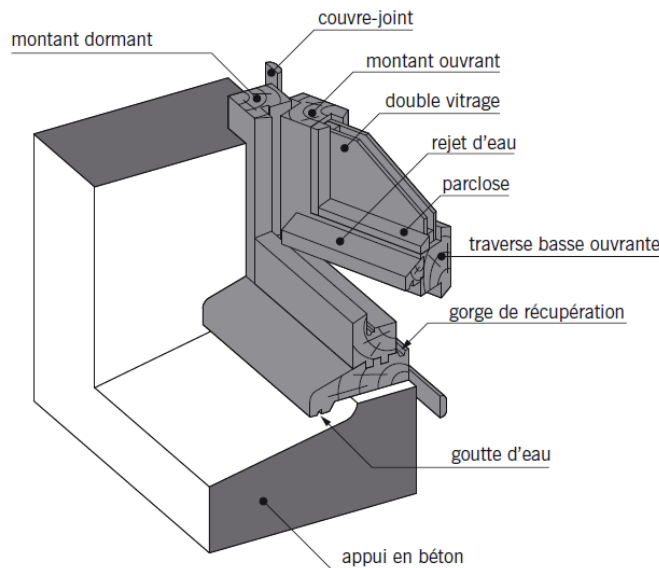
La **fenêtre** ou la **croisée** : ouvrage placé dans une baie et servant à l'éclairage naturel et à l'aération.

Le châssis appelé aussi bâti ou cadre : ouvrage fixe ou mobile composé de montants et de traverses. Le châssis est dormant quand il est fixé (scellé) à la maçonnerie et ouvrant lorsqu'il est mobile.



La **feuillure** : entaille périphérique ménagée dans le cadre de la fenêtre et destinée à recevoir le vitrage.





La goutte d'eau ou larmier : gorge horizontale située sous la pièce d'appui de la fenêtre, côté extérieur. La goutte d'eau empêche l'eau de pluie d'atteindre la pièce d'appui.

La gorge de récupération : rainure horizontale arrêtée, située du côté intérieur. Cette gorge, destinée à récupérer les gouttelettes d'eau provoquées par la condensation intérieure, communique avec l'extérieur par de petits orifices.

Le couvre-joint : petite baguette en bois ou profilé métallique (ou plastique) destinée à masquer le joint intérieur périphérique de la liaison menuiserie-maçonnerie.

Le mastic : pâte à base d'huile de lin destinée à fixer les vitrages dans les feuillures des châssis. Le mastic est de nos jours remplacé par des joints souples et des parclose.

3. Les différents types de fenêtres

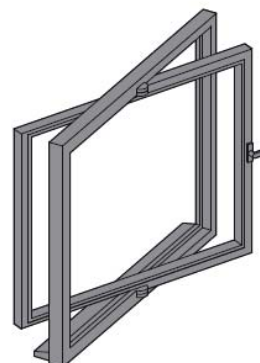
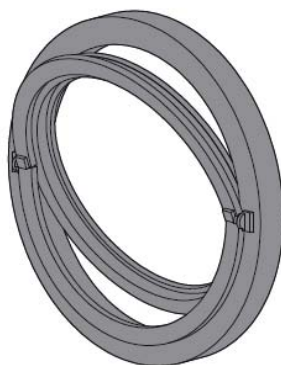
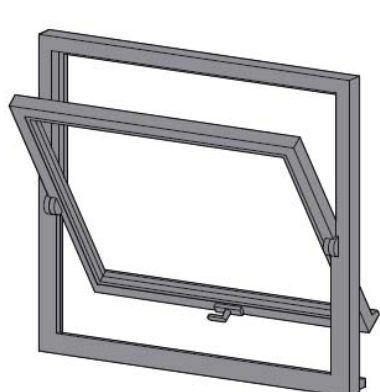
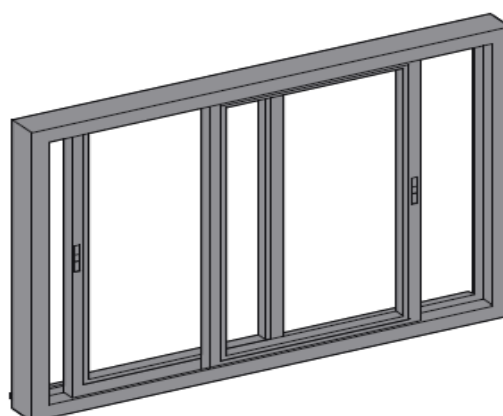
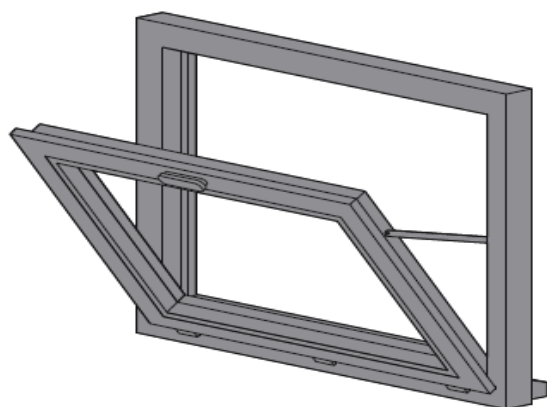
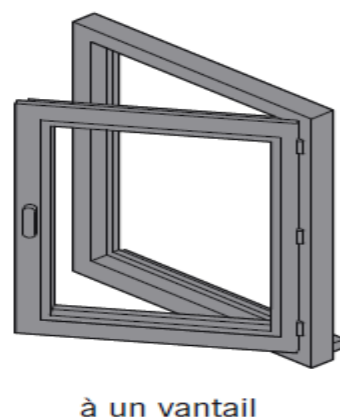
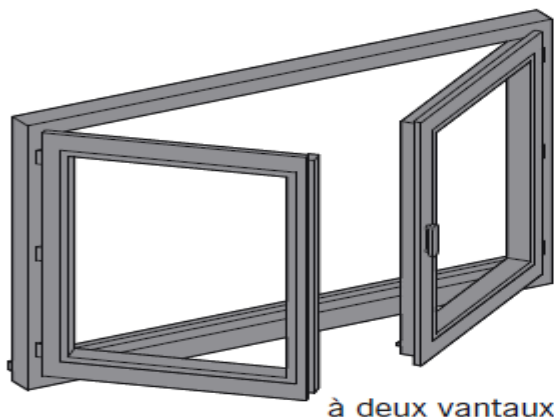
- La fenêtre à la française appelée aussi fenêtre ouvrant à la française ou fenêtre battante : type de fenêtre couramment employé en maison individuelle.

La fenêtre possède un ou deux vantaux ouvrants vers l'intérieur par rotation autour d'un ou plusieurs axes verticaux placés en bordure des montants de rive.

- La fenêtre à soufflet appelée châssis à soufflet ou abattant : fenêtre à un vantail ouvrant vers l'intérieur par rotation autour d'un axe horizontal placé en bordure de la traverse basse. Cette fenêtre est souvent utilisée en imposte. Elle se manœuvre alors au moyen d'un ferme-imposte. Le châssis peut également être fermé par un simple loqueteau.

- La fenêtre oscillo-battante ou fenêtre à double ouverture : fenêtre à un ouvrant disposant de deux modes d'ouverture différents : à la française et à soufflet.

- La fenêtre basculante : fenêtre dont le vantail pivote autour d'un axe horizontal médian. La moitié supérieure du vantail s'ouvre toujours vers l'intérieur. Le nettoyage de la face extérieure du vitrage s'effectue de l'intérieur, après le déverrouillage des pivots et le retournement presque complet de l'ouvrant.
- L'oeil-de-boeuf : fenêtre basculante de forme circulaire qui équipe également les lucarnes.
- La fenêtre pivotante : fenêtre dont le vantail pivote autour d'un axe vertical médian.



La fenêtre coulissante : fenêtre équipée d'un ou deux ouvrants se déplaçant par translation horizontale. En position ouverte, seule la moitié de la baie est dégagée. En

maison individuelle, les portes-fenêtres coulissantes sont plus fréquemment utilisées que les fenêtres coulissantes.

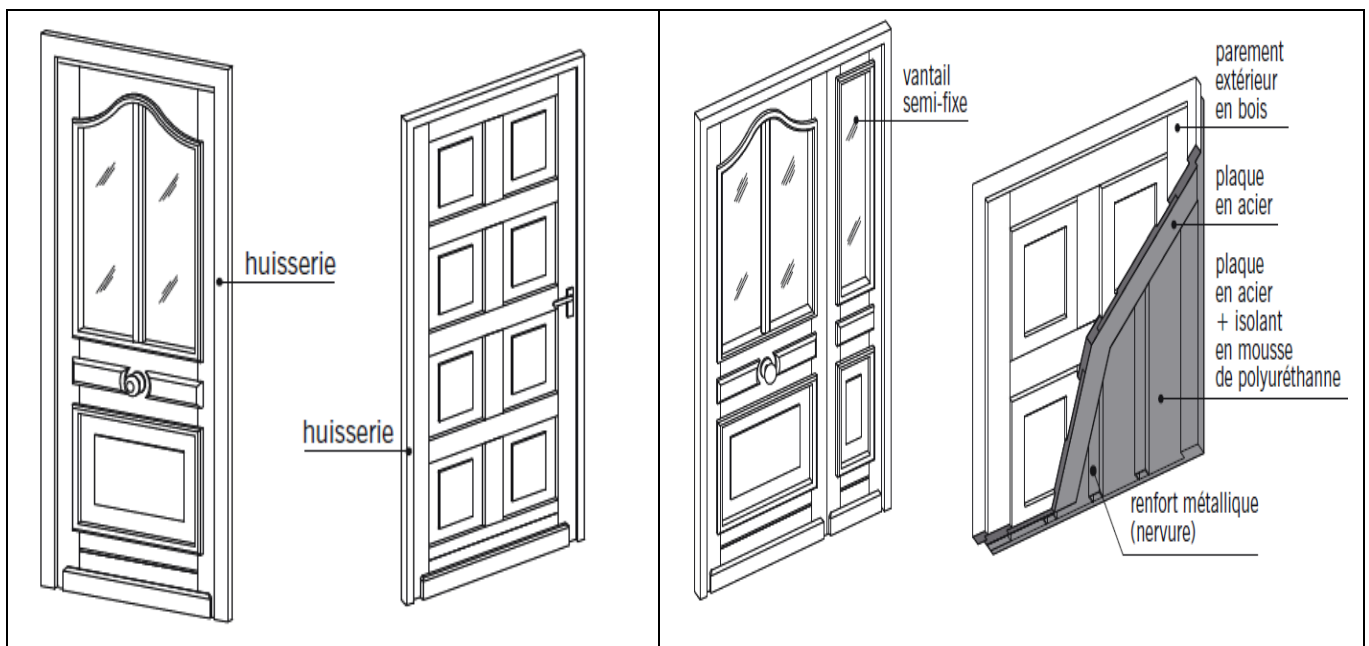
■ **La fenêtre de toit** : fenêtre mise en place dans les toitures. Ce type de fenêtre s'ouvre soit par rotation autour d'un axe horizontal, soit par projection

4. Les portes extérieures

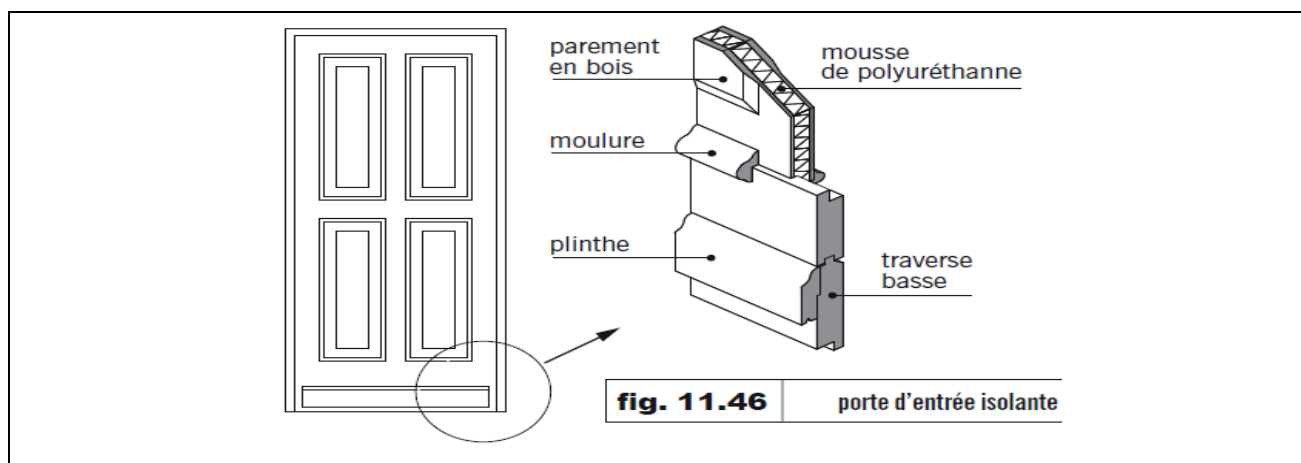
La porte extérieure : porte dont une face est exposée aux intempéries. Elle doit assurer une isolation thermique satisfaisante et être étanche à l'air et à l'eau.

■ **La porte d'entrée** : porte extérieure principale, en bois, en PVC ou en aluminium laqué. Elle peut être pleine, semi-vitrée (avec les vitrages protégés par une grille ou des barreaux) ou, plus rarement, entièrement vitrée.

■ **La porte d'entrée** avec tierce ouvrant appelée aussi porte tiercée : porte d'entrée complétée par un petit vantail semi-fixe dont l'ouverture permet d'obtenir un passage plus large.



La porte d'entrée isolante : porte qui possède dans son épaisseur un panneau isolant généralement en mousse de polyuréthane.



La porte de service : porte extérieure secondaire ouvrant sur une pièce de service (Cellier, cave, garage...).

- La porte-fenêtre : porte extérieure vitrée desservant une terrasse ou un balcon. Elle peut être coulissante ou s'ouvrir à la française.

V. La menuiserie intérieure

- La porte intérieure appelée aussi porte de communication : porte située à l'intérieur d'une habitation, destinée à accéder aux différentes pièces et aussi à les clore.

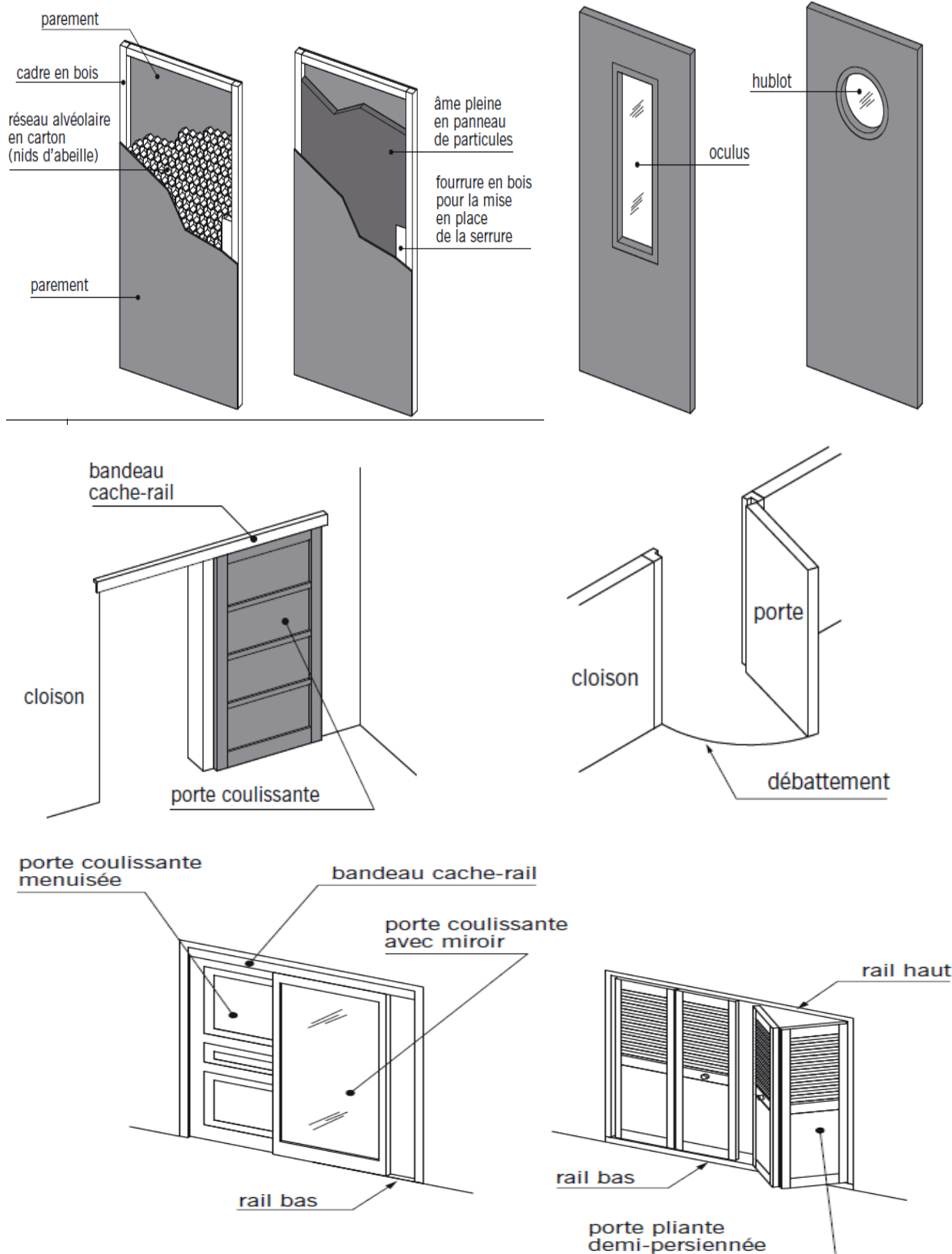
Il existe plusieurs types de portes intérieures (décrites ci-après) qui diffèrent par leur conception et leur usage.

- **L'âme** : **partie centrale d'une porte isoplane** qui sert à rigidifier la porte en reliant entre eux les deux parements. On distingue trois principaux types d'âmes :

- **L'âme alvéolaire** qui comprend des alvéoles réalisées à partir de bandes de carton, de lamelles de bois massif ou de fibres de bois.
- **L'âme pleine** qui est composée de panneaux de particules ou de panneaux de fibres de bois, remplit entièrement l'intérieur de la porte. Pour alléger son poids, elle est souvent percée d'orifices circulaires.
- **L'âme isolante** qui est en polystyrène ou en mousse de polyuréthane. Ce type d'âme est réservé aux portes intérieures dites « isolantes », séparant deux locaux dont les températures ambiantes sont différentes.

- **La porte isoplane** : porte intérieure dont les deux parements plans sont fixés de part et d'autre d'un cadre en bois.

L'âme peut être alvéolaire, pleine ou isolante. Les parements sont des panneaux minces de contreplaqué ou de fibres de bois. La porte peut être munie d'un oculus ou d'un hublot.



La porte coulissante : porte intérieure dont le vantail ou les vantaux s'ouvrent par translation horizontale.

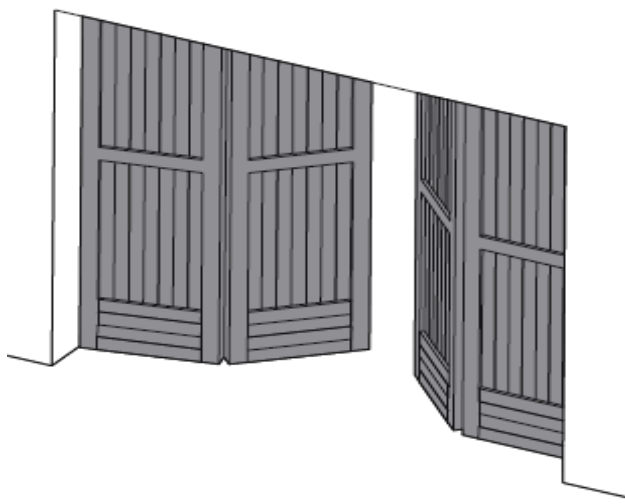
Le placard : volume de rangement ménagé dans l'épaisseur d'un mur ou délimité par des cloisons.

■ **La porte de placard** : porte fermant un placard. Elle peut être battante, coulissante ou pliante. Les matériaux utilisés pour leur réalisation sont identiques à ceux employés pour les portes de communication. Les portes pliantes sont parfois métalliques

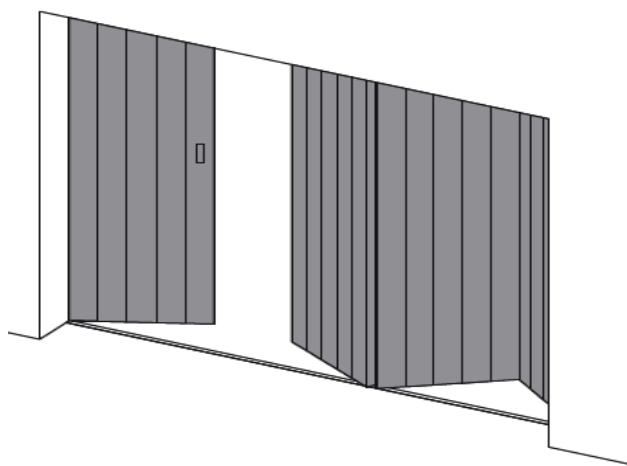
VI. Les portes de garage

La porte de garage : panneau mobile, obturant la baie d'accès à un garage. La porte peut être métallique, en bois ou en PVC, à simple ou à double paroi (avec interposition d'un panneau isolant). Elle peut être équipée de hublots (petits châssis vitrés fixes) et, pour certains modèles, de portillons.

Il existe plusieurs formes de panneaux pour portes de garage appelés également tabliers

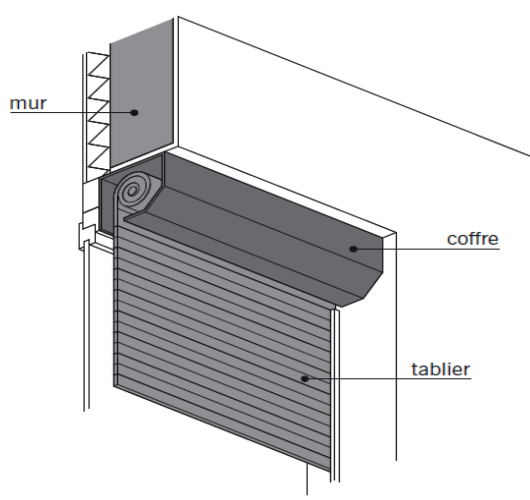
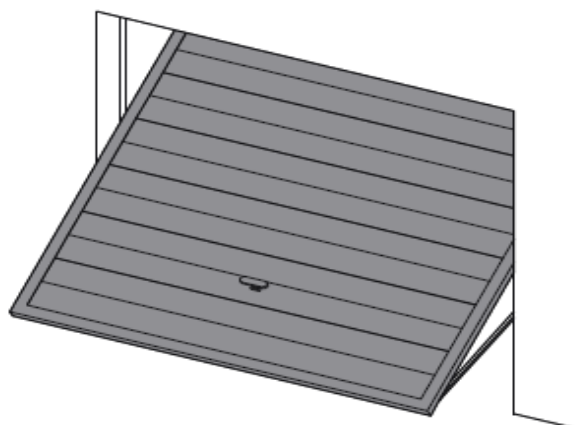


porte à vantaux repliables



porte accordéon

vue extérieure



VII. Les ouvrages de fermeture et de protection

- La fermeture ou ouvrage de fermeture : ouvrage installé devant un châssis vitré, fixe ou mobile, et destiné à arrêter la lumière extérieure et à protéger la baie contre les risques d'effraction.
- Le volet battant appelé aussi volet : ouvrage de fermeture constitué de panneaux articulés en bois, en métal ou en PVC, placé à l'extérieur de la baie. Autrefois, le mot volet désignait exclusivement une fermeture placée à l'intérieur de la pièce, tandis que le terme contrevent s'appliquait aux fermetures extérieures. De nos jours, contrevent et volet sont synonymes. On distingue plusieurs types de volets battants :
 - Le volet plein à lames renforcé par des barres (pièces horizontales vissées sur les lames) et des écharpes (pièces obliques destinées à maintenir l'équerrage). Ce type de volet est souvent équipé de tiges filetées parallèles aux barres et logées dans l'épaisseur des lames. Ces tiges permettent de solidariser fortement les lames entre elles.
 - Le volet-persienne muni de lames horizontales disposées à claire-voie. Les lames peuvent occuper toute la hauteur du volet ou seulement la partie supérieure.
- La persienne : ouvrage de fermeture en bois, en métal ou en PVC constitué de plusieurs lames (parties mobiles de faible largeur), reliées entre elles par des paumelles.

Les persiennes pliantes (ou repliables) se rabattent les unes sur les autres de chaque côté de la baie.

Les persiennes à l'italienne ou à projection à l'italienne, sont installées sur un cadre métallique dont la partie haute est fixée sur le dormant par des charnières. L'ensemble peut s'incliner vers l'extérieur pour laisser passer l'air tout en se protégeant du soleil.

Le volet roulant : ouvrage de fermeture composé de lames horizontales articulées s'enroulant sur un axe placé au-dessus de la baie.

B. LA VITRERIE

I. Définitions

La vitrerie est l'art du vitrier ainsi que le nom de son commerce. Par extension, la vitrerie est aussi l'ensemble des marchandises qui sont l'objet de ce commerce.

La vitrerie s'occupait essentiellement de verre simple qu'elle fabriquait, commercialisait et posait. Par la suite elle s'occupa de miroiterie, cette sous-branche qui s'occupe d'abord des miroirs, ensuite plus largement des verres transformés tels

les verres armés, verres feuilletés. Le métier de la « miroiterie » ainsi que le terme lui-même, tend alors à éclipser celui de « vitrerie »¹.

La vitrerie subit la concurrence de la serrurerie dans la pose des châssis de fenêtre, ce qui l'oblige à s'occuper également de la fabrication et de la commercialisation des châssis¹. C'est un corps de métier à part entière dans les spécialités du bâtiment.

En construction, la vitrerie inclut donc la fourniture et la pose des feuillures, la fixation via les cales à vitrage et parcloles ainsi que l'étanchéité via des mastics et joints plastiques.

II. Le vitrage

■ Le vitrage : remplissage en verre des châssis ouvrants et des châssis dormants des fenêtres et des portes-fenêtres. On distingue plusieurs types de vitrages décrits ci-après.

■ Le verre simple ou simple vitrage : vitrage qui, constitué d'une seule épaisseur de verre, assure uniquement une fonction d'éclairement. Il est de moins en moins utilisé pour vitrer les fenêtres.

■ Le double vitrage ou vitrage isolant : vitrage composé de deux feuilles de verre solidarisées sur leur pourtour par un profilé intercalaire métallique. L'épaisseur de la lame d'air déshydraté qui sépare les deux plaques varie de 10 à 16-mm environ. La présence de la lame d'air améliore les performances d'isolation thermique du vitrage.

Celles-ci peuvent encore être augmentées par deux procédés différents :

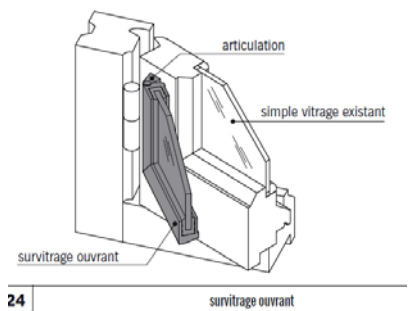
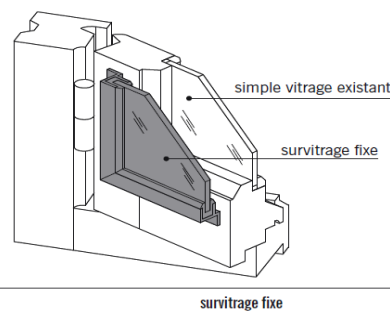
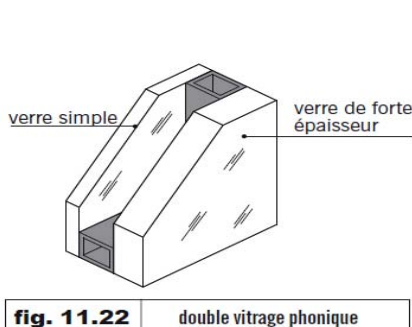
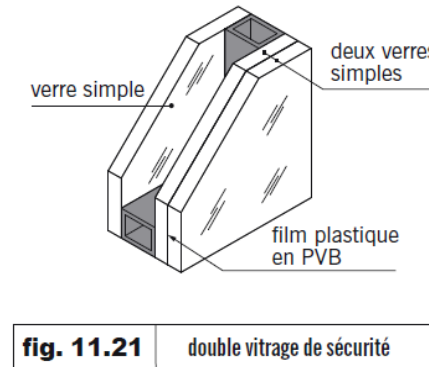
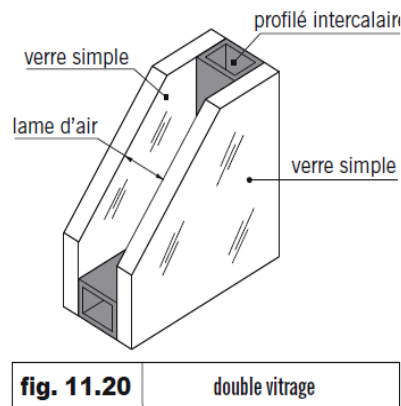
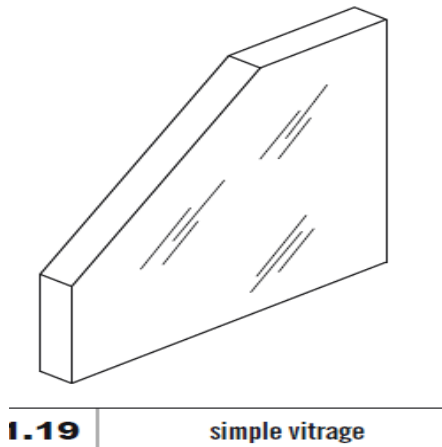
- Le remplacement de la lame d'air par un gaz rare, l'argon, qui, mieux que l'air, s'oppose aux échanges de chaleur.
- La présence d'une couche dite à « faible émissivité », à base d'oxydes métalliques transparents déposés sur le verre intérieur, côté lame d'air. Cette couche retient dans la pièce une partie du rayonnement solaire qui y est entré.

Les désignations habituelles des doubles vitrages font référence aux épaisseurs des différents éléments qui les composent. Ainsi l'appellation « 4.12.4 » désigne un vitrage constitué de deux verres de 4-mm d'épaisseur séparés par une lame d'air de 12-mm.

Le double vitrage de sécurité : double vitrage dont un des deux côtés est un verre feuilleté. En cas de bris de verre, les éclats restent collés sur le film. L'appellation « 4.10.33.1 » désigne un double vitrage composé d'un verre extérieur de 4-mm, d'une lame d'air de 10-mm et de deux verres de 3-mm solidarisés par un film de PVB. La propriété anti-effraction du vitrage est directement liée à l'épaisseur des verres et au nombre de films superposés.

Il existe également des doubles vitrages dont un des deux verres possède des spécificités particulières : verre translucide, verre granité, verre teinté...

■ Le double vitrage phonique appelé aussi vitrage asymétrique : double vitrage dont un des deux verres est plus épais que l'autre. Cette caractéristique permet d'améliorer l'isolation acoustique en atténuant le niveau des bruits extérieurs.



III. Les verres

Le verre armé : verre comportant un fin treillis métallique noyé dans son épaisseur.

- Le verre trempé : verre spécial dont le mode de fabrication le rend moins coupant en cas de rupture et aussi plus résistant aux chocs.
- Le verre feuilleté : vitrage constitué de deux feuilles de verre collées entre elles par l'intermédiaire d'un film plastique très résistant en butyral de polyvinyle (PVB) de 0,4-mm d'épaisseur.
- Le carreau : élément en verre d'une fenêtre ou d'une porte-fenêtre.
- Le survitrage : vitrage rapporté sur un simple vitrage existant de manière à créer un double vitrage. Le survitrage mis en place dans un cadre en PVC ou en aluminium peut être fixe ou ouvrant.

C. LA SERRURERIE

I. Définitions

La **serrurerie** est une branche de la construction qui s'occupe de la fabrication des dispositifs de fermeture et des objets en métal ouvré. Ce terme tend à être remplacé, dans l'usage des professionnels, par celui, plus large, de métallerie¹.

■ La serrure : mécanisme qui permet de condamner l'ouverture d'une porte. Une serrure comprend :

- Une partie fixe solidaire de l' huisserie de la porte, appelée gâche.
- Une petite boîte métallique fixée sur la porte. Cette pièce, appelée coffre, renferme le mécanisme de fermeture dont des éléments mobiles, les pènes, actionnés par la poignée et la clé, pénètrent dans la gâche.

II. Les types de serrures

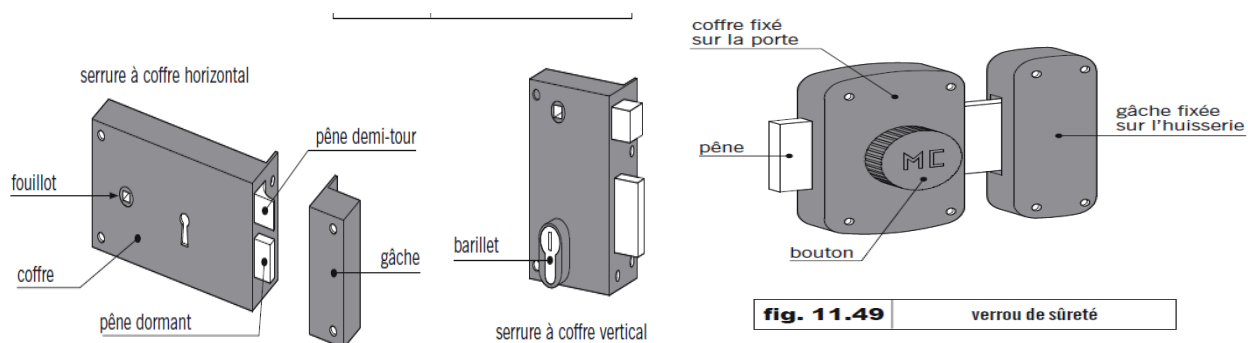
Selon l'emplacement de la serrure sur le vantail, on distingue :

- La serrure en applique fixée sur le parement intérieur de la porte. Dans le cas des portes d'entrée, il s'agit souvent d'une serrure multipoints.

- La serrure à encastrer appelée aussi serrure à larder ou serrure à mortaiser. Ce type de serrure est souvent muni de plusieurs points de verrouillage (ou points de condamnation) qui assurent une meilleure résistance à l'effraction.

■ Le verrou appelé aussi verrou de sûreté : petite serrure en applique. Le pêne est actionné de l'extérieur par une clé et de l'intérieur, le plus souvent, par un bouton.

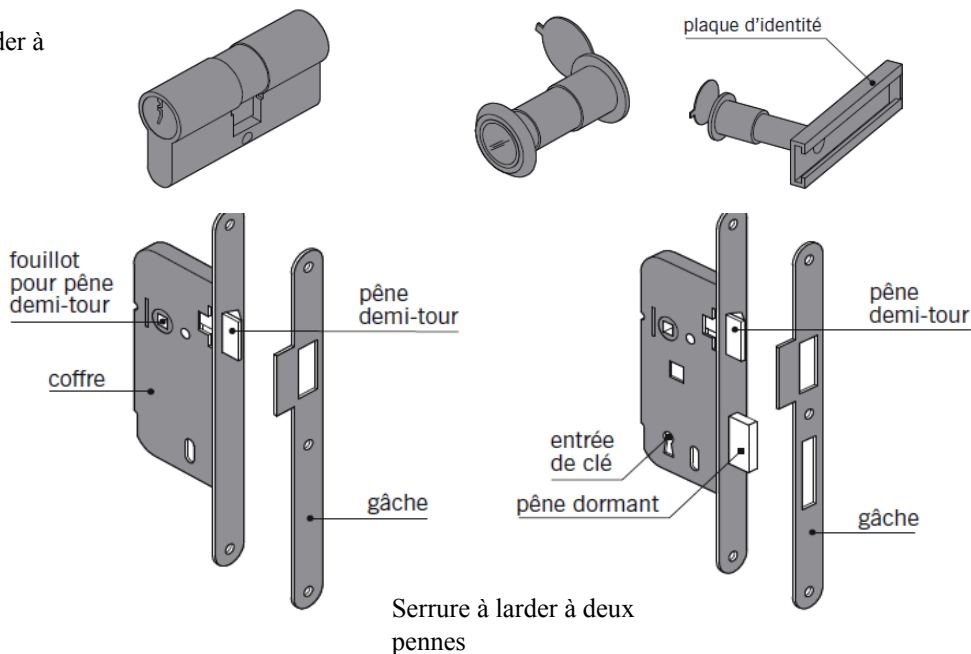
■ Le barillet ou cylindre : pièce de forme cylindrique dans laquelle on introduit la clé. Le barillet appelé aussi canon amovible existe en différentes longueurs. Il peut être « standard » ou de « sécurité » selon la qualité du métal qui le compose et la complexité de son mécanisme.



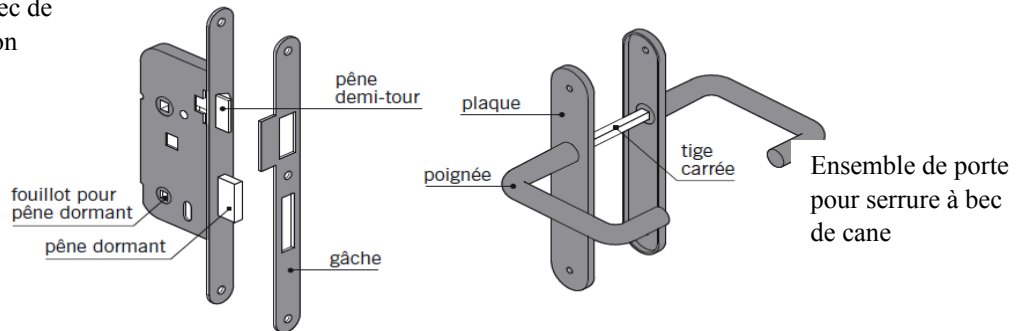
La serrure à larder ou serrure à mortaiser : serrure mise en place dans un évidement pratiqué dans l'épaisseur de la porte. On distingue quatre types de serrures à larder pour portes intérieures :

- La serrure à bec de cane ou serrure à demi-tour : c'est une serrure sans clé possédant un pêne demi-tour taillé en biseau qui, actionné par une poignée, pénètre dans la gâche fixée sur l'huissérie. Ce type de serrure est installé sur des portes intérieures qui ne nécessitent pas une condamnation temporaire.
 - La serrure à pêne dormant et demi-tour ou serrure à deux pênes : le pêne demi-tour est actionné par la poignée et le pêne dormant qui condamne la porte fonctionne à l'aide d'une clé.
 - La serrure à bec de cane à condamnation pour les portes de W.-C. et de salle de bains. La serrure est munie d'un pêne demi-tour et d'un pêne dormant. Ce dernier est actionné par un bouton.
 - La serrure à pêne dormant seul actionné par une clé, pour les portes dont l'ouverture est épisodique (portes de locaux techniques, portes de caves...).
- L'ensemble de porte appelé aussi garniture de porte : il est constitué par les deux béquilles, les deux plaques de propreté et les accessoires de fixation. Les matériaux utilisés sont très variés : laiton, acier, aluminium, bois, céramique, nylon... Selon le type de serrure à larder sur laquelle il s'applique.

Serrure à larder à bec de cane



Serrure à larder à bec de cane à condamnation



III. Autres classification des serrures

On compte actuellement différents types de serrure de porte. Les serrures peuvent être différentes suivant la pose, le niveau de sécurité et le système de verrouillage. Plus bas, découvrons plus d'informations sur les serrures.

1. Les différentes serrures en fonction de la pose

On distingue principalement 4 types de serrures suivant la pose. On retrouve la serrure en applique qui se décline en deux modèles :

- monopoint ou multipoint. Ce dispositif est moins discret car son boîtier est apparent sur le montant de la porte. La pose est simple et elle est difficile à arracher.
- Ensuite, on retrouve la serrure à encastrer, plus discrète car elle est dissimulée dans la porte. Elle est aussi appelée serrure à mortaiser ou à larder. Elle se décline aussi en deux versions dont monopoint et multipoint. Elle garantit une meilleure sécurité et semble très esthétique.
- Puis, on retrouve la serrure carénée, solide en plus d'être esthétique. Son fonctionnement est simple, soit on tire, soit on pousse.
- Enfin, on retrouve la serrure à poignée. La poignée est absolument indispensable pour la serrure. Cette serrure offre un minimum de sécurité.

2. Les types de serrures suivant le niveau de sécurité

Suivant le niveau de sécurité, on distingue trois types de serrures dont les suivants :

- Serrure à crémone : un mécanisme de fermeture idéal pour les portes à 2 battants.
- Serrure 3 points : à poser sur une porte d'entrée, elle fait partie de la catégorie de serrure multipoint.

- Serrure 5 points : la référence en matière de sécurité. Placée à la porte d'entrée elle vous protège contre le cambriolage et toute tentative d'effraction.

3. Les diverses serrures suivant le système de verrouillage

Suivant le mode de verrouillage, on distingue les différents types de serrure suivant :

- Serrure à clé : se ferme et s'ouvre à l'aide d'une clé généralement en métal qui se compose de trois parties dont l'anneau, la tige et le panneton.
- Serrure à carte : se verrouille et se déverrouille à l'aide d'une carte, souvent utilisés pour les voitures et les bâtiments à usage collectif.
- Serrure à code : se ferme et s'ouvre à l'aide d'un code, parfaite pour sécuriser un lieu. L'accès est strictement contrôlé. S'installe à l'intérieur comme l'extérieur.
- Serrure biométrique : très utilisée dans les locaux privés. Elle s'ouvre par reconnaissance de l'empreinte du doigt, de la rétine, etc.

Serrure anti-panique : permet d'évacuer le public en urgence en cas d'incendie ou autre sinistre dans un bâtiment.