



مكتب التكوين المهني وإنعاش الشغل
Office de la Formation Professionnelle et de la Promotion du Travail



Modes opératoires Travaux BTP

2019/2020

Sommaire

1. Généralités et prérequis
2. Implantation
3. Terrassement
4. Fondation
5. Dallage
6. Structure porteuse
7. Coffrage
8. Ferrailage
9. Béton et mortier
10. Mur, cloison, chaînage
et enduit
11. Escalier
12. Terrasse, étanchéité
et mur d'acrotère
13. Mur de soutènement
14. Voiries et réseaux divers
15. Exercices



1. Généralités & prérequis

Généralités et prérequis

1. Le secteur du Bâtiment et des Travaux Publics (BTP)

1.1. Type de produits BTP par sous secteur d'activité:

❖ Travaux publics il s'agit de produits relatifs aux ;

□ VRD (Voiries et réseaux divers) : l'ensemble des travaux qui ont pour objectif de mettre le terrain en état de recevoir la construction et de raccorder les bâtiments aux réseaux de distribution collectifs de fluides et à la voirie publique. Cela concerne essentiellement les amenées d'eau, de gaz, d'électricité, de chauffage, de téléphone, les évacuations d'eaux usées, les voiries de desserte.

- ❖ Ouvrage d'Art et leurs familles: Un ouvrage d'art est une construction de grande importance (Barrages, Mur de soutènement...), ou leurs familles liés à des voies de communication (Ponts, Viaducs...).

- ❖ Bâtiment : les produits de bâtiment peuvent être ventilés en trois sous-secteurs.
 - ❑ Gros-œuvre : surtout les petits terrassements et fondations, bétonnage, maçonnerie...
 - ❑ Second œuvre technique : surtout la plomberie-sanitaire, électricité, climatisation, ventilation...
 - ❑ Second œuvre de finition : pour les revêtements sol et mur, la peinture, décoration en plâtre et la vitrerie miroiterie...

1.2. Classification des constructions :

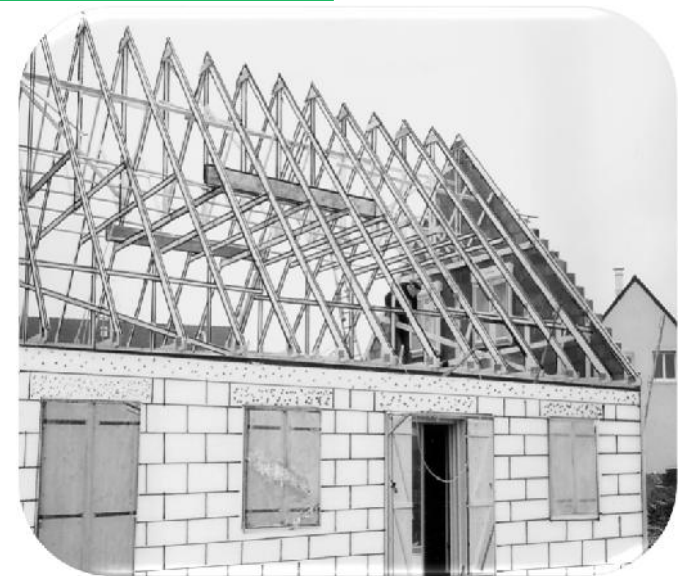
Les constructions peuvent être classifiées selon plusieurs critères d'évaluation :

- Leurs structures de résistance,
- Leurs fonctions ou leurs destinations,
- Leur qualité,
- Leurs degrés de protection contre le feu,

1.2.1. Classification selon la structure de résistance :

Dans ce cas la construction peut être :

- Avec murs portants : en bois, maçonnerie, béton armé
- Avec ossature (ou cadre) : en béton armé, en métal
- Avec structure mixte
- Avec structure spéciale



1.2.2. Classification selon leurs fonctions :

1. Des bâtiments,
2. Des constructions de l'ingénierie,

1. Les bâtiment peuvent être :

✓ Les bâtiments civils :

- Maisons individuelles et collectives
- Bâtiments publics et administratifs
- Bâtiments culturels et sportifs

✓ Les bâtiments industriels :

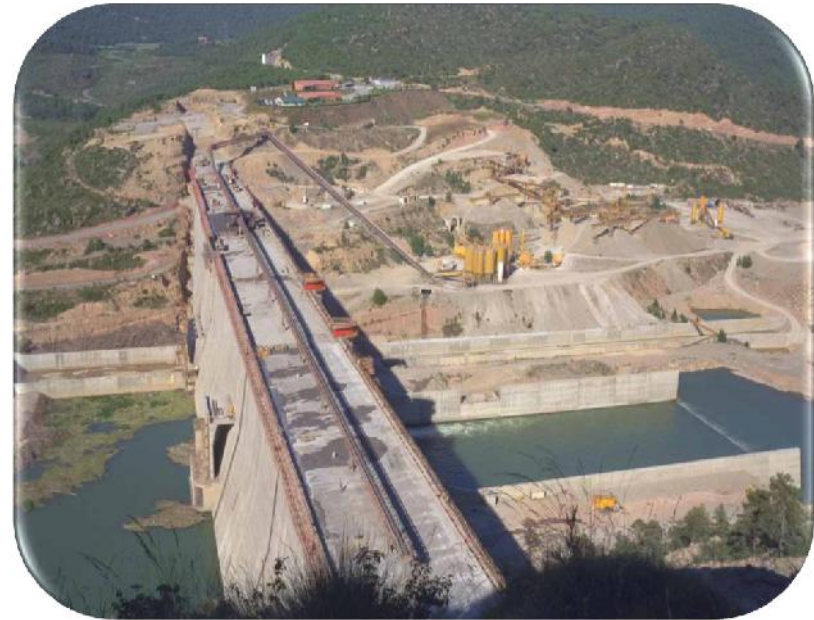
- Pour la production
- Auxiliaires

✓ Les bâtiments agricoles et zootecniques :
- Pour l'abri des animaux ou les plantes, etc.



2. Les constructions de l'ingénieries peuvent être :

- ✓ Voies de communications :
Chaussées, routes, voie ferrée, etc.
- ✓ Ouvrages d'arts :
Barrages,
Tunnels
Murs de soutènement, etc.

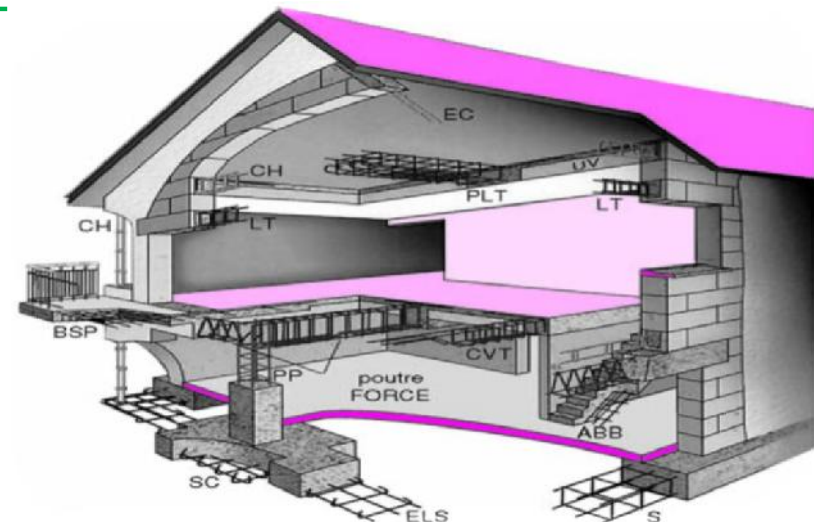


1.2.3. Classification selon la qualité :

Elle peut être conçue pour répondre à des demandes.

Dans ce cas la classification est déterminée par :

- la durabilité de la construction,
- les degrés de résistance aux efforts,



➤ Les parties composantes d'un bâtiment :

D'habitude un bâtiment est composé par :

- Infrastructure (fondations...)
- Superstructure (murs, poteaux, travaux de finitions...)
- Installations (sanitaires, électriques, climatisation...)

➤ La partition d'un bâtiment :

✓ **Verticalement (vers le haut) :**

Sous-sol, rez-de-chaussée, 1ère étage...

✓ **Horizontalement (au même niveau) :**

Pour une maison : salon, chambre parent...

Pour un hôtel : réception, restaurants...

Pour une école : classe, laboratoire, bureau...

SUPERSTRUCTURE

Murs et baies

Plancher

Toiture

Couverture

+Seconde oeuvre

INFRASTRUCTURE

Sol

Semelles

Soubassement

Dallage

VRD

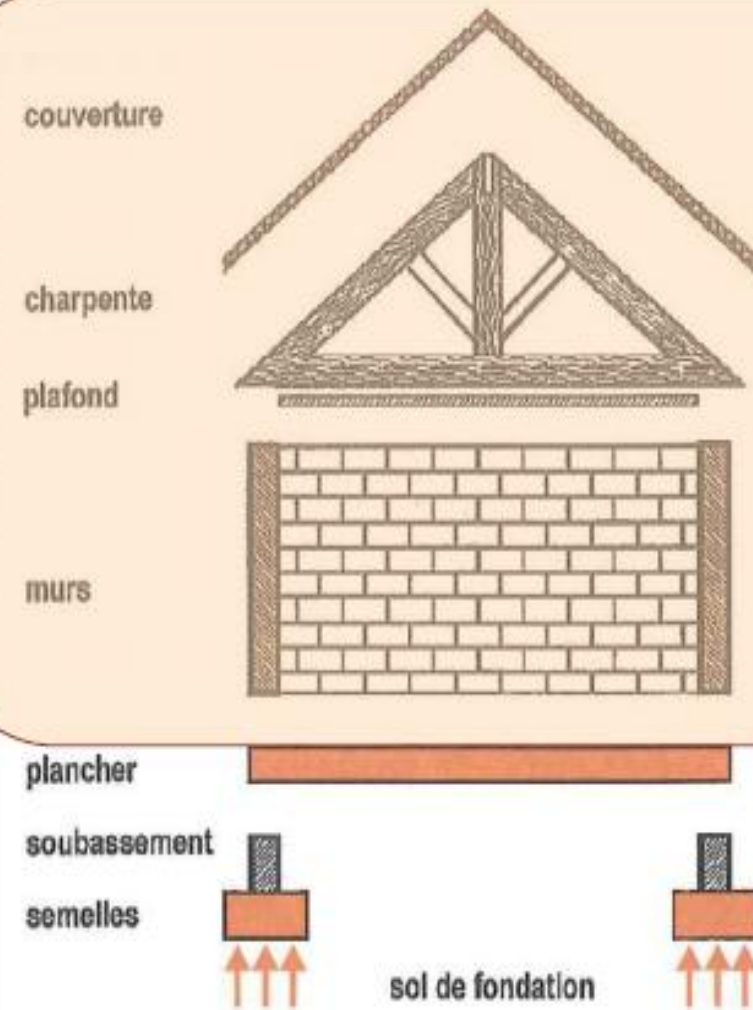
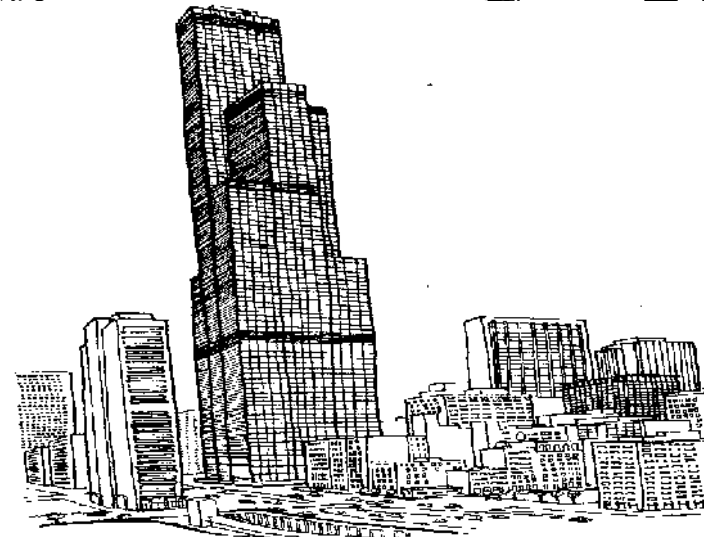
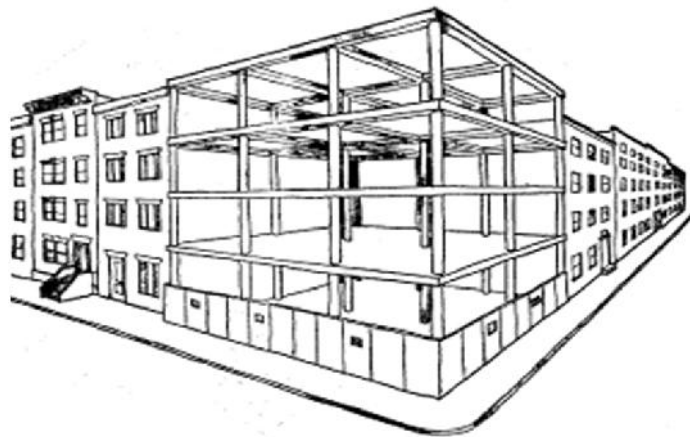
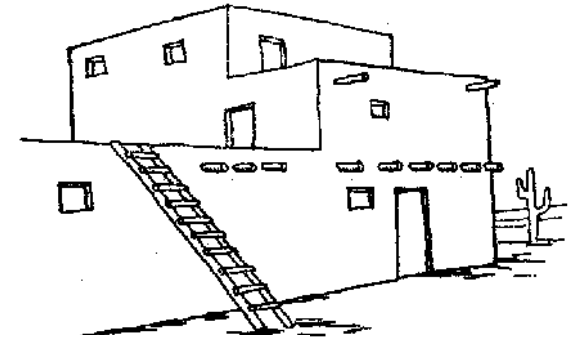
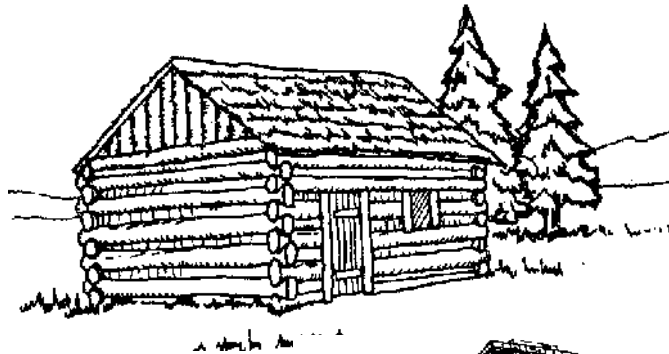
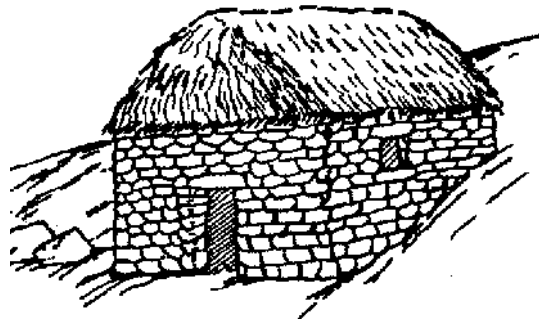
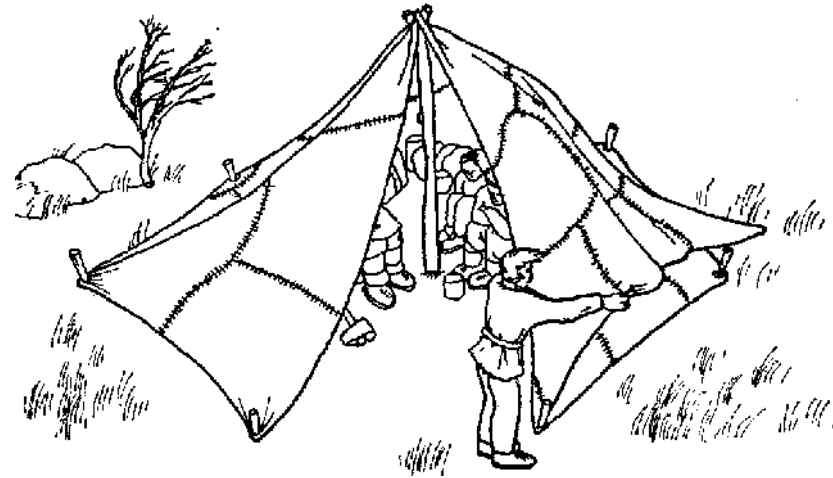
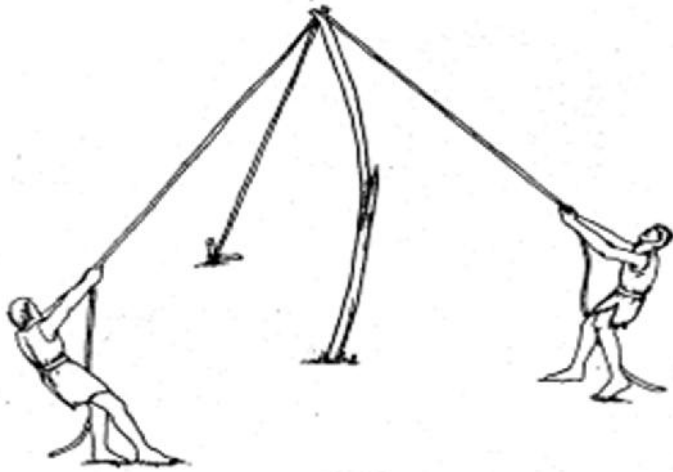


Figure 3.10 : éléments de la structure porteuse

Comment construire un Bâtiment ???





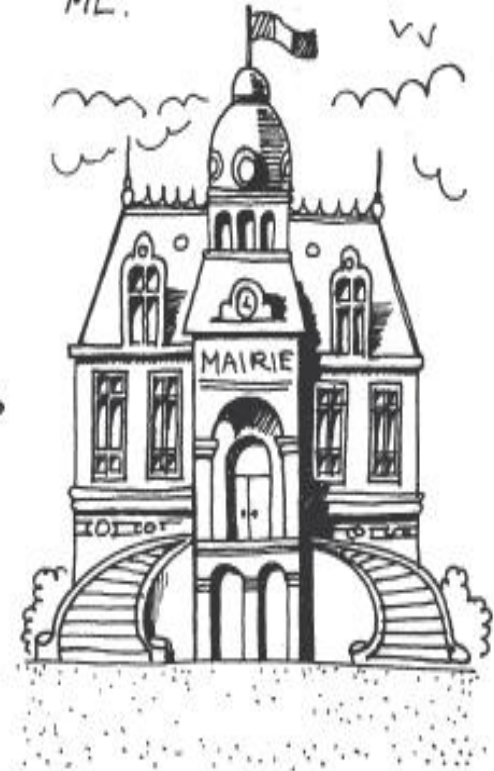


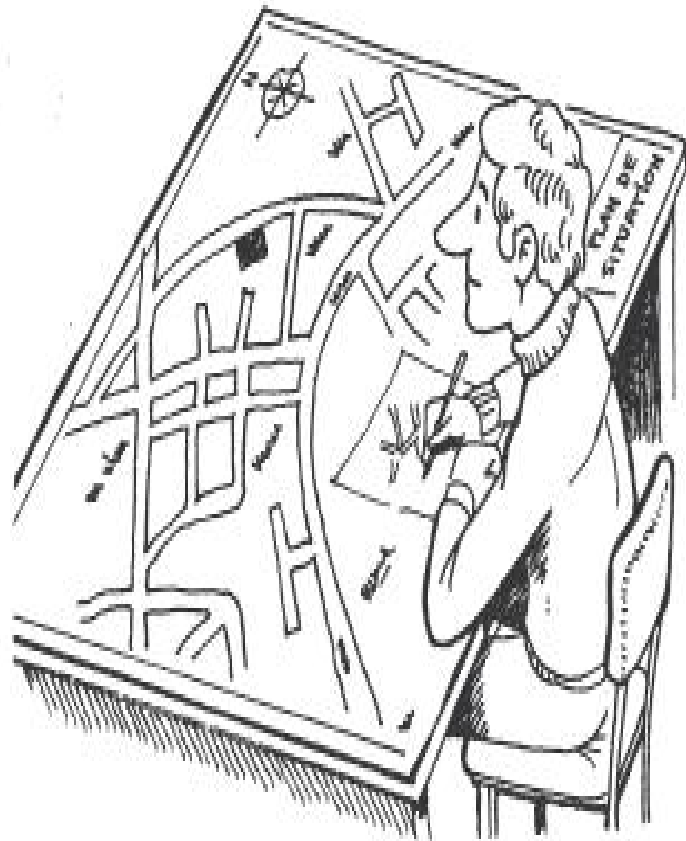
VOUS DÉCIDEZ DE FAIRE
CONSTRUIRE VOTRE MAISON !
IL FAUDRA D'ABORD CONNAÎTRE
LES FORMALITÉS ADMINISTRATIVES
OBLIGATOIRES À EFFEC-
TUER EN VUE DE CONSTRUIRE ...



TERRAIN PRÉVU POUR CONSTRUIRE ?
POUR EN ÊTRE SÛR, IL FAUT UN
CERTIFICAT D'URBANISME AVANT
D'EN EFFECTUER L'ACHAT.

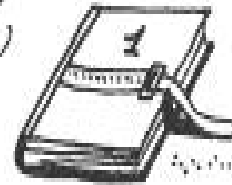
LES SERVICES DE LA
MAIRIE DÉLIVRENT EN
3 EXEMPLAIRES
LA DEMANDE DE
CERTIFICAT D'URBANIS-
ME.



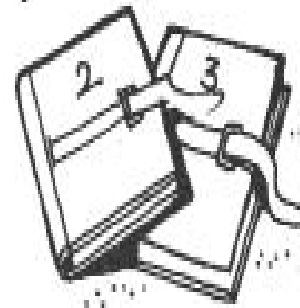


À CETTE DEMANDE EN 3 EXEMPLAIRES
VOUS JOIGNEZ 1 PLAN DE SITUATION
DÉTAILLÉ DU TERRAIN.

UN PREMIER EXEMPLAIRE EST
À ENVOYER À LA MAIRIE DE
LA COMMUNE OÙ SE SITUE
LE TERRAIN,

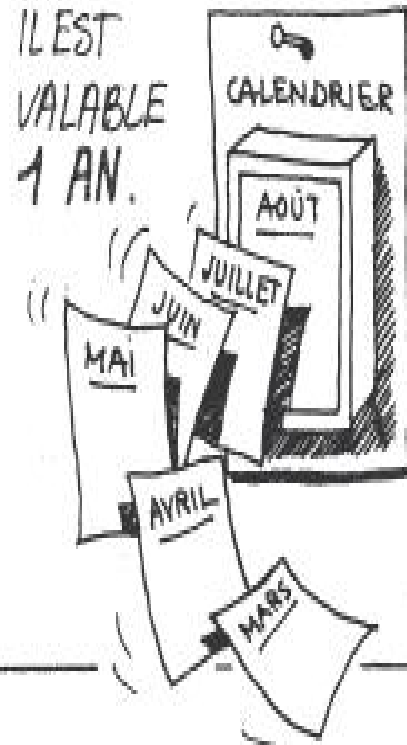


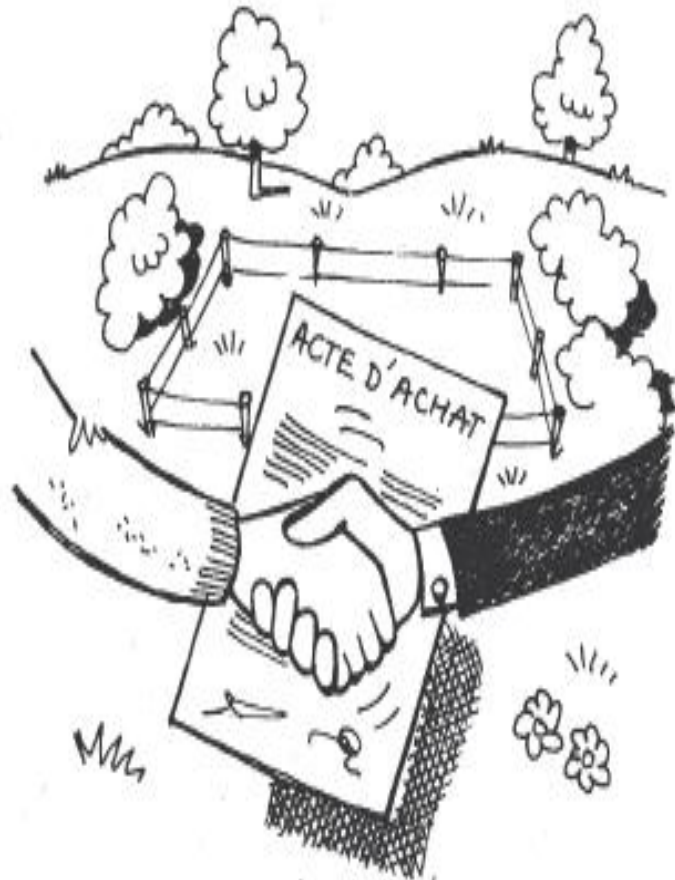
ET LES DEUX AUTRES, AU
DIRECTEUR DÉPARTEMENTAL
DE L'ÉQUIPEMENT.



DANS UN DÉLAI DE 2 MOIS,
À COMPTER DE LA DATE DE
DÉPÔT, VOUS RECEVREZ
VOTRE CERTIFICAT
D'URBANISME.

IL EST
VALABLE
1 AN.





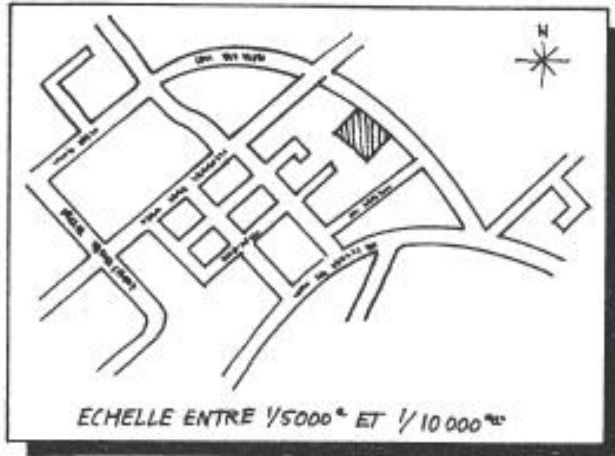
VOUS PASSEZ L'ACTE D'ACHAT DU
TERRAIN DEVANT LE NOTAIRE, VOUS
VOILÀ PROPRIÉTAIRE !
MAINTENANT, VOUS POUVEZ PENSER
À L'ÉTUDE DES PLANS DE VOTRE
FUTURE MAISON !



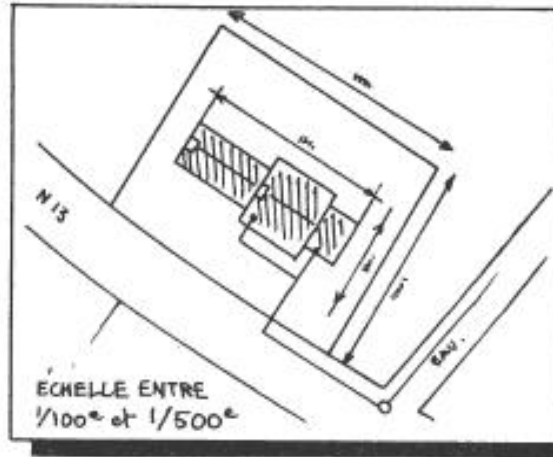
UN ATELIER D'ARCHITECTURE VA METTRE AU POINT LE
PROJET, EN TENANT COMPTE DE VOS IDÉES ET DE
VOS DÉSIRES, POUR L'OBTENTION DU PERMIS DE
CONSTRUIRE.

LA MAIRIE DU LIEU DE CONSTRUCTION, DOIT VOUS FOURNIR EN 3 EXEMPLAIRES LA DEMANDE DE PERMIS DE CONSTRUIRE. A CHACUNE DE CES DEMANDES VOUS DEVEZ JOINDRE :

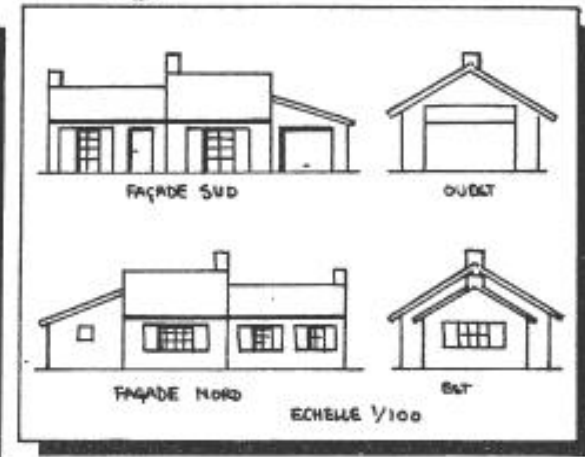
① PLAN DE SITUATION



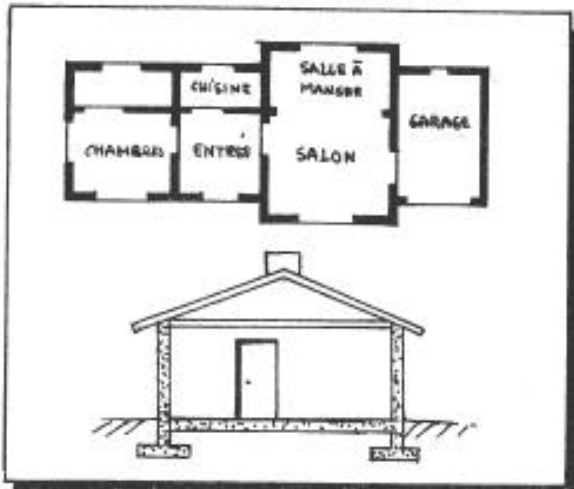
② PLAN DE MASSE



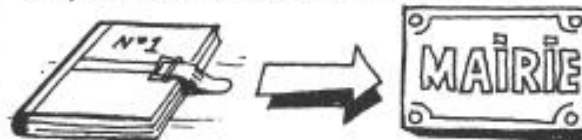
③ PLAN DES FAÇADES



④ COUPES HORIZONTALE ET VERTICALE.



LE PREMIER DOSSIER, COMPRENANT LES PLANS (n°1, 2, 3, et 4) ET DESCRIPTIF, EST ENVOYÉ À LA MAIRIE.



LES DEUX AUTRES, À LA DIRECTION DÉPARTEMENTALE DE L'ÉQUIPEMENT



DEUX MOIS APRÈS, VOUS RECEVEZ LE PERMIS DE CONSTRUIRE. CELUI-CI EST VALABLE 1 AN.



ADRESSEZ MAINTENANT 1 EXEMPLAIRE DE LA DÉCLARATION D'OUVERTURE DU CHANTIER À LA MAIRIE ET À LA D.D.E.





ÉCHELLE 1/25 000
Fig. : Plan de situation

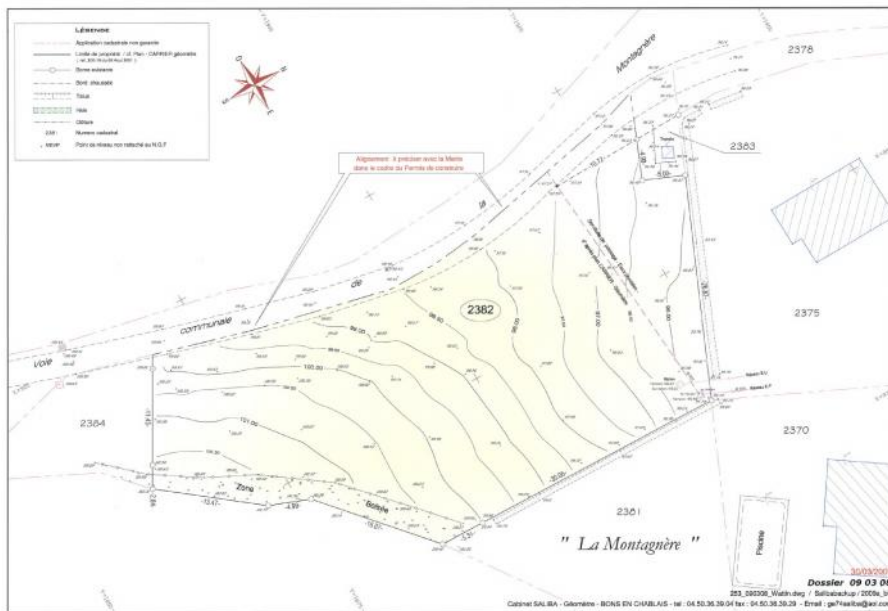
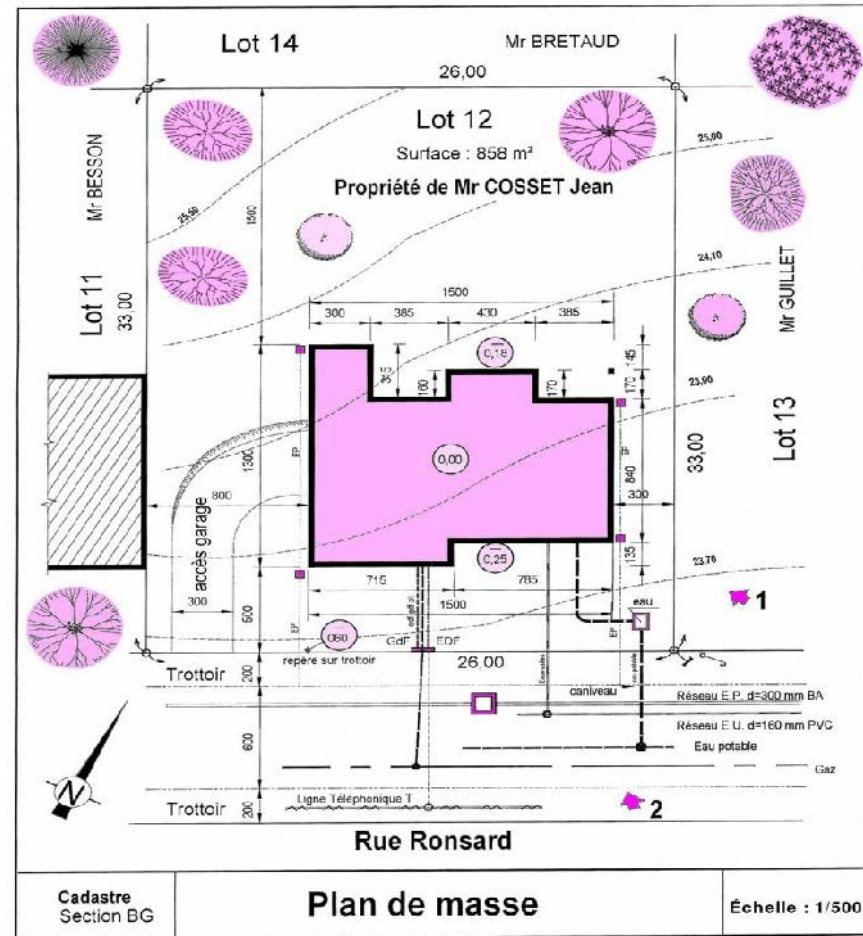


Fig. : Plans topographiques



Cadastre Section BG **Plan de masse** Échelle : 1/500

VOUS POSEZ LE PANNEAU
D'OUVERTURE DU CHANTIER,
LES TRAVAUX PEUVENT
COMMENCER!



QUELQUES MOIS PLUS TARD,
VOTRE MAISON EST TERMINEE.
VOUS OBTENEZ LE **CERTIFICAT**
DE CONFORMITE DES TRAVAUX
EFFECTUES.



LES BATIMENTS

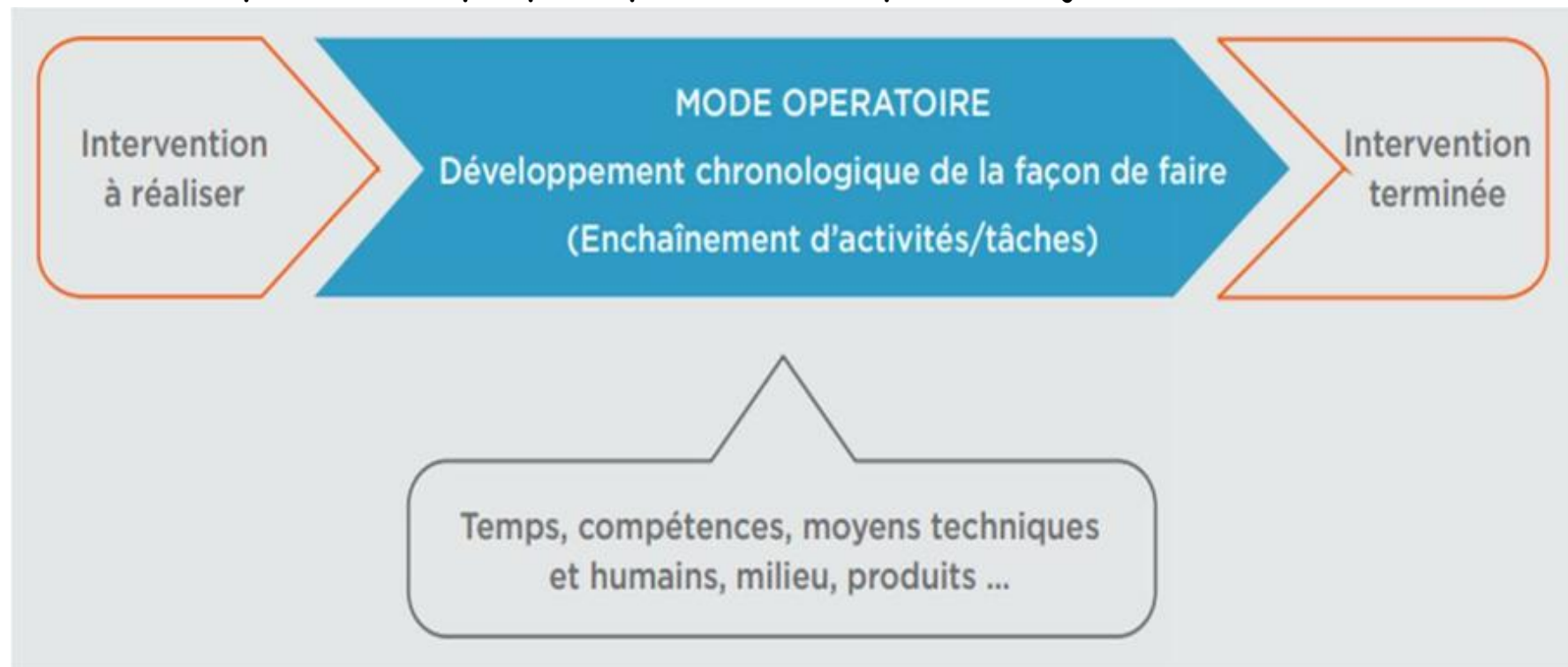


ETAPES DE REALISATION & MODES OPERATOIRES

DÉFINITION DU MODE OPÉRATOIRE :

Le mode opératoire est un descriptif chronologique et détaillé de l'intervention à effectuer. Il doit tenir compte des conditions réelles d'intervention (ex : milieu dans lequel s'effectue l'activité) des intervenants et préciser les matériels, les matériaux et les moyens utilisés.

Les modes opératoires proposés par les entreprises adjudicataires





2. IMPLANTATION

Implantation

2.1. Définitions

✓ **Implantation ;**

Elle sert à matérialiser ou positionner sur le terrain les lignes principales de la construction, c'est-à-dire délimiter et marquer les zones à terrasser.

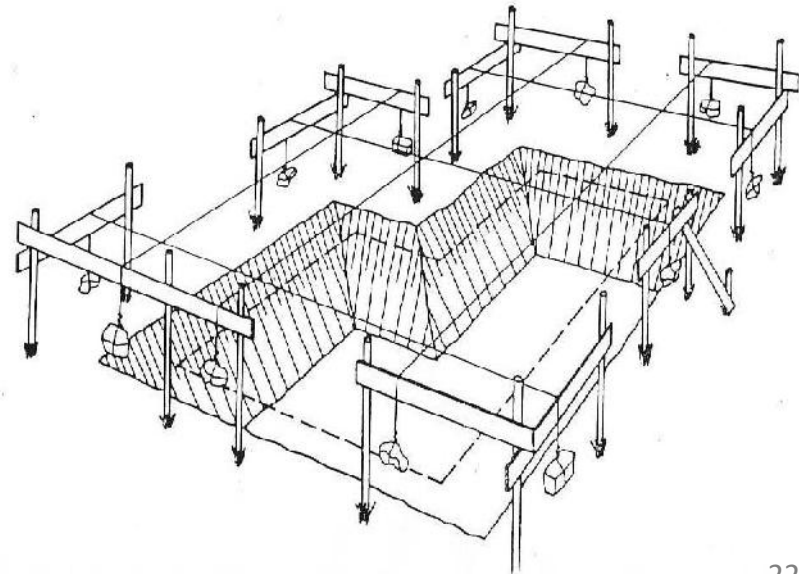
✓ **Chaises ;**

Constructions provisoires en bois ou mixte (bois et métal), à réaliser avant les excavations au moins un mètre de l'emprise du bâtiment à construire pour conserver les axes (alignements, tracés d'angle et les nivellements...).

✓ **Documents nécessaires :**

- Plan de situation et plan de masse.
- Plan de fondation
- Plan de terrassement

IMPLANTATION AXE FONDATIONS



Exemples



2.2. L'outillage

Les outils de traçage et de mesure

Dans notre métier, il est indispensable de mesurer et de tracer. C'est pourquoi cet outillage nous est nécessaire.



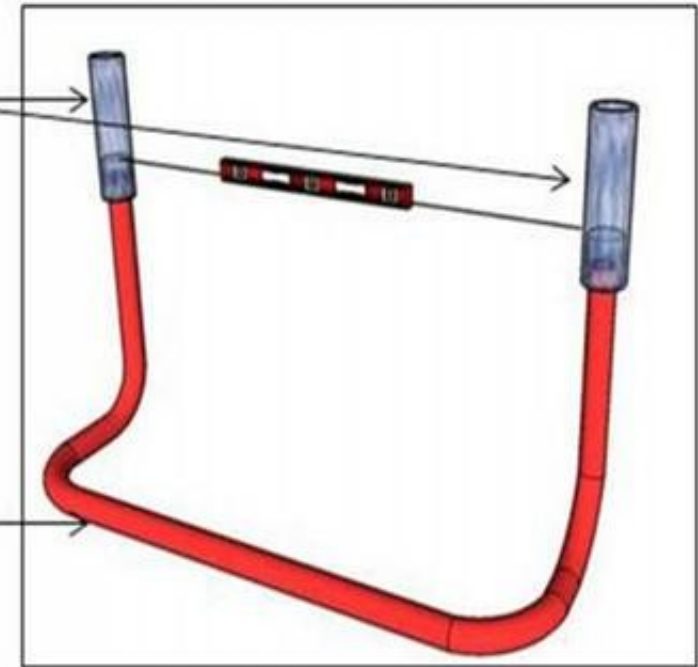
- 1 - Mètre et crayons
- 2 - Équerre
- 3 - Traceur, poudre bleue (Cordex)
- 4 - Cordeau
- 5 - Niveau à bulle
- 6 - Fil à plomb
- 7 - Double décimètre
- 8 - Fil à plomb d'axe
- 9 - Laser
- 10 - Lunette de chantier
- 11 - Règle alu

*Niveau à eau de
maçon.*

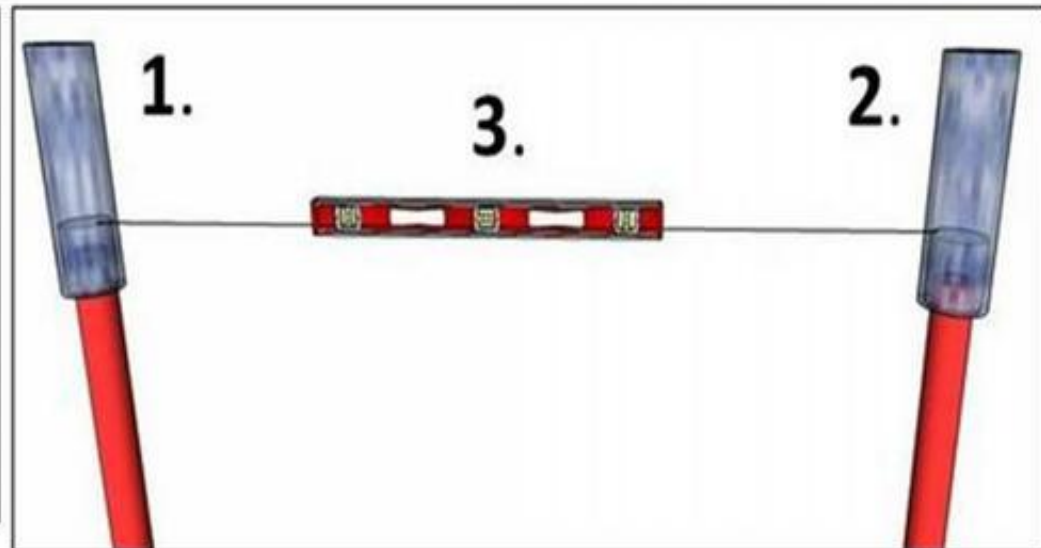


*Tuyau caoutchouc
ou plastique souple*

Fioles



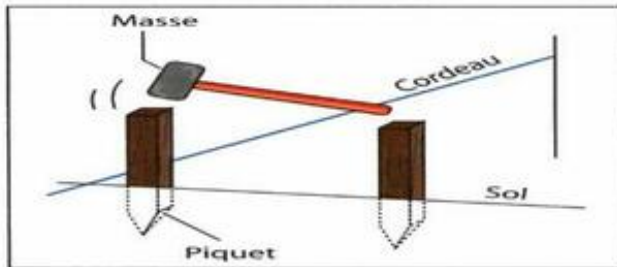
*Remplir d'eau le niveau à
eau et purger l'air, aucune
bulle ne doit rester dans le
tuyau. Les deux fioles ont le
trait d'eau au même niveau.*



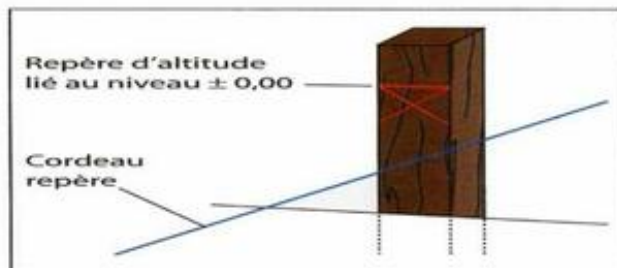
2.3. Les étapes de construction des chaises

Objectif

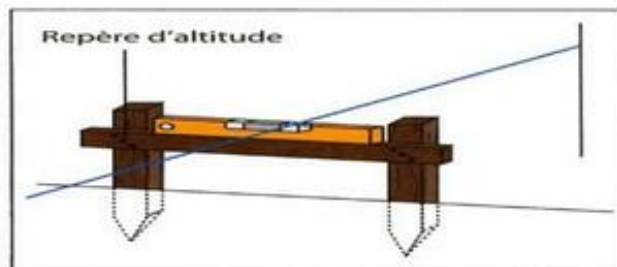
Confectionner et mettre en place une chaise d'implantation.



- **Planter** un piquet dans le sol de chaque côté du cordeau repère :
 - tenir le piquet verticalement ;
 - enfoncer le piquet avec la masse ;
 - vérifier la solidité ;
 - recommencer l'opération pour l'autre piquet.

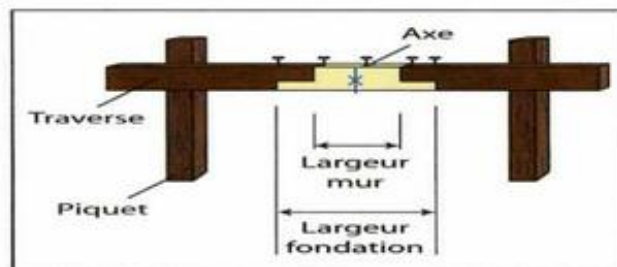


- **Tracer** sur un piquet un repère d'altitude plus haut que le niveau $\pm 0,00$ de la construction (+ 0,50 m par exemple).

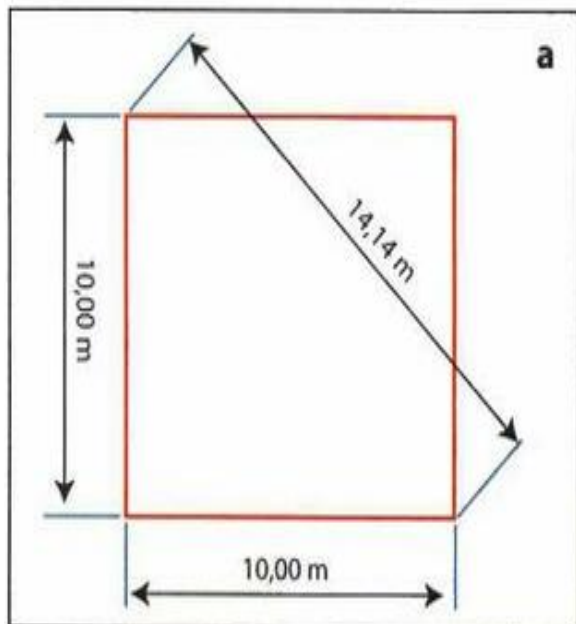
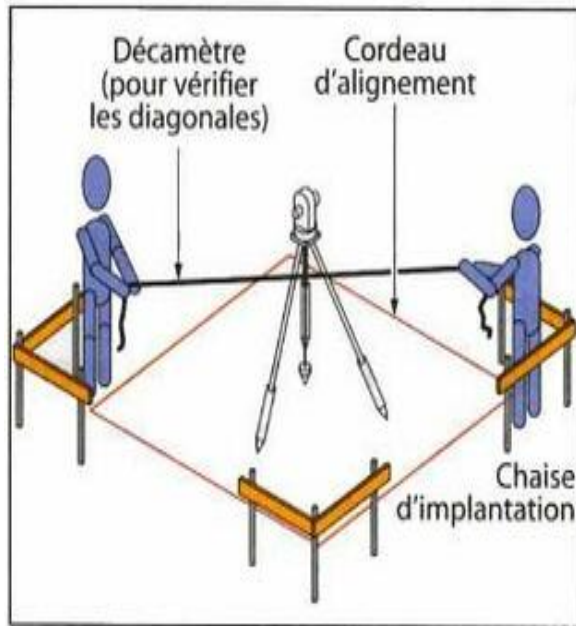


- **Fixer** une traverse horizontalement entre les deux piquets :
 - tenir le haut de la traverse à la hauteur du repère de niveau ;
 - tenir la traverse horizontalement ;
 - fixer solidement la traverse et les piquets.

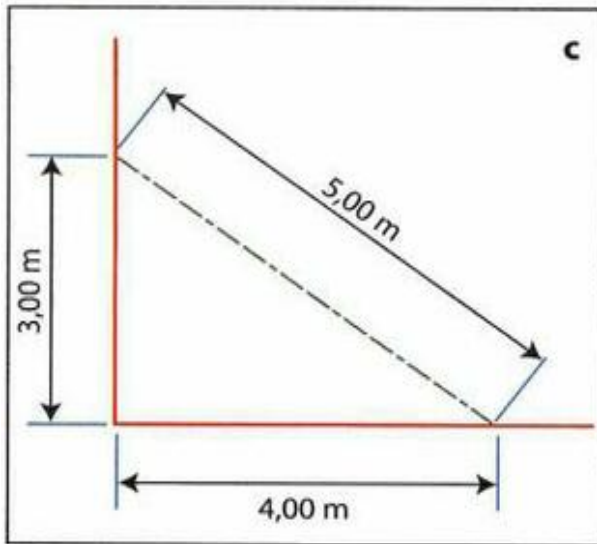
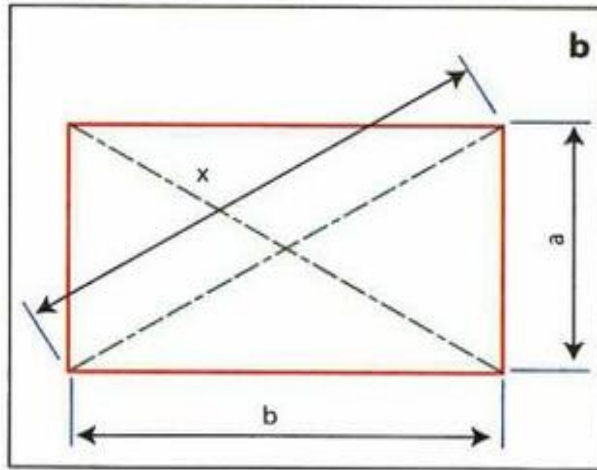
- **Vérifier** l'horizontalité.



- **Repérer** l'axe du mur : mettre une pointe.
- **Repérer** la largeur du mur : mettre deux pointes.
- **Repérer** la largeur de la semelle de fondation : mettre deux pointes.



- **Contrôler** les alignements :
 - vérifier la tension des cordes ;
 - vérifier qu'aucun obstacle ne les bride.
- **Contrôler** les cotes avec le ruban d'acier (décimètre) bien tendu.
- **Contrôler** le niveau : horizontalité des chaises d'implantation sur elles-mêmes et entre elles.
- **Contrôler** les équerrages (trois méthodes).
 - a. Déterminer la diagonale d'un carré (mesurer 10,00 m sur les deux côtés de l'angle droit, la diagonale doit mesurer 14,14 m). La diagonale d'un carré est égale à la longueur du côté multiplié par 1,414 (côté $\sqrt{2}$).



– **b.** Déterminer la diagonale d'un rectangle (mesurer les deux diagonales (X) du rectangle, elles doivent être de la même longueur). Longueur de la diagonale : $x^2 = a^2 + b^2$.

– **c.** Utiliser le théorème de Pythagore (méthode 3, 4, 5) (mesurer 3,00 m sur un côté de l'angle droit, 4,00 m sur l'autre côté, l'écart entre les 2 points obtenus doit être de 5,00 m). La méthode 3, 4, 5 est l'application du théorème de Pythagore ($3^2 + 4^2 = 5^2$), on peut utiliser des multiples de 2 par exemple (6, 8, 10).



3. TERRASSEMENT

Terrassement

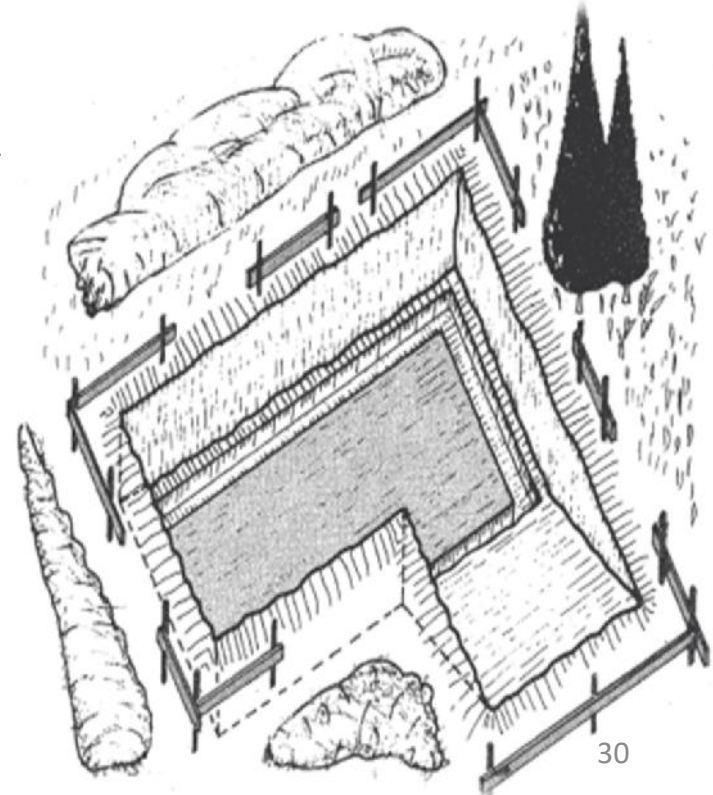
3.1. Définitions

Terrassements : Correspond à l'ensemble des travaux modifiant les formes naturelles du terrain en vue de la réalisation de la construction. Il consiste dans l'excavation nécessaire pour des parties en sous-œuvre (cave, sous-sol enterré, tranchées de canalisations) et en remblais (terrasses).

Excavation : Cavité (creuser), plus ou moins profonde, réalisée dans le sol lors de travaux de terrassement.

Cette modification du sol est réalisée par l'exécution de déblais et de remblais.

Remblai : Ensemble des terres rapportées sur le terrain pour créer une plate forme ou Combler Une cavité.



Déblai : Ensemble des terres retirées du sol

Il consiste à abaisser le niveau du terrain par enlèvement des terres.

Les terres sont soit réutilisées sur le terrain sous forme de remblais, soit retirées du chantier

Evacuation le sol à la décharge publique : Si la terre rester après le remblaiement est de très bonne qualité, il est possible de passer une annonce pour proposer à des entrepreneurs en travaux, à des jardineries ou à des particuliers de venir la récupérer, gratuitement ou non.

Sinon, la terre totale restante dans les chantier après l'achèvement des travaux sera déposée dans des décharges publiques.

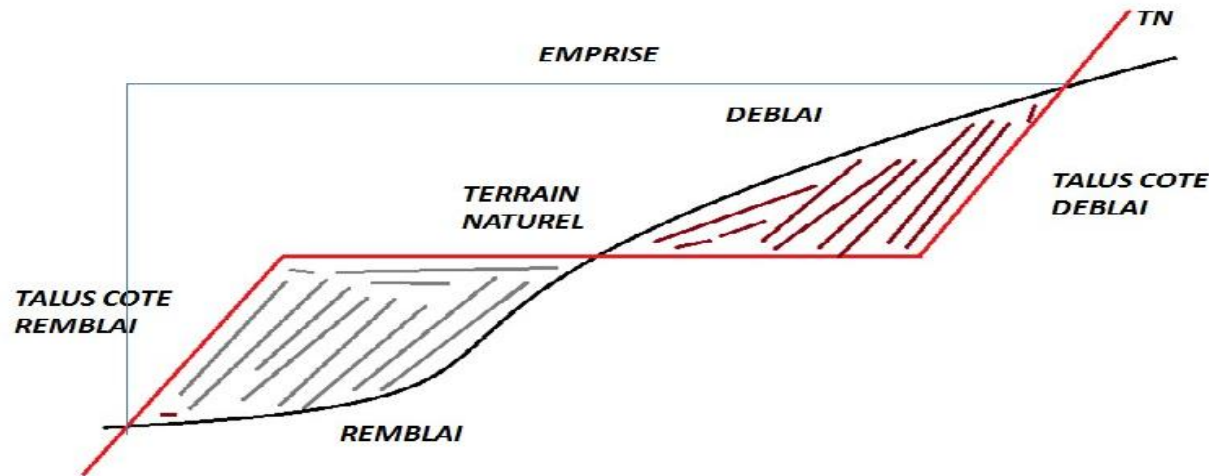
Mouvements de terre : sont les terrassements de grande surface, opérés en terrain découvert (pour l'exécution des routes, aérodromes...).

Décapage : C'est un terrassement de très faible profondeur (entre 20 à 30cm) et de grande surface de la couche superficielle de terre mélangée à des végétaux. On quantifie souvent ce décapage en m^2 .

Talus : C'est la pente, ou inclinaison, donnée aux parois des fouilles pour éviter leur éboulement.

Il dépend de la nature du terrain.

L'emprise d'un terrassement : C'est la limite où on exécute notre terrassement il est matérialisé par l'intersection des talus (de déblais ou de remblais) et du terrain naturel



Fouille :

Excavation réalisée dans le sol et destinée à être remplie par le béton des semelles de fondation ou de mettre les canalisations. On quantifie souvent ce décapage en m³.

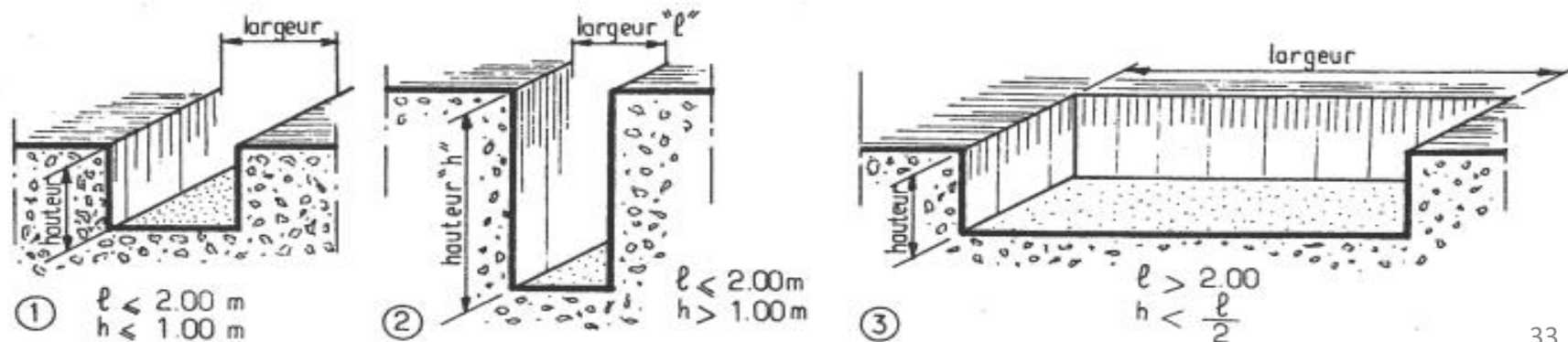
On distingue 4 types de fouilles :

a. Fouille en rigole (Voir type n°1) : Une fouille en rigole est un creusement, plus ou moins linéaire, réalisé dans le sol après décapage de la terre végétale. Les fouilles en rigole sont réalisées pour recevoir les chaînages, longrines. On quantifie souvent ce décapage en m³.

b. Fouille en tranchée (Voir type n°2) : Lorsque la largeur de la fouille est de largeur importante, on parle alors de fouille en tranchée. Ce type de fouille est utilisé pour le passage des canalisations, des branchements d'égout, etc. On quantifie souvent ce décapage en m³.

c. Fouille en puits (Voir type n°2) : Ou fouille en trou est un terrassement de petite surface et de grande profondeur. Il est exécuté pour l'établissement des fondations isolés. On quantifie souvent ce décapage en m³.

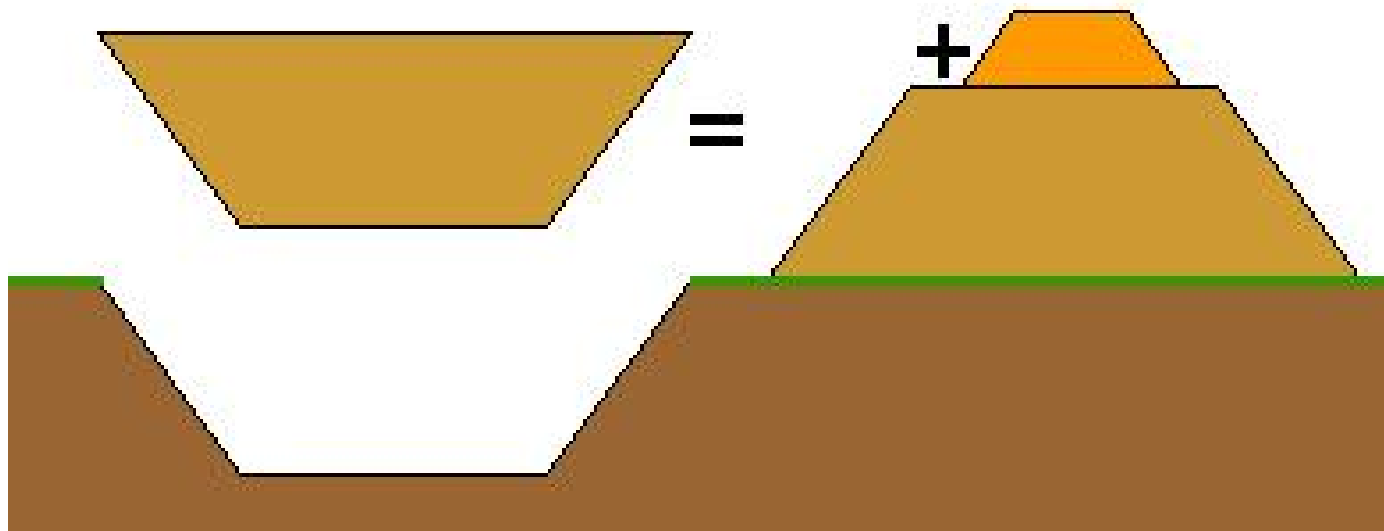
d. Fouille en pleine masse (Voir type n°3) : Est une fouille réalisée sur la totalité de l'emprise du bâtiment, plus ou moins profonde, selon l'importance de la partie enterrée de la construction. On quantifie souvent ce décapage en m³.



Foisonnement des terres :

Est l'augmentation de volume des terres après 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.



On distingue 2 types de foisonnement :

a. Foisonnement passager : C'est celui que l'on obtient à partir d'un déblai sans tasser la terre (Sans compactage).

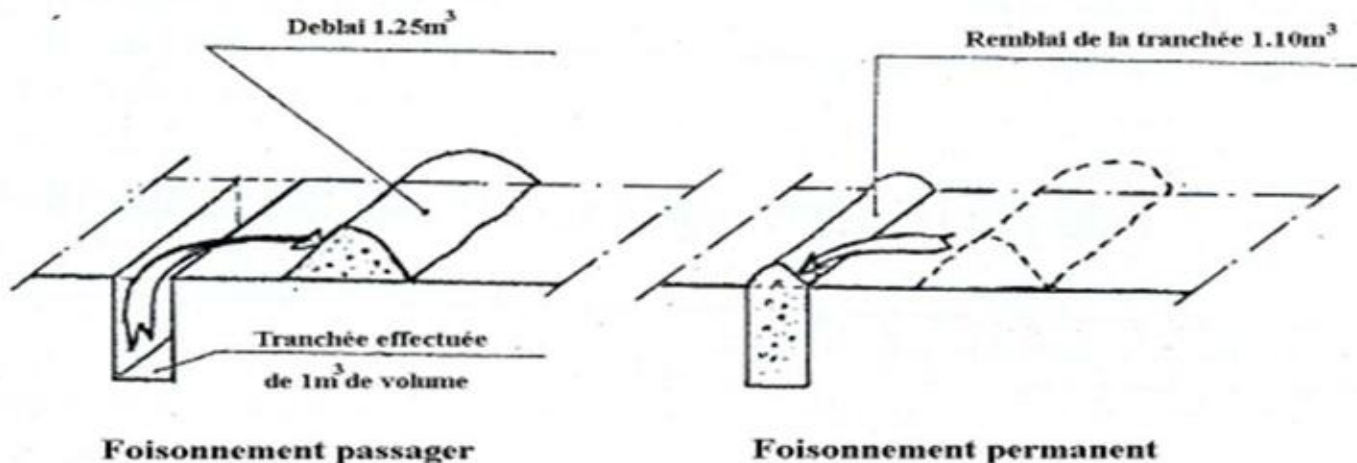
b. Foisonnement permanent : C'est celui qui reste après damage et tassement (Compactage) de la terre mise en place.

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

Exemple :

si l'on extrait un volume de 1m³ de terre très compacte, on obtiendra un monticule de 1.25m³. Si l'on remet cette terre en place, après tassement, il restera quand même un volume de 1.10m³.



Stabilité des fouilles :

On général la stabilité les parois des fouilles en pleines masse et les fouilles en tranchées des grandes largeurs après l'excavation (Contre l'éboulement de sol en cas d'un talus raide),

On distingue 2 méthodes pour la stabilité :

a. Talutage : Réalisation des talus :

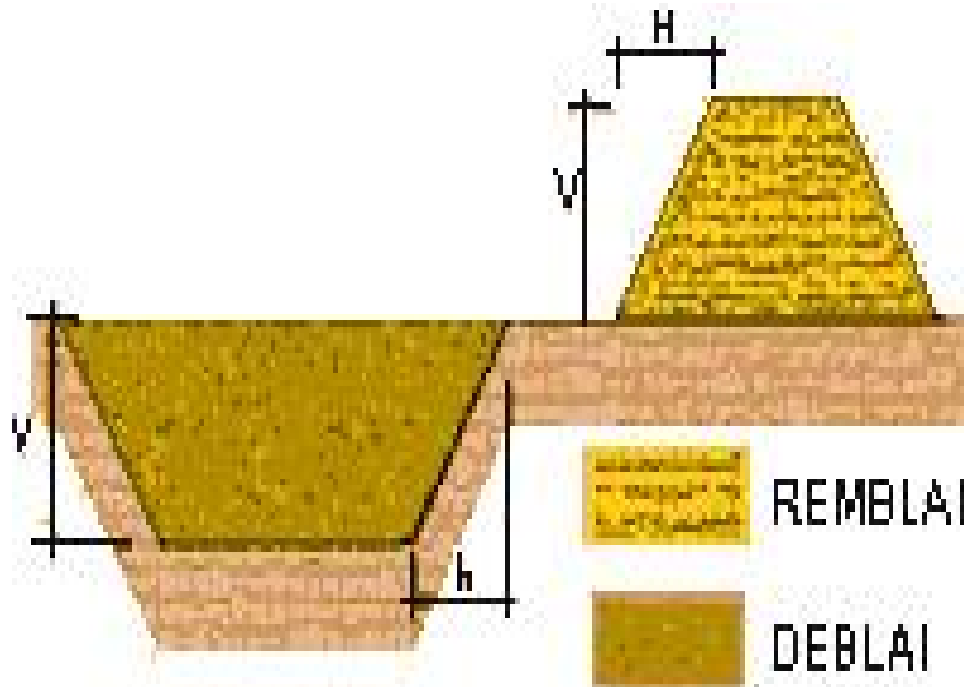
La terre mise en tas, lorsqu'elle n'est pas retenue, forme avec la terre, appelé angle de talus naturel.

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

1/1 dans les terrains ébouleux.

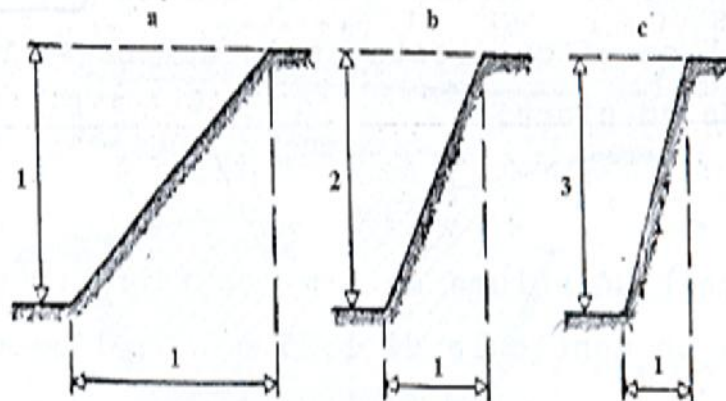
1/2 dans les terrains tendres mais résistants.

1/3 dans les terrains très compacts.



Terrain sec	Talus Fouille		Talus Remblai	
	Angle °	h/v	Angle °	H/V
Rocher	80°	1/5	45°	1/1
Terre, argile, pierre	45°	1/1	35°	3/2
Gravier, sable, limon	35°	3/2	35°	3/2
Sable fin, limon argileux	30°	2/1	30°	2/1

Angle de talus naturel de quelques terrains



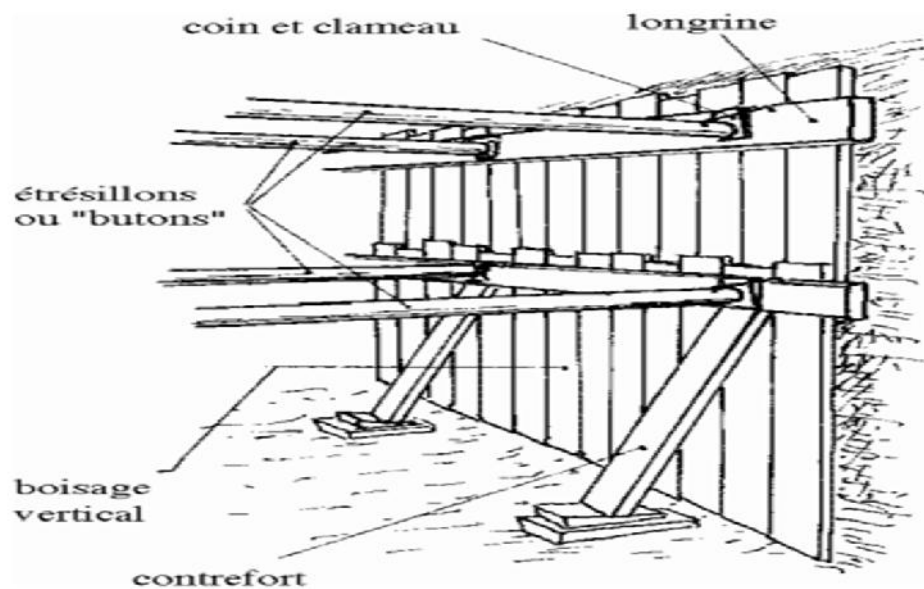
- a. Terrains éboulés
- b. Terrains tendres mais résistants
- c. Terrains très compacts

NATURE DE TERRES	ANGLE DU TALUS NATUREL	
	TERRAIN SEC	TERRAIN MOUILLE
Terre végétale.....	± 40°	± 30°
Terre très compacte	± 50°	± 40°
Argile	± 40°	± 15°
Cailloux, éboulis.....	± 50°	± 40°

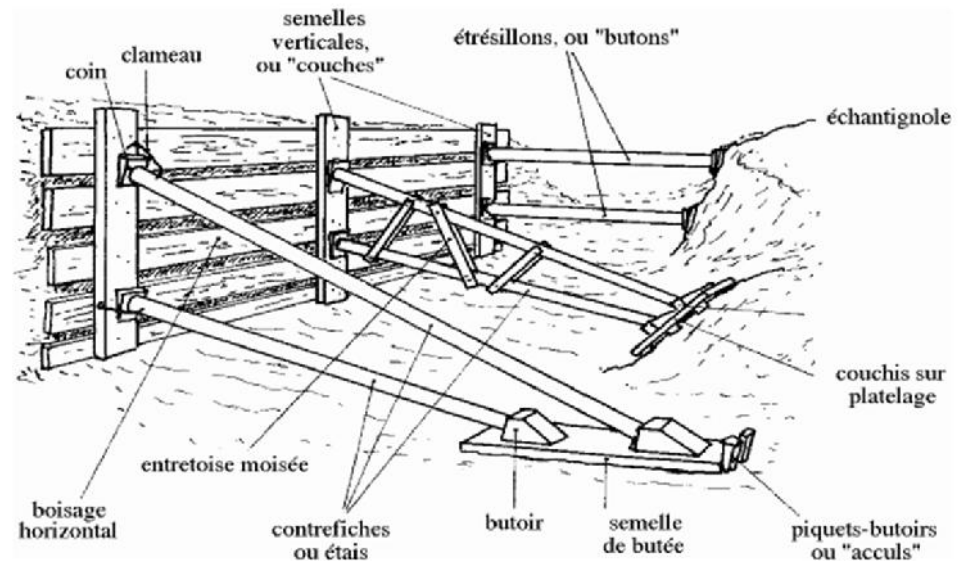
b. Étayage (ou blindage) des fouilles :

Lorsque la profondeur d'une fouille est importante, pour prévoir les éboulements et les risques d'accident d'une part et, d'autre part, pour diminuer l'emprise de l'excavation, il est utile, voire nécessaire, d'étayer les terres.

Les infiltrations d'eau possibles en profondeur, ou provenant des chutes de pluie, l'effet des vibrations provoquées par les engins, les véhicules ou les machines. Les charges situées à proximité immédiates de l'excavation sont des éléments qui modifient les plans de rupture des terrains.

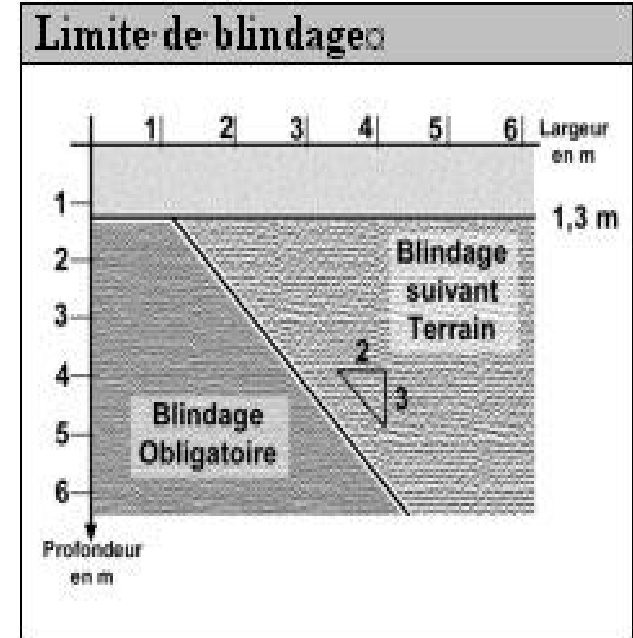
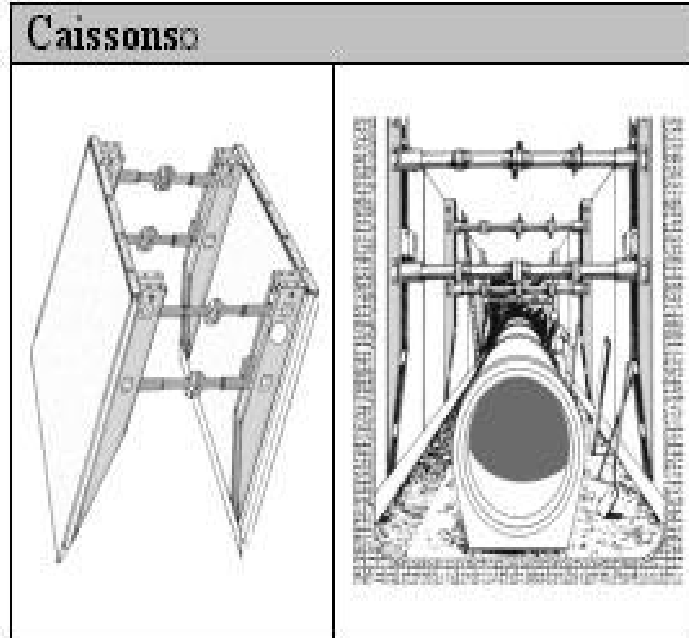
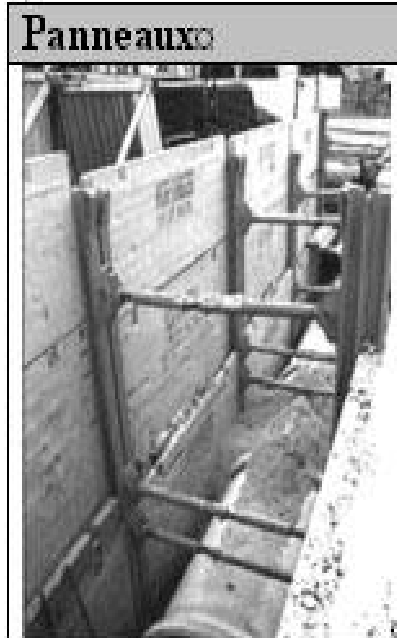


Blindage à boisage vertical



Blindage à boisage horizontal

Exemples



Exécution des fouilles :

Matériels :

Dans le cas des petites fouilles, les terrassements peuvent être exécutés manuellement, sinon dans le cas des fouilles de grande importance les terrassement sont exécutés mécaniquement.

Ainsi, les matériels nécessaires sont principalement :

- Pour l'excavation et le transport : cas de fouilles de faible importance

La pelle et la pioche dans le cas d'un sol relativement meuble. S'il s'agit d'un terrain dur, il faut des massettes et des coins pour l'extraction ; une brouette peut suffire pour le transport et le déplacement des terres.

- Pour l'excavation et le transport : cas de fouilles de grande importance

On a recours aux engins mécaniques. Des excavateurs pour le fouillage et des camions pour le transport des matériaux. Le godet de l'excavateur est adapté à la largeur de la tranchée à exécuter.

3.2. Modes de réalisation :

La réalisation d'une fouille peut se faire en suivant les étapes suivantes :

Etape n°1 : Décapage ;

Il s'agit d'éliminer la couche superficielle constituée de terre végétale, pour faciliter les travaux d'implantation.

Etape n°2 : Implantation ;

Il s'agit de marquer sur le terrain les zones à terrasser en prenant en considération la largeur au fond de la fouille et des talus éventuels.

Etape n°3 : Extraction et démolition des terres ;

Dans cette étape, le sol en place est ameubli afin de faciliter son export.

Etape n°4 : Dressage et nettoyage des parois de la fouille ;

Les parois sont ensuite dressées nettoyées et blindées s'elles risquent de s'écrouler. Les talus éventuels sont quant à eux nivelés et stabilisés.

Etape n°5 : Transport des terres ;

Les matériaux excavés sont transportés par des brouettes ou camions et écartés de la zone des travaux (à la décharge publique ou mise en stock).

Etape n°6 : Remblaiement ;

Rapportées les matériaux en stock sur le terrain pour créer une plateforme (avec des couches successives de 40cm, arrosage par eau et compactages réguliers de chaque 40cm), à réaliser après l'achèvement des travaux de terrassement.



Décapage - Fouille en pleine masse



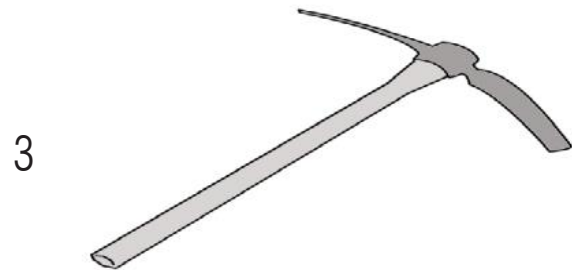
Brise-roche hydraulique
destiné à abattre les roches dures



Réalisation fouille en tranchée

3.3. Matériels et outillages :

Quelques outils de terrassement:



- 1 - Brouette
- 2 - Râteau
- 3 - Pioche
- 4 - Cordeau
- 5 - Pelle

Quelques engins de terrassement:



Engins de transport

- 1 - Camion ou (Dumper)
- 2 - Chargeur

Engins de compactage

- 3 - Compacteur

Engins d'excavation

- 4 - Pelle hydraulique ou Excavateur / Excavatrice
- 5 - Niveleuse
- 6 - Tractopelle ou Chargeuse pelleuse



4. FONDATION

Fondation

4.1. Introduction

Fondations : Les fondations désignent l'ensemble des ouvrages enterrés sur lesquels repose une construction.

- ✓ Elles assurent la stabilité du bâtiment.
- ✓ 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.

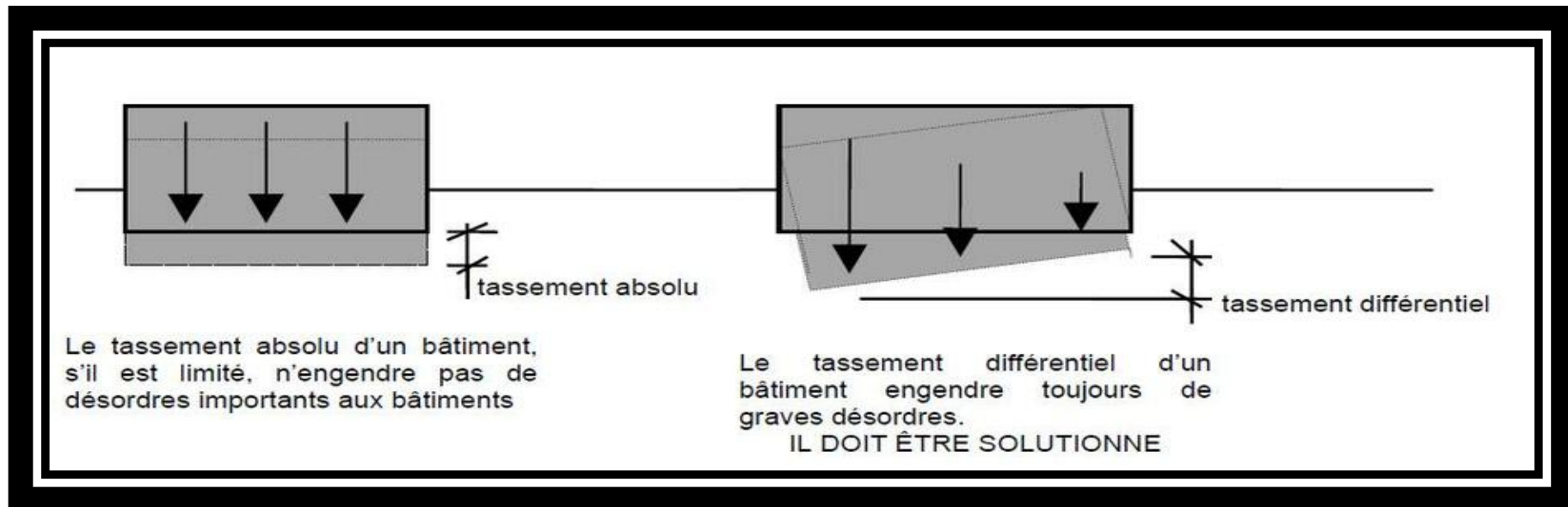


Important à savoir :

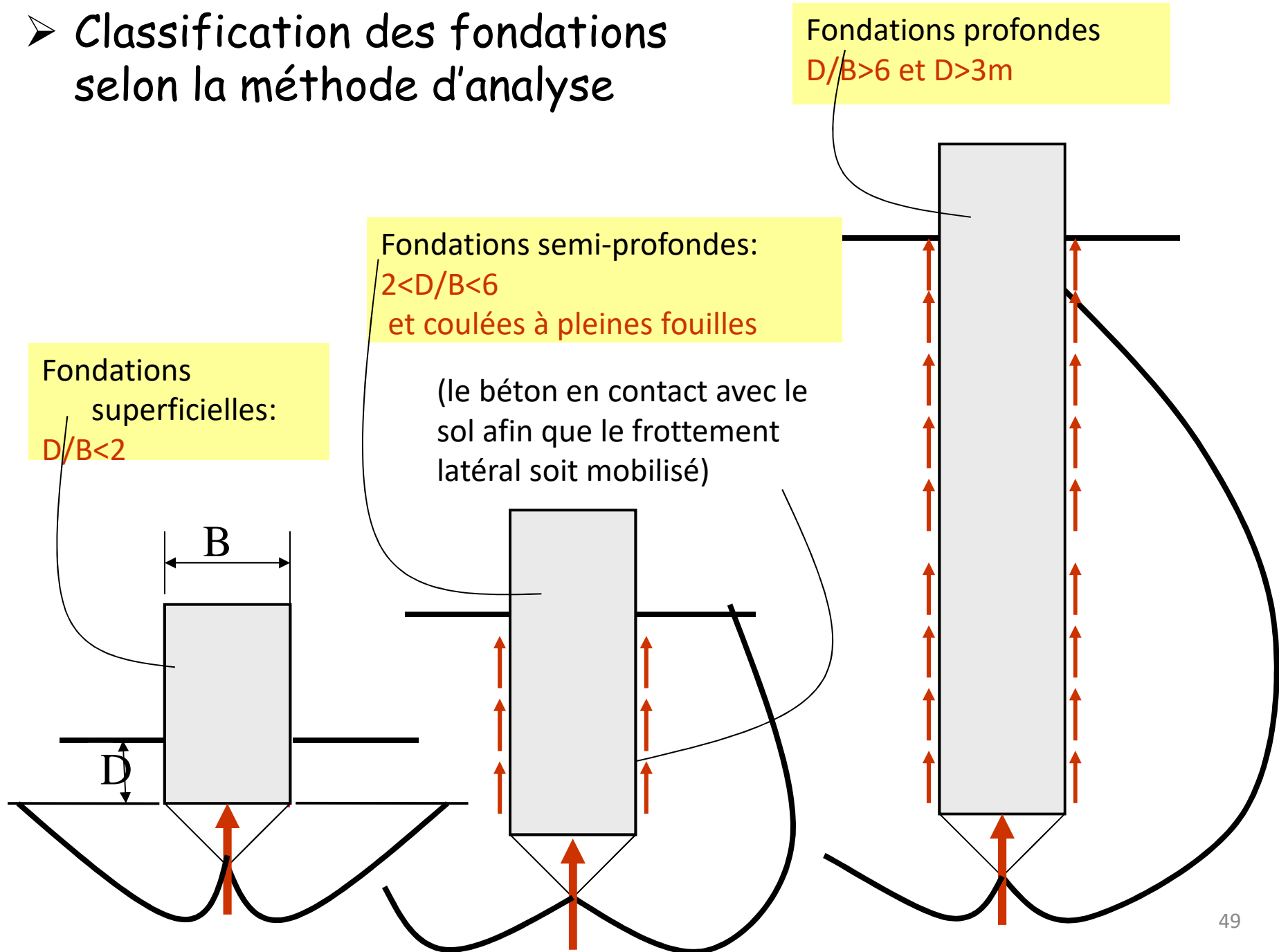
➤ Tassement :

Dans quels cas faut-il craindre les tassements :

- ✓ Lorsque les efforts transmis aux fondations varient brutalement d'une semelle à l'autre.
- ✓ Lorsque la nature du sol d'assise n'est pas homogène sur la surface de la construction.
- ✓ Lorsque les fondations ont des niveaux d'assises différents.



➤ Classification des fondations selon la méthode d'analyse



4.2. Types de Fondations :

4.2.1. Les fondations superficielles :

Les fondations superficielles sont utilisées lorsque le sol est suffisamment portant en surface.

Les fondations superficielles sont constituées par des semelles ayant une plus grande largeur que l'élément supporté de façon à ce que le taux de compression du sol ne dépasse pas son taux de compression admissible.

Ce procédé est économique dans le cas où le sol porteur est accessible par des moyens courants de terrassement, c'est-à-dire pour des profondeurs comprises entre 1 m et 4m au plus.

On distingue 4 types des fondations superficielles :

a. Semelles isolées sous un seul pilier :

Ces semelles de forme rectangulaire peuvent être réalisées en béton ou le plus souvent en béton armé.

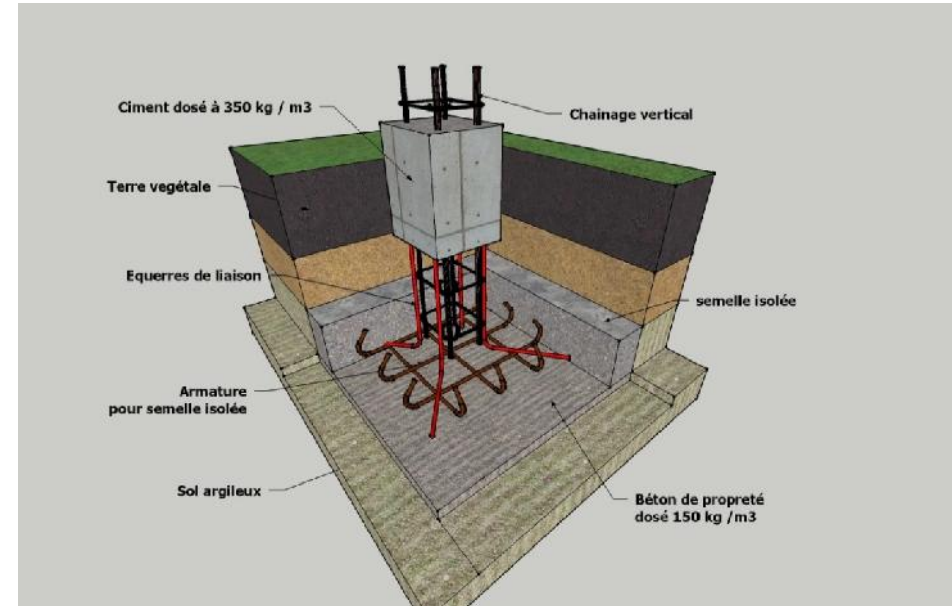
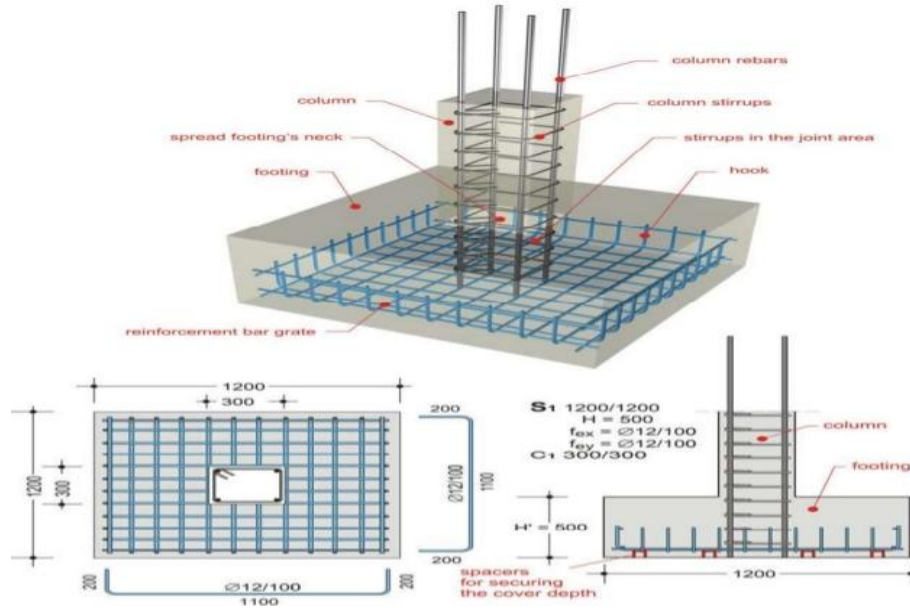
b. Semelles continues ou filantes :

C'est une semelle continue rectiligne portant un mur ou une rangée de piliers / colonnes. Elle sert à répartir les charges sur une plus grande surface afin de ne pas s'enfoncer dans le sol.

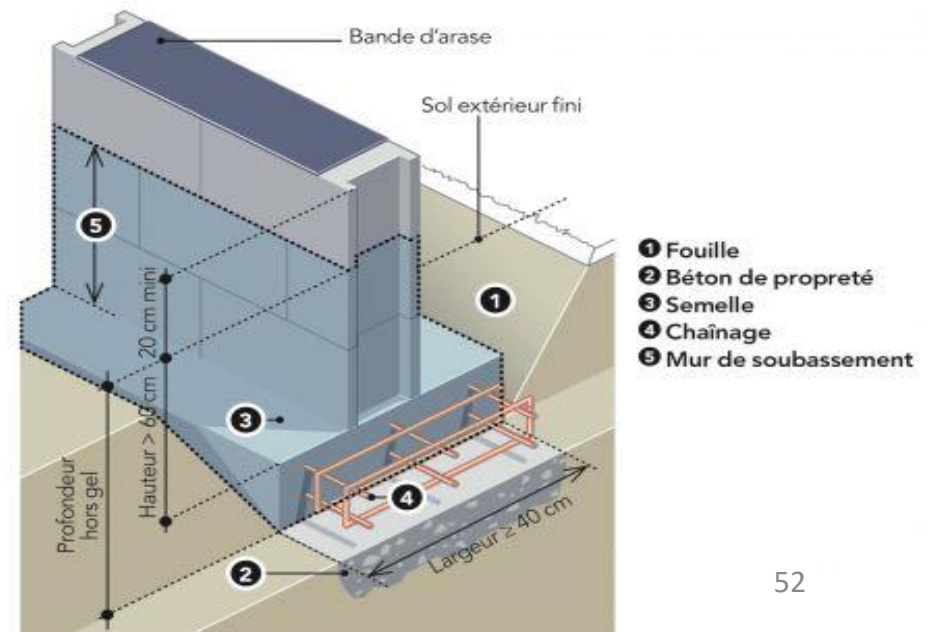
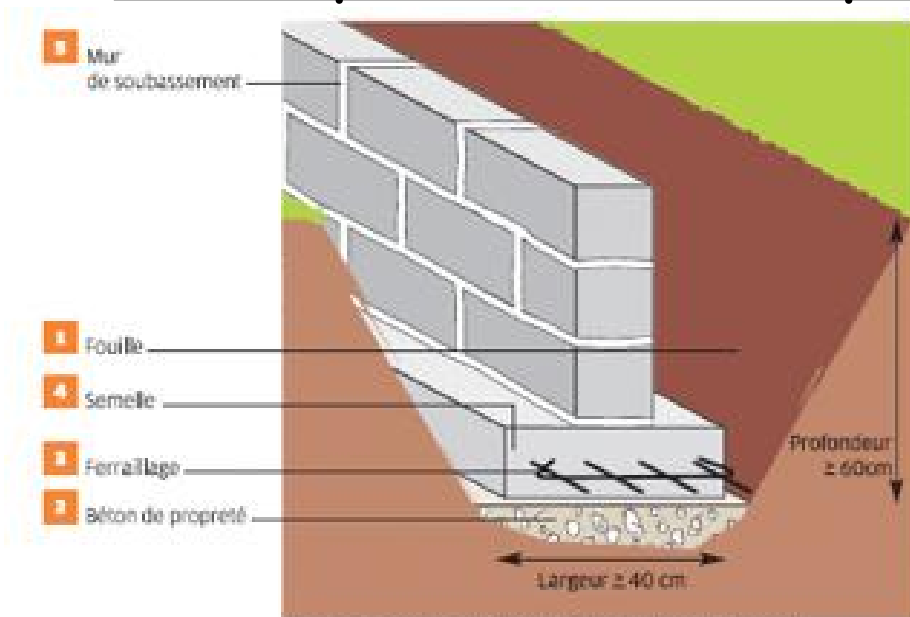
On distingue 4 types des semelles continues :

- b.1. Semelle continue en maçonnerie
- b.2. Semelle continue en moellons
- b.3. Semelle continue en béton damé
- b.4. Semelle continue en béton armé

Semelle placée sous un poteau est dite semelle isolée

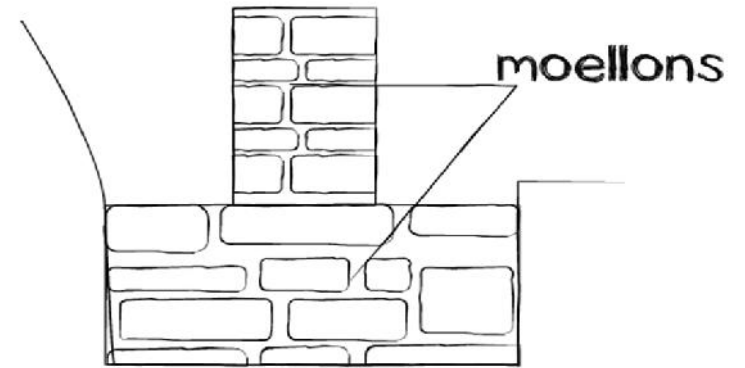


Semelle placée sous un mur porteur (voile) est dite semelle filante



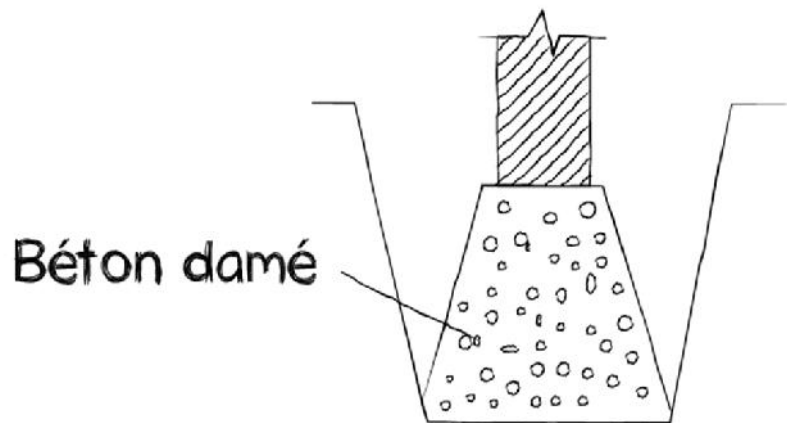


Semelle continue en maçonnerie



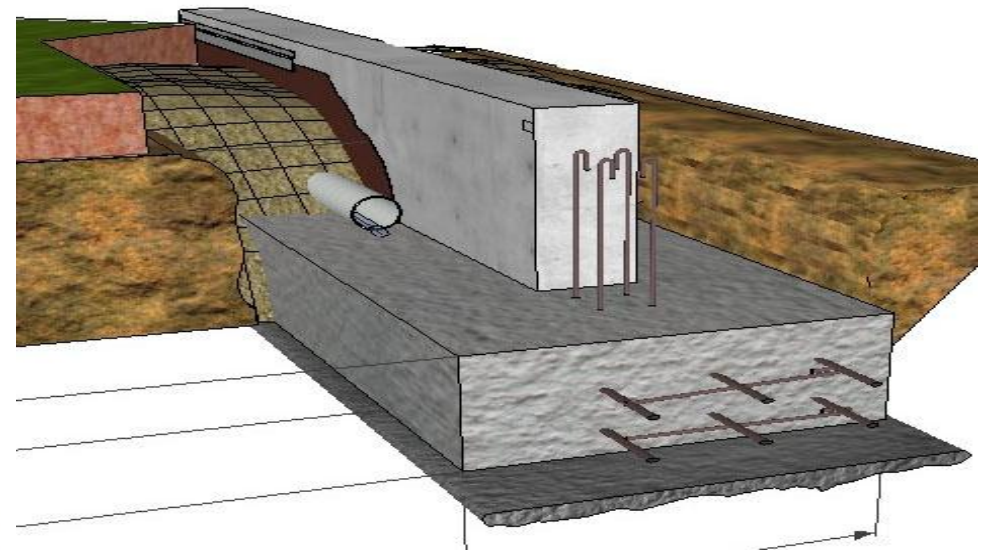
B-Fondation en moellons

Semelle continue en moellons



C-Fondation en béton damé

Semelle continue en béton damé



Semelle continue en béton armé

c. Plots et longrines préfabriquées :

Il s'agit d'un système de fondation composé de longrines appuyées sur des plots.

- ✓ Un plot est un bloc de béton parallélépipédique non armé ou peu armé sur lequel reposent les extrémités des longrines. Le plot transmet au sol de fondation les charges de la construction supporté par les longrines.
- ✓ Une longrine est une poutre préfabriquée en béton armé ou en béton précontraint placée sous un mur porteur et prenant appui sur des plots.

constitution :

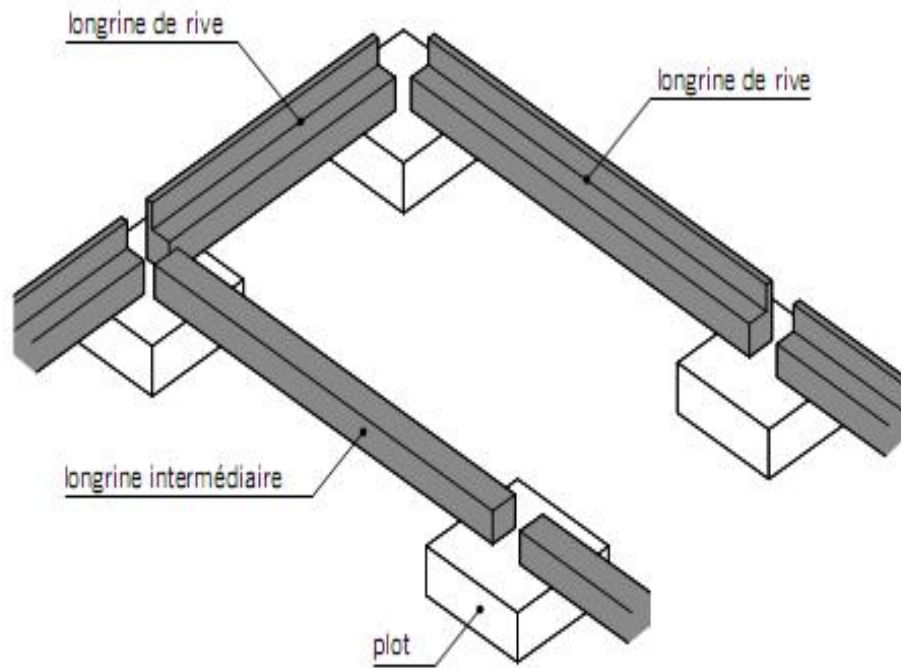
- ✓ De points d'appui isolés sur le sol de fondation (les plots).
- ✓ De longrines qui viennent reposer sur les plots

Les longrines peuvent aussi servir :

- ✓ Soit à supporter le plancher.
- ✓ Soit à limiter le dallage sur les rives du bâtiment.

Ce système présente les avantages suivants :

- ✓ Minimum de terrassement (uniquement pour les plots).
- ✓ Rapidité d'exécution.



d. Fondations par radier général :

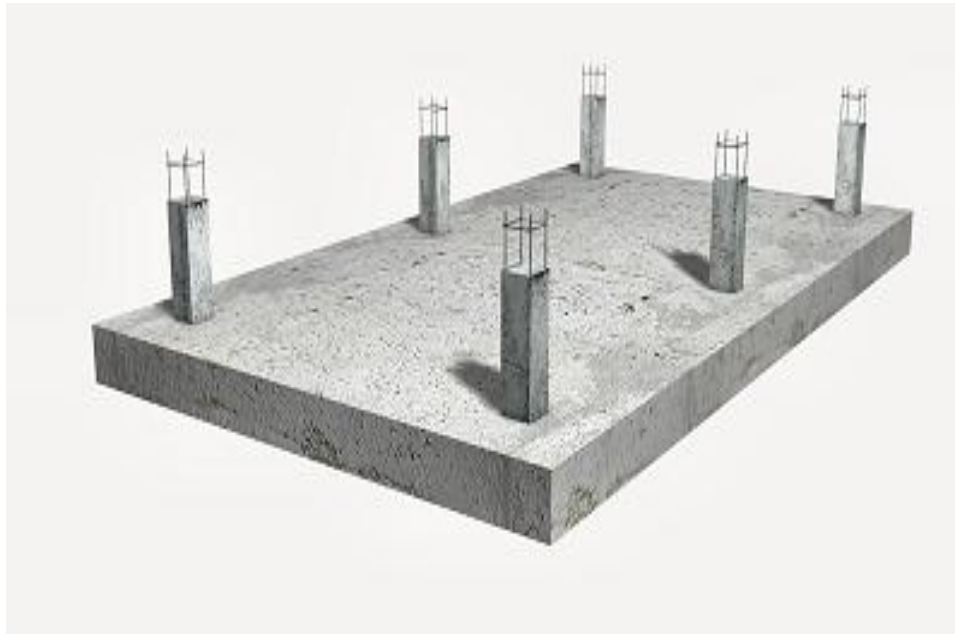
Se présente sous la forme d'un **plateau de fondation** qui transmet les charges de la construction sur le sol par une **surface égale ou supérieure** à celle de l'ouvrage.

Il peut être constitué :

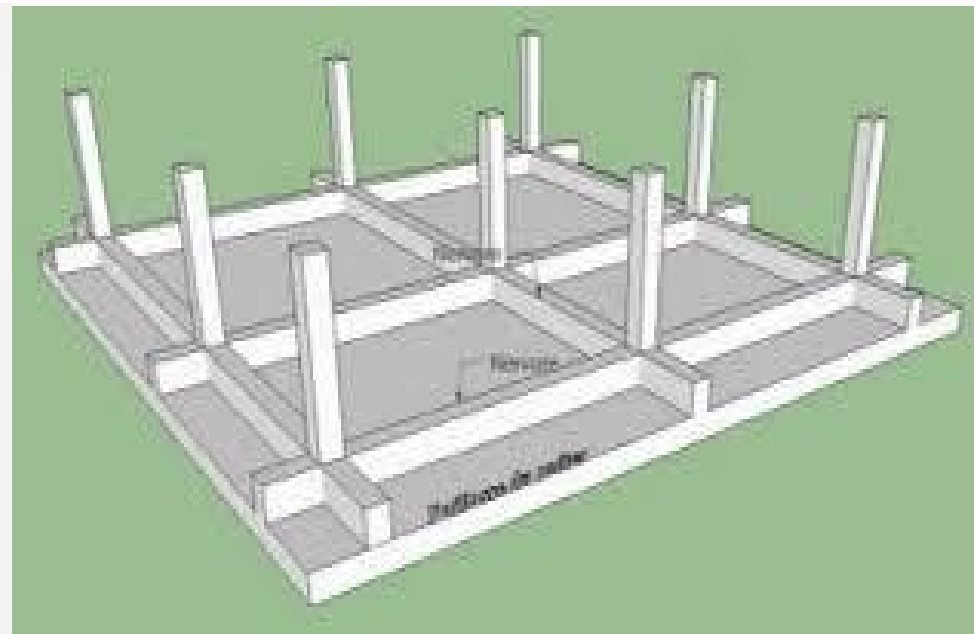
- ✓ Le radier dalle (peu utilisé)
- ✓ Le radier nervuré (le plus courant)
- ✓ Le radier champignon sous poteaux (très peu utilisé)
- ✓ Le radier voûte (rarement utilisé).

Cette solution peut être adoptée :

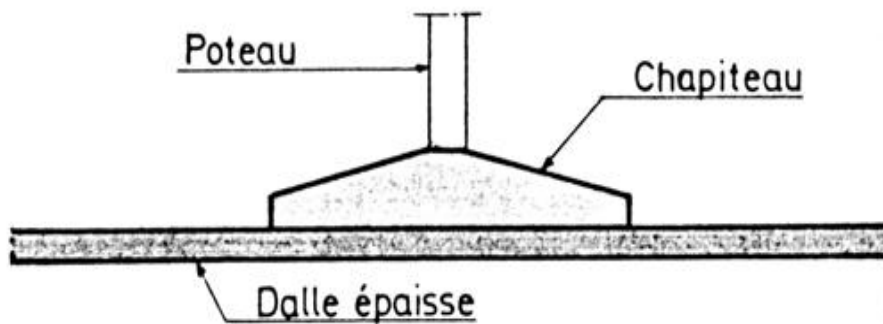
- ✓ Lorsque le sol est peu résistant mais homogène.
- ✓ Lorsque la surface de la construction est petite par rapport à sa hauteur ou à son poids (gratte-ciel)
- ✓ Lorsqu'on veut obtenir un sous-sol étanche pour une construction assise dans une nappe d'eau souterraine



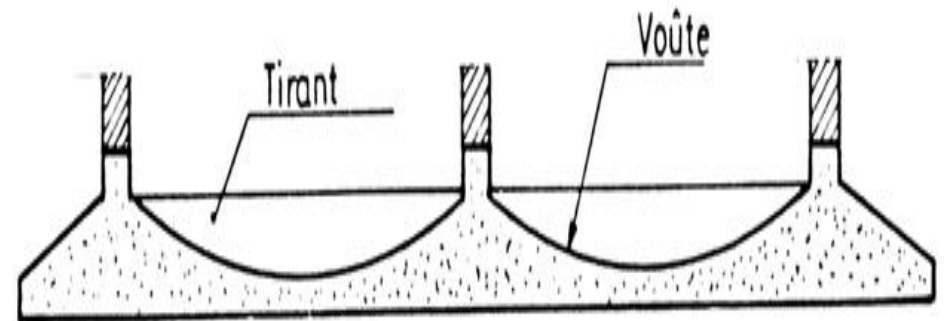
Radier dalle



Radier nervuré

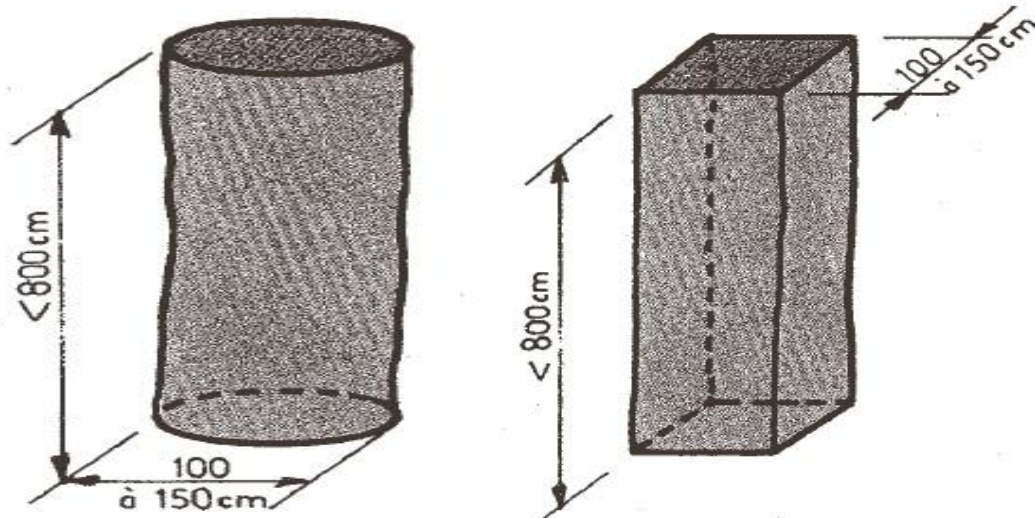


radier champignon sous poteaux



radier voûte

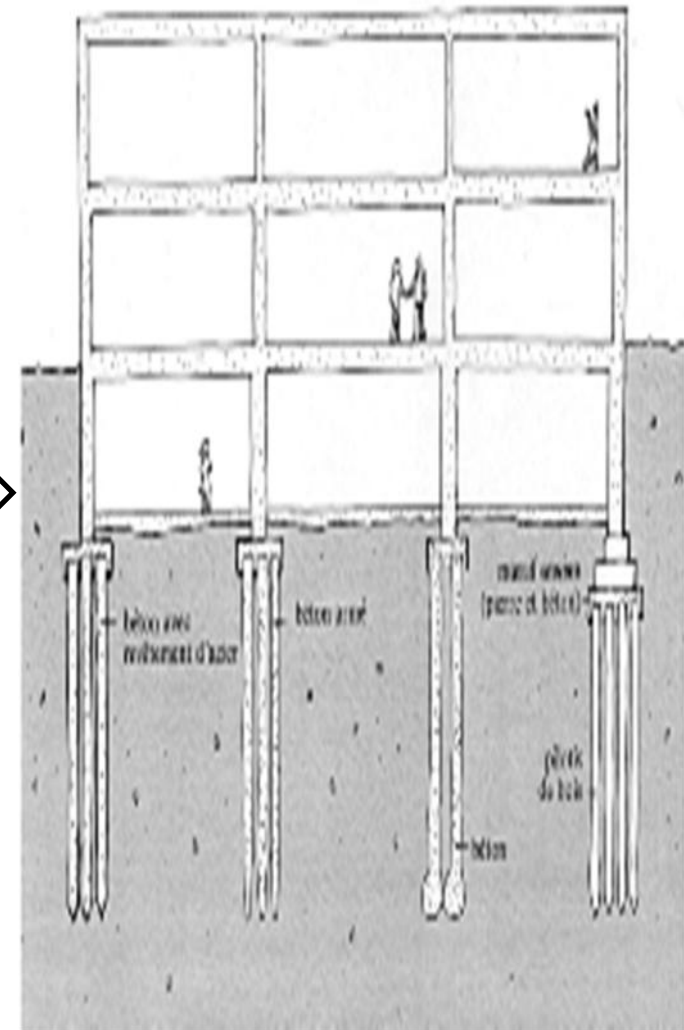
4.2.2. Les fondations semi-profondes : systèmes de fondations par puits envisagés lorsque le bon sol est situé à une profondeur moyenne (1m au moins de diamètre et une profondeur inférieure à 8m).

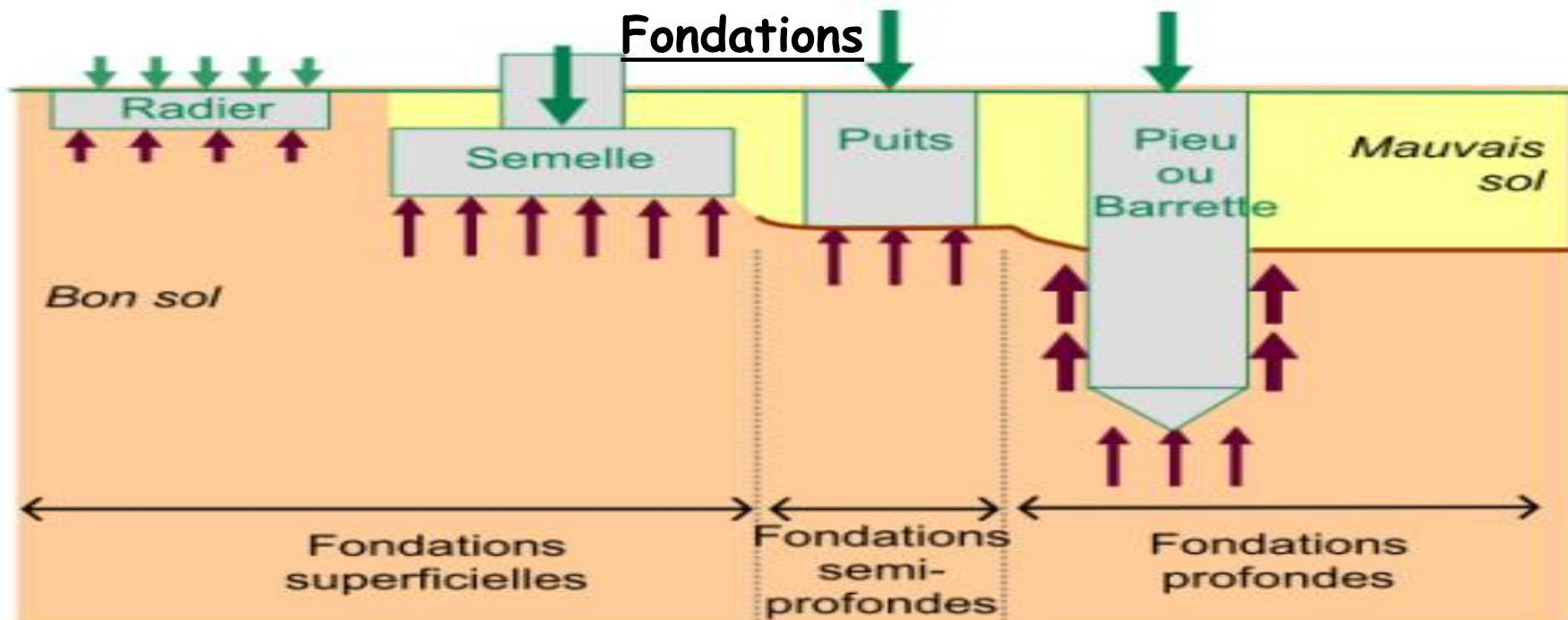
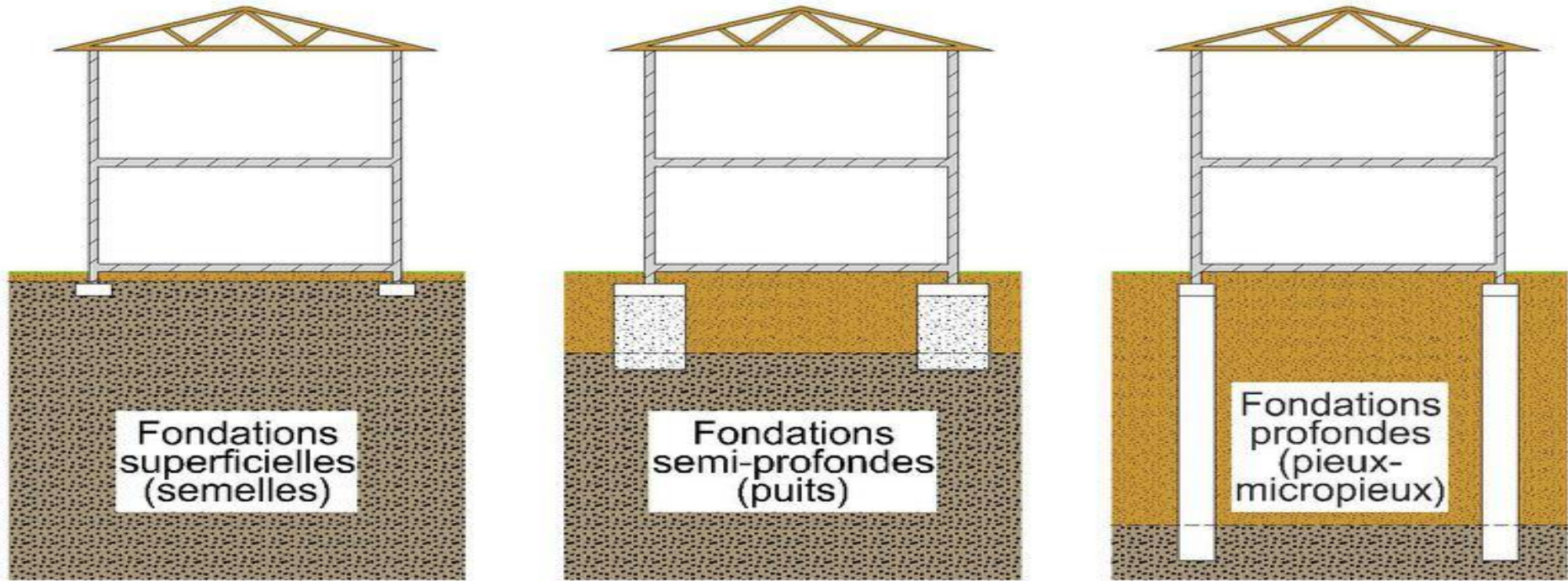


4.2.3. Les fondations profondes

systèmes de fondations par pieux employés quand le bon sol est situé en profondeur considérables (+/- 40cm en diamètre et une profondeur de plus de 8m).

Des longrines liant en tête ces pieux ou ces puits assurent à la maçonnerie une assise stable et plane .





4.3. Modes de réalisation de fondation :

L'exécution des fondations passe par les phases principales suivantes :

Etape n°1 : **Implantation et terrassement** :

Il s'agit de réaliser les fouilles en rigole pour les semelles filantes, les fouilles en puits pour les fondations semi-profondes et les forages pour les pieux dans le cas des fondations profondes (voir chapitre de terrassement).

Etape n°2 : **Béton de propreté et traçage** :

Béton de propreté

- Arroser l'emplacement du béton de propreté
- Mise en place du béton de propreté
- Etaler et damer le béton de propreté
- Respecter l'épaisseur du béton de 5 à 10cm

Traçage des semelles sur béton de propreté

- Matérialiser les axes des semelles.
- Aligner les axes avec corde de traçage.
- Pointer le marquage avec fil à plomb horizontalement et verticalement.
- Matérialiser les dimensions de la section des semelles en se servant d'équerre et de mètre.
- Traçage avec cordex et poudre.
- S'assurer des côtés entre axes des semelles.

Béton de propreté ??

Est une couche de béton maigre faiblement dosé par ciment, réalisé sous ouvrages en béton armé au fondation pour assurer ;

- Surface propre
- Espace plane
- Espace imperméable soit;

*Pour éviter le remonter capillaire,

*Pour l'arrêt de sortie de laitance vers les couches de sols inférieures,

NB.

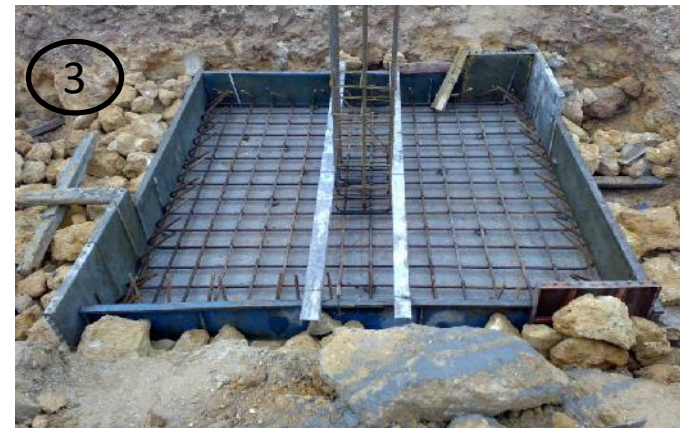
Laitance = Ciment + Eau de malaxage

Etape n°3 : Coffrage et ferrailage :

- Fabrication et pose panneaux de coffrage
En bois ou en métal de la semelle suivant les dimensions avec ponçage par huile de décoffrage ou Gasoil si possible.
- Fabrication et mise en place le ferrailage de la semelle tout en assurant l'enrobage (par cales en béton ou en plastique)
- Fixation le ferrailage de pré-poteau (Fût de poteau)

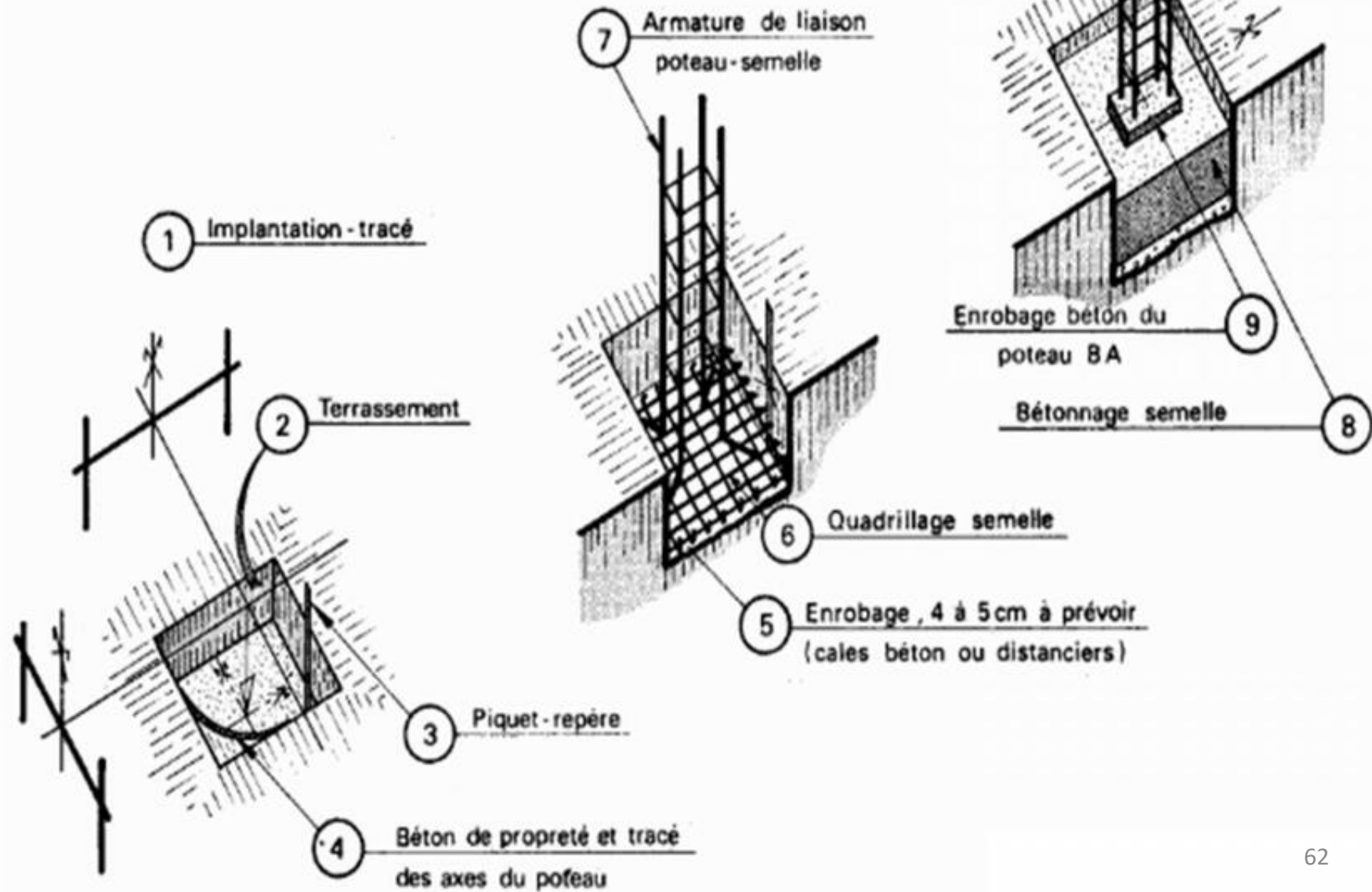
Etape n°4 : Coulage et Cure de béton.

- Couler le béton avec vibration normalisé. (Hauteur de chute ne dépasse pas 60cm)
- Damer le béton et égaliser les surfaces des semelles.
- Respecter les formes des semelles suivant le plan BA et assurer de hauteur de coulage.
- S'assurer de l'étanchéité du coffrage.
- Décoffrage après 24 heures
- Cure de béton : Est l'ensemble des soins apportés au béton après sa mise en œuvre. Elle est destinée à combattre le retrait du béton.



Fondation par semelle isolée

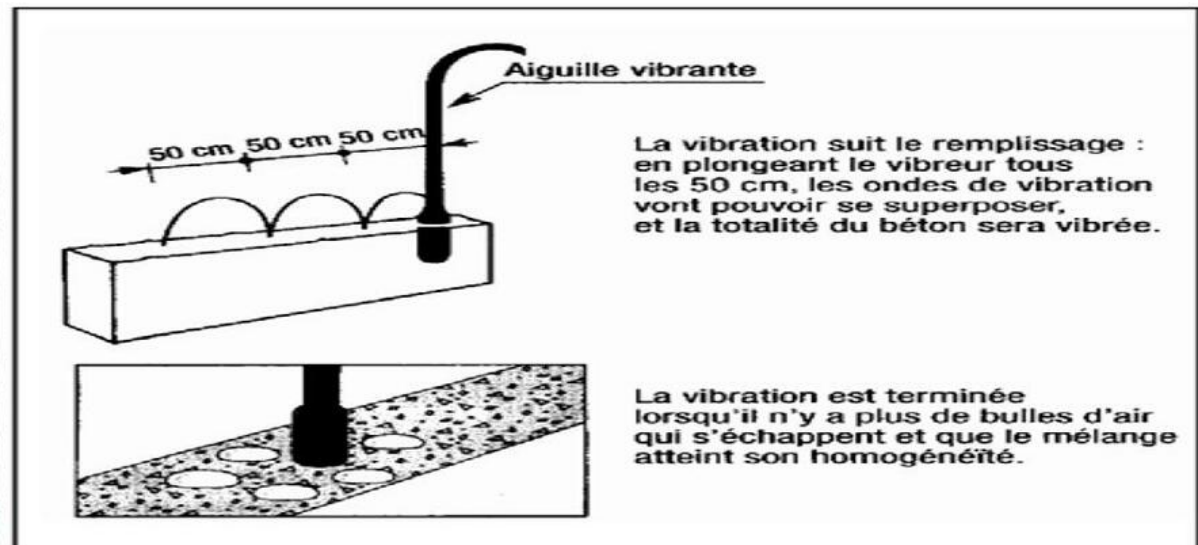
Mise en oeuvre



4.4. Modes de vibration du béton ; (Pour éliminer l'air dans le béton frais)

Étapes à suivre pour réaliser un serrage/vibration régulier sont ;

- ✓ Immerger l'aiguille vibrante verticalement sous un angle faible
- ✓ Temps de vibration de 10 à 15 seconds par point
- ✓ Remonter l'aiguille vibrante lentement
- ✓ Hauteur de la couche vibrée ne dépasse pas 60cm et choisir les points de vibration avec écartement en fonction du diamètre d'aiguille,
- ✓ Ne pas vibré trop près de coffrage et ne pas toucher les armatures par l'aiguille vibrante.





5. DALLAGE

Dallage

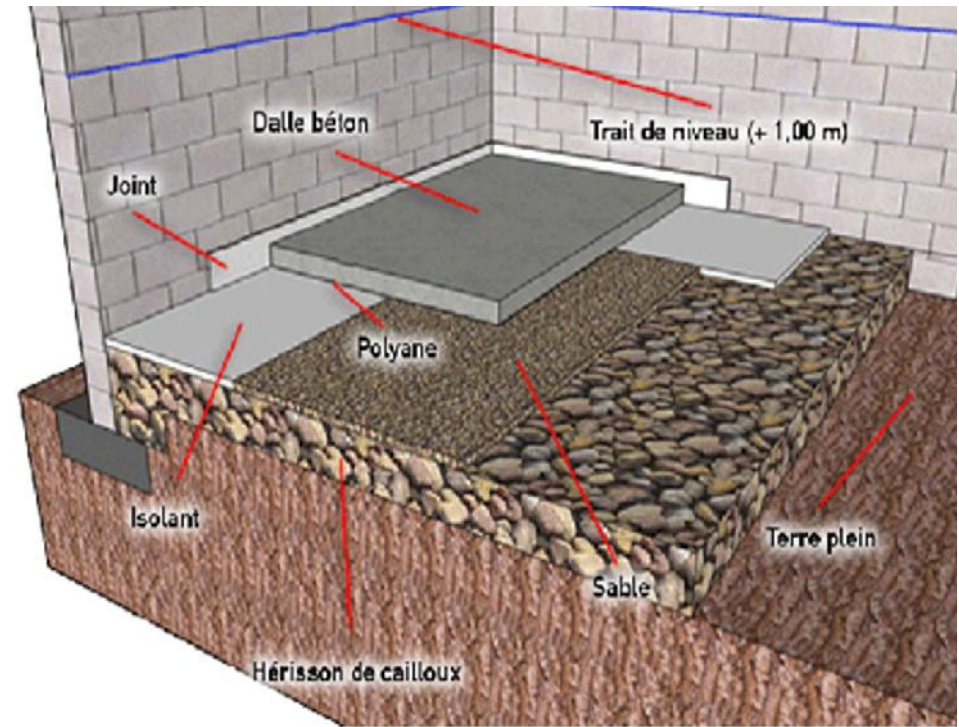
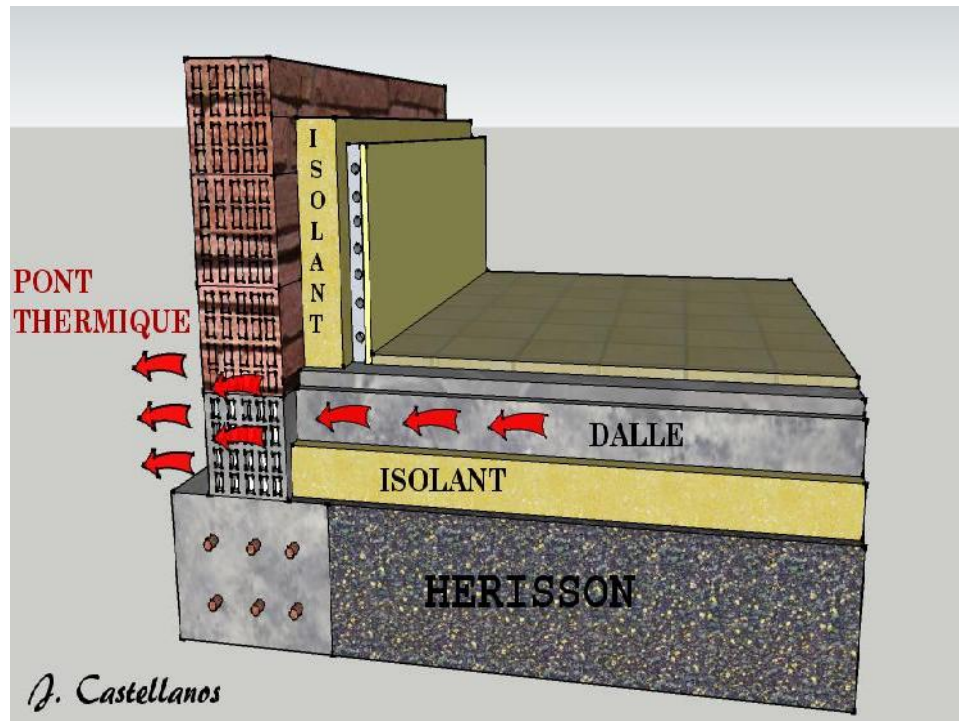
5.1. Dallages ;

Est une dalle pleine reposer sur terre pleine 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 :

Couches sous dallage ; Dans un dallage sur terre-plein, on distingue principalement :

- ✓ **Le terre-plein ou fondation** : il est constitué d'une forme stabilisée de cailloux, graviers, sable mélangé ou tout-venant par couche de 15 à 20cm environ (hérisson), rendu apte à recevoir le corps du dallage.
- ✓ **Un écran d'étanchéité (si le sol est humide)** : il est constitué d'un film plastique imperméable (polyane).
- ✓ **Le corps du dallage** : il est constitué d'une dalle en béton armé de 12 à 15cm d'épaisseur suivant la destination, assise sur la fondation.
- ✓ **La finition ou revêtement de sol** : Il s'agit généralement d'une chape de ciment sur laquelle on pose des revêtements céramiques, plastiques, en bois, ou d'une couche de produits spécifiques déposée sur le corps de dallage avant sa prise. Le revêtement permet un traitement surfacique antipoussières, antidérapant, résistant à l'usure, aux produits chimiques...



Couches du dallage

5.2. Modes opératoires :

La réalisation d'une fouille peut se faire en suivant les étapes suivantes :

Etape n°1 : Décapage :

Il s'agit d'éliminer la couche superficielle constituée de terre végétale (Épaisseur entre 20 à 30cm).

Etape n°2 : Blocage et compactage;

- Verser une couche faite d'un mélange de sable et de gravillons sur terre pleine sur une hauteur indiqué sur plan de fondation en les répartissant sur toute la surface avec le râteau.
- Mouiller abondamment et tasser (compacter) le tout avec une dame.

Etape n°3 : Pose du polyane ;

Placer un film plastique sur toute votre surface. (prévoir assez de métrage pour recouvrir les planches de coffrage).

Etape n°4 : Coffrage et ferrailage ;

- Caler des planches de coffrage huilées sur le bord de la surface à bétonner.
- Mise en place quadrillage des armatures ou les panneaux de treillis soudés, tout en assurant l'enrobage.

Etape n°6 : Coulage et Cure de béton ;

Coulage avec vibration normalisé, surfaçage, réglage et cure de béton



6. STRUCTURE PORTEUSE

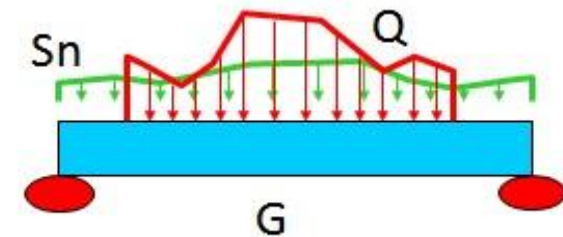
Structures porteuses

6.1. Généralités;

Un ouvrage ou un élément d'ouvrage est soumis à différentes actions extérieures. Il doit être conçu pour être stable et résistera ces actions

6.1.1. Notions de charges

✓ CHARGES VERTICALES DE PESANTEUR



G : Charges permanentes (poids propre des ouvrages ou matériaux le surchargeant)

Q : Charges liées à l'exploitation des bâtiments (public, stockages, surcharges liées à l'entretien)

Sn : Charges climatiques de neige

✓ CHARGES HORIZONTALES

W : Pressions ou dépressions dues au vent

P : Pressions de terres, liquides ou de matières ensilées

W : Séisme : accélérations des masses se traduisant en efforts horizontaux



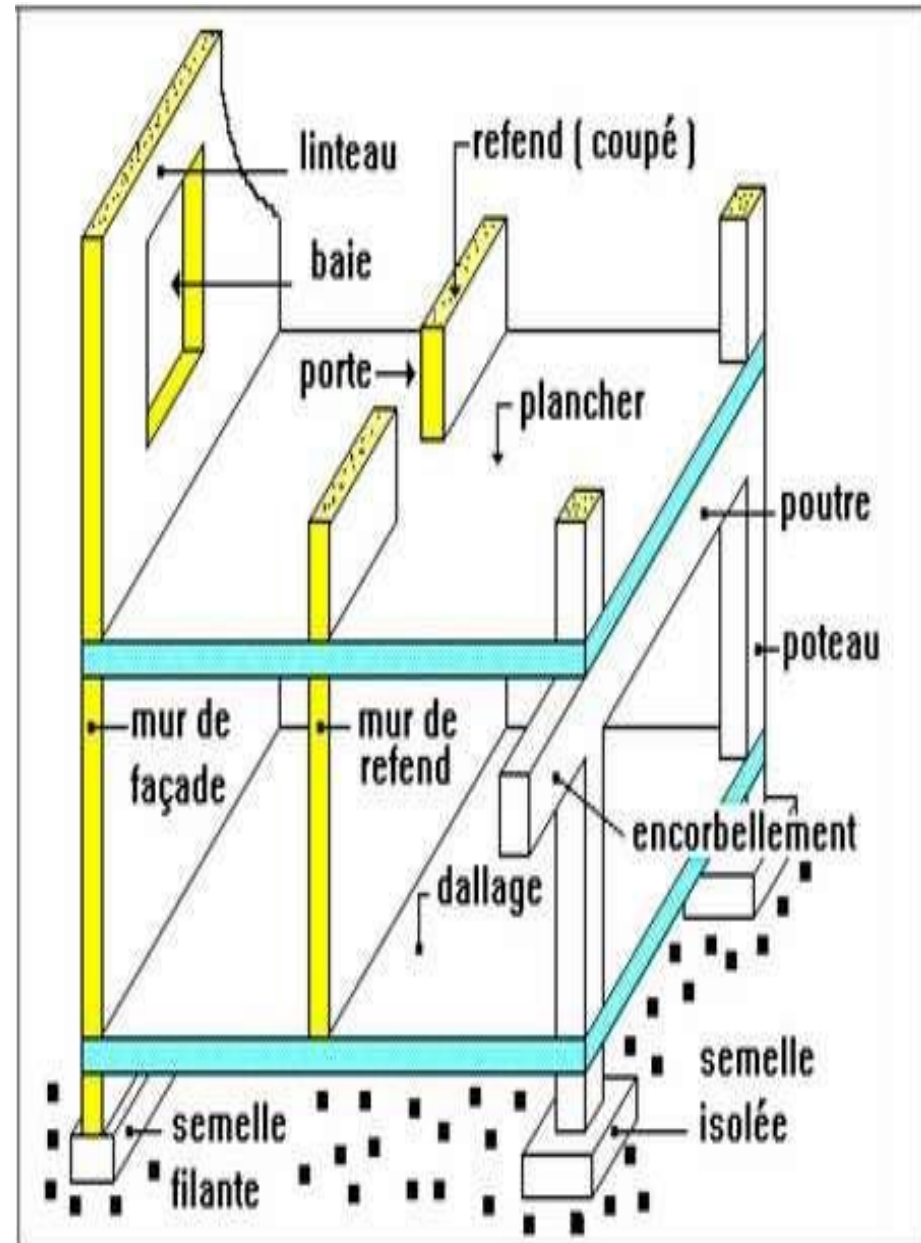
6.1.2. ELEMENTS POURTEURS D'UN BATIMENT

❖ ELEMENTS VERTICAUX

- ✓ Poteau
- ✓ Voiles
- ✓ Mur porteur

❖ ELEMENTS HORIZONTAUX

- ✓ Poutre
- ✓ Dalle



6.2. Poteaux;

6.2.1. Définition

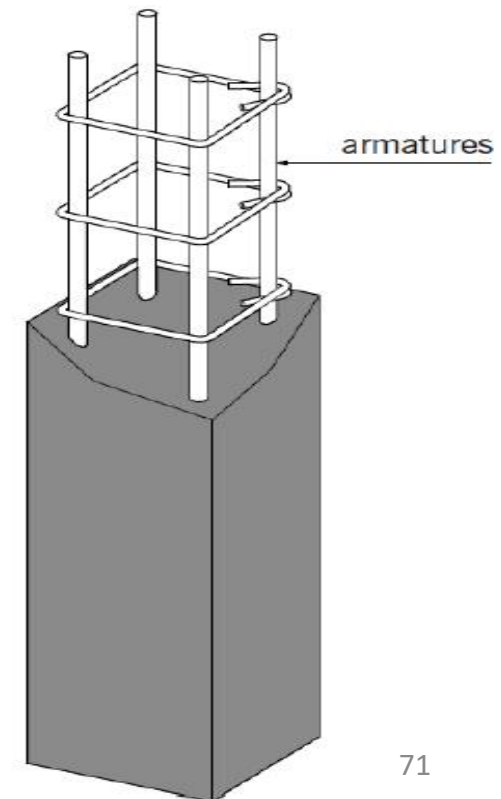
Les poteaux sont des éléments porteurs verticaux destinés à supporter les charges et surcharges issue des différents niveaux pour le transmettre aux éléments inférieurs jusqu'aux fondations

Les poteaux sont armés par des aciers longitudinaux et transversaux,

6.2.2. Principaux rôles des poteaux

- ✓ Ils supportent les charges permanentes et d'exploitation transmises par les poutres de plan
- ✓ Ils servent de chaînages verticaux,
- ✓ Ils contribuent à la stabilité de la construction.

Les poteaux sont appelés suivant leur emplacement dans la construction:
Positions des poteaux



6.3. Poutres;

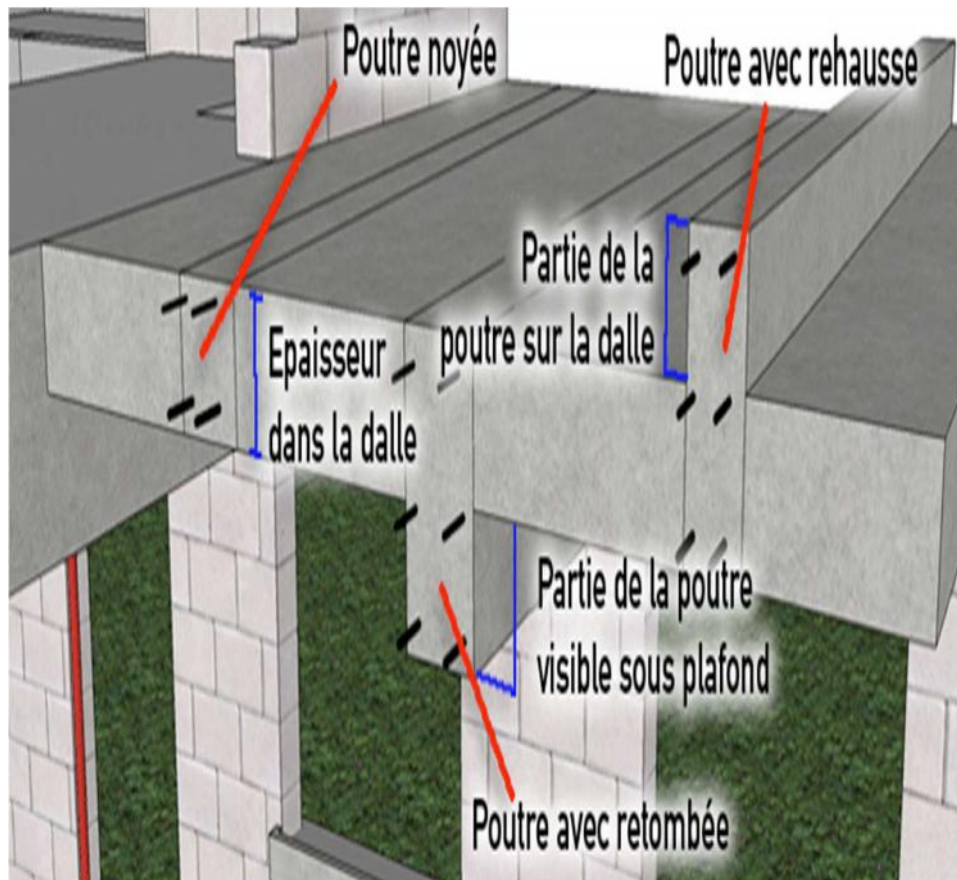
6.3.1. Définition

Les poutres sont des éléments porteurs horizontaux en béton armé, en métal ou en bois chargés de reprendre les charges et les surcharges qui se trouvent sur les planchers pour les transmettre aux poteaux.

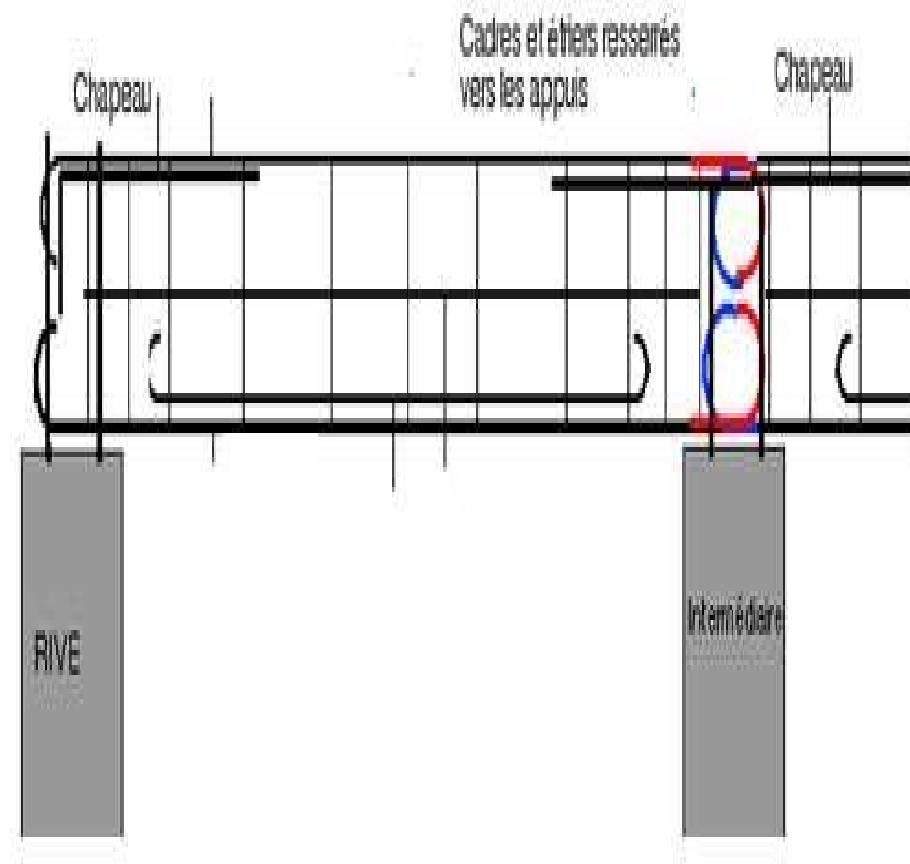
Elles sont dites élancées car leur portée (longueur) L est grande par rapport à leur hauteur h et à leur largeur b . Dans les bâtiments, elles servent souvent d'intermédiaire entre les planchers et les éléments porteurs verticaux (surtout les poteaux).

6.3.2. Bilan des différents types d'aciers :

- A. Les aciers longitudinaux ; Ces aciers reprennent les efforts de traction amenés par la flexion.
- B. Les aciers transversaux ; Ces aciers reprennent l'effort tranchant
- C. Les aciers de construction ; Ces aciers permettent de rigidifier la cage d'armatures et de permettre le levage de celle-ci,
- D. Les aciers de levage ; Ils permettent de lever les éléments de béton ou les très lourdes cages d'armatures.
- E. Les aciers de liaison ; Ils permettent de transmettre les efforts entre les différents éléments de la structure...
- F. Les aciers des chapeaux ; Des chapeaux (en partie haute) sont disposés sur les appuis $1/5^{\text{ème}}$ de la portée pour les chapeaux de rive, $1/4$ de la portée pour les chapeaux intermédiaires.



Types des poutres



Les aciers des poutre

6.4. Plancher ;

6.4.1. Définition

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.

Dans le cas du plancher le plus bas du bâtiment on parle de dallage.

6.4.2. Rôle des planchers :

- ✓ Résistance et stabilité.
- ✓ Etanchéité et protection.
- ✓ Isolation thermique et acoustique.
- ✓ Fonction architecturale.
- ✓ Fonctions techniques.

6.4.3. Les principaux types sont :

Type n°1 ; Les planchers à corps creux et poutrelles:

Type n°2 ; Les planchers à dalle pleine en béton armé

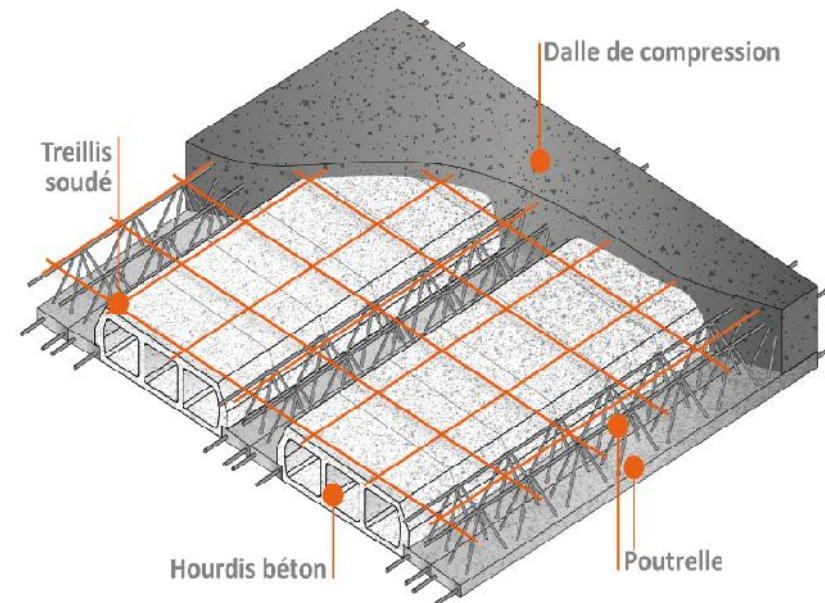
Type n°3 ; Les planchers préfabriqués avec pré dalle

a. Planchers à corps creux et poutrelles :

Les planchers à corps creux sont composés de 3 éléments principaux :

- les corps creux ou "entrevous" qui servent de coffrage perdu (ressemblent à des parpaings),
- les poutrelles en béton armé ou précontraint qui assurent la tenue de l'ensemble et reprennent les efforts de traction grâce à leurs armatures,
- une dalle de compression armée coulée sur les entrevous qui reprend les efforts de compression.

Le plancher est entouré par un chaînage horizontal.



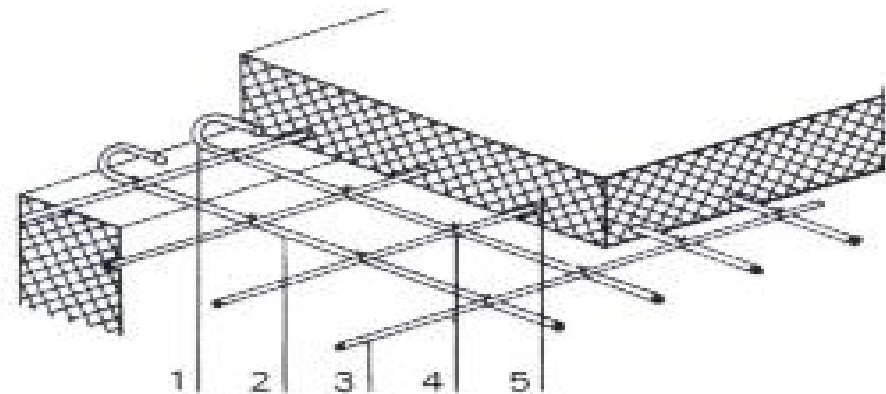
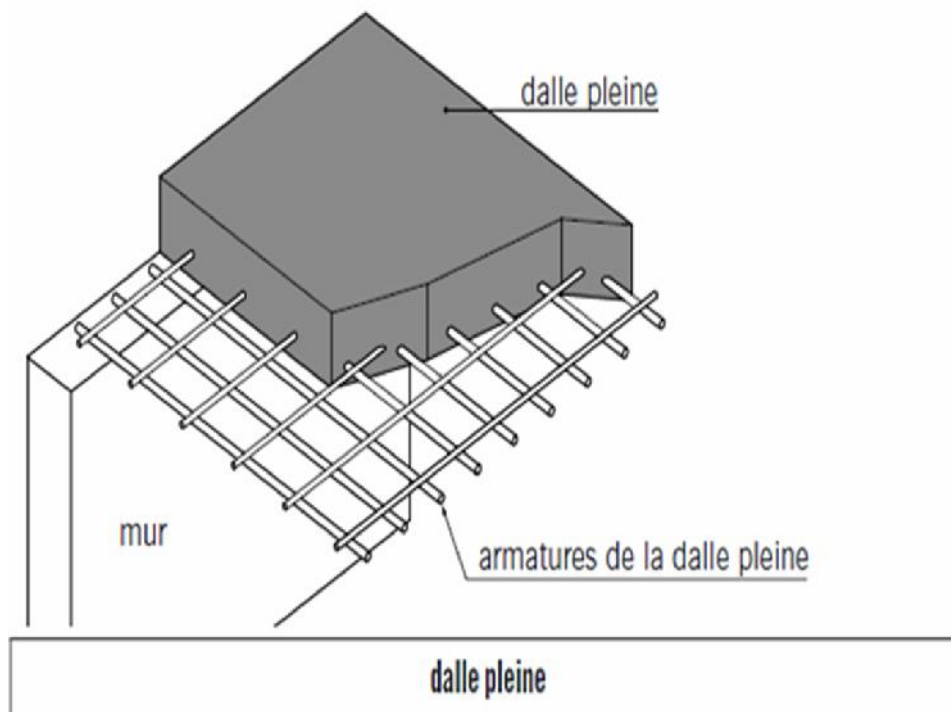
H : Hauteur des corps creux (cm)	12	16	20	25	30
E : Epaisseur table de compression (cm)	4	4	4	5	5

b. Dalle pleine en béton armé :

La dalle pleine est une plaque porteuse en béton armé coulé sur place, d'épaisseur de 10 à 20 cm ou plus qui repose sur des appuis.

L'encastrement sur les appuis nécessite des chapeaux. Les aciers porteurs sont placés en zone tendus.

Les dalles sont généralement armées par deux à quatre lits (nappes) d'armatures croisées, formés par des barres individuelles ou des treillis soudés.



17.17

Schéma d'une dalle pleine en béton armé.

1. Crochet d'adhérence.
2. Armature principale, généralement dans le sens de la plus petite portée.
3. Armature de répartition posée sur l'armature principale.
4. Ligature assurant un canevas indéformable.
5. Béton dosé généralement à 300 kg/m^3 ; n'est mis en place qu'après le contrôle de l'armature.

c. Planchers préfabriqués avec prédalle ;

Plancher en béton sont des éléments de longue portée en béton précontraint Disponibles en différentes épaisseurs.

Constitue du ;

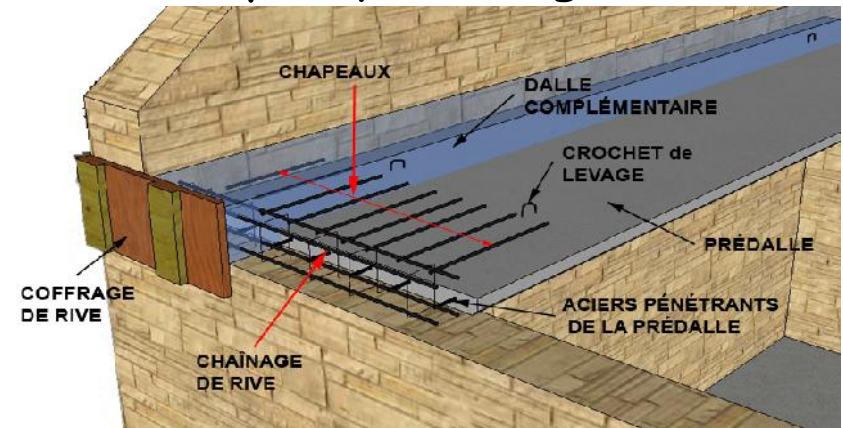
Partie inférieure ; Dalle préfabriquée en béton précontraint.

Partie supérieure ; Dalle coulée sur place ferrailé par quadrillage et les armatures de coutures.

Avantage :

L'utilisation de dalles préfabriquées en béton présente de nombreux avantages, qui peuvent se résumer ainsi :

- ✓ Vitesse de construction
- ✓ Système de construction sec
une table de compression en béton in-situ peut s'avérer nécessaire
- ✓ Planchers de longue portée pouvant Être soulevés et posés directement en Place
- ✓ Isolation acoustique



d. Les autres types de dalle :

- dalle nervurée dans une direction
- dalle nervurée dans deux directions
- dalle champignons
- plancher en bois
- plancher métallique



6.5. Modes opératoires poteau ;

La réalisation d'un poteau peut se faire en suivant les étapes suivantes :

Etape n°1 : Traçage ;

Nettoyage et réglage le support puis tracer le cadre de poteau par cordex.

Etape n°2 : Amorce en béton ;

Mise en place de l'amorce en béton (Epaisseur maximal 7cm)

Etape n°3 : Ferrailage ;

Préparation et pose le ferrailage avec les cales (en béton ou en plastique)

Etape n°4 : Coffrage ;

- Préparation de 4 panneaux de moule.
- Mise en place 3 panneaux sur le cadre mouillé par huile de décoffrage puis la mise en place le 4eme panneau après le réglage.
- Tracer sur le moule le niveau de l'arrêt de coulage,

Etape n°6 : Coulage et Cure de béton ;

Coulage avec vibration normalisé, surfaçage, et cure de béton

6.6. Modes opératoires poutre et dalle pleine ;

La réalisation d'une poutres et dalles pleines peut se faire en suivant les étapes suivantes :

Etape n°1 : Traçage ;

Tracer le niveau référence de chantier sur poteau (Niveau 107cm), puis tracer le niveau de fond de poutre.

Etape n°2 : Echafaudages ;

Fabrication des échafaudage pour poutres et dalles

Etape n°4 : Coffrage ;

- Préparation et pose le fond de poutre.
- Préparation et pose 2 panneaux de poutre.
- Mise en place le fond de la dalle pleine (Planches ou contreplaqué).
- Mouiller les coffrages par huile de décoffrage,

Etape n°3 : Ferrailage ;

Préparation et pose le ferrailage de poutres et dalles pleines avec les cales.

Etape n°6 : Coulage et Cure de béton ;

Coulage avec vibration normalisé, surfaçage, et cure de béton



7. COFFRAGE

Coffrage

7.1. Définition :

Les coffrages sont des constructions provisoires en bois ou en métal ou en d'autres matières artificielles destinées à soutenir les ouvrages en béton (Les moules dans lesquels on va couler le béton armé ou non) pendant la mise en œuvre complète et définitive du matériau.

7.2. Bois de coffrage

Le bois utilisé pour exécuter des coffrages est Le pin sylvestre, dénommé sapin rouge.

Les sections les plus utilisées sont :

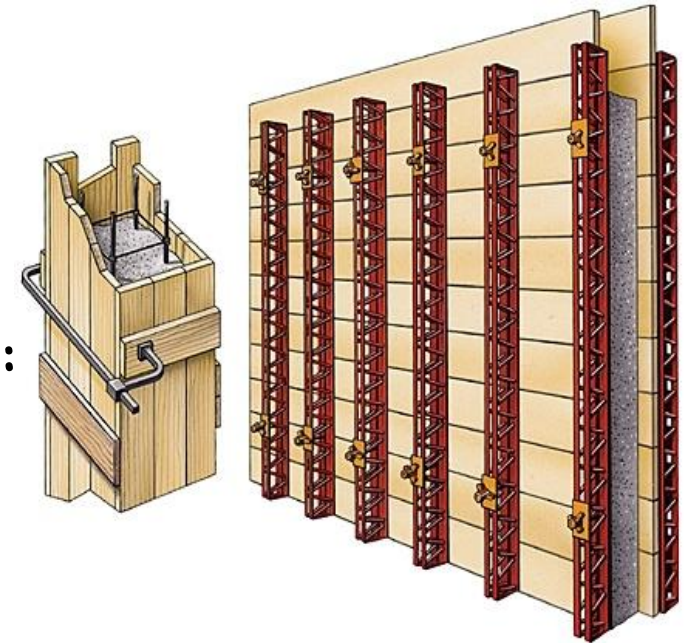
63×200 mm (madriers)

25×100 mm - 25×125 mm (planches)

7.3. Caractéristiques

Les qualités essentielles de tout coffrage sont :

- ✓ La rigidité et l'indéformabilité
- ✓ L'étanchéité (pour empêcher la perte de laitance)
- ✓ La précision (dimension horizontalité verticalité)
- ✓ La facilité de décoffrage
- ✓ Le prix le moins onéreux possible (en fonction de la réutilisation).



7.4. Assemblage d'un panneau de coffrage

a. Utilité du panneau de coffrage

Réalisation des moules des coffrages

b. Outillage

Scie à bûche, marteau, équerres, niveau d'eau, fil à plomb d'axe, mètre pliant, crayon, pied de biche, ceinture avec sacoche à clous, cordeau de nylon.

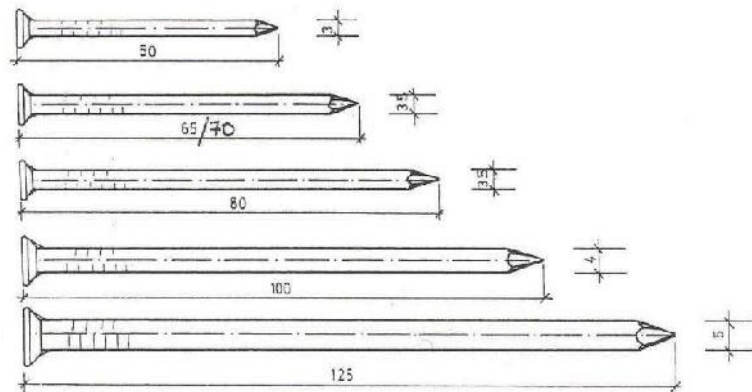
c. Matériel

Panneau de coffrage, Etabli (Plateforme de travail du coffreur), bac à clous, Scie circulaire.

d. Matériaux

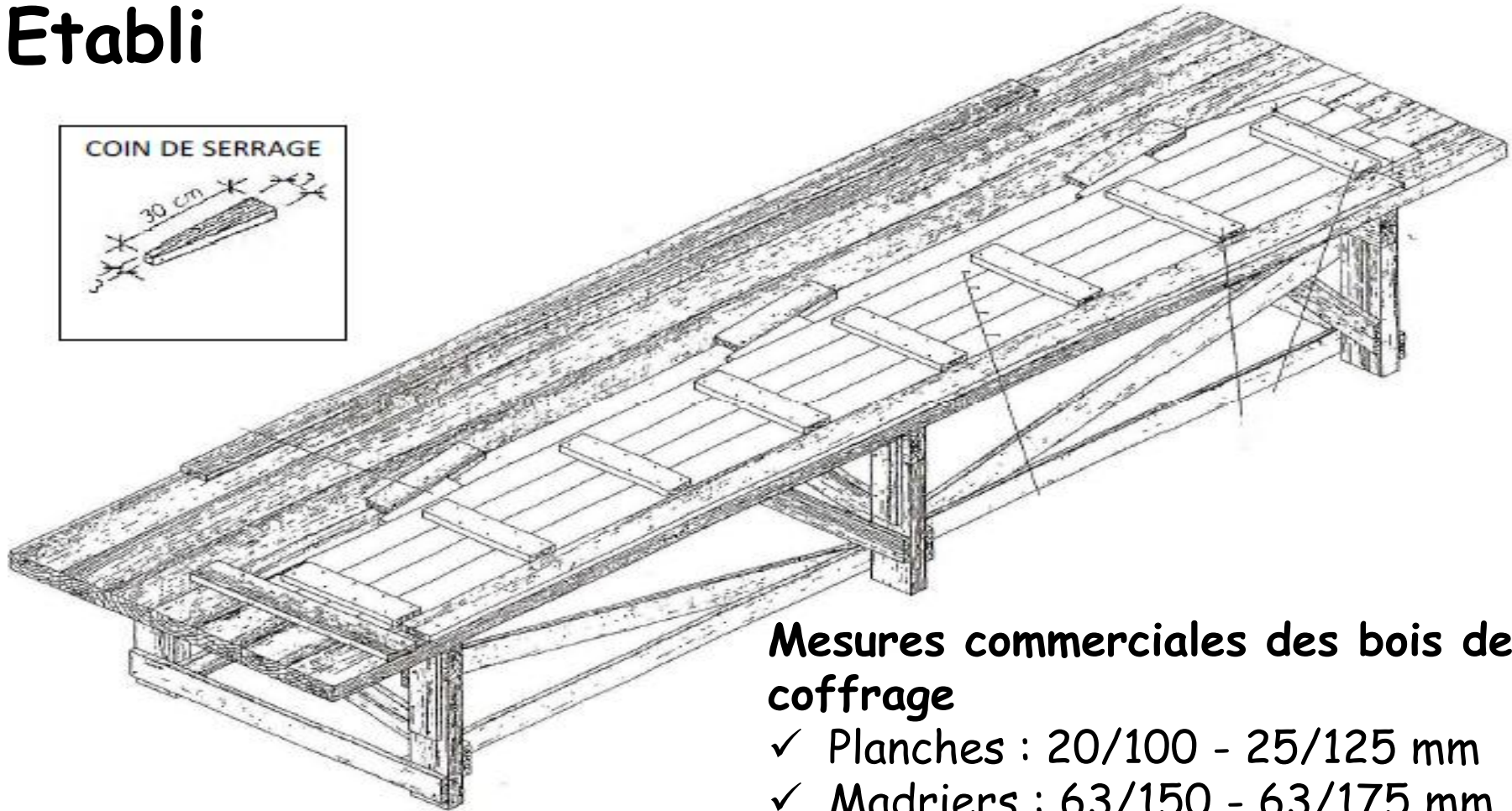
Planches 25/100, madriers 63/150 clous avec tête plate 50*3, 65*3.5, 80*3.5, 100*4

Paquets de 5 kg



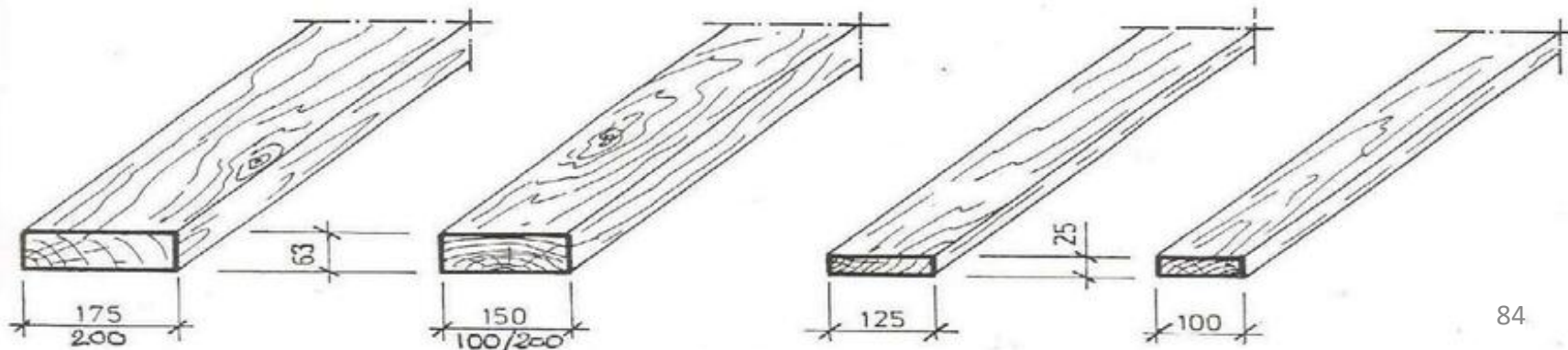
Longueur m/m	Ø m/m	Utilisé pour
50	3	Assemblage des planches
65	3.5	Montage
80	3.5	Montage
100	4	Montage

Etabli



Mesures commerciales des bois de coffrage

- ✓ Planches : 20/100 - 25/125 mm
- ✓ Madriers : 63/150 - 63/175 mm



7.5. Modes opératoires :

La réalisation d'un panneau en bois peut se faire en suivant les étapes suivantes :

Etape n°1 : Etude des plans et préparation du stock en bois ;

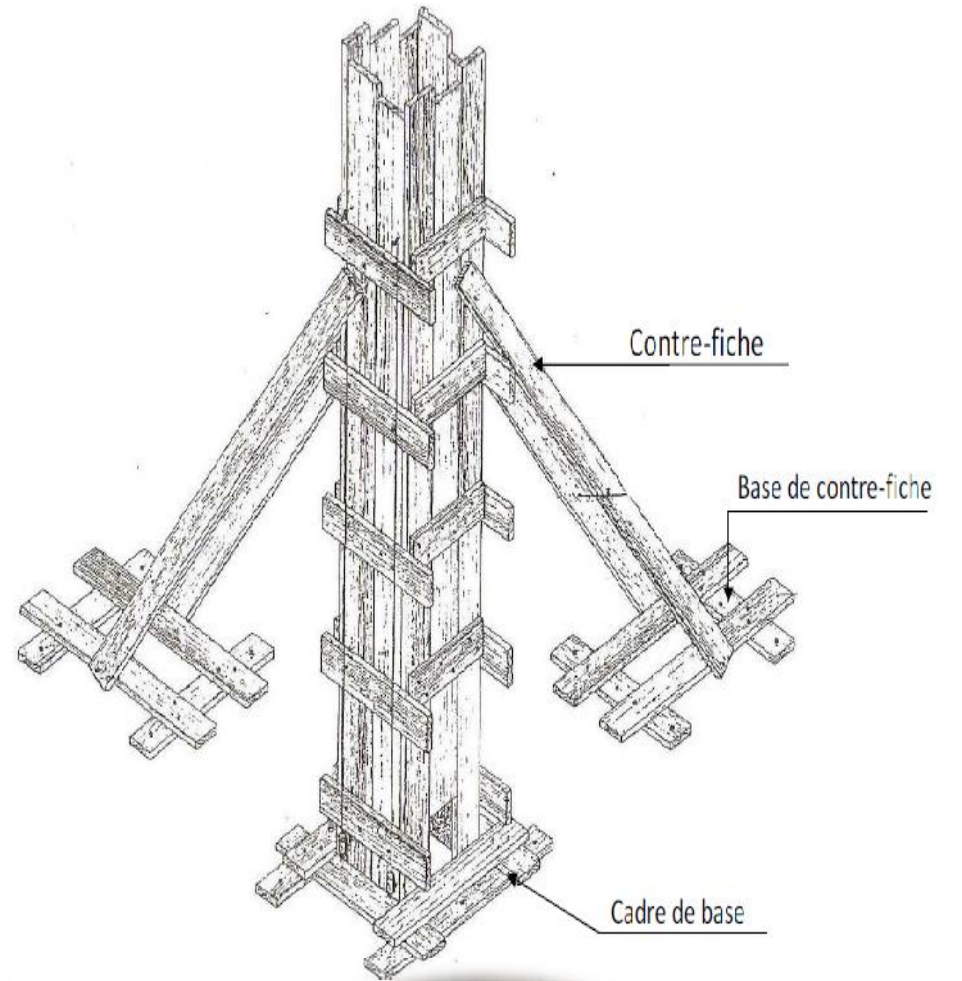
- Relever sur plans les dimensions de l'élément à coulé.
- Chercher les planches suivant ;
 1. Les dimension de panneau (Largeur et longueur de panneau)
 2. Les qualités (Rigide, n'est flécher, n'est courbe)

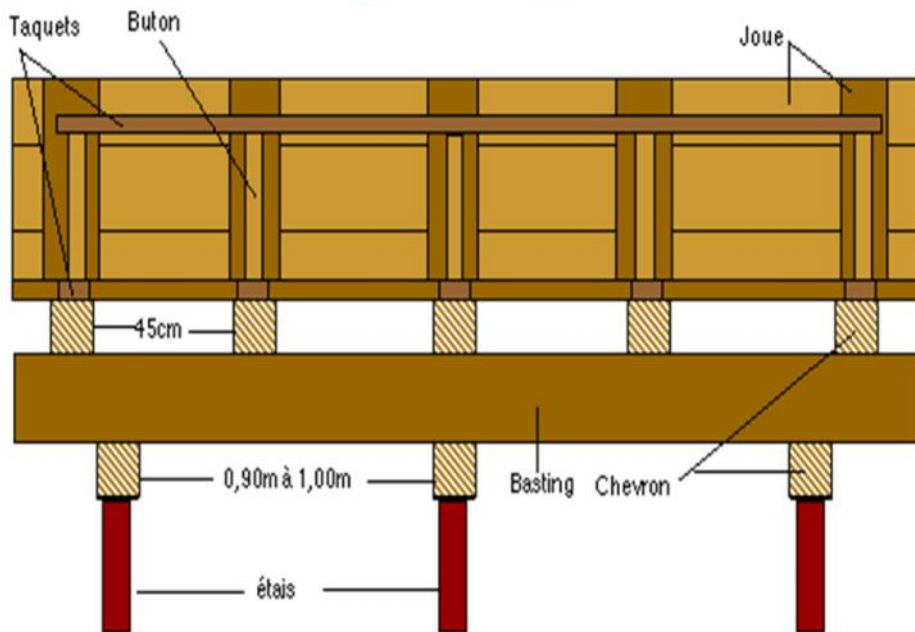
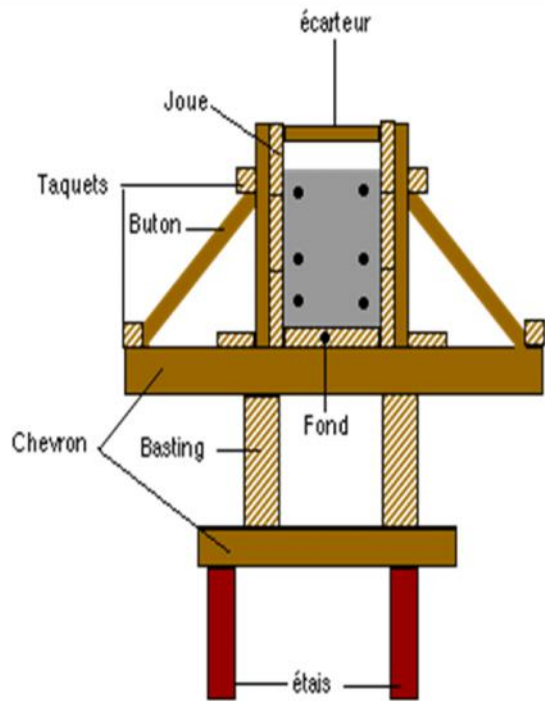
Etape n°2 : Cisailage ;

- Débuter les planches par intermédiaire d'équerre, crayon et scie à bûche pour assurer l'étanchéité de l'embase de panneau.
- Suivant les dimension scier les planches pour réalisé les traverse les contre fiches et pour obtient la longueur de panneau à souhaiter.

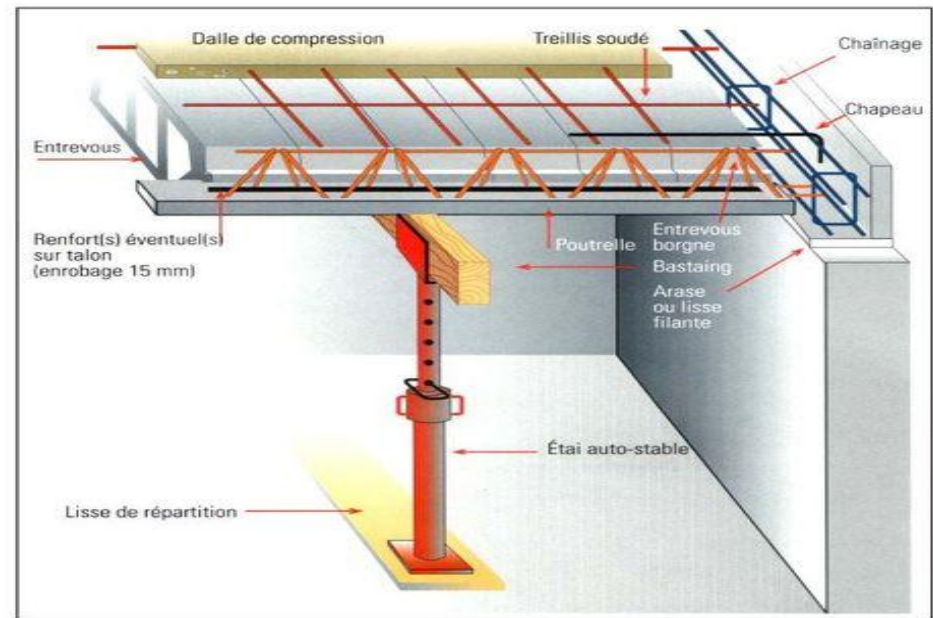
Etape n°3 : Assemblage sur l'Etabli ;

- Mettre les planches sur l'Etabli
- Serrer les planches soit par les coins de serrages ou les serre-joints.
- Tracer l'axe de panneau et de traverses.
- Clouer les traverses sur le panneau.
- Assembler les panneaux pour exécuter le moule





Cas d'une poutre



Cas d'un plancher à corps creux



Cas d'une dalle pleine

Cas d'un voile (mur en béton armé)





Cas d'une semelle filante



Cas d'une semelle isolée

Cas des escaliers





8. FERRAILLAGE

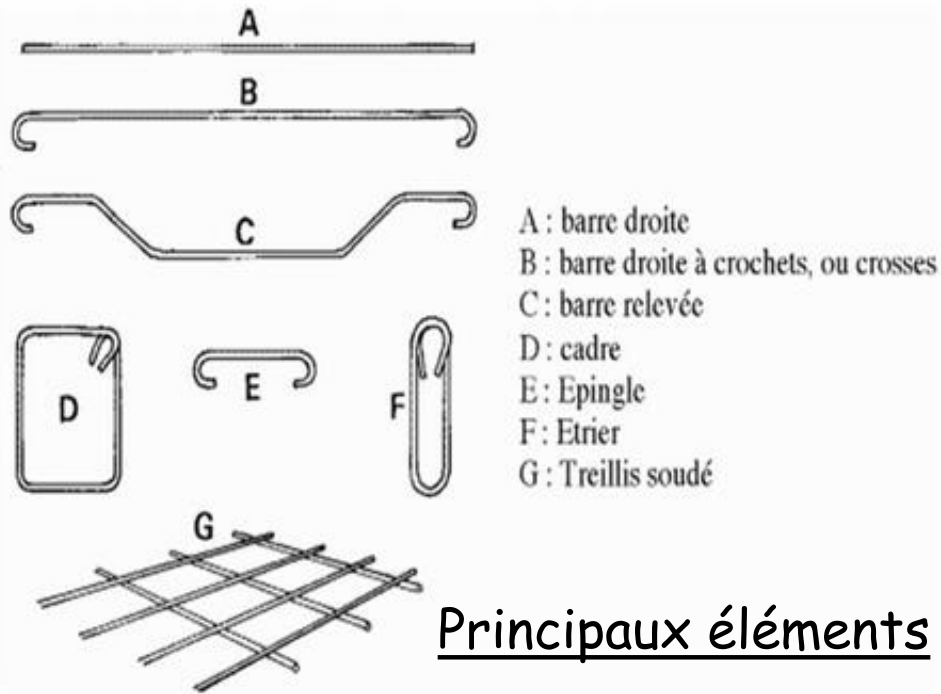
Ferrailage

8.1. Définition :

- D'un ouvrage en béton armé est constitué de barres d'acier.
- Ces barres peuvent être rondes lisses ou de haute adhérence.
- On distingue les armatures longitudinales et les armatures transversales.
- Les armatures transversales peuvent être sous forme de cadres, d'épingles ou d'étriers.

8.2. Les opérations élémentaires du ferrailleur :

- **Cisailage** : Dresser, tracer et Couper l'acier à béton d'après les dimensions indiquées sur le bordereau de cisailage, en utilisant les cisailles ou à levier.
- **Façonnage** : Plier à la main des armature, en utilisant une griffe à couder ou la codeuse (Travail à réaliser sur le Banc de coffreur).
- **Traçage** : Tracer les emplacements des cadres sur les barres longitudinales par craie (Le travail réaliser sur les cavaliers).
- **Montage** : Assembler les cadres par tenaille ou par lieur automatique sur les cavaliers (Par des ligatures simples ou doubles).
- **Mise en place** : Positionner la cage d'armature à la place du coulage et assure bonne liaison avec les barre d'attentes avec les cales (plastique ou bois).



Principaux éléments

Etrier d'armature du béton

Ligature
d'armature

Epingle (d'armature de béton)

Cadre d'armature

Les différents types de fer à béton



acier CARON (C)



acier NERSID nervuré (N)



acier CRÉLOI (SE)



acier TENTOR (TT)



acier BRETEUIL (BR)



acier TOR (T)

(V. détails de caractéristiques, diamètres, sections et masse dans un ouvrage tel que le Technor ou un traité de béton armé)

Les treillis soudé/
Quadrillage

Façonnage

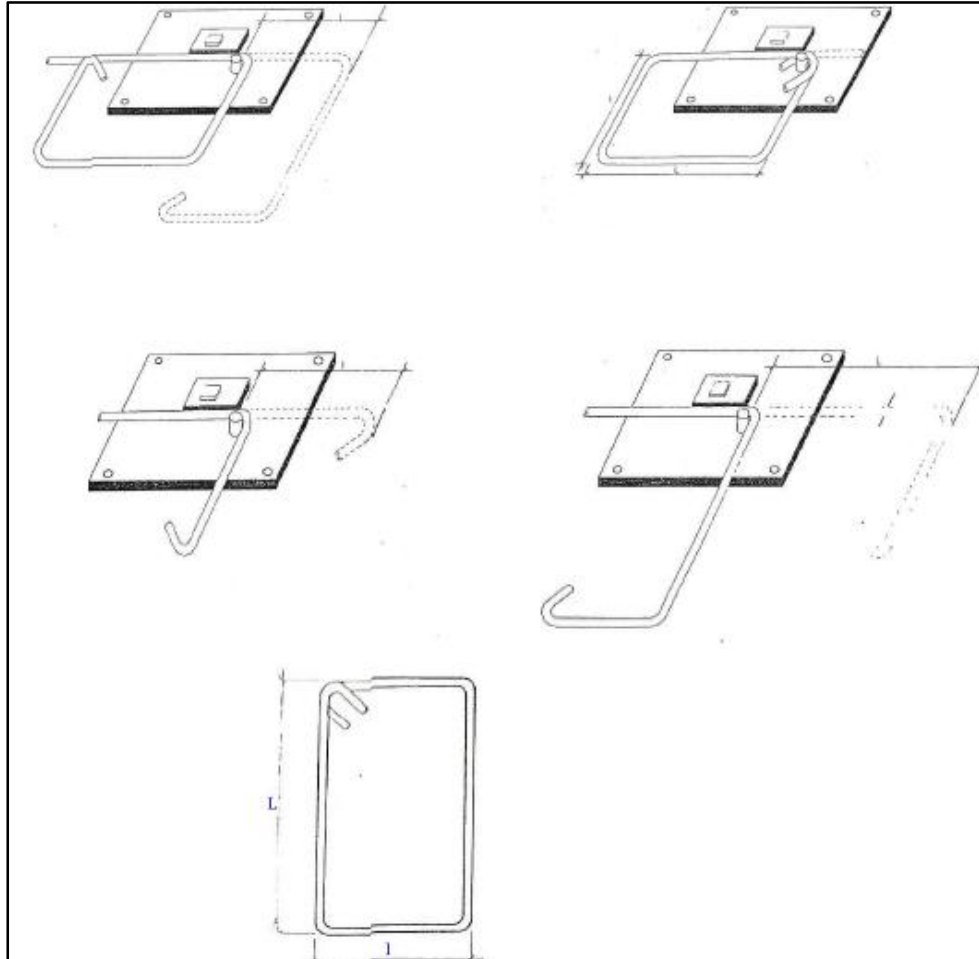
□ Réalisation d'une forme d'équerre :

1. Déterminer la longueur de coupe (l_k) des barres, $l_k = (L+l) - 2.5\varnothing$.
2. Cisailer les barres nécessaires.
3. A partir du centre de la cheville de pliage, indiquer la longueur l de l'équerre sur l'établi de pliage.
4. Poser la barre à plier sur cette longueur.
5. Placer l'encoche de la griffe sur la barre, à environ 4 fois le diamètre de la barre, à partir du centre de la cheville de pliage.

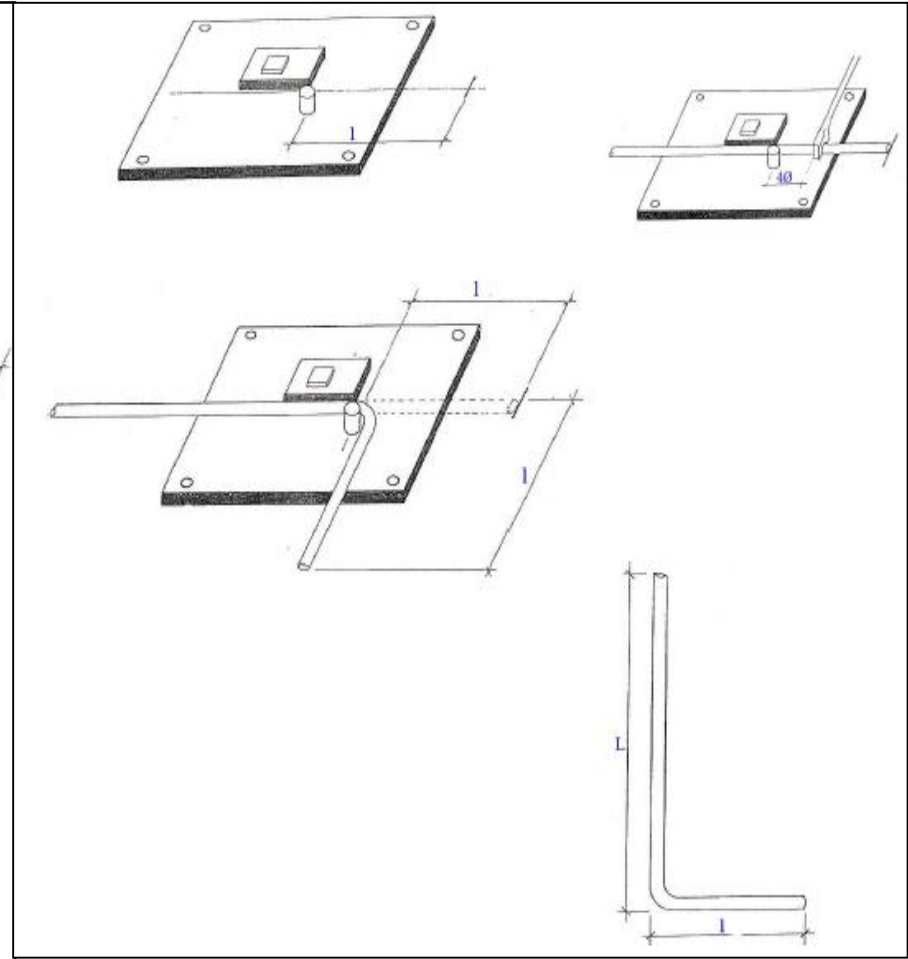
□ Réalisation d'un étrier :

1. Déterminer la longueur de coupe des étriers $l_k = [(L+l) \times 2] + 10\emptyset$.
2. Cisailler les barres nécessaires.
3. Indiquer les dimensions des étriers sur l'établi de pliage à partir du centre de la cheville de pliage.
4. Plier 1er crochet à la barre.
5. Poser le crochet sur la 1ère mesure (l)
6. Plier la 1ère équerre.
7. Poser la 1ère équerre sur la 2 e mesure (L).
8. Plier la 2e équerre
9. Poser la 2e équerre sur la 1ère mesure.
10. Plier la 3e équerre
11. Tourner l'étrier et placer le 1er crochet à droite de la cheville de pliage.
12. Plier le second crochet, tirer la griffe de façon que le second crochet glisse sur l'étrier.

Réalisation d'un étrier



Réalisation d'une forme d'équerre





Cisailage



Façonnage



Traçage

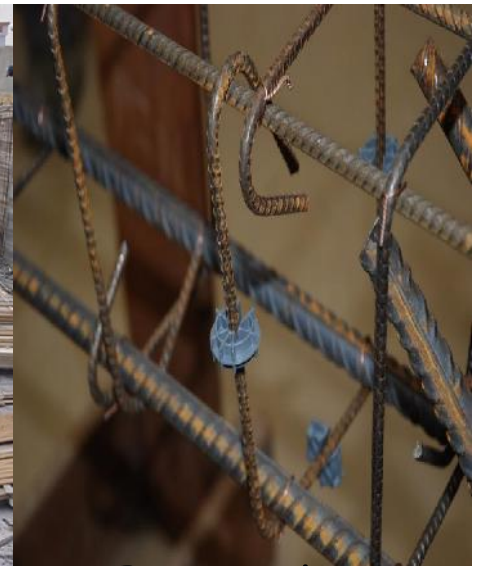


Assemblage par lieur automatique



Mise en place

www.cours-genie-civil.com



Pose cales

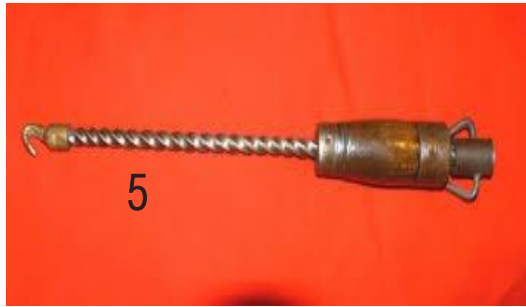
8.3. L'outillage

Les outils de ferrailleur

Dans notre métier, il est indispensable de réaliser les ferrillages. C'est pourquoi cet outillage nous est nécessaire.



1



5



6



3



2

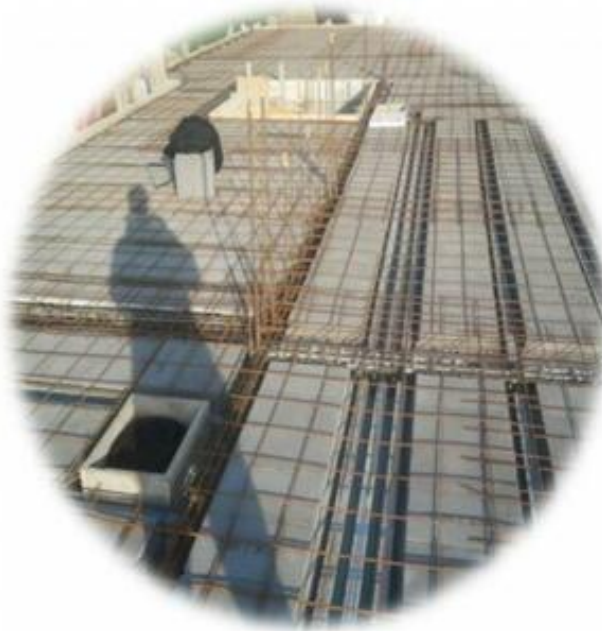


- 1 - Cisaille
- 2 - Cisaille à levier
- 3 - Tenaille
- 4 - Codeuse
- 5 - lieur Automatique
- 6 - Griffe

Exemples :



Poutre



Dalle creuse



Dalle pleine



Poteau



Voile



Semelle isolée



9. BETON & MORTIER

Bétons et mortiers

9.1. Introduction

Mortier ou béton est obtenu par le mélange des constituants suivants : granulats, liant hydraulique, eau et éventuellement des adjuvants. La figure au-dessous montre la différence entre le mortier et le béton.

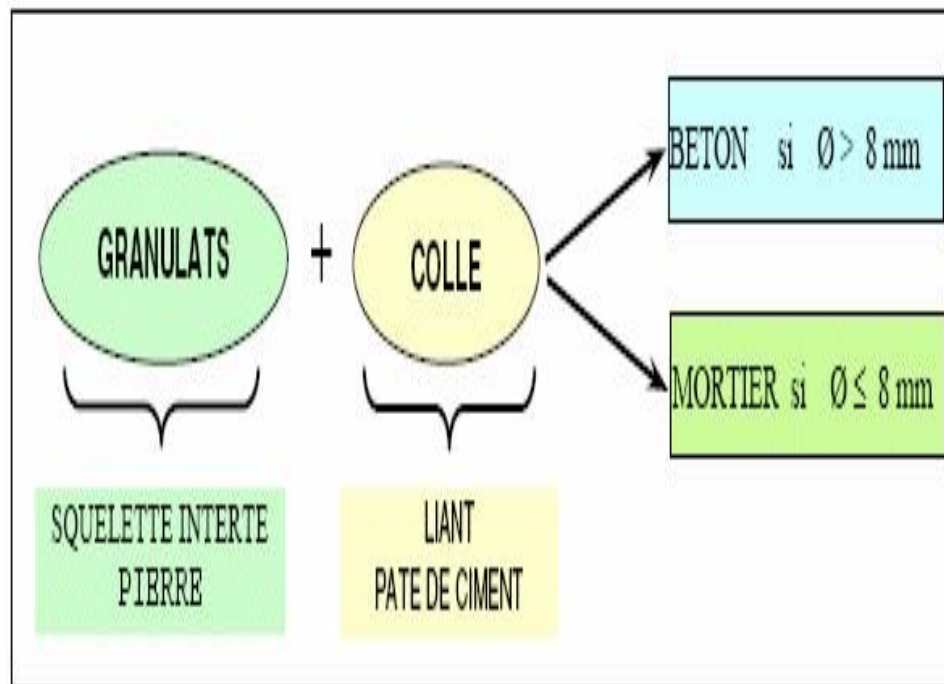


Fig. : La différence entre le béton et le mortier.

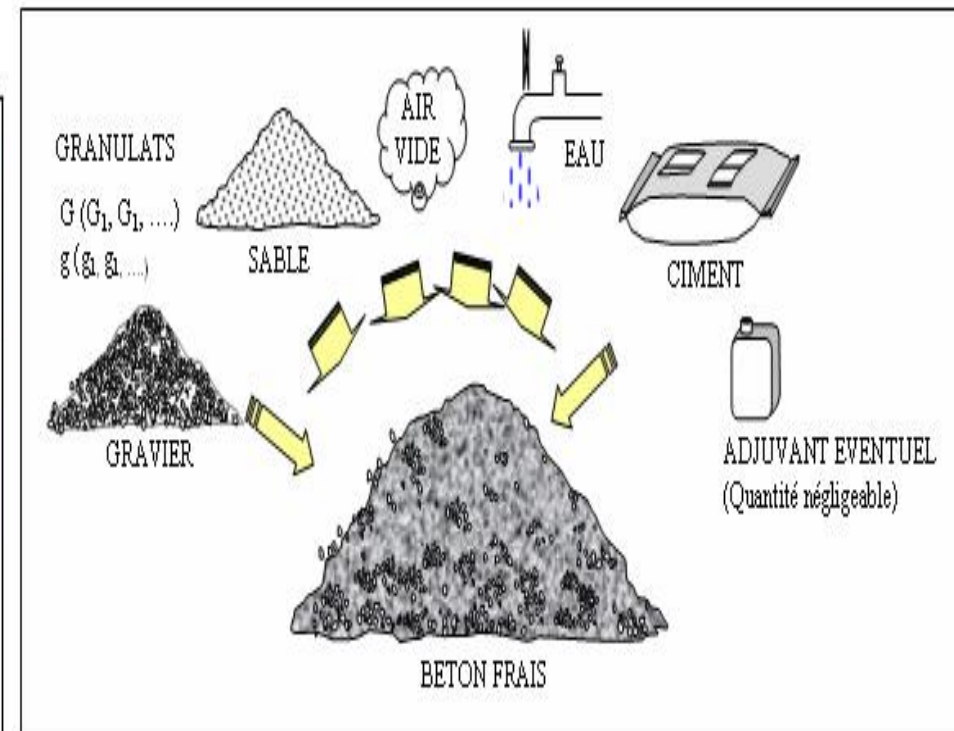


Fig. 2 : Les constituants du béton (fabrication du béton frais).

Les différents granulats forment le squelette granulaire du mortier ou du béton.

Le ciment, l'eau de gâchage et les adjuvants forment la pâte liante.

La pâte de ciment est un élément unique et actif du béton ou mortier enrobant les granulats.

L'objectif est de remplir les vides existants entre les grains.

La pâte joue le rôle de lubrifiant et de colle.

Le tableau V présente l'ordre de grandeur des proportions des constituants d'un béton courant.

Constituants	Eau	Air	Ciment	Granulats
En volume (%)	14 - 22	1 - 6	7 - 14	60 - 78
En poids (%)	5 - 9		9 - 18	63 - 85

Tableau V : La composition des constituants d'un béton courant en poids et en volume.

9.2. Composantes des béton et mortiers

✓ CIMENT :

Le ciment est un liant hydraulique qui se présente sous la forme d'une poudre minérale fine s'hydratant en présence d'eau. Il forme une pâte faisant prise qui durcit progressivement à l'air ou dans l'eau. C'est le constituant fondamental du béton puisqu'il permet la transformation d'un mélange sans cohésion en un corps solide (voir. cours sur les ciments).

✓ Les granulats

Sont généralement des sables, gravillons) constituent le squelette du béton. Ils doivent être chimiquement inertes vis-à-vis du ciment, de l'eau et de l'air. On utilise en général, pour les ouvrages courants, des granulats constitués uniquement par du sable et des gravillons. On

Types de sables ;

- ✓ Sable de rivière ou sable fluvial.
- ✓ Sable de carrière.
- ✓ Sable de mer.
- ✓ Sable de feuilles.

✓ Eau de gâchage.

L'eau totale ajoutée au mélange pour le transformer en béton ou en mortier, est appelée l'eau de gâchage.

Selon les références, l'eau de gâchage joue un triple rôle :

- Rôle mécanique par sa tension superficielle et sa viscosité,
- Rôle physique en favorisant le mouillage et en donnant une cohésion au mélange,
- Rôle chimique par dissolution des constituants anhydres du ciment et des granulats.

D'autre part, nous pouvons constater que l'eau de gâchage existe dans le mélange du béton sous forme de trois états :

- L'eau libre,
- L'eau adsorbée /absorbée,
- L'eau combinée ou encore l'eau de prise

✓ Adjuvants

Sont des produits chimiques incorporés au béton frais en faibles quantités (en général moins de 2,5% du poids de ciment, donc moins de 0.4% du poids du béton) afin d'en améliorer certaines propriétés.

Leur efficacité est liée à l'homogénéité de leur répartition dans la masse du béton. Les principaux adjuvants sont :

9.3. Gâchage du béton

C'est l'opération qui consiste à mélanger les différents matériaux qui composent votre béton. Le gâchage peut se faire de deux façons différentes, à la main ou à la bétonnière.

a. Gâchage manuel du béton

1ère étape :

- Pour commencer, assurez-vous que le sol sur lequel vous allez déposer vos matériaux est propre.
- Dosez vos matériaux dans les proportions adéquates pour le type de béton que vous souhaitez et déposez les sur l'aire préalablement nettoyée.

2ème étape :

Déposez successivement sable, graviers puis ciment se forme d'un tas et à l'aide d'une pelle mélangez à sec le tout de manière à obtenir un tas homogène.

3ème étape :

- Toujours équipé de votre pelle, façonnez un petit cratère au centre de votre tas afin d'y verser l'eau.
- Ramenez de manière successive le mélange au centre du cratère à l'aide du dos de votre pelle et cela jusqu'à obtention d'un mélange homogène et ferme.
- Pour savoir si votre mélange est prêt à l'emploi, vous pouvez vérifier que sa consistance est bonne à l'aide de votre pelle.



Constituants sous forme d'un tas



Mélanger à sec



Verser l'eau nécessaire



Mélanger humide

b. Gâchage à la Bétonnière

- ✓ A la fois facile, rapide et bien moins fatigant que le gâchage manuel, le gâchage à la bétonnière vous rendra la tâche plus aisée et vous permettra de réaliser une grande quantité de béton !
- ✓ Le type de bétonnière peut varier en fonction des volumes souhaités.
- ✓ Pour un volume élevé de béton, il faut envisager une cuve plus grande et dotée d'un moteur essence.
- ✓ Pour un volume plus faible, une plus petite cuve et un moteur électrique suffiront.

Avant de débiter le mélange, prenez quelques précautions :

- ✓ Assurez-vous que la cuve est propre.
- ✓ Veillez à correctement mettre en place la bétonnière, elle doit être stable.

1er étape :

- ✓ Commencez par allumer votre bétonnière.
- ✓ En tenant compte du bon dosage, versez le sable et le gravier dans la cuve.
- ✓ Laissez mélanger environ 1 minute.

2ème étape :

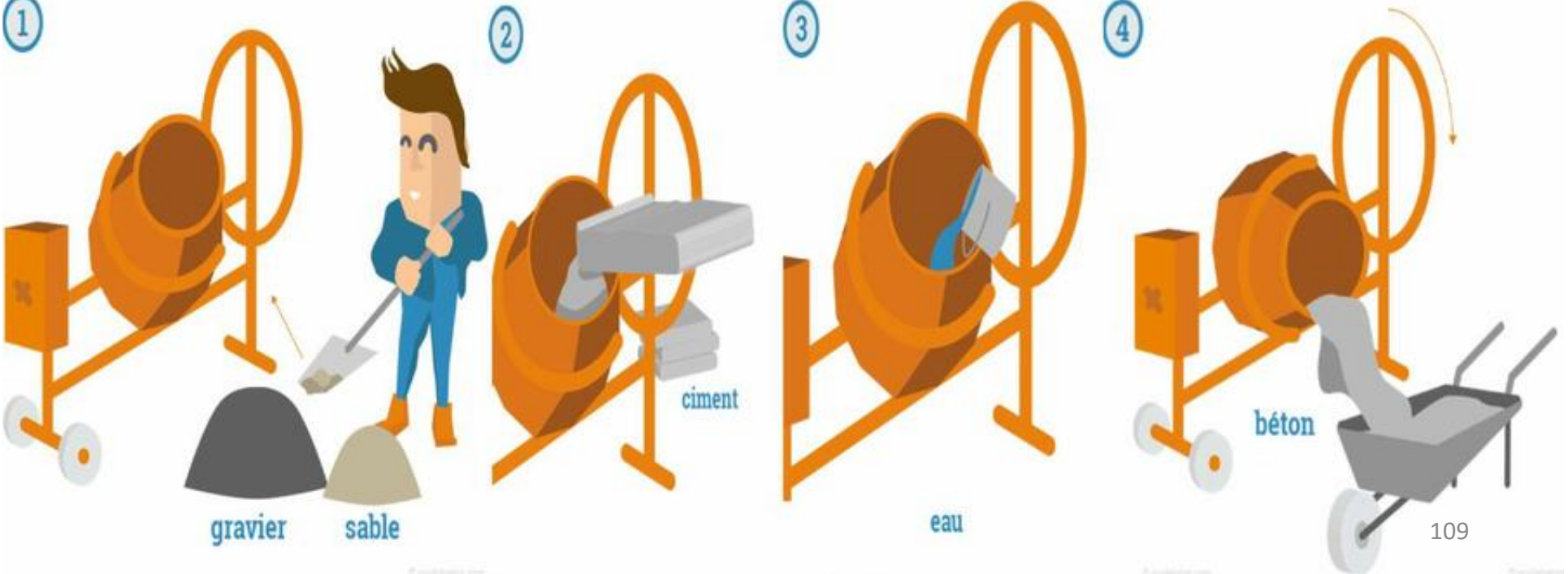
- ✓ Versez le volume de ciment nécessaire.
- ✓ Laissez mélanger pendant 1 à 2 minutes.

3ème étape :

- ✓ Verser progressivement le volume d'eau nécessaire, en évitant d'en ajouter avec excès.
- ✓ Laissez malaxer pendant 1 à 2 minutes afin d'obtenir un mélange ferme et homogène.

4ème étape :

- ✓ Lorsque le mélange vous semble prêt, versez le dans une brouette.
- ✓ Veillez à nettoyer la cuve dès la fin du mélange. Pour cela, versez de l'eau et un peu de gravier tout en la laissant tourner quelques minutes.



9.4. Exemples des bétons et des mortiers

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

Compositions quelques types des bétons

Désignation des mortiers	Poids de ciment pour 1000 litres de sables
Mortier n°1 : maçonnerie, hourdage,	300 kg / classe 45
Mortier n° 2 : enduits extérieurs et intérieurs	300 à 500 kg (selon couche) / classe 35
Mortier n°3 : chape ordinaire, jointoiment	250 kg / classe 35
Mortier n°4 : scellements	750 kg / classe 45

Compositions quelques types des mortiers

Dosage du Béton

CALCUL ET POIDS UNITAIRES DANS LA COMPOSITION DES BETONS

1 brouette de gravier	=	$\frac{1}{2}$ 57 litres ou $\frac{1}{2}$ 101 kgs
1 brouette de sable	=	$\frac{1}{2}$ 57 litres ou $\frac{1}{2}$ 91 kgs
1 mélange béton	=	2 brouettes gravier = $101 \times 2 = 202$ kgs
		1 brouette sable = 91 kgs
		1 sac ciment = 50 kgs
		<u>343 kgs</u>
1 m ³ béton	=	7 mélanges
		<u>$\times 7$</u>
		2401 kgs
+ 30 litres d'eau par mélange	=	$30 \times 7 = 210$ litres
		<u>+ 210 kgs</u>
Poids d'un m ³ de béton mouillé :		$\frac{1}{2}$ 2611 kgs
1 mélange béton	=	$2611 : 7 =$ $\frac{1}{2}$ 373 kgs
1 brouette béton : 3 par mélange	=	$\frac{1}{2}$ 124 kgs
1 m ³ de béton	=	1 m d'épaisseur sur 1 m ²
1 mélange de béton	=	14 cm d'épaisseur sur 1 m ²
1 brouette béton	=	4,75 cm d'épaisseur sur 1 m ²
1 m ² de béton sur 1 cm d'épaisseur	=	26,500 kgs mouillé
		= 25 kgs sec

Dosage du Mortier

LIANTS					Chaux hydraulique liant à maçonner	Ciment à maçonner ciment de fer	Ciment de laitier ciment de haut fourneau	Ciment portland ciment métallurgique
Densité apparente					0,500 à 0,800	0,600 à 0,900	0,800 à 0,900	0,900 à 1,300
Mortier	Résistance à l'écrasement en bars				DOSAGES APPROXIMATIFS ET EMPLOIS CONSEILLES			
	Maigre	10	20	50	100	250 kg Maçonneries légères	300 kg Maçonneries ordinaires	300 kg Maçonneries en fondations
Moyen ou normal	12	25	80	130	350 kg Maçonneries ordinaires Enduits-crépis	400 kg Maçonneries résistantes Enduits-crépis	400 kg Maçonneries résistantes Enduits en fondation	450 kg Maçonnerie résistante Enduits- chapes
Gras	15	30	150	200	450 kg Maçonnerie résistante Enduits	500 kg Enduits intérieurs de fosses-égouts	550 kg Maçonneries très résistantes-Enduits en fondation	600 kg Enduits étanches chapes-joints
Très Gras	-	-	-	-			600 kg Enduits étanches (enterrés)	900 kg Enduits étanches sous pression



10. MUR, CLOISON, CHAINAGE & ENDUIT

Murs, cloisons, chaînage et ouvertures

10.1. Les Murs :

a. Définition

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

En général : Murs > 15 cm \geq Cloisons.

La maçonnerie peut être réalisée soit : En briques, en aggloméré ou en moellons.

b. Les murs doivent remplir certaines fonctions et en permettre d'autres. Ils doivent :

- ✓ Clore visuellement.
- ✓ Apporter un aspect esthétique acceptable
- ✓ Porter les charges permanentes et les charges horizontales
- ✓ Poids propre, plancher et couverture, ainsi que les surcharges sur plancher
- ✓ Résister à la poussée du vent ou séisme.
- ✓ Isoler thermiquement, phonétiquement et hydriquement l'habitation
- ✓ Nous pourrions améliorer l'isolation thermique à l'aide des murs creux et l'épaisseur suffisante.
- ✓ Nous devons veiller à obtenir une masse suffisante du mur pour empêcher la pénétration
- ✓ des bruits extérieures dans l'habitation et les bruits des chocs.
- ✓ La pose d'un enduit hydrofuge assurera une étanchéité absolue à la pluie.
- ✓ Les remontées d'humidité seront stoppées par un écran étanche.

Composition de murs en blocs ou parpaings



Composition de murs en béton préfabriqué



Composition de murs en béton banché

Composition de murs en bois



c. Différents types des murs :

✓ Murs de façade principale :

Le plus souvent parallèles à la rue, ils comportent des ouvertures portes et fenêtres.

S'ils sont porteurs, ils ont à supporter le poids des différents planchers et des surcharges.

✓ Murs de façade arrière :

On ne recherche pas pour ceux-ci l'esthétique indispensable aux murs de façade sur rue.

Souvent parallèle aux premiers, ils supportent les mêmes charges.

✓ Murs pignons :

Le plus souvent perpendiculaires aux murs de façade, ils ont généralement la forme de toiture (droite ou en pointe)., ils ont à supporter le conduit de fumée et les gaines de ventilation.

✓ Murs de refend :

Un mur de refend n'est rien d'autre qu'un mur porteur ne faisant pas partie des murs de façade.

Rejoignant les deux murs de façade, il est parfaitement lié avec eux.

Il est souvent nécessaire de « refendre » les bâtiments trop longs ou trop larges de diminuer la

portée des planchers, supporter les conduits de fumée et parfois soutenir la charpente.

✓ **Murs d'échiffre :**

On parle souvent de mur d'échiffre pour les parois entourant un escalier. La partie supérieure

du mur supporte en effet les marches de l'escalier et divise l'espace situé en dessous. Souvent

en béton, l'échiffre supporte le poids des marches selon le matériau utilisé pour ce dernier. Il doit donc être suffisamment large.

✓ **Murs de clôture :**

Construits pour délimiter les propriétés, les murs de clôture sont constamment exposés aux intempéries.

✓ **Murs de soutènement :**

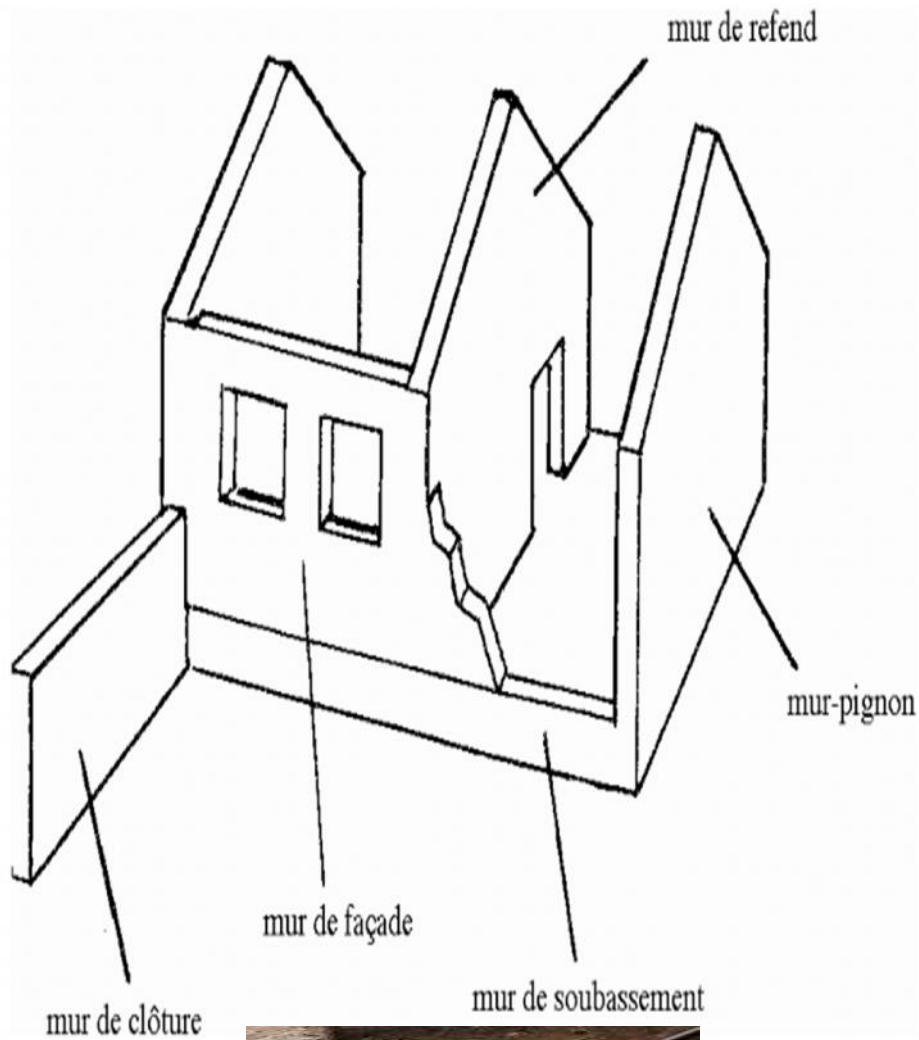
Les murs de soutènement sont destinés à supporter latéralement une poussée des terres ou le renverser.

✓ **Murs de cave / Mur de fondation / Mur de soubassement.**

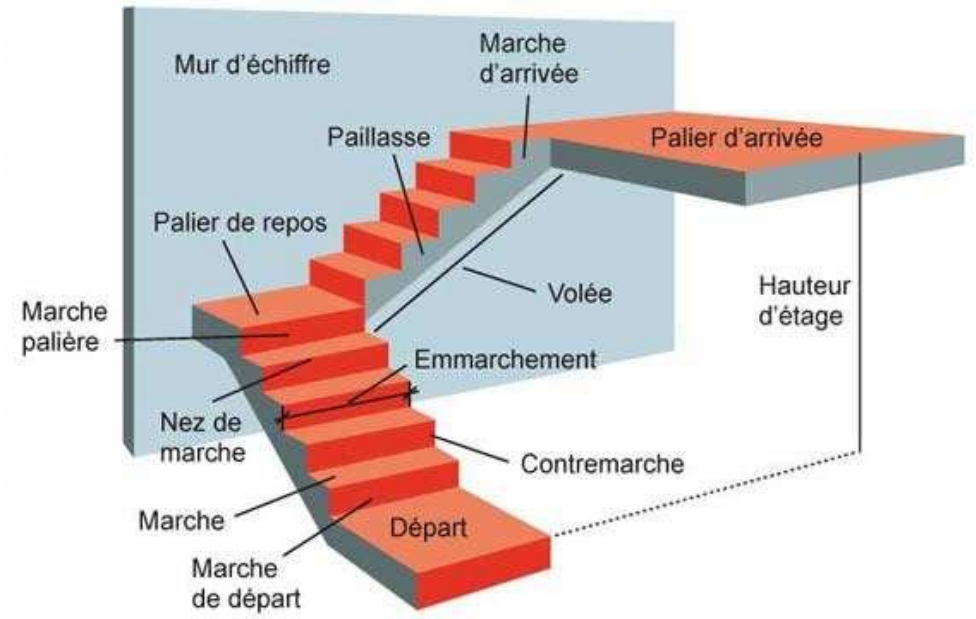
Ils ont à supporter tout le poids du bâtiment et ses surcharges, et constituent une partie toutes les fondations de celui-ci.

En plus des charges verticales énumérées ci-dessus, ils subissent les poussées latérales des terres appuyées contre leur parement extérieur.

Ces murs sont construits le plus souvent en maçonnerie de moellons durs et résistants à l'humidité.



Mur de soubassement en agglos



Mur d'échiffre



Mur de soutènement en BA

10.2. Les Cloisons :

a. Définition

- ✓ Les cloisons sont des ouvrages verticaux avec des parois de faible épaisseur dont la fonction est uniquement séparatrice et non portante.
- ✓ On les appelle "cloisons de distribution" ou encore "cloisons intérieures".
- ✓ Elles sont aussi disposées parallèlement aux murs extérieurs, façades et pignons, munies d'un isolant. On les nomme "cloisons de doublage".
- ✓ Leur rôle principal est de diviser l'intérieur d'un bâtiment.
- ✓ Elles sont liées aux murs de la construction mais leur structure ne leur permet pas de jouer un rôle de raidisseur, ni de stabilisateur.

b. Différents types des cloisons :

Cloisons légères entre poteaux :

En carreaux de plâtre entre poteaux : épaisseur 4 à 6 cm, enduits ou non d'après le carreau employé.

Cloisons sans poteaux :

L'industrie produit des agglomérés de ciment dont l'épaisseur est de 7.5 cm, qui fournissent une cloison de 10 cm enduit compris.

On distingue 3 types suivant l'exécution sont :

Type n°1 ; Tête à tête

Type n°2 ; Angle à tête

Type n°3 ; Angle à angle

Cloisons amovibles :

Il s'agit de cloisons légères amovibles, permettant de transformer suivant les besoins la distribution intérieure d'un appartement, d'un magasin ou d'un bureau.

Citons parmi celles -ci :

- ✓ Les cloisons en fibres de bois agglomérées.
- ✓ Les cloisons en copeaux agglomérés.
- ✓ Les cloisons en amiante ciment
- ✓ Les cloisons par panneaux métalliques.



Cloisons sans poteaux



Cloisons amovibles en bois

Cloisons amovibles en alu ¹²³

10.3. Les appareillages

a. **Définition** : On appelle appareillage le mode d'assemblage des éléments (Blocs) entre eux, nécessaire pour que le mur ou cloison soit solide, bien liaisonné, et qu'il ait un aspect régulier.

NB) ; Mur composite avec lame d'aire ou double cloisons :

Le mur composite ou double cloison est constitué :

- ✓ D'un parement extérieur en brique ou autre matériau décoratif.
- ✓ D'un vide intermédiaire (Lame d'aire) de 5 cm.
- ✓ D'une paroi intérieure en blocs maçonnes. Afin d'obtenir une bonne isolation

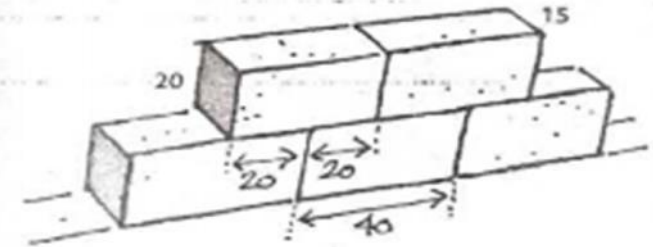
Rôle essentiel du vide intermédiaire est d'empêcher le passage par contact de l'humidité extérieure vers la paroi intérieure.

b. **En système d'appareillage habituel, les formats suivants sont à noter :**

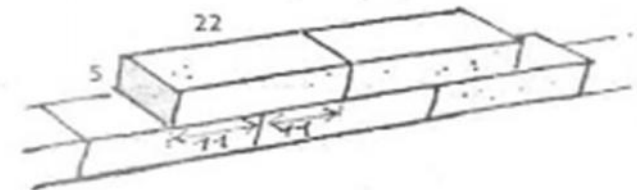
- ✓ La demi-brique qui correspond à la moitié d'une brique
- ✓ La panneresse qui désigne la face longue d'une brique
- ✓ Le trois-quarts qui désigne les trois-quarts d'une brique
- ✓ La boutisse qui désigne la tête d'une brique.
- ✓ La chantignole qui désigne la moitié d'une brique en longueur

c. Les appareillages les plus courants sont :

- ✓ **Appareillage en parpaing** (Fig.5) ; destiné aux éléments posés sur chant : les éléments des rang supérieur doivent être décalés d'une demi-longueur par rapport à ceux du rang inférieur.
- ✓ **Appareillage en panneresse** (Fig.6) ; Les éléments sont posés a plat et décalés d'une demi-longueur d'un rang sur l'autre.
- ✓ **Appareillage en boutisse** (Fig.7) ; Les éléments sont posés a plat et décalés d'une demi-largeur d'un rang sur l'autre.
- ✓ **Appareillage complexe** ; Ils associent les rangs en panneresse et en boutisse, pour constituer des mur plus épais et plus solides (Exemple : mur de 45 cm d'épaisseur en blocs de $(30 \times 15 \times 10)$)



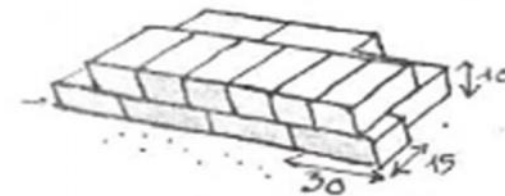
5. Appareillage en parpaing.



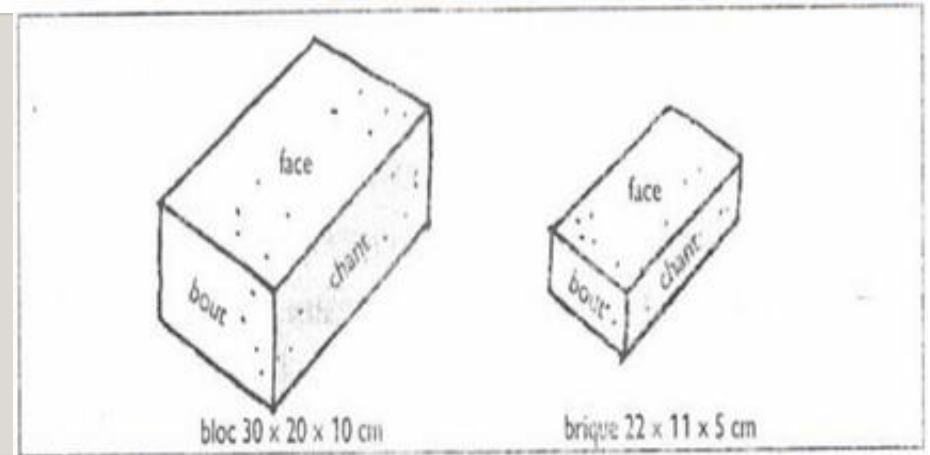
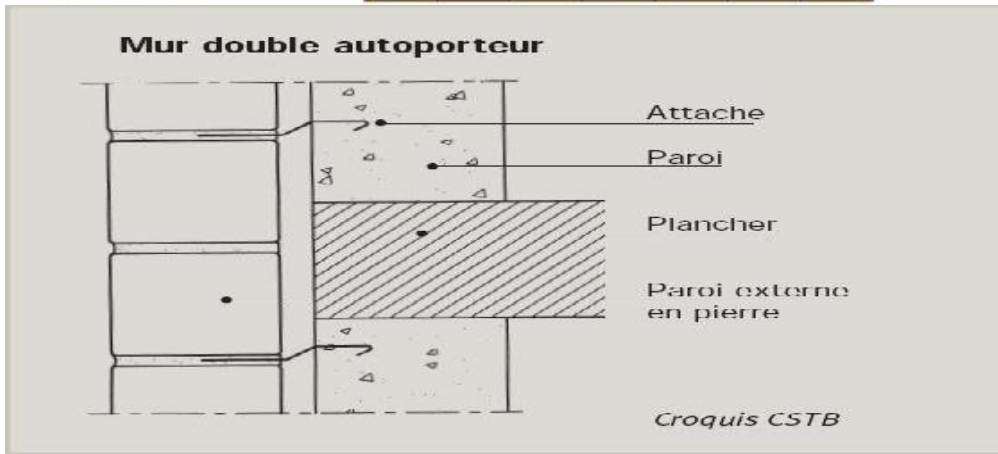
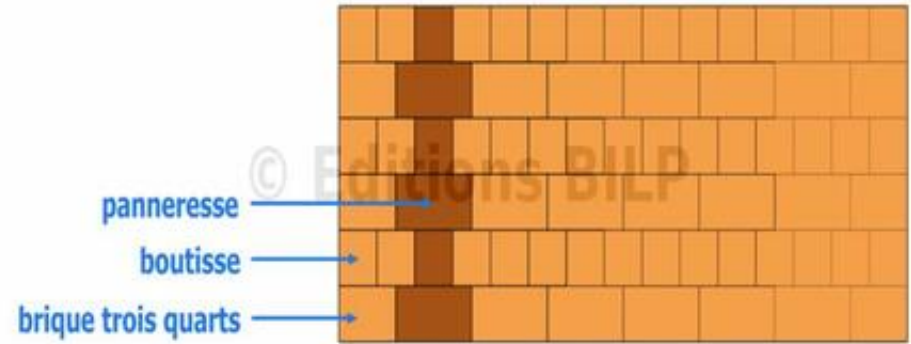
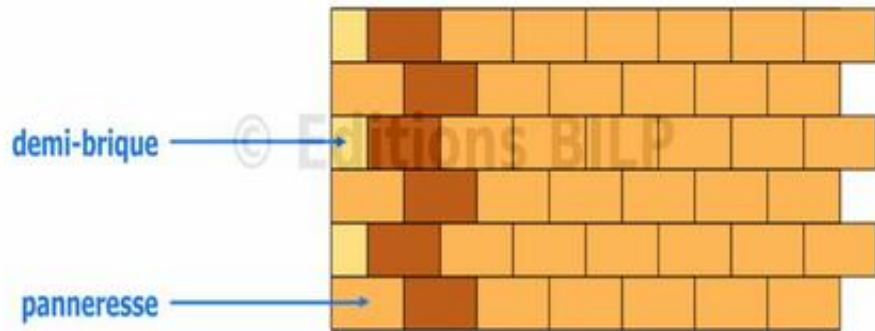
6. Appareillage en panneresse.



7. Appareillage en boutisse.

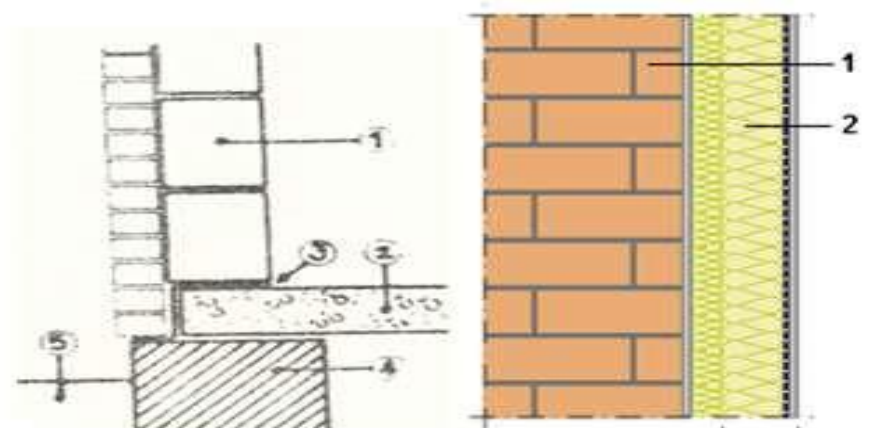
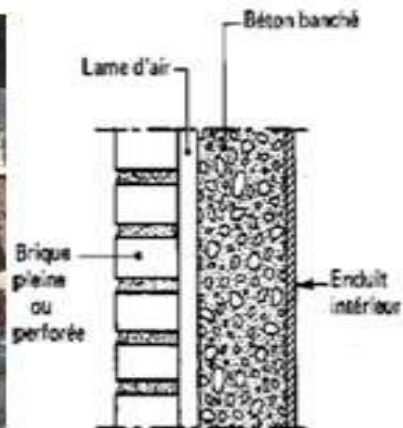


8. Appareillage complexe.



Mur composite avec lame d'air

Mur composite sans lame d'air :



10.4. Modes opératoires des maçonneries :

Définition de maçonnerie : Est un Ouvrage composé de matériaux (pierres de taille, moellons, briques, etc.) unis par un liant (mortier, plâtre, ciment, etc.), et à suivre les étapes au-dessous :

Etape 1 (fig.9) : Tracer les limites du mur sur le sol à l'aide du crayon de maçon, du cordeau à poudre (cordex) et l'équerre

Etape 2 (fig.10) : Monter des piges (piquets en bois) verticales aux extrémités du mur à l'aide du fil à plomb, et marquer sur celles-ci le niveau horizontal de départ du mur, le sol n'est pas toujours de niveau.

Etape 3 : Marquer les niveaux d'assise de la maçonnerie sur les piges

Etape 4 (fig.11) : Mouiller le support et tremper les blocs dans l'eau juste avant de les poses.

Etape 5 : Etaler le mortier sur le support humide avec la truelle, le mortier ne doit être ni trop mou ni trop dur et l'épaisseur de la couche de mortier entre 8 mm et 20 mm

Etape 6 (fig.12) : Poser les blocs d'extrémité sur le mortier frais, les régler et les asseoir : on pose les blocs entre les limites tracées, leur face supérieure est placée à l'horizontal et au niveau de l'assise supérieure : on enfonce le bloc dans le mortier en le frappant vers le milieu à l'aide du maillet ou un manche de la truelle.

Etape 7 (fig.13) : **Tendre un cordeau** d'alignement entre les blocs d'extrémité posés. Au niveau de l'assise supérieure du rang, côté extérieur du mur et légèrement écarté de celles-ci.

Etape 8 : **Poser, régler et asseoir** les autres blocs du premier rang en se servant du cordeau comme guide pour l'alignement et le niveau.
Laisser un espace de 1 à 1,5cm entre les blocs.

Etape 9 (fig.14) : **Bourrer** aussitôt les joints verticaux : on verse du mortier entre les blocs, et on pousse dans le joint à l'aide de la truelle.

Etape 10 (fig.16) : **Vérifier** enfin que l'ensemble du rang est bien horizontal, à l'aide d'une règle bien droite et d'un niveau.

Monter les autres rangs assurer la méthode de pose de blocs (l'appareillage), donc on va successivement :

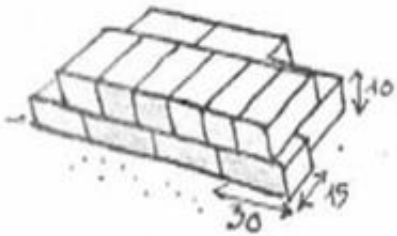
Etape 11 (fig.17) : **Tendre un cordeau**

Etape 12 : **Poser les blocs d'extrémité**

Etape 13 (fig.18) : **Bourrer**

Etape 14 : **Protéger la maçonnerie** pendant la construction

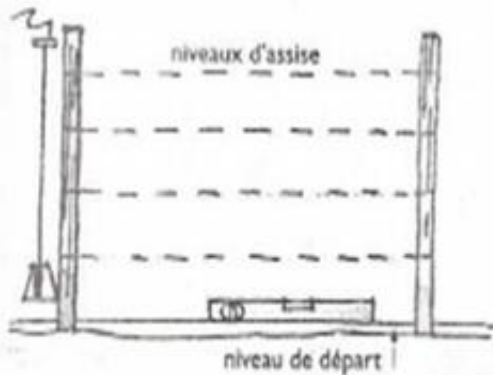
- Par forte chaleur, arroser le mur de temps en temps;
- Lorsqu'il pleut beaucoup, couvrir le mur et les blocs - qui absorbant l'eau



8. Appareillage complexe.



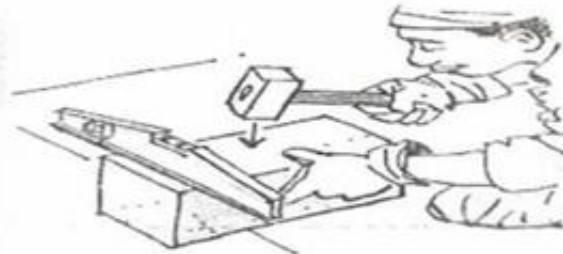
9. Tracer les limites du mur.



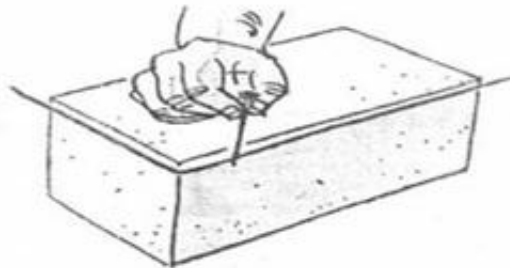
10. Tracer les niveaux d'assise sur les piges.



11. Tremper les blocs juste avant de les poser.



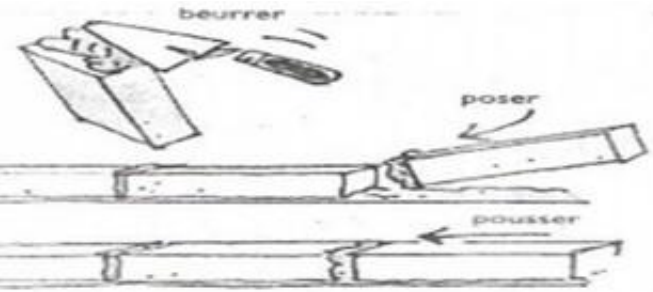
12. Régler et asseoir le bloc d'extrémité.



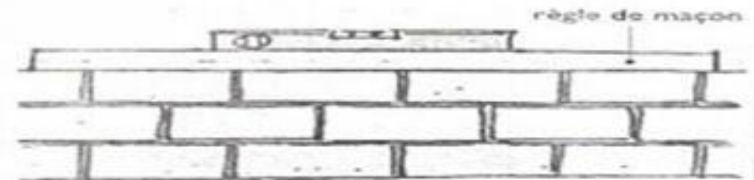
13. Tendre un cordeau entre les extrémités.



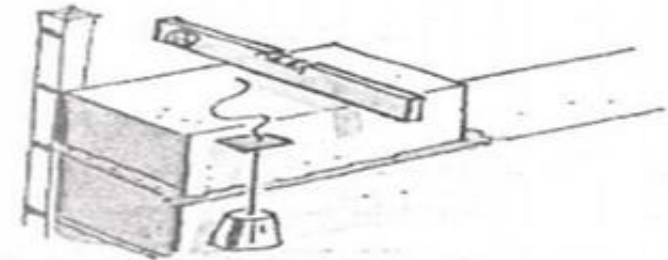
14. Bourrer les joints verticaux.



15. Refouler le mortier.



16. Tout le rang est de niveau.



17. Monter le bloc d'extrémité.

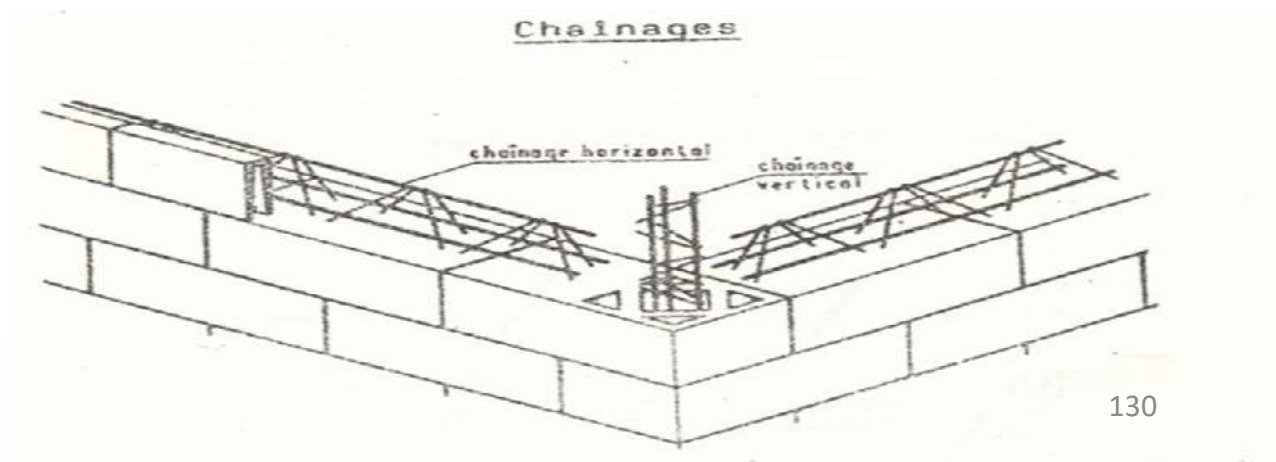
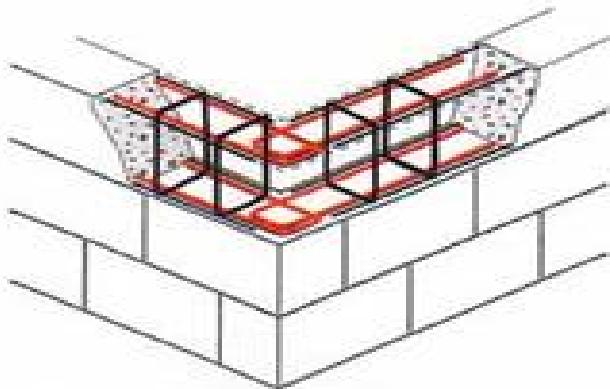


18. Ébavurer.

10.5. Les Chaînages :

a. Définition

- ✓ Un chaînage est un élément de construction, en béton armé préfabriqué ou coulé sur place, rigidifiant horizontalement ou verticalement.
- ✓ Les chaînages sont les éléments de liaison entre les différents composants du gros œuvre (murs, planchers, poteaux).
- ✓ Ils servent à solidariser les éléments verticaux (murs, poteaux) et horizontaux (planchers).
- ✓ Un chaînage est un élément de construction en béton armé en périphérie du mur ou de la dalle.
- ✓ Le chaînage comme son nom l'indique « ceinture » horizontalement et verticalement.



b. Disposition des chaînages :

On distingue le chaînage horizontal et le chaînage vertical.

Chaînage horizontal :

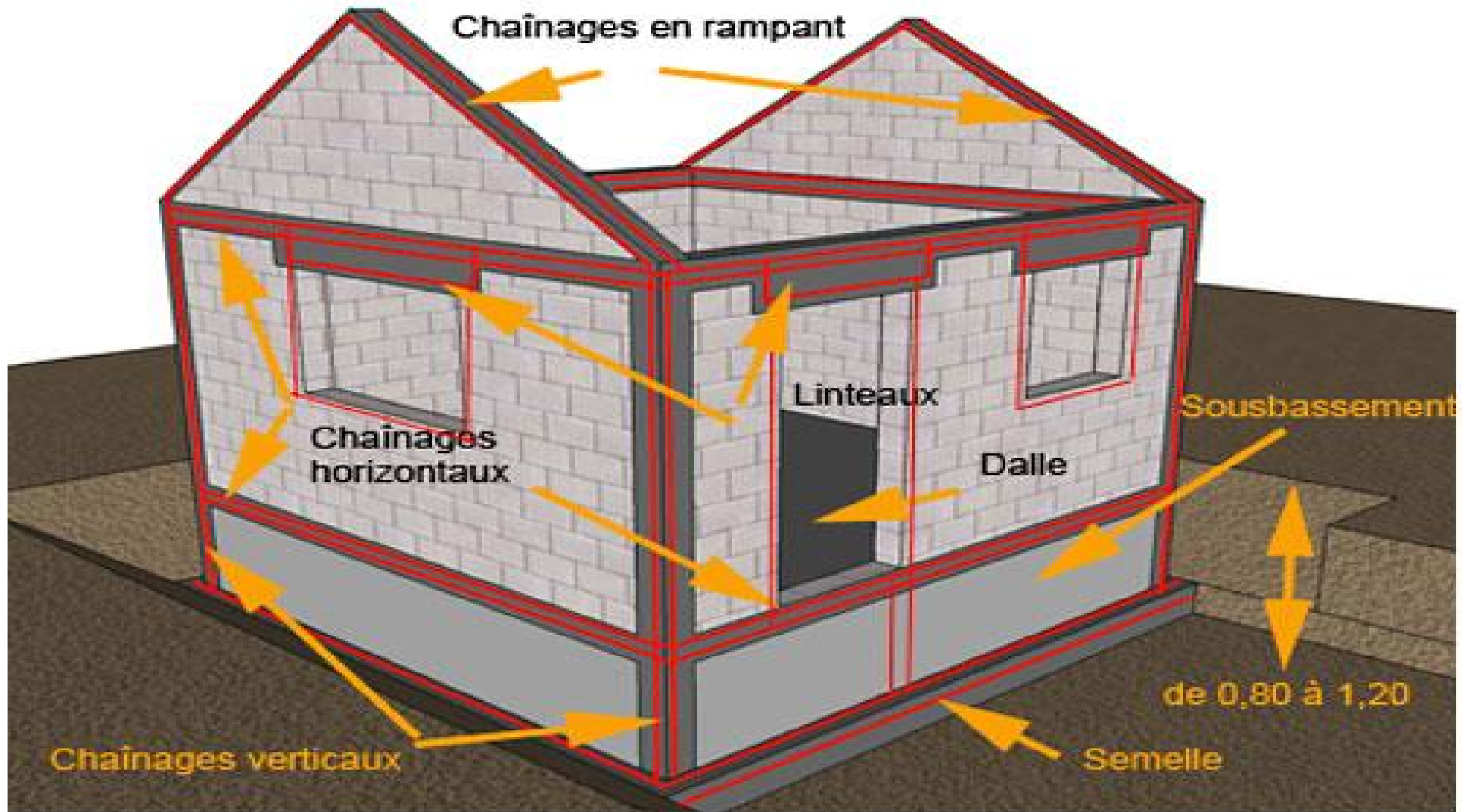
- ✓ Au niveau des fondations
- ✓ Au niveau des dalles (treillis)
- ✓ Au niveau des linteaux & poutres
- ✓ Au niveau des acrotères

Chaînage vertical :

- ✓ Tous les angles
- ✓ Tout changement de direction
- ✓ Tous les poteaux

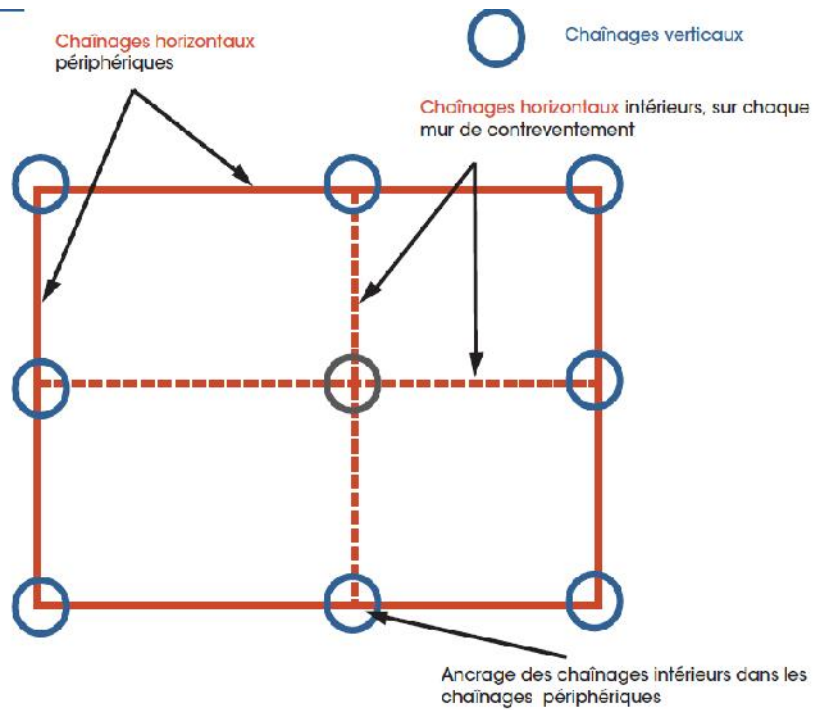
c. Les Linteaux :

Un linteau est un élément de construction horizontal qui sert à soutenir la maçonnerie ou les matériaux du mur au-dessus d'une baie, d'une porte, ou d'une fenêtre. Le linteau est souvent réalisé en béton armé et peut prendre plusieurs formes.

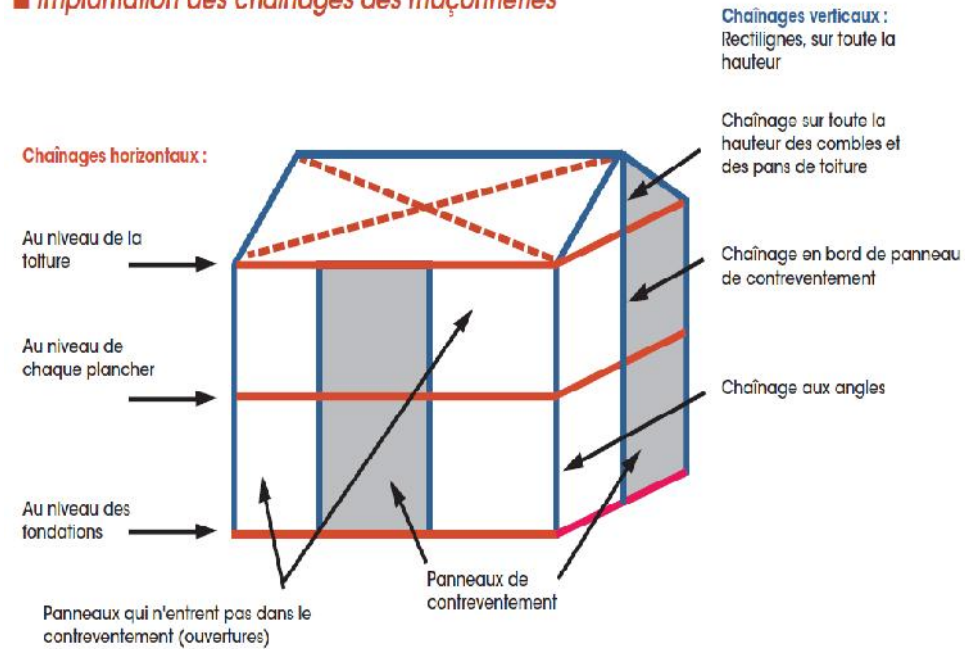


Différents types des chaînages

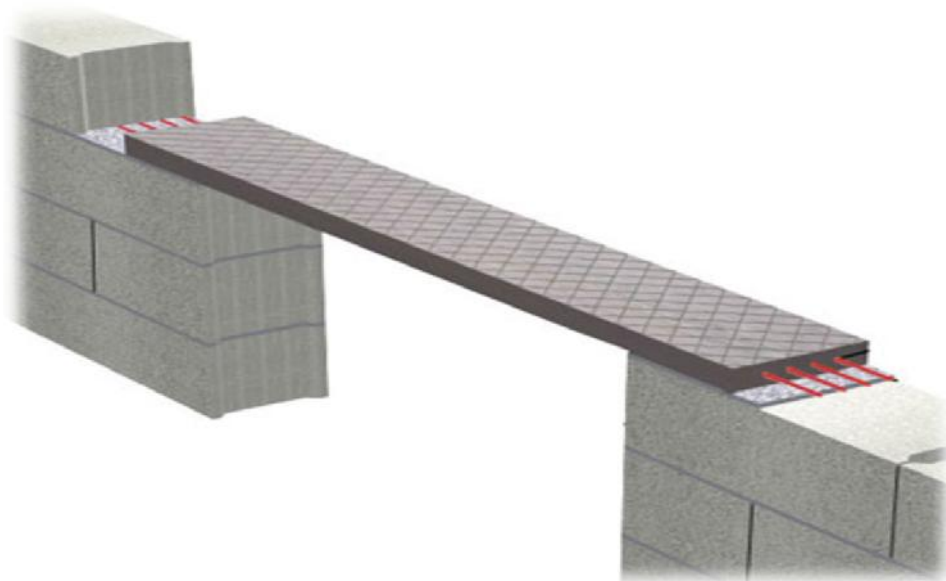
132



■ Implantation des châinages des maçonneries



Exemples des Linteaux :



10.6. Les ouvertures dans les murs :

a. Généralités

Dans les murs il convient de laisser des ouvertures pour y mettre les portes et les fenêtres afin de :

- ✓ Permettre le passage : de l'air. De la lumière, des personnes.
- ✓ Empêcher le passage : des bruits. Des courants d'air. De la pluie. Des visiteurs indésirables ...

Ces ouvertures doivent obéir à certaines réglementations :

La largeur du passage, dimension minimale pour l'éclairage..., qui varient donc de Pays à pays et parfois de ville à ville.

b. Terminologie

Le linteau est une pièce horizontale en métal ou en bois au-dessus d'une porte, d'une fenêtre, reportant sur les côtés de celle-ci la charge des parties supérieures.

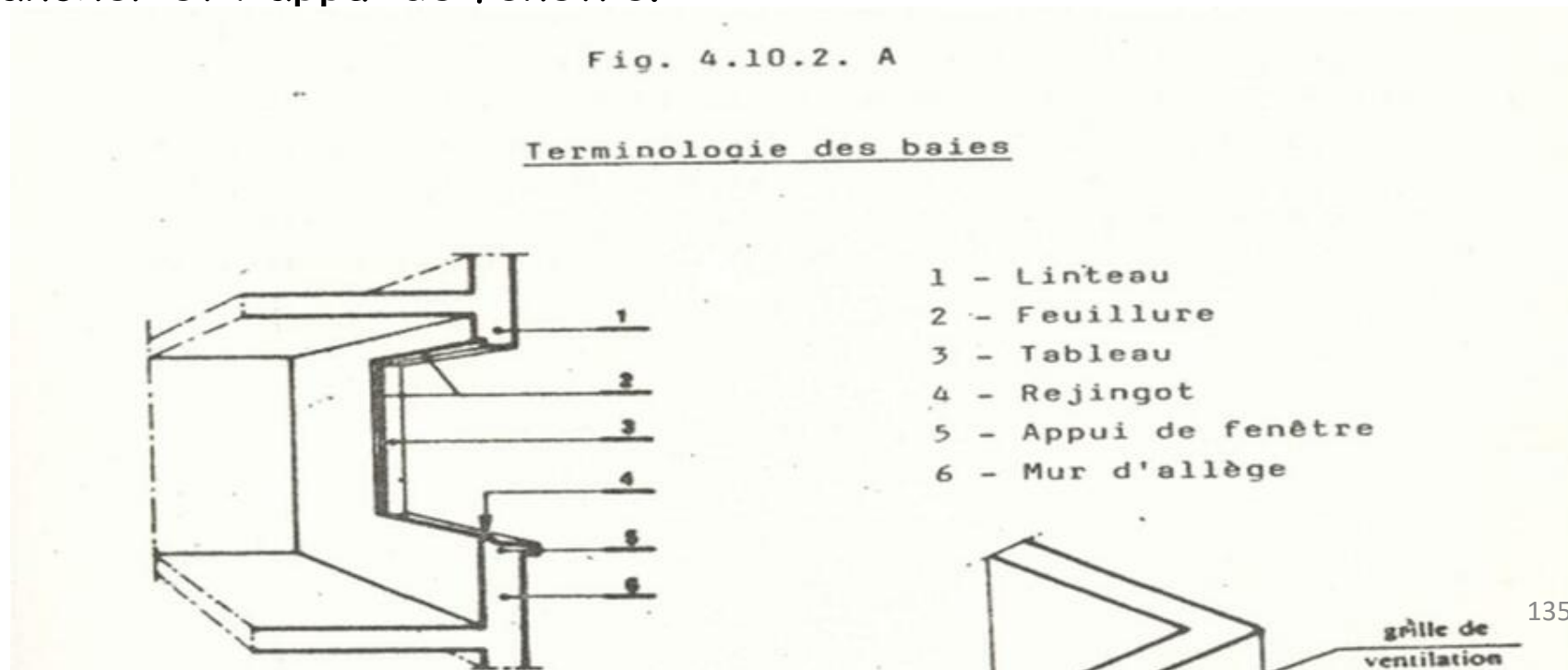
La feuillure est l'ensemble des encoches spécifiques faites dans la maçonnerie pour accueillir la fenêtre.

Le tableau est la partie de l'encadrement d'une baie de porte ou de fenêtre, qui est en dehors de la fermeture

Le rejingot (saillie sous le dormant de la fenêtre) arrête les remontées d'eau poussées par le vent.

L'appui couvre l'allège sous la fenêtre et rejette les eaux de ruissellement provenant de celle-ci.

L'allège est la partie du mur (intérieur ou extérieur) située entre le plancher et l'appui de fenêtre.

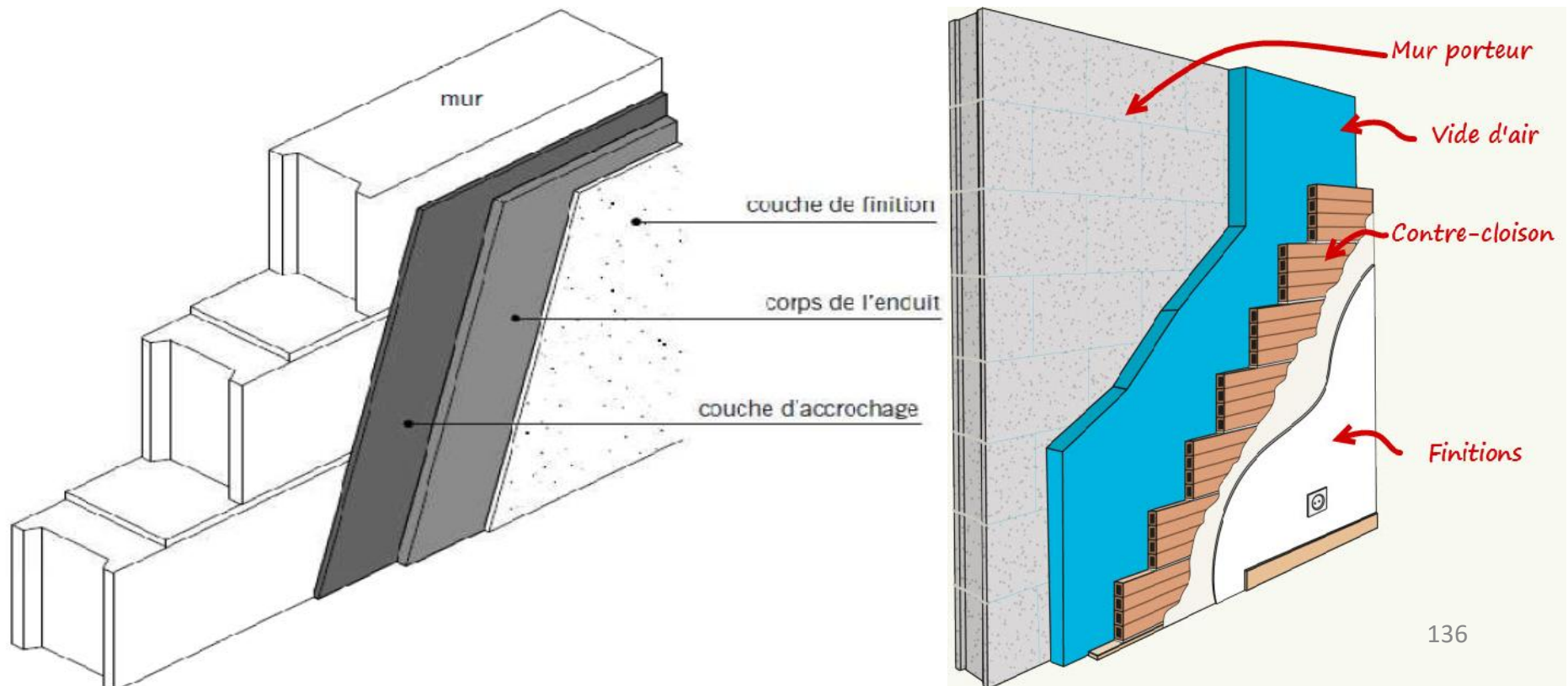


10.7. Les Enduits :

Définition : C'est une couche de mortier appliquée sur les maçonneries en briques, agglomérés ou moellons et également sur les ouvrages en béton.

Qui sert à :

- Recouvrir les surfaces d'une couche **uniforme**
- Protéger les ouvrages d'une couche **étanche**
- Donner aux surfaces un aspect **esthétique**



10.8. Modes opératoires des enduits:

Pour exécuter il faut successivement ;

Etape 1 (fig.7) : préparer le support doit être :

- ✓ **Rugueux** : piquer les surfaces trop lisses, creuser les joints si nécessaire ;
- ✓ **Propre** : brosser soigneusement, dépoussiérer
- ✓ **Humide** : humidifier le support, mais sans excès

Etape 2 (fig.8) : mettre en œuvre la couche d'accrochage

Préparer un mortier gras et assez fluide, le projeter violement avec la truelle pour obtenir une surface rugueuse,

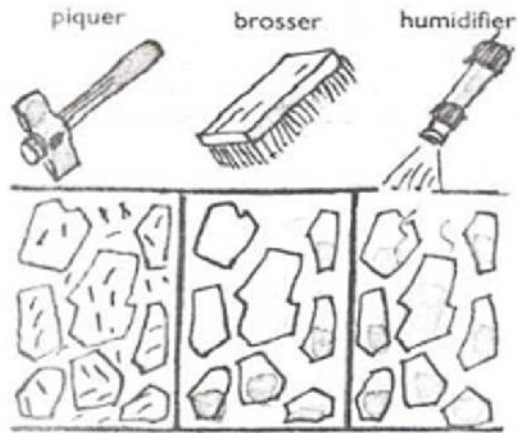
Etape 3 (fig.2 et 9) : mettre en œuvre le corps d'enduit

Quelques jours après, lorsque la couche d'accrochage est sèche ;

- ✓ Préparer le mur en plaçant des taquets d'épaisseur qui permettent d'obtenir une surface plane, puis gâcher un mortier moyen pour avoir moins de retrait ;
- ✓ Jeter le mortier sur le mur humidifié pour obtenir une couche de 1 à 2 cm d'épaisseur, le serrer à la taloche et dresser la surface avec la règle, enfin strier la surface avec la truelle pour faciliter l'accroche de la couche de finition,

Etape 4 (fig.3) : mettre en œuvre la couche de finition

Après séchage (une semaine) préparer un mortier moyen avec un sable fin (0-2mm), étaler le mortier sur une faible épaisseur (5 mm environ) et talocher avec des mouvement circulaire (fig.10).



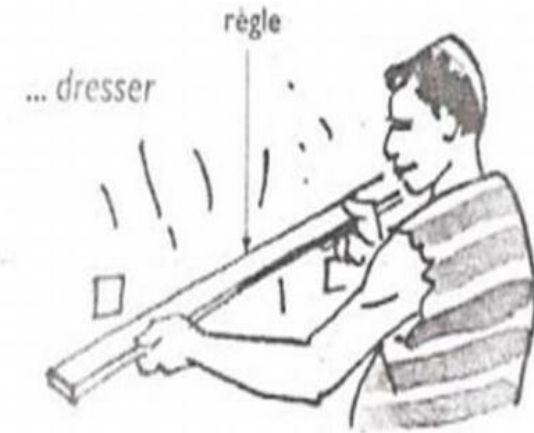
7. Préparer le support.



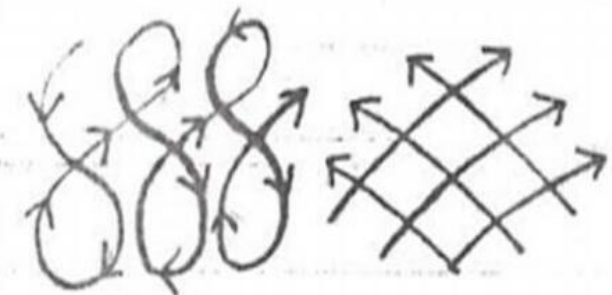
8. Couche d'accrochage.



... serrer...



9. Corps d'enduit.



10. Couche de finition.

10.9. Les trois couches d'enduit

□ 1^{ère} couche : le gobetis (couche d'accrochage)

Épaisseur : 2 à 5 mm

Dosage : 500 à 600 kg de ciment par 1m³ de sable

Granulométrie du sable : 0/4 mm

□ 2^{ème} couche : le corps d'enduit (couche de fond ou d'égalisation)

Épaisseur : 8 à 12 mm

Dosage : 400 à 500 kg de ciment par 1m³ de sable

Granulométrie du sable : 0/4 mm

□ 3^{ème} couche : couche de finition

Épaisseur : 5 à 7 mm

Dosage : 300 à 400 kg de ciment par 1m³ de sable

Granulométrie du sable : 0/2 mm



11. ESCALIER

Escalier

11.1. Définition et terminologies.

a. Définition

L'escalier est un ouvrage en béton, béton armé, métallique ou en bois constitué d'une suite régulière de gradins aux plans horizontaux (marches et paliers) permettant, dans une construction, de passer à pied d'un étage à un autre en montant et descendant.

Rôle d'un escalier

- ✓ Permettre de monter ou descendre, en sécurité, un ou plusieurs niveaux d'un bâtiment en tenant compte de données ergonomiques (confort).
- ✓ Pouvoir s'intégrer dans un local.
- ✓ Être stable en cours d'utilisation (résistance mécanique).
- ✓ Résister aux contraintes auxquelles il peut être soumis lors de son usage (durabilité).
- ✓ Éventuellement un rôle décoratif.

b. Terminologies

L'emmarchement : Est la longueur utile de chaque marche.

La contremarche : Sont les parties verticales, ou légèrement obliques, entre les marches.

La hauteur de marche : distance verticale qui sépare le dessus d'une marche du dessus de la marche suivante. La hauteur est souvent désignée par la lettre H.

Le giron : Distance horizontale mesurée entre les nez de deux marches consécutives (est la largeur de la marche prise sur la ligne de foulée). Le giron est souvent désigné par la lettre G.

La marche : surface plane de l'escalier sur laquelle on pose le pied pour monter ou descendre.

On distingue deux principaux types de marches :

- La marche droite, de forme rectangulaire.
- La marche balancée de forme trapézoïdale. Dans les escaliers balancés ce type de marche permet le changement de direction.

Le nez de marche : saillie provoquée par le revêtement.

La paillasse : c'est la partie qui supporte les marches et contremarches.

Le jour : espace libre entre deux volées parallèles.

Le collet : c'est la largeur de la marche du côté jour. Les diamètres des conduites dépendent des débits à évacuer et de la pente réalisable.

L'échappée : hauteur libre de passage mesurée à l'aplomb des marches.

On distingue deux types d'échappées :

- La hauteur mesurée entre deux volées de marches superposées. Cette distance est habituellement égale à une hauteur sous plafond, soit approximativement 2,50 m.
- La hauteur minimum de passage mesurée entre la marche et le bord de la trémie de l'escalier. Cette distance ne doit pas, en principe, être inférieure à 1,90 m.

Le recouvrement ou la saillie : est la valeur de l'avancement du nez de la marche, variant de 40 à 60 mm

La volée : nom donné à une succession de marche non interrompue pour une habitation, cette succession ne peut pas excéder 20 marches, au-delà prévoir un palier de repos intermédiaire.

La ligne de foulée : ligne fictive figurant la trajectoire théorique suivie par une personne empruntant l'escalier.

La trémie d'escalier : ouverture ménagée dans un plancher permettant le passage de l'escalier.

La cage d'escalier : est un espace vide compris entre les murs d'un édifice et réservé pour la construction d'un escalier.

Le palier : est l'espace de repos situé entre deux volées. Il permet de :

- ✓ Casser le rythme lorsque le nombre de marche est trop important (>17 marches).
- ✓ Changer de direction.
- ✓ Donner un accès à une porte.

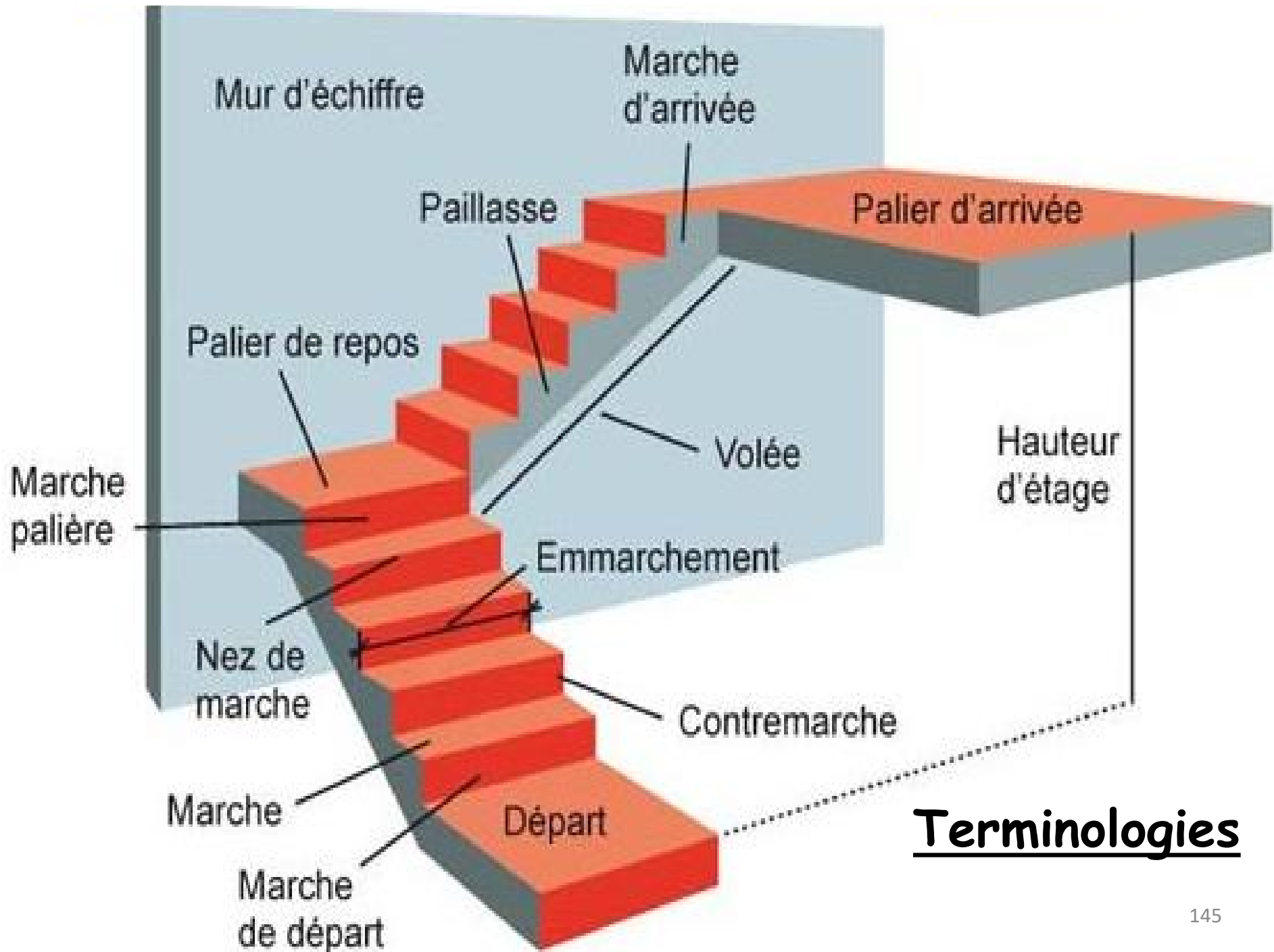
Il y a trois types de palier

- ✓ Palier de départ : ou l'origine d'escalier.
- ✓ Palier intermédiaire : ou palier de repos
- ✓ Palier d'arrivée : il termine la volée d'escalier.

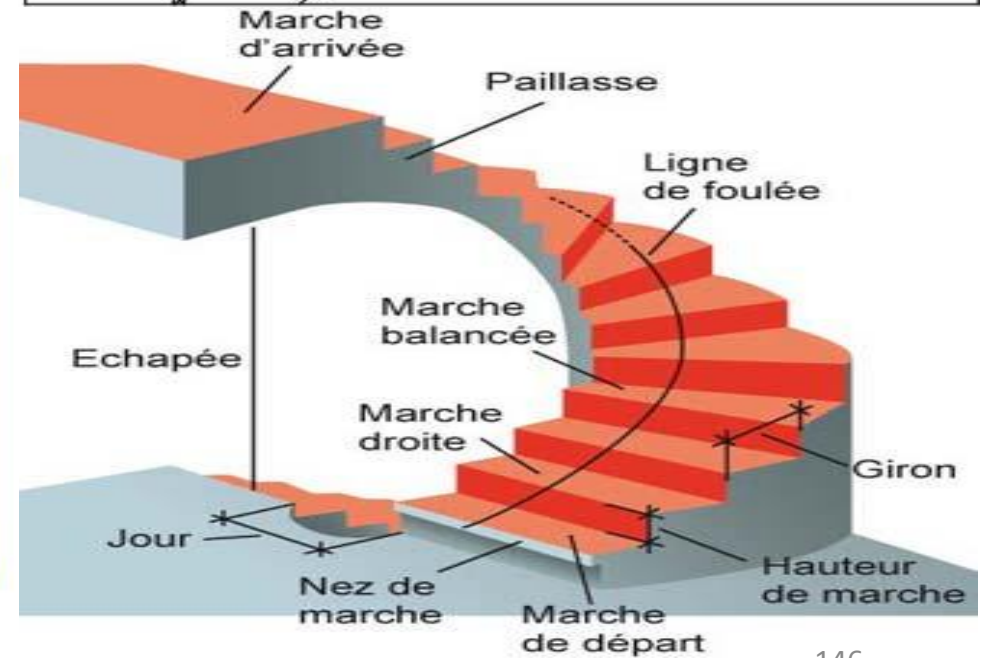
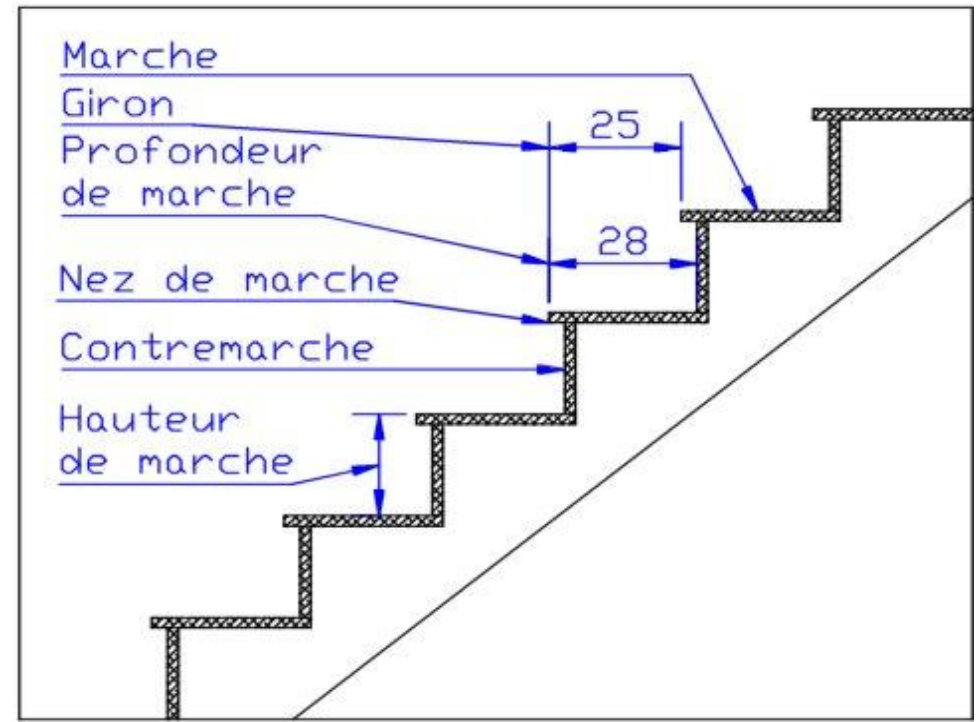
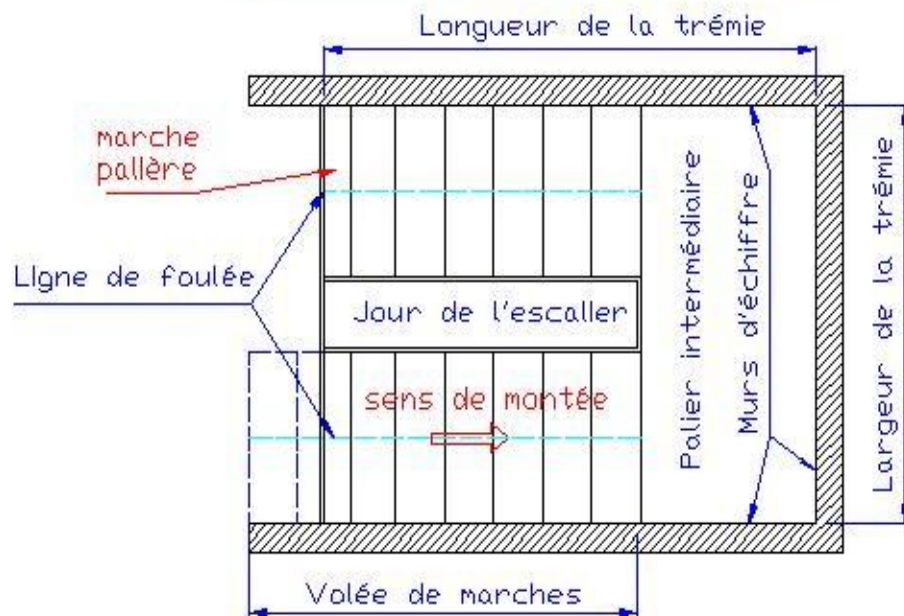
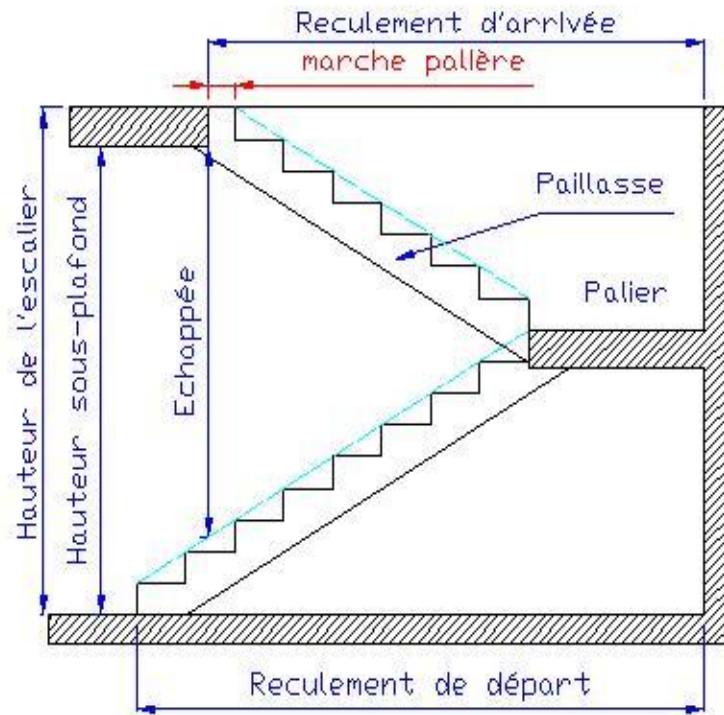
Le reculement : longueur de l'escalier projetée au sol. Le reculement définit l'encombrement de l'escalier.

L'échiffre ou mur d'échiffre : désigne le mur sur lequel prennent appui les marches d'un escalier. On appelle souvent, improprement, « murs d'échiffre » les murs qui délimitent la cage d'escalier même lorsque ceux-ci ne supportent pas l'escalier.

La dénivelée : hauteur totale franchie par un escalier. La dénivelée est aussi appelée hauteur à monter ou hauteur d'escalier.



Terminologies



Les Différentes formes géométriques 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.

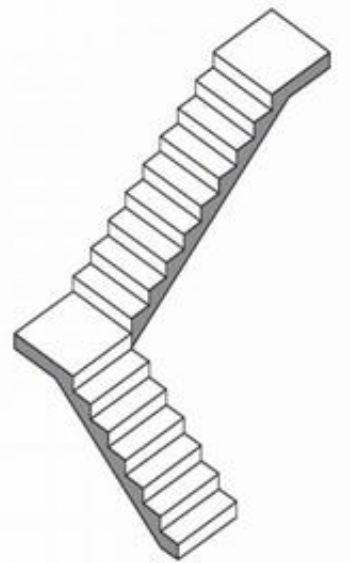
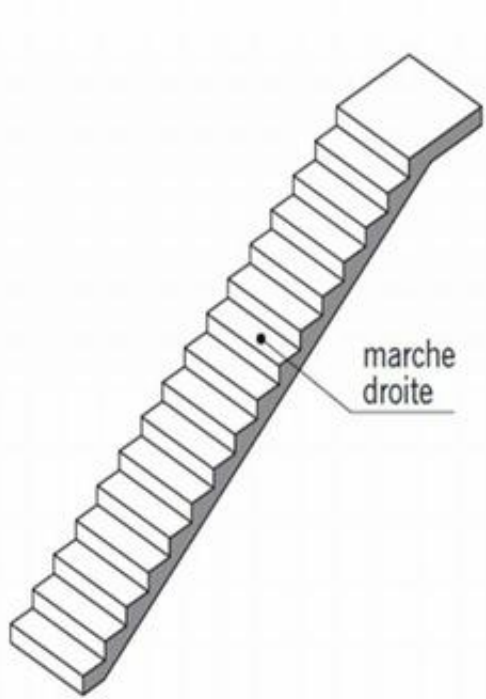
L'escalier balancé : escalier sans palier intermédiaire dont les changements de direction sont assurés par des marches balancées.

On distingue deux principaux types d'escaliers balancés :

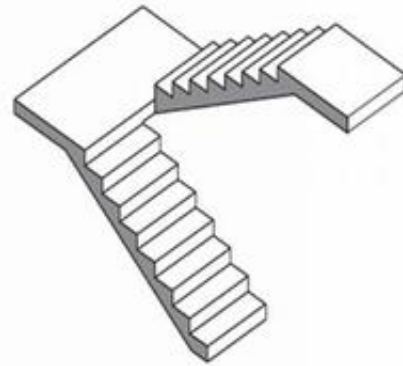
- ✓ L'escalier à un quartier tournant ou à quart tournant
- ✓ L'escalier à deux quartiers tournants ou à deux quarts tournants

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.

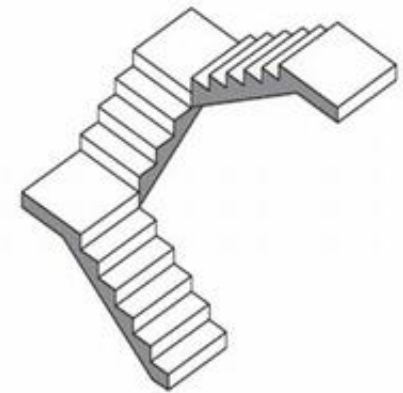
Le perron : petit escalier extérieur de quelques marches placé le plus souvent devant une porte d'entrée.



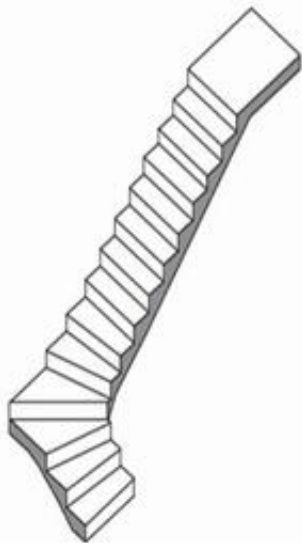
escalier à deux volées perpendiculaires et à un palier intermédiaire



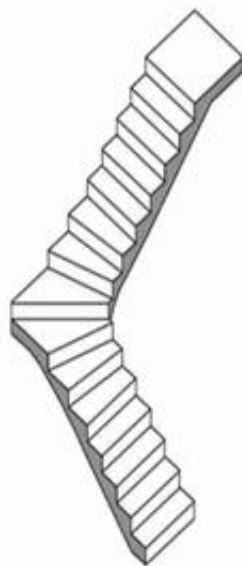
escalier à deux volées parallèles et à un palier intermédiaire



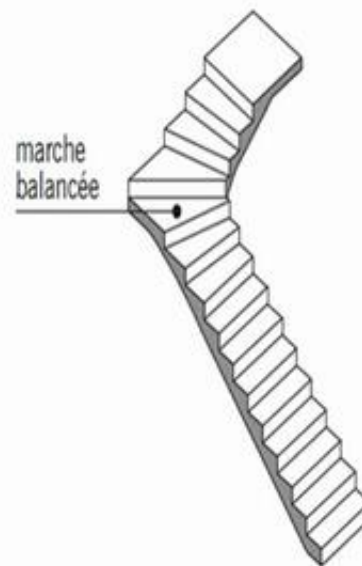
escalier à trois volées et à deux paliers intermédiaires



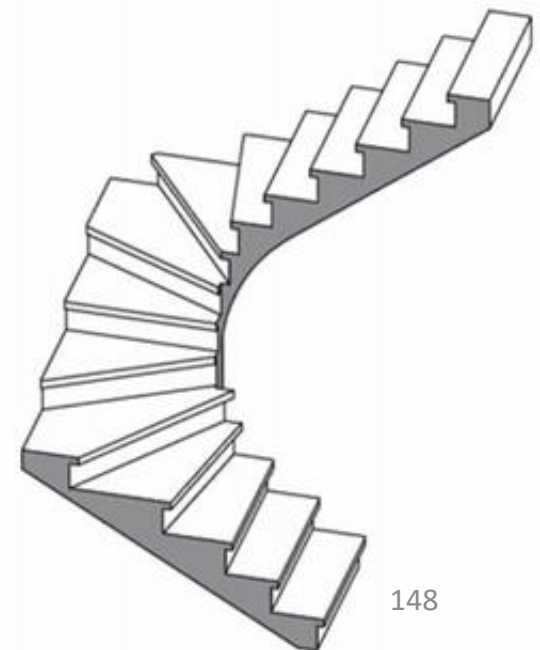
escalier à quartier tournant bas

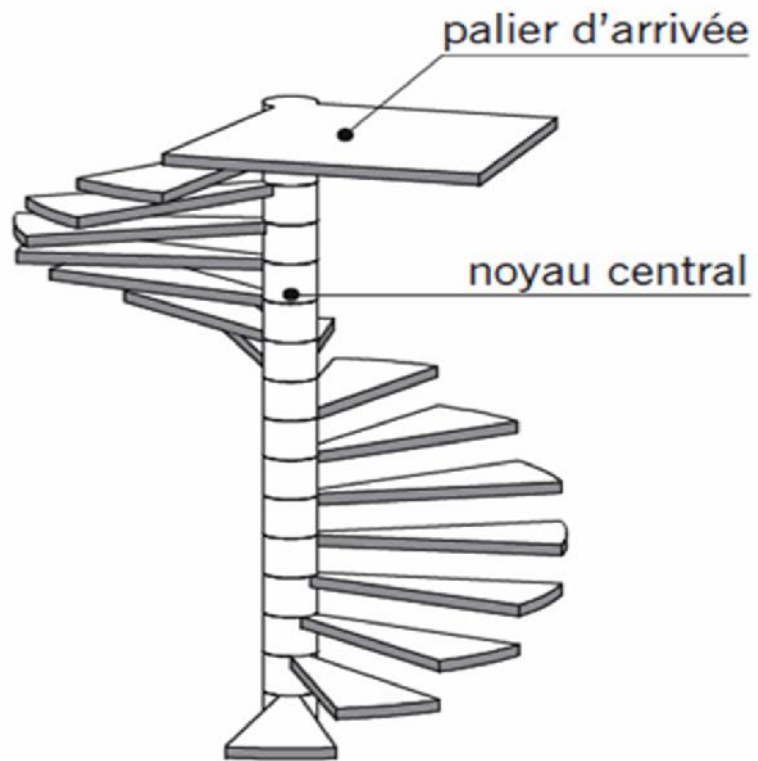


escalier à quartier tournant médian

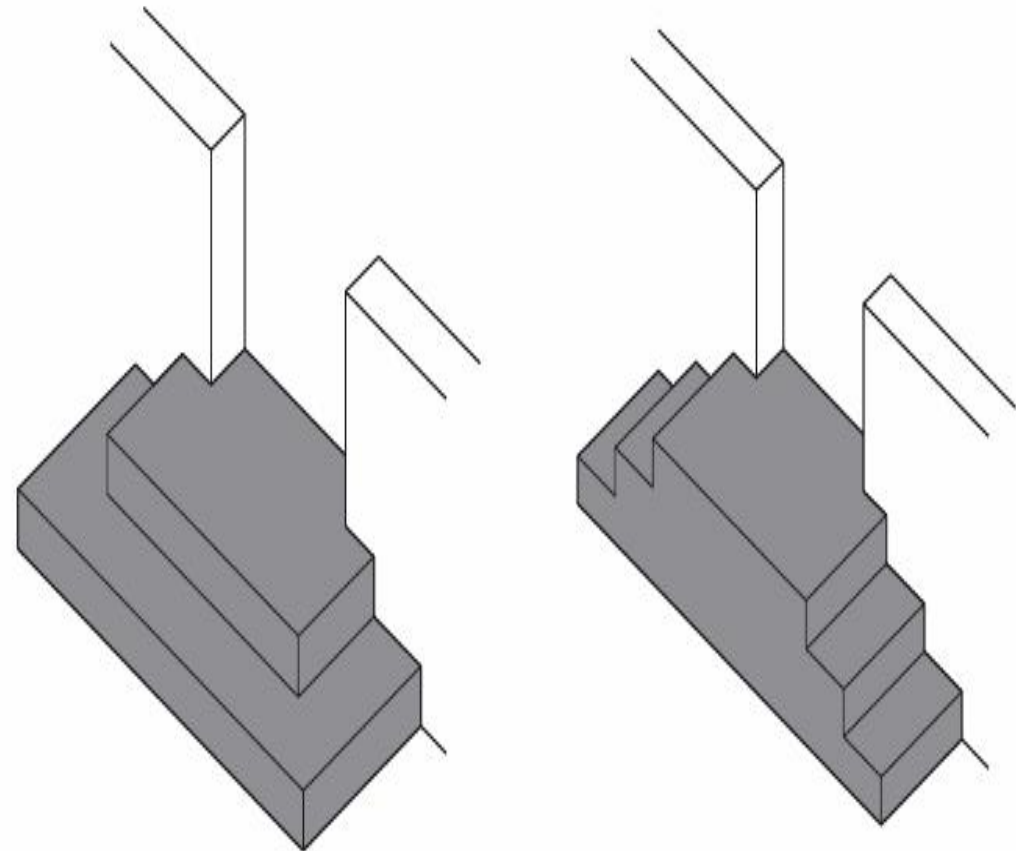


escalier à quartier tournant haut





L'escalier hélicoïdal



Le perron

11.2. Quelques principes de calcul des dimensions des éléments constitutifs des escaliers.

Cas des Escaliers à marches droites :

Ce sont les escaliers les plus courants. Ils sont constitués de marches rectangulaires et toutes identiques entre elles. Voir exemples

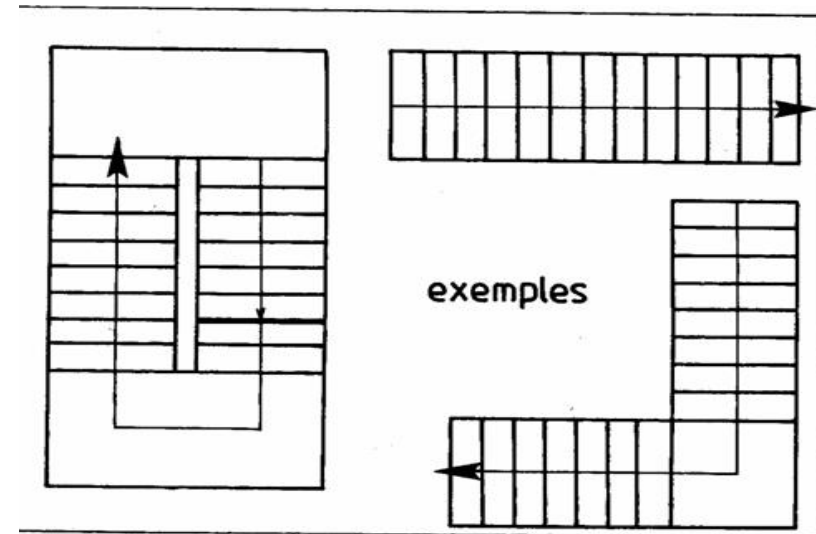
On dimensionne les marches en utilisant la formule ci-dessous appelée relation de Blondel.

$$60 \text{ cm} \frac{1}{2} 2 \text{ Hauteurs} + 1 \text{ Giron} \frac{1}{2} 64 \text{ cm}$$

Pour un escalier courant desservant les étages d'une habitation, les valeurs moyennes (en cm) de H et de G sont

$$16.5 \frac{1}{2} H \frac{1}{2} 17.5$$

$$27 \frac{1}{2} G \frac{1}{2} 31$$

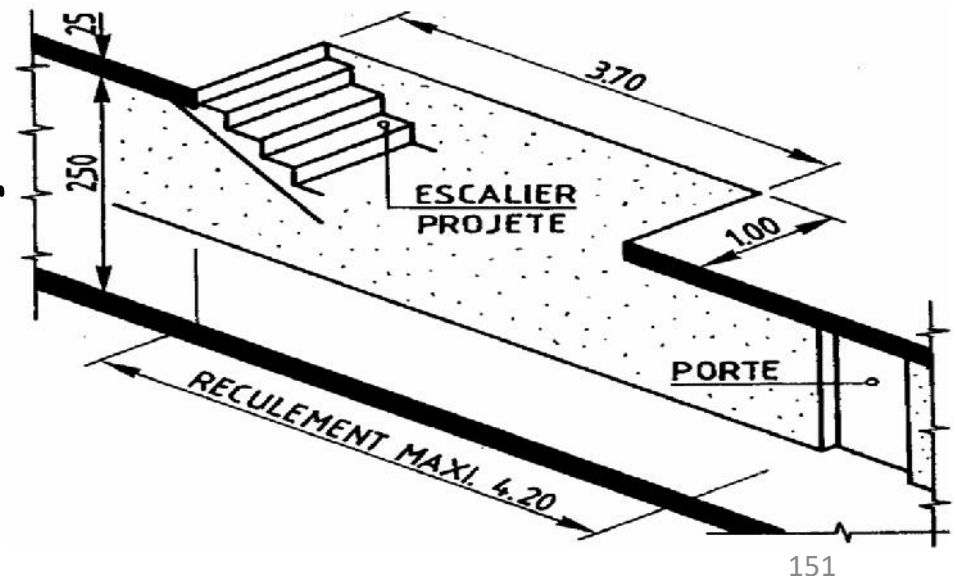


- ✓ Nombre de Giron = Nombre de marche -1 ($NG = N - 1$)
- ✓ Le reculement de l'escalier à calculer ne pourra pas excéder 4,20 m (Reculement = $G * NG$).
- ✓ L'échappée devra être supérieure ou égale à 2,00 mètres.
Echappée = hauteur à franchir - [radier+(2H)]
- ✓ Il faut prendre en compte deux hauteurs de marche pour le calcul de l'échappée.
- ✓ Il faut vérifier que : $1G < \text{Reculement-long de trémie} < 2G$

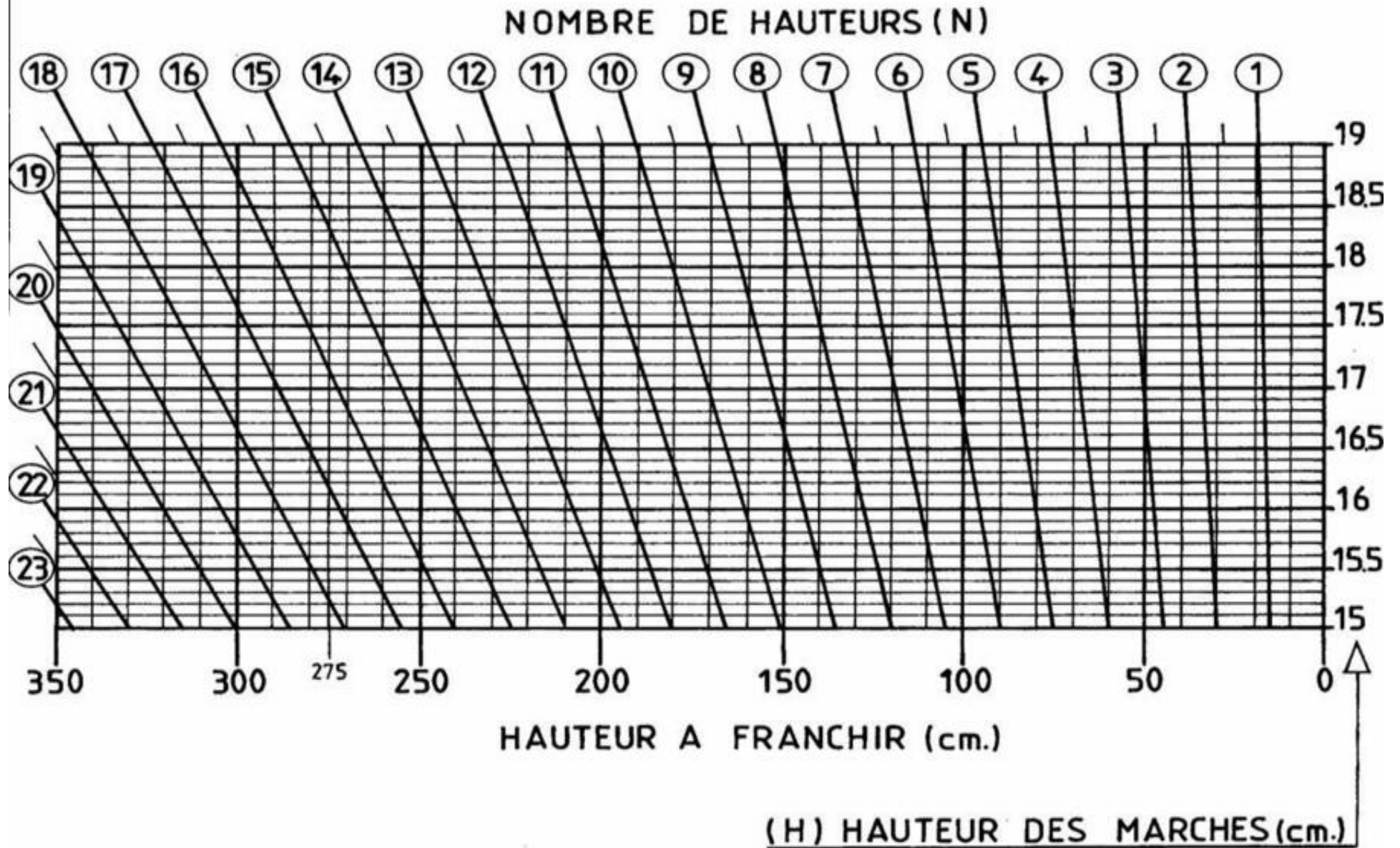
METHODE DE CALCUL

Le reculement de l'escalier à calculer ne pourra pas excéder 4,20 m (présence d'une porte palière).

L'échappée devra être supérieure ou égale à 2,00 mètres.



ABAQUE



A- DETERMINATION DU NOMBRE N DE HAUTEURS DE MARCHE:

Pour une hauteur à franchir de 2.75 m et une hauteur H de marche de 16.5 cm, l'abaque indique : $N \simeq 16.2$

Pour une hauteur à franchir de 2.75 m et une hauteur H de marche de 17.5 cm, l'abaque indique : $N \simeq 15.6$ cm

B- DETERMINATION DE LA HAUTEUR H DES MARCHES :

Arrondir au chiffre supérieur les valeurs de N trouvées précédemment.

Utilisation de l'abaque.

✓ Hauteur à franchir = 2.75 m

$N = 17$

L'abaque indique : $H \simeq 16.2$ cm.

✓ Hauteur à franchir = 2.75

$N = 16$

L'abaque indique : $H \simeq 17.2$ cm

C- CALCUL DU GIRON G :

Avec la formule : $2H + G = 62$ cm (valeur moyenne de la relation de blondel).

$$a - 2 \times 16.2 + G = 62 \quad G = 29.6 \text{ cm}$$

$$b - 2 \times 17.2 + G = 62 \quad G = 27.6 \text{ cm}$$

D- CALCUL DU RECULEMENT:

Nbre de GIRONS = Nbre de HAUTEURS - 1.

$$a - 29.6 \times 16 = 473.6 \text{ cm.}$$

Solution non retenue car:

$$473.6 \text{ cm.} > 420 \text{ (reculement maxi).}$$

$$b - 27.6 \times 15 = 414 \text{ cm}$$

Solution retenue car : $414 < 420$

E- CALCUL DE L'ECHAPPEE :

$$b - 414 - 370 \text{ (long. Trémie)} = 44 \text{ cm.}$$

$$27.6 \text{ (1 Giron)} < 44 < 55.2 \text{ (2 Girons).}$$

Il faut prendre en compte deux hauteurs de marche pour le calcul de l'échappée.

$$250 - (2 \times 17.2) = 215.6 \text{ cm.}$$

$$215.6 > 200 \text{ (échappée mini).}$$

11.3. Réalisation des escaliers

Pour la réalisation de ce type d'escalier on doit suivre les étapes suivantes:

Etape 1 : Etude des plans & Implantation-tracé

- ✓ Les hauteurs H des marches, la limite de palier (Verticales sur mur)
- ✓ Les largeurs, et longueur du palier et le giron G , sont portées aussi en cotes cumulées (Horizontales sur le mur).
- ✓ Trait de fon de paillasse (Incliné sur le mur)

Etape 2 : Fabrication et pose des échafaudages:

Soit avec des chandelles ou des étais métalliques

Etape 3 : Le coffrage est réaliser par :

- ✓ Par planches longitudinales et planches transversales.
- ✓ À l'aide de contreplaqué au fond de moule ;
- ✓ Avec limons inférieurs porteurs
- ✓ Avec les panneaux d'extrémités
- ✓ Avec contres marches.
- ✓ Mouilles le moule avant la coulage

Etape 4 : Préparation et pose ferrailage

Elle est constituée par:

- ✓ Les aciers porteurs longitudinaux généralement
- ✓ Les aciers de répartition transversaux,
- ✓ Assure l'enrobage par les cales.

La paillasse se comporte comme une dalle inclinée

Etape 5 : Bétonnage

Mise en place le béton avec vibration normaliser

Etape 6 : Surfaçage

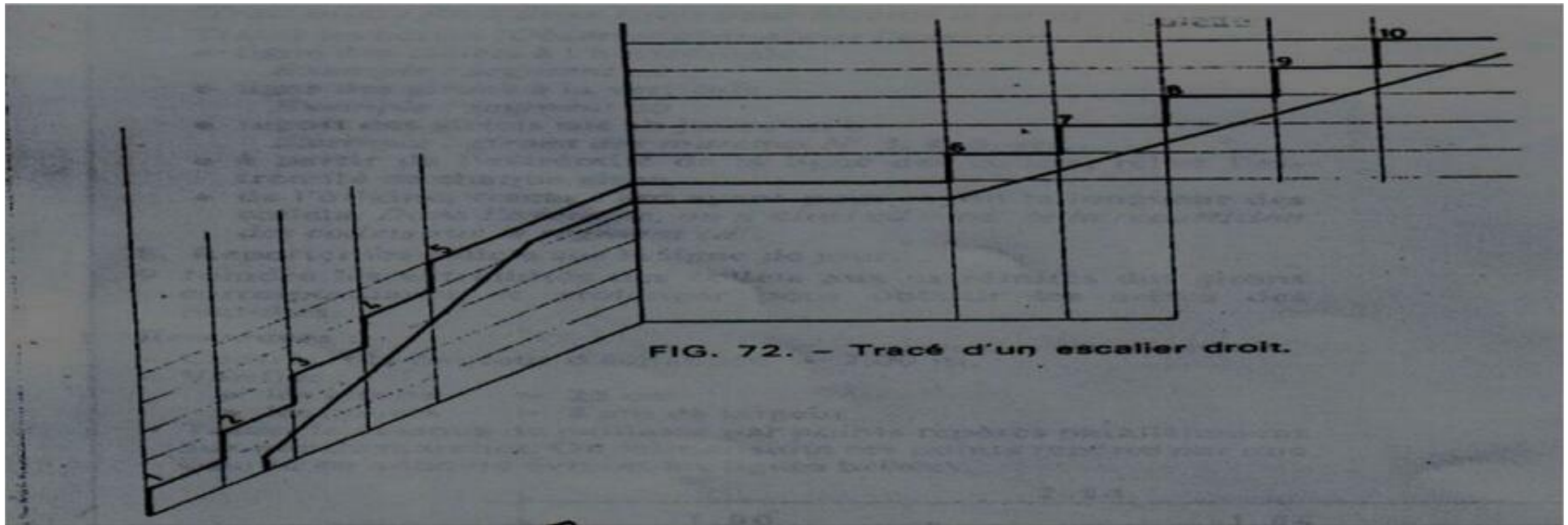
Assurer la planéité de la couche superficielle de palier et de marches par intermédiaire, truelle, règle en alu et taloche.

Etape 7 : Décoffrage

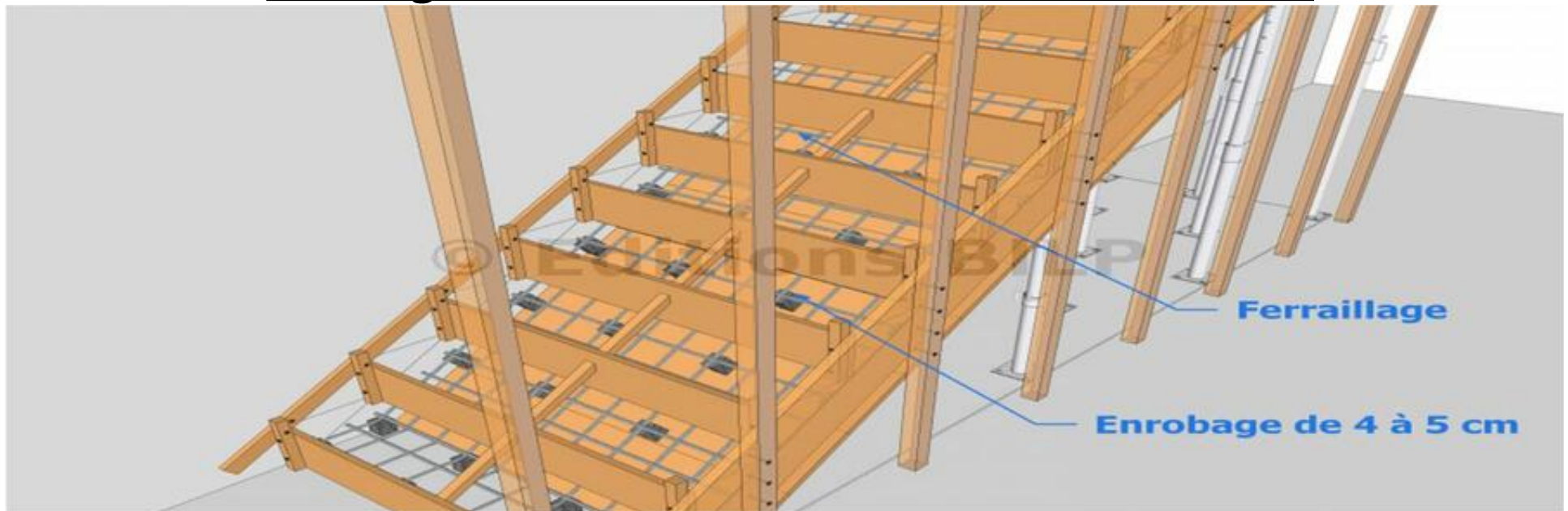
Enlèvement le coffrage des élément verticales après 24 heures et les éléments horizontales (fond de moule) après 28 jours.

Etape 5 : Cure de béton

Soit par arrosage, couverture ou adjuvant (produit de cure).



Traçage escalier droit sur mur d'échiffre



Coffrage et ferrailage escalier droit



12. TERRASSE, ETANCHEITE & MUR D'ACROTERE

Terrasse, étanchéité et mur d'acrotère

12.1. Généralités

a. Généralités et définitions

TOITURE: Ouvrage destiné à couvrir un bâtiment

TOITURE-TERRASSE: Ouvrage d'allure horizontale destiné à couvrir un bâtiment.

La toiture terrasse est formée par le plancher supérieur du bâtiment ,elle doit assurer les fonctions suivantes :

isoler thermiquement la construction.

être étanche et doit assurer l'évacuation des précipitations de manière efficace .

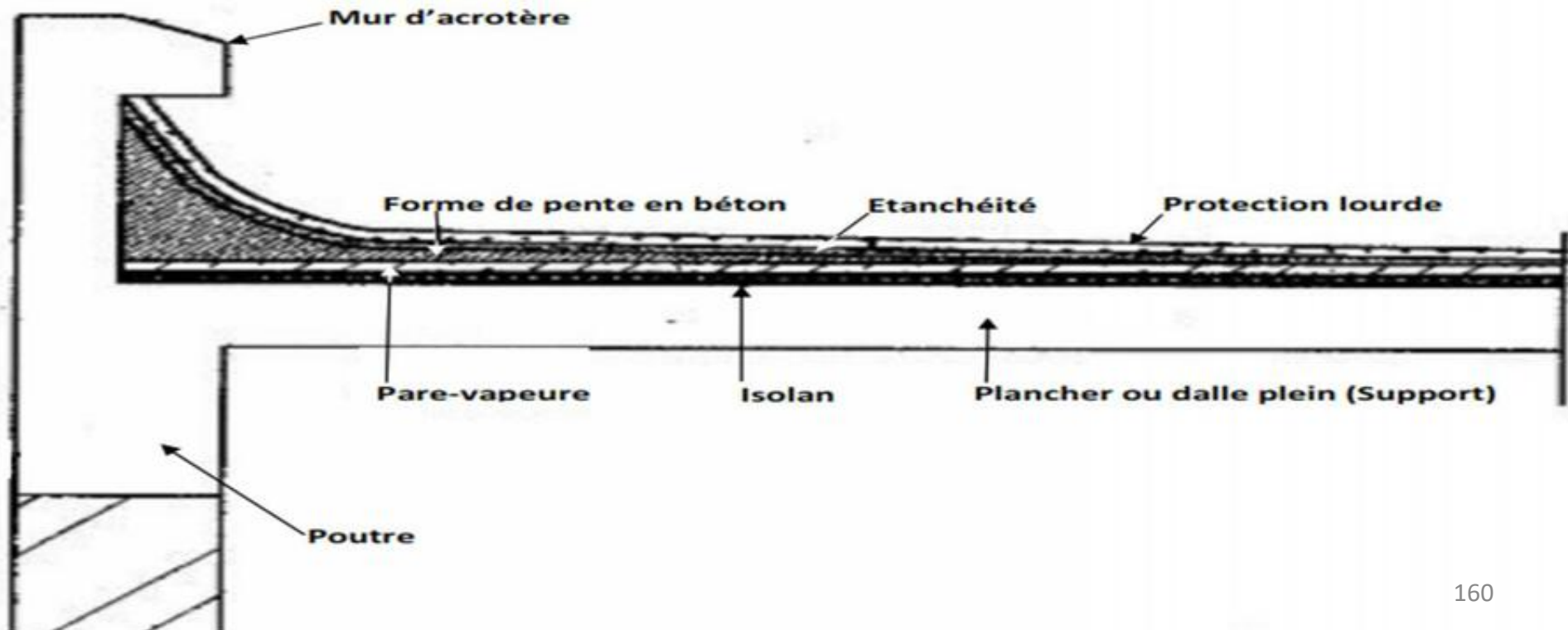
b. Composition sommaire

En partie courante, une toiture-terrasse se compose successivement des éléments suivants :

- un élément porteur résistant : le plancher;
- une forme éventuelle, parfois "forme de pente";
- une isolation thermique avec ou sans pare-vapeur;
- un revêtement d'étanchéité;
- une protection de l'étanchéité.

Exemple :

1. Un plancher de support
2. Une forme de pente destinée à donner l'inclinaison
3. Un par-vapeur dessiné à empêcher la pénétration de l'humidité provenant de l'intérieur du bâtiment dans l'isolation thermique.
4. Un isolant thermique
5. Une étanchéité souvent composée de plusieurs couches
6. Une couche de protection de l'étanchéité



12.2. Fonction à remplir

a. Par le gros-œuvre :

- La stabilité sous les sollicitations provenant des charges appliquées ou des déformations imposées par les phénomènes thermiques, climatiques ou de retrait;
- Les exigences acoustiques.
- La stabilité au feu, parfois sécurité en cas de séisme.

b. Par le revêtement d'étanchéité :

- L'imperméabilité à l'eau dans le temps (vieillesse sans altération)
- Résistance au poinçonnement (prévoir une protection adaptée à l'utilisation de la toiture).

c. Par l'ensemble de la toiture :

- L'isolation thermique
- L'isolation phonique
- Permettre l'accès du personnel d'entretien, du public, parfois des plantations.
- La pérennité des fonctions et conservation de la qualité des ouvrages (problèmes d'hygrométrie et dilatation.)

12.3. Terminologie

- ✓ **ETANCHEITE** : C'est l'ensemble des procédés qui rendent un ouvrage imperméable à l'eau provenant de l'extérieur et séjournant à son contact. Par extension, le terme désigne le revêtement d'étanchéité.
- ✓ **REVETEMENT D'ETANCHEITE** : Ensemble des matériaux utilisés pour réaliser cette étanchéité.
- ✓ **SUPPORT (de l'étanchéité)** : Élément sur lequel est appliqué directement le revêtement d'étanchéité.
- ✓ **ELEMENT PORTEUR** : Partie supérieure résistante du gros-oeuvre qui constitue ou sur lequel repose le support du revêtement.
- ✓ **STRUCTURE PORTEUSE** : Élément résistant du gros-oeuvre supportant l'élément porteur.
- ✓ **TOITURES** : Ouvrages destinés à couvrir des bâtiments.
- ✓ **TOITURES TERRASSES** : Ouvrages d'allure horizontale destinés à couvrir des bâtiments.

- ✓ **ECRAN PARE-VAPEUR** : Il protège un isolant de la vapeur d'eau migrant de l'intérieur du bâtiment vers l'extérieur.
- ✓ **COUCHE DE DIFFUSION** : Elle répartit la pression de la vapeur d'eau qui pourrait se trouver sous l'isolant si la température s'élève.
- ✓ **ISOLATION THERMIQUE** : Elle peut être constituée d'une ou de plusieurs couches de produits isolants.
- ✓ **COUCHE D'INDEPENDANCE** : Couche d'indépendance, destinée à éviter l'adhérence du revêtement sur son support.
- ✓ **COUCHE DE DESOLIDARISATION** : Couche de désolidarisation, destinée à éviter l'adhérence de la protection lourde au revêtement d'étanchéité.
- ✓ **PROTECTION (du revêtement d'étanchéité)** : Ensemble des matériaux placés au-dessus de l'étanchéité pour la protéger des effets de la circulation ou du stationnement des personnes ou des véhicules et de l'action des divers agents atmosphériques (air, froid, chaleur, gel, etc.,). Il y a deux types de protection :
 - 1/ La protection "rapportée" pour laquelle on utilise des matériaux soit meubles (granulats libres), soit dura (matériaux agglomérés, dalles ou carreaux, asphalte gravillonné coulé sur asphalte pur +asphalte sablé).
 - 2/ L'autoprotection" (métallique ou à base de granulés minéraux). Elle est collée en usine sur le matériau d'étanchéité.

12.4. Classification

La conception d'une toiture dans son ensemble et par conséquent le choix de son revêtement d'étanchéité et du système de pose correspondant se définissent, bien sûr, en fonction des différents éléments constitutifs de l'ouvrage mais aussi d'un certain nombre de paramètres qu'il convient de bien examiner...

Questions préalables à se poser obligatoirement...

Par exemple

Nature de l'environnement climatique

Climat de plaine

Destination de la toiture

Inaccessible

Nature de l'élément porteur

Support maçonnerie

Pente de cet élément

1%

Résistance au feu de la toiture

Classement M3

Isolation thermique et acoustique

$K = 0.41$ et $D_n = 40 \text{ Db(A)}$

Nature du système d'étanchéité

Bicouche élastomère

Mode de pose de l'étanchéité

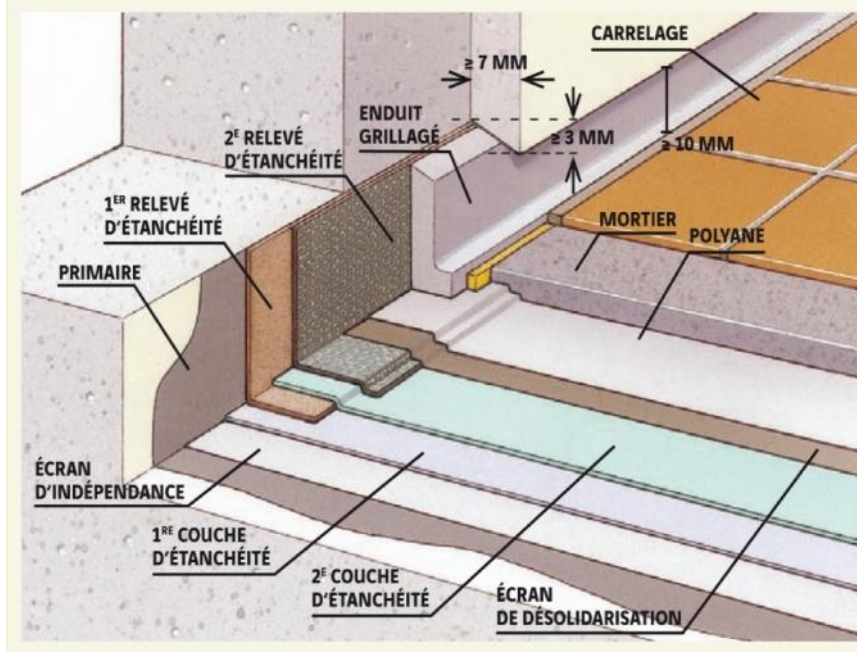
Semi indépendance

Type de protection de l'étanchéité

Autoprotection métallique 164

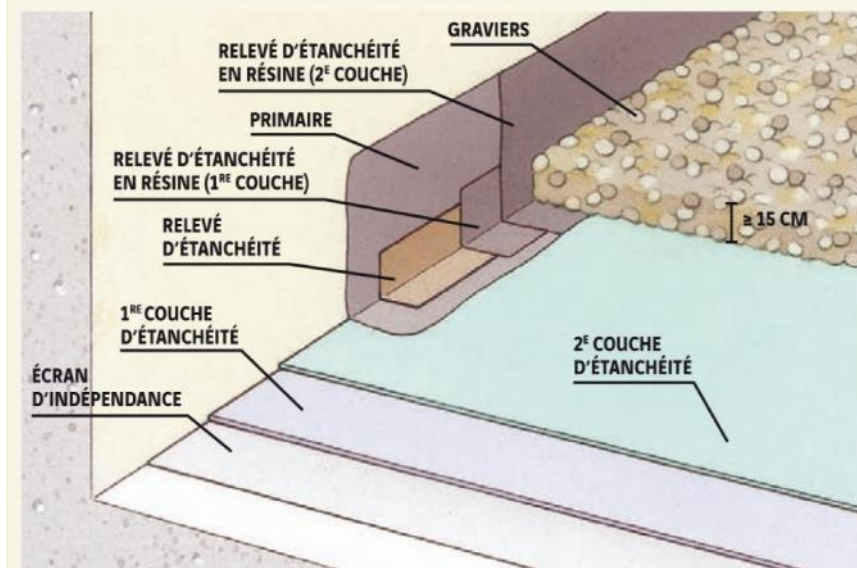
- a. Classification en fonction de l'environnement climatique (altitude et vent)
- b. Classification selon la destination de la toiture (suivant son accessibilité):
- c. Classification selon la constitution de l'élément porteur
- d. Classification selon la pente de l'élément porteur
- e. Classification selon la résistance au feu de la toiture :
- f. Classification selon l'isolation thermique et acoustique
- i. Classification selon la nature du revêtement d'étanchéité
- j. Classification selon le mode de pose:
- k. Classification selon la nature de la protection du revêtement d'étanchéité:
- l. Classification selon la position de l'isolant
- m. Classification selon la ventilation du support d'étanchéité en bois
- n. Classification selon la disposition des pentes

1 ÉTANCHÉITÉ D'UNE TOITURE-TERRASSE CIRCULABLE



Toitures-terrasses accessible

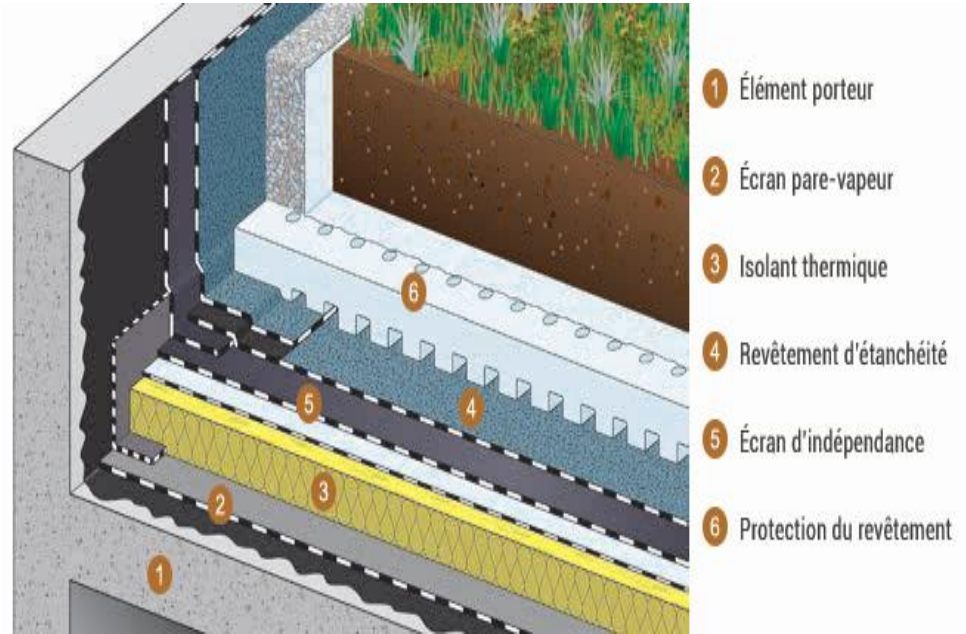
2 ÉTANCHÉITÉ D'UNE TOITURE-TERRASSE NON CIRCULABLE



Toitures-terrasses inaccessible



3 Toitures-terrasses inaccessible incliné



4 Toitures-terrasses jardin



5 Toitures-terrasses industriel



6 Toitures-terrasses parking

12.5. Systèmes des étanchéités:

a. DÉFINITIONS

L'étanchéité est un revêtement imperméable simple ou complexe (multicouche), notamment pour les terrasses.

Protection des montres contre les poussières, l'humidité, les vapeurs et l'eau...

On distingue plusieurs complexes d'étanchéités pour :

- ✓ LES TERRASSES ACCESSIBLES
- ✓ LES TERRASSES INACCESSIBLES
- ✓ LES TERRASSES JARDINS
- ✓ LES FONDATIONS ET MURS ENTERRÉS
- ✓ LES PARKINGS
- ✓ LES PONTS ET CHAUSSEES
- ✓ LES PONTS FERROVIAIRE

b. Principe de pose des procédés monocouches, bicouches et multicouches

✓ Etanchéité monocouche

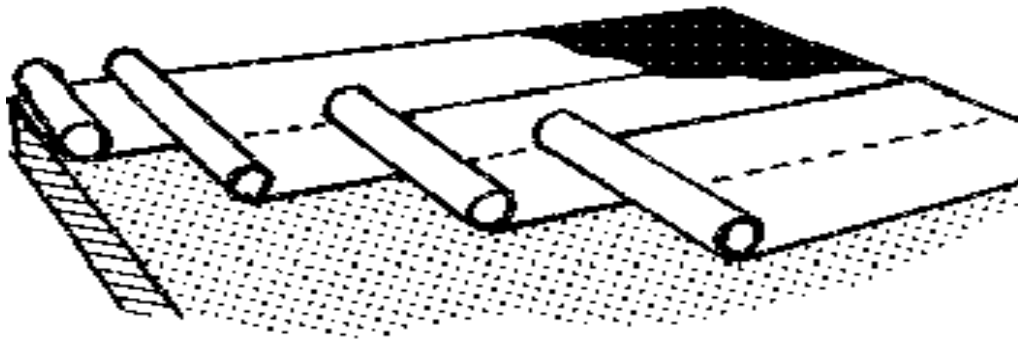
Qualifie ou désigne une étanchéité réalisée en une seule couche ou une seule feuille étanche.

✓ Etanchéité bicouche

Qualifie ou désigne une étanchéité réalisée en deux couches ou feuilles étanche.

✓ Etanchéité multicouche

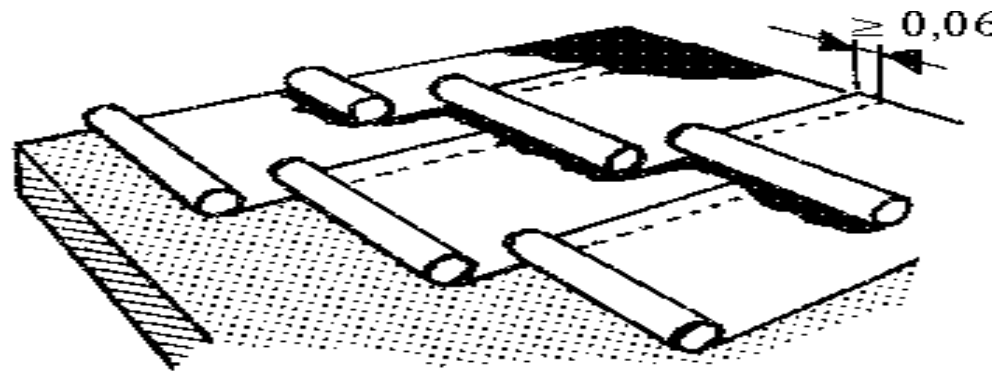
Système d'étanchéité mis en œuvre en adhérence totale ou en pose libre, composé généralement de plusieurs couches de lés de feutre bitumé ou de bitume armé disposées en lits décalés ou croisés, collées par un EAC (enduit d'application à chaud). V. ill. Etanchéité multicouche.



à lits décalés

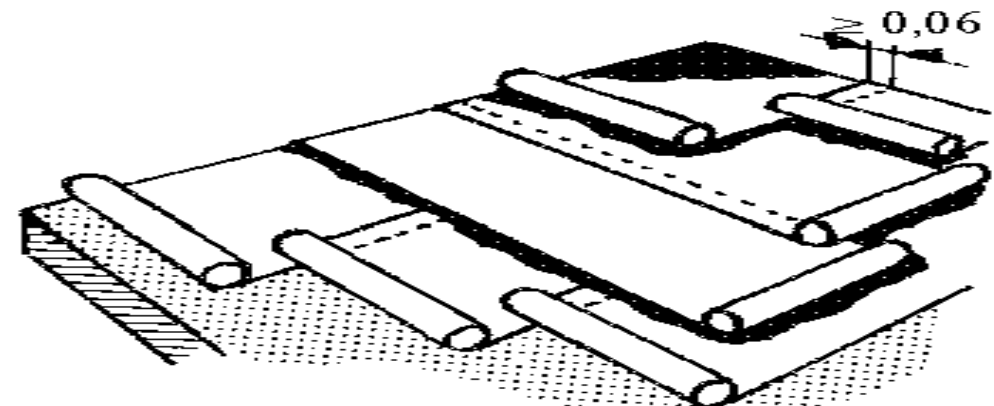
Etanchéité monocouches

Etanchéité bicouche



à lits successifs

Etanchéité multicouches



à lits croisés
(recouvrement ≥ 6 cm)

c. Relevé d'étanchéité

Partie d'ouvrage d'étanchéité remontant sur un parement vertical (mur d'acrotère en béton armé ou en maçonnerie avec un chaînage en béton armé).

Ouvrage d'étanchéité appliqué sur tout ou partie de la hauteur d'un relief et raccordé aux parties courantes du revêtement d'étanchéité.

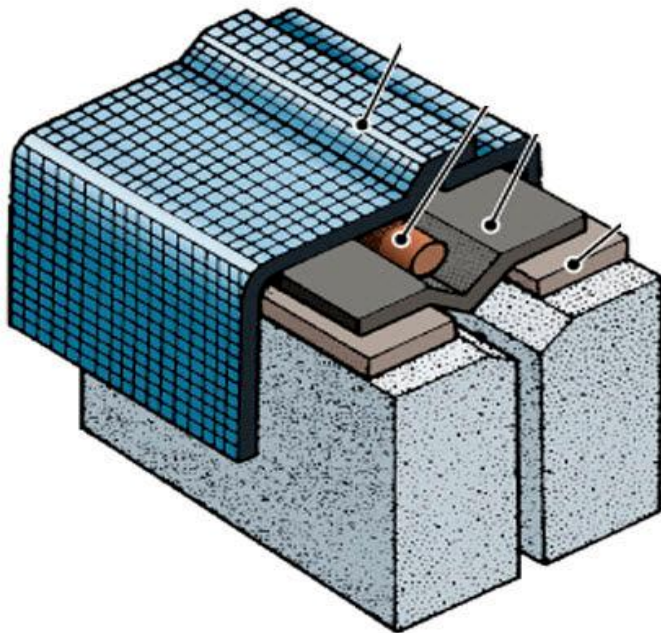
Il est toujours constitué par un élément séparé de la partie courante. Lorsqu'il est réalisé sur les acrotères, il assure l'étanchéité de la terrasse sur toute sa périphérie.



d. Joint de dilatation

Définition joint de dilatation :

Il permet de séparer un ouvrage en plusieurs parties en limitant sa dimension. Cela permet de compenser les mouvements de la structure mais aussi d'éviter la diffusion des fissures. Un joint de dilatation permet d'atténuer le phénomène de changement de taille des matériaux qui survient avec les écarts de température et les effets du temps.



Toiture-terrasse : Application de l'étanchéité



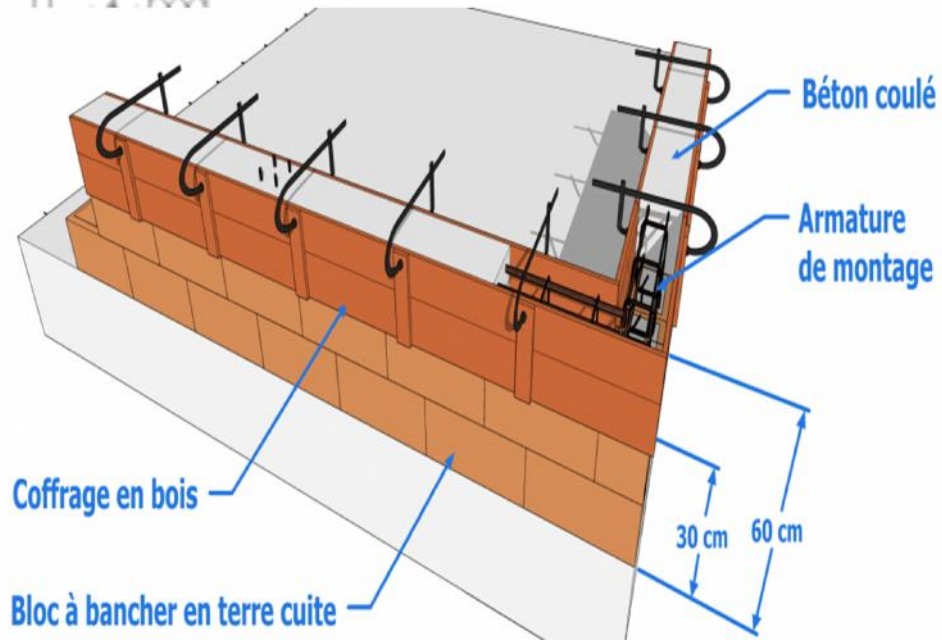
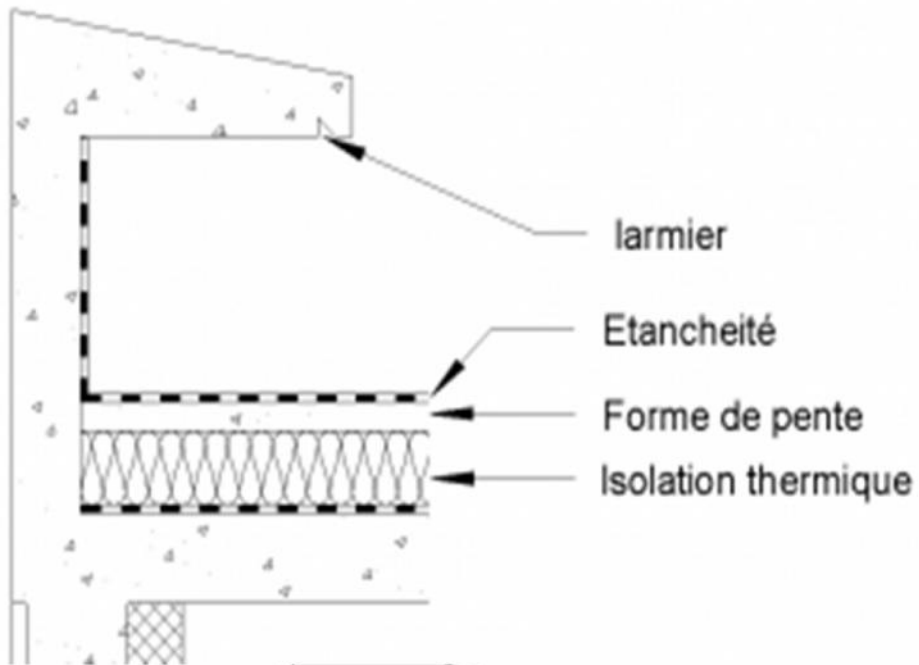
12.6. Mur d'acrotères

✓ Définition :

L'acrotère est un relief constitué par un muret situé en bordure de la toiture, dans le prolongement de ses murs de façade.

Généralement en béton ou en maçonnerie avec des chaînages en béton armé, ce petit muret d'un minimum de 15 centimètres de hauteur, permet de coller une étanchéité à chaud côté extérieur et possède des passages pour l'évacuation des eaux de pluie.

Sur une toiture-terrasse, accessible ou non, il peut également être plus haut et permet de dissimuler un équipement technique ou de fixer un garde-corps.



Différents murs des acrotères
www.cours-genie-civil.com

12.7. Descentes d'eau :

Canalisation ou tuyau verticale (Quelquefois noté D.E.P. ou T.D.) dans laquelle s'écoulent les eaux pluviales.

Canalisation de section circulaire, carrée ou rectangulaire, en général vertical qui relie la naissance d'une gouttière ou d'un chéneau à un réseau de collecte d'eaux pluviales.

Les descentes d'eau doivent assurer l'évacuation de l'eau tombant sur la toiture par les plus grandes chutes de pluie prévisibles.

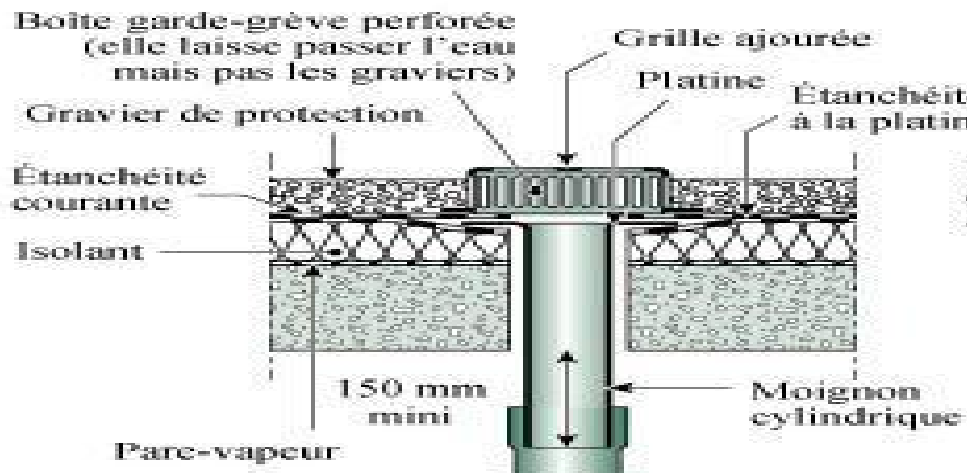
Il son lieu de prévoir la section à raison de 1 cm^2 par m^2 de toiture.
Les descentes sont soit intérieurs et cachées dans l'épaisseur.

Il y a lieu de prévoir la sections à raison de 1 cm^2 par m^2 de toiture.

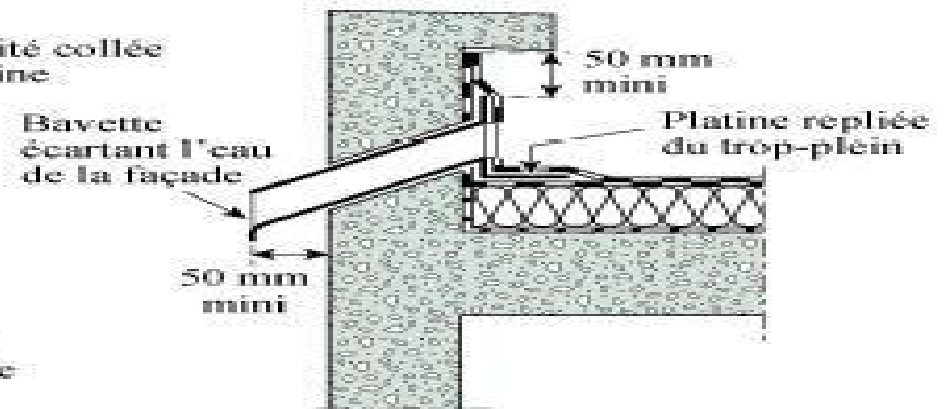
Les descentes sont soit intérieurs et cachées dans l'épaisseur des murs soit extérieurs et apparentes en façade.

Pour éviter le passage des feuilles et brindilles qui peuvent obstruer le tuyau de descente, on peut ajouter une crapaudine à sa naissance, ou équiper la gouttière de grilles pare feuilles.

Eaux pluviales



Bouche avec garde-grève
(terrasse inaccessible)



Trop-plein
(terrasse inaccessible)





13. MUR DE SOUTÈNEMENT

Mur de soutènement

13.1. Définition :

Mur de soutènement est un mur ou un obstacle vertical ou sub-vertical de grande hauteur, fabriqué en blocs artificiels, en pierres naturelles (Roches) ou en béton armé ou non armé.

Mur de soutènement est un ouvrage destiné à :

- ✓ Prévenir l'éboulement ou le glissement d'un talus raide.
- ✓ Résister à la poussée des terres en talus.
- ✓ Gagner de l'espace

Ils sont, par exemples, utilisés pour construire des routes, des jardins, des caves..., réaliser dans les terrains accidentés pour réduire l'emprise d'un talus naturel.

Critères de choix

- ✓ Déblais remblai ou mixte
- ✓ Hauteur de soutènement
- ✓ Sol de fondation
- ✓ Souplesse (sol de fondation déplacements admissibles)
- ✓ Aspect

13.2. Types des murs de soutènement

Il existe de nombreux types d'ouvrages de soutènement qui ont été conçus pour répondre aux situations les plus diverses :

□ Mur poids

Mur poids de béton plein coulé (Blocs, terre, moellons, gros béton...)

✓ **En maçonnerie :**

Utilisables lorsque le sol de fondation est bon.

Économiques jusqu'à une hauteur de 4m.

✓ **En béton armé :**

Utilisables lorsque le sol de fondation est bon.

Peuvent être envisagés jusqu'à des hauteurs de 7 à 8 m.

□ Paroi de soutènement

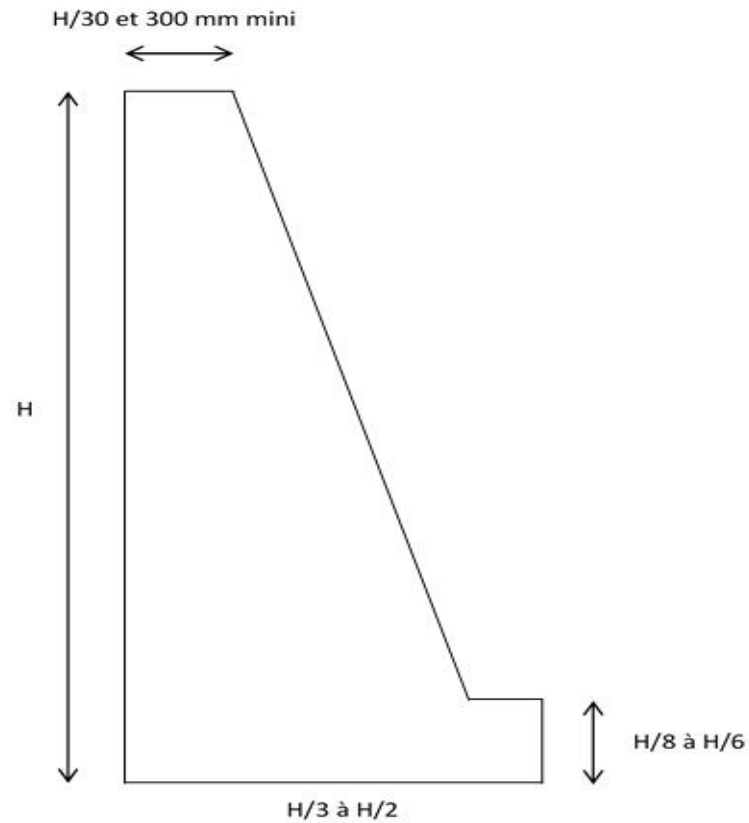
Sont des murs en béton armé accrochés par des tirants d'ancrage

Tirants d'ancrage : sont des éléments de construction dont la fonction est de transmettre des efforts au sol, par l'intermédiaire d'armatures actives.

Forage : Sont des trous d'injection

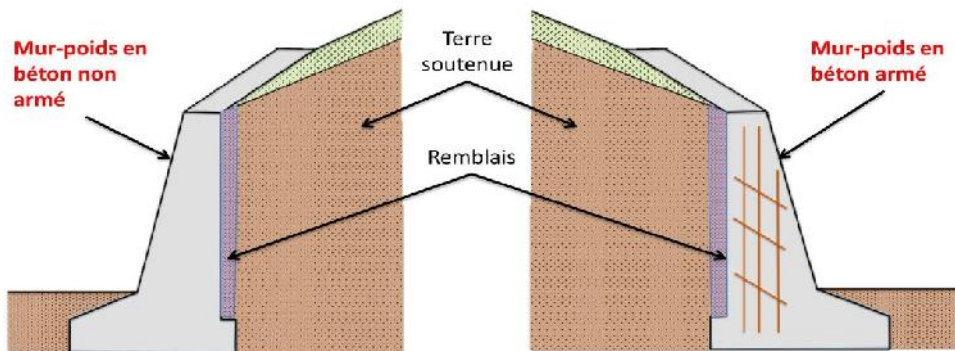
Scellement : mortier d'accrochage hautement dosé par ciment et éventuellement adjuvant

Structure : Mur en béton armé (voile) vertical ou sub-vertical.

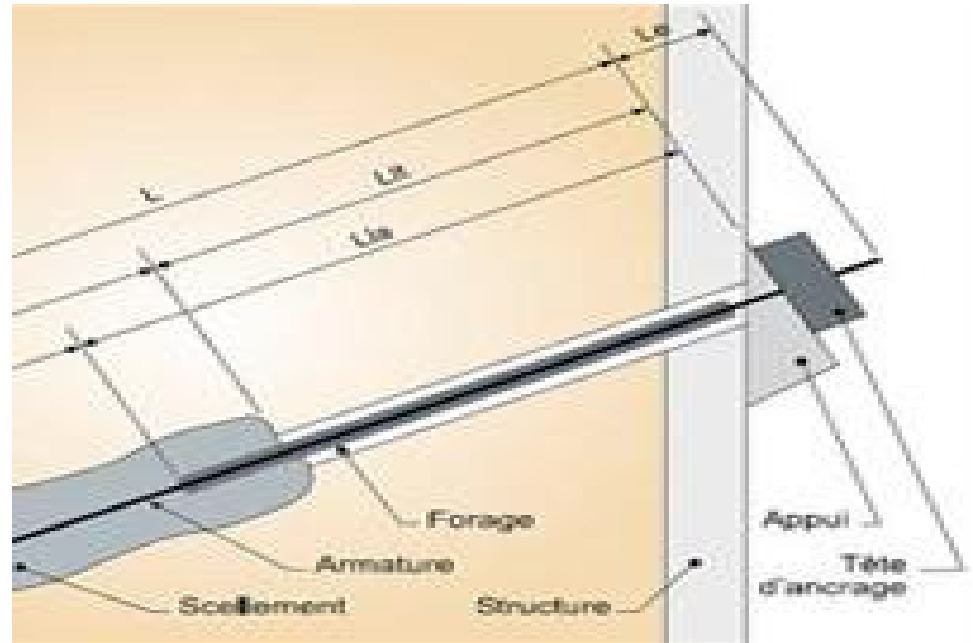


Les murs-poids

- ...ou de béton (armé ou non).



Les murs-poids en béton



Paroi de soutènement



❑ Parements divers (maçonnerie, panneau, etc.) renforcés de grilles:

Mur de parements divers fabriqué en blocs pleine ou en panneau.

❑ Gabions, blocs de béton, blocs des roches

- ✓ Pierre d'ornement dans une cage à gabions, pour vos jardins et paysagers.
- ✓ Les gabions constituent une véritable accroche visuelle.
- ✓ Remplis avec des pierres concassées ou avec de parements taillés de la carrière, ces gabions servent de protection sonore ou visuelle, de renforcement de talus ou comme murs de soutènement.

❑ Caissons

Les murs caissons sont constitués par un assemblage d'éléments structuraux préfabriqués en béton armé ou en acier, formant une série de cellules sans fond et remplies de terre appelées caissons.

❑ Porte-à-faux en béton armé

Mur en béton armé (voile) reposé sur une semelle en béton armé sous forme de T.



Parements divers



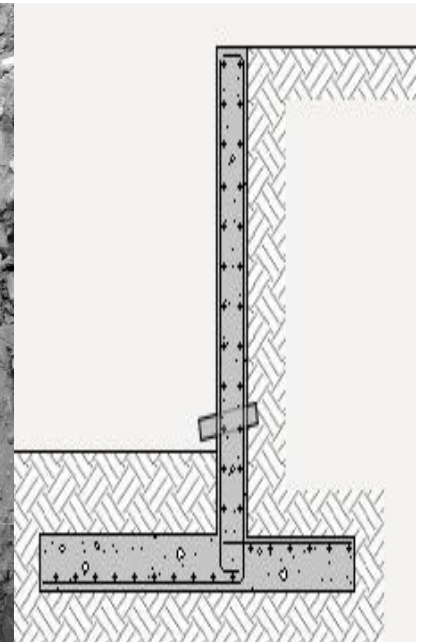
Gabions, blocs de béton,
blocs des roches



Caissons



Porte-à-faux en béton armé



13.3. Construire un mur de soutènement dans les règles de l'art :

Pour qu'il joue de manière optimale son rôle de soutien, le mur de soutènement doit absolument être construit en respectant certaines règles. Notamment :

- ✓ Ne pas être érigé sur une pente excédante 10° .
- ✓ Ne pas dépasser les 4 mètres de hauteur.
- ✓ Être drainé, pour éviter que l'eau ne s'infilte, ne stagne, et ne provoque par la suite des fissures qui pourraient entraîner l'écroulement du mur suite à la pression du terrain contenu. Pour lutter contre l'humidité, nombreux sont ceux qui appliquent un enduit hydrofuge, voire du goudron sur leur mur de soutènement.
- ✓ Ne pas être construit sur un sol trop meuble (sol en argile, en vase, en tourbe, etc.), et ce afin que les fondations du mur de soutènement soient les plus stables possibles.

13.4. Modes de réalisation d'un mur de soutènement cas d'une porte à faux en béton armé :

Etape n°1 : Implantation & terrassement

- Tracer l'axe puis les limites de la fouille en rigole
- Creuser la fouille en rigole avec réglage et nettoyage les parois de de la fouille (Hauteur maximal 60cm)

Etape n°2 : Coffrage, ferrailage & bétonnage (Semelle et voile)

- Coulage d'une couche de béton de propreté ou gros béton
- Préparation et pose le ferrailage de semelle et mise en place les attentes de voile avec les cales
- Préparation et pose le coffrage de semelle filante avec arrosage par huile de décoffrage
- Coulage béton de semelle ave vibration
- Décoffrage de semelle
- Tracer les limite de voile
- Réaliser l'amorce en béton pour assure un bon réglage
- Préparation et pose ferrailage avec les cales

- Placer des trous obliques le long du mur afin de laisser passer des barbacanes qui évacueront l'eau au fur et à mesure, vous devrez percer le mur de parpaings tous les 1m30 environ.
- Préparation et pose coffrage (panneau en bois ou métallique) avec arrosage par huile de décoffrage.
- Bétonnage avec vibration
- Surfaçage
- Décoffrage
- Cure de béton

Etape n°3 : Etanchéité, drainage & remblaiement

- Protéger le mur de l'érosion : pour cela il convient d'appliquer une couche d'enduit bitumineux tout le long du mur du côté remblai, et une feuille de géotextile sur le sol naturel
- Poser une couche de graviers grossiers puis poser un tuyau fait de grillage d'une quinzaine de centimètres, puis recouvrez l'ensemble de gravier. (pour assurer une zone de drainage)
- Remblaie les fouilles en rigoles par des couches de sol sélectionné chaque 40cm au max avec arrosage par l'eau et compactage

Remblaiement et drainage de mur de soutènement

