



UNIVERSITE
Abdelhamid Ibn Badis
MOSTAGANEM

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE ABDELHAMID IBN BADIS MOSTAGANEM
FACULTE DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE
DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE

Polycopié

Licence en Architecture

CONSTRUCTION

Réalisé par

Mr: BELDJILALI Said

1	Introduction.....	1
2	Objectifs de la matière.....	2
3	Contenu de la matière.....	2
Chapitre I . Etude de sol et l'organisation du chantier		
1	Définition du bon sol.....	3
2	Aperçu sur les types de sol.....	3
	1. Classement du sol selon les types de forces.....	3
	2. Le laboratoire de l'étude géotechnique.....	4
	3. Etude géotechnique du sol.....	5
	4. Amélioration des sols.....	6
3	Aperçu sur l'organisation du chantier.....	7
	1-Rôle de l'installation de chantier.....	7
	2-Panneau d'identification.....	8
	3-Panneau de signalisation.....	8
Chapitre II. Infrastructure : Terrassements et les fondations.		
1	Terrassement.....	9
	1. Définition.....	9
	2. Le décapage.....	10
	3. Le foisonnement en déblais.....	10
	4. Coefficient de foisonnement	10
	5. Procédés de terrassement.....	11
2	Les Fouilles	12
	1. Définition.....	12
	2. Les types des fouilles.....	12
	3. Le blindage des fouilles.....	12
3	Les Fondations.....	13
	1. Définition.....	13
	2 Le choix de la fondation	13
	3 Type de fondation.....	14
	1-Fondation superficielle.....	15
	A-Type de semelle isolée.....	15
	B-Exécution.....	16
	2- Fondation semi profondes.....	17
	3-Fondation profondes.....	18

Chapitre III. Superstructure : gros œuvre en béton armé.

1	Introduction.....	19
	1.1 Définition du béton.....	19
	1.2 Affaissement du béton.....	20
	1.3 Aciers utilisés pou le béton armé.....	20
2	Les poteaux.....	21
	1 Définition.....	21
	2 Pré-dimensionnement.....	22
	3 Quelques pathologies pour les poteaux.....	22
	A-Ségrégation du béton.....	22
	B- Flambement des poteaux.....	23
	4 Armature des poteaux.....	24
	5 La forme des poteaux.....	25
3	Les poutres.....	26
	1 Définition.....	26
	2 Le pré dimensionnement.....	26
	3 Armature des poutres.....	27
4	Les planchers.....	29
	1 Définition	29
	2 Différent type de plancher en béton armé	29
	a)-Dalle pleine en béton armé	30
	b)-Dalle nervurée.....	31
	c)-Dalle à hourdis.....	32
5	Les escaliers.....	33
	1 Définition.....	33
	2 Terminologie.....	33
	3 Pré dimensionnement des éléments de l'escalier.....	34
	4 Exemple de la construction d'un escalier droit.....	36

Chapitre IV. Les remplissages : Les murs et les cloisons

1	Définition.....	40
2	Fonctions des murs.....	40
3	Le mur structurel.....	41
	1 Mur voile.....	41
	2 Le mur de soutènement.....	42
4	Mur non porteur (cloison)	44

1	Les cloisons en plâtre	45
2	Les cloisons en maçonneries.....	47
3	1-Maçonnerie double paroi.....	48
	2- Cloison simple paroi	49
5	Exemple de la construction d'une cloison simple paroi.....	50
6	Le linteau.....	51
7	Le mur-rideau.....	52
	1 Définition.....	52
	2 Technologie du mur-rideau.....	52
	3 La pose du mur-rideau.....	54
	Les références	55
	Les annexes	56

Chapitre I . Etude de sol et l'organisation du chantier

1.	Sondage pour une étude géotechnique.	5
2.	Page de description d'un sondage sur un rapport géotechnique.....	6
3.	Amélioration du sol par compactage et par injection	11
4.	Exemple d'un Panneau d'identification	13
5.	Exemple d'un Panneau de signalisation	20

Chapitre II. Infrastructure : Terrassements et les fondations.

1.	Le remblai et le déblai.....	21
2.	Le Foisonnement des remblais.....	25
3.	Les types de fouilles	26
4.	Schéma sur la composition structurelle d'une maison individuelle.....	27
5.	Les différents types de fondation.....	29
6.	Les différents types de semelle.....	30
7.	Les compositions d'une semelle isolée (fondation superficielle).....	31
8.	Fondation superficielle et Fondation profonde	32
9.	Mode d'exécution des pieux.	33

Chapitre III. Superstructure : gros œuvre en béton armé.

1.	Type des aciers utilisés pou le béton armé.....	20
2.	Les poteaux.....	21
3.	Ségrégation du béton des poteaux.....	23
4.	Flambement des poteaux	23
5.	Armature des poteaux	24
6.	Forme des poteaux	25
7.	Les poutres	26
8.	Mode de rupture des poutres.....	27
9.	Armature des poutres	28
10.	Les planchers.....	29
11.	Dalle pleine	30
12.	Dalle nervurée.....	31
13.	Dalle à corps creux.....	32
14.	Les éléments d'un escalier	34

15.	Ferraillage de la paillasse d'un escalier	35
16.	Plan et coup d'un escalier droit.....	36
17.	Le tracé de l'escalier sur le mur d'échiffre.....	37
18.	Le Tracez sur un limon temporaire.....	37
19.	Fixation des contre marches.	38
20.	La pose de l'armature de l'escalier.....	38
21.	Le coulage du béton	39

Chapitre IV. Les remplissages : Les murs et les cloisons

1.	Armature de mur voile.....	41
2.	Mur de soutènement.....	42
3.	Les différents types de bêche pour le soutènement.....	42
4.	Les facteurs qui déterminent le dimensionnement du mur de soutènement.....	43
5.	Les murs non porteurs.....	44
6.	Les cloisons avec des carreaux du plâtre.....	45
7.	Les cloisons avec des plaques du plâtre.....	46
8.	Mur en maçonnerie (double paroi).....	48
9.	Les murs de clôture	49
10.	Les linteaux.....	51
11.	Le mur rideau.....	52
12.	Les compositions d'un mur rideau.....	53
13.	Le principe de la pose du mur rideau.....	53
14.	Le vitrage du mur rideau.....	54

Liste des tableaux

1.	Classification du sol en catégorie selon sa nature.....	4
2.	Caractéristiques des matériaux de construction des cloisons	47

1. Introduction

La conception d'un projet architectural s'élabore en tenant compte les aspects fonctionnels, formels et structurels.

Pour l'architecte, l'étude de la construction est un outil de travail qui lui permet de mieux concevoir son projet et composer ses volumes architecturaux.

Il doit maîtriser les possibilités constructives afin de faciliter la concrétisation du son projet, et sélectionner les éléments de construction qui lui sont les mieux appropriés.

Dans ce présent polycopié intitulé «Construction », destiné aux étudiants de deuxième année LMD (L2) en Architecture, ces cours documentés sont le fruit des enseignements que nous avons dispensés aux étudiants du département d'Architecture de l'Université Abed Hamid Iben Badis , il est rédigé de manière simplifiée et qui contient des exemples de constructions réels pour que l'étudiant puisse assimiler le contenu du cours et son application et de suivre l'évolution de la réalisation de ces projets.

Ce polycopié est divisé en quatre grands chapitres selon le programme de la deuxième année LMD, Le contenu du premier chapitre est consacré à l'organisation du chantier et l'étude de sol, le deuxième chapitre est consacré aux travaux de construction d'infrastructure (terrassement et les fondations) tandis que le troisième chapitre et le quatrième sont dédiés aux travaux de la construction de la superstructure.

2. Objectifs de la matière

Cet enseignement a pour objectif d'initier l'étudiant aux notions fondamentales de construction et de stabilité du bâtiment, de lui transmettre le vocabulaire et les connaissances élémentaires sur les procédés constructifs, les terrassements et les matériaux de construction... Notamment il lui permet de disposer des connaissances afin d'acquérir les notions de base de la construction et de pouvoir justifier le choix technique simple lors de la conception de futurs projets de l'étudiant .

3. Contenu de la matière

La matière est organisée en partie théorique sous forme d'un cours magistral et d'un TD complétés par une mise en rapport avec les travaux en **Atelier projet 3** équivalente à 3h00 (Maximum) d'activité réservée au volet construction. Cette activité sera basée sur le projet personnel de l'étudiant.

3.1-Partie pratique

Consiste essentiellement à effectué des manipulations et à réalisé :

- a) Des exposés afin d'élargir les notions acquises dans les cours (le rôle du CTC et les différents laboratoires géotechniques, les fondations spéciales, les différents types de planchers non aborder aux cours... etc)
- b) Des exercices fondés sur les projets de construction (calcul des quantités de béton armé pour les fondations, dessins des plans de fondation, calcul des quantités de béton armé pour les gros œuvres, dessins des plans de plancher, armature d'un poteau, ou d'une poutre...etc) ,Ces exercices sont conçus afin de comprendre le comportement des éléments structuraux soumis à différentes sollicitations.

Ces exercices sont réalisés à deux échelles : le projet d'exécution (échelle 1/50) et les détails de constructions (échelle 1/20 et 1/10).

Chapitre I. Etude de sol et l'organisation du chantier

1-Définition du bon sol

Le bon sol est le sol capable de supporter les charges que le poids de la construction lui transmet.

Une connaissance approfondie du sol est indispensable, car le sol sert de support pour les fondations, cette connaissance permet de définir le type de fondation à réaliser.

2-Aperçu sur les types de sol

Avant le début de la construction, une étude géologique est réalisée pour déterminer les caractéristiques du sol. Ils sont nécessaires pour choisir le meilleur type de fondation. Le processus de retrait et la fiabilité de la fondation dépendent directement des propriétés du sol sur place.

2.1-Classement du sol selon les types de forces

Lors de la classification des types de sols, il existe principalement 2 groupes :

Non-Rocheux:

Un groupe de sols dispersés avec des liaisons structurelles faibles. Ils sont composés de grains minéraux de différentes tailles et, selon leur origine, ils sont divisés en sédimentaires et artificiels. Les roches sédimentaires se forment en raison de la destruction et de l'altération des roches. Le sol artificiel est le résultat d'un compactage, d'une remise en état ou d'un remblayage.

Les sols dispersés sont cohésifs on trouve:

- a) 1-Catégorie I : limon mou et argile molle
- b) 2-Catégorie II: Argile raid et marne, limons compact, sable compressible et roche tendre
- c) 3-Catégorie III: sable et gravier ou roche altérée

Roche et semi roche :

Une roche qui est située dans une masse continue et qui a des connexions structurelles rigides. Ce sont des sols étanches et pratiquement incompressibles. Ce type comprend le calcaire, le grès, le granit, le basalte, etc. En l'absence de fissures, ils peuvent servir de fondation solide pour un bâtiment. La capacité portante de la couche fracturée est réduite. Ce type est inclus dans la catégorie III bis

Table I.1 Classification du sol en catégorie selon sa nature.[1]

Nature du sol	Plages des pressions limites (kPa)	Catégorie du sol
Limon mou Argile molle	< 700 < 1200	Catégorie I
Argile raide et marne Limons compacts Sables compressibles	1800-4000 1200-3000 400-800	Catégorie II
Roche tendre ou très altérée Sable et gravier Roche altérée	1000-3000 1000-2000 3000-6000	Catégorie III
Roche de moyenne résistance	6000-10000	Catégorie III bis

2.2-Le laboratoire de l'étude géotechnique

On désigne sous pour étude géotechnique du sol un laboratoire qualifié en mécanique des sols choisi par le maître d'ouvrage pour effectuer les essais demandés , sur des sols aux couches variées et de résistance douteuse ,le laboratoire procède à des prélèvements d'échantillons, au moyen des carotteuses très divers appropriés à la consistance des couches rencontrés par des analyse a des laboratoires spécialisés, En Algérie existe plusieurs laboratoires privés agréé par l'état et des laboratoires étatiques comme :

LNHC Laboratoire national de l'habitat et de la construction

LTPE Laboratoire travaux publique de l'est

LTPO Laboratoire travaux publique de l'ouest.

LTP SUD Laboratoire travaux publique du sud



Figure I.1 Sondage pour une étude géotechnique.[2]

2.3 -Etude géotechnique du sol

Une étude géotechnique est une étude des sols de votre terrain. Elle est destinée à fournir au maître d'œuvre les données relatives au comportement du sol qui lui sont nécessaires pour la conception et la construction des ouvrages et celles relatives à leur incidence sur l'environnement.

Il a deux objectifs, le premier est de déterminer les propriétés mécaniques du terrain nécessaires pour supporter le bâtiment. Le second est d'évaluer les risques naturels identifiés dans l'environnement entourant le terrain et son impact sur la construction future.

Cette étude fournira :

La géologie c'est le type de sol rencontré niveau d'eau manométrique, qui est la mesure des ressources en eau (en termes de quantité) pour obtenir la profondeur à la surface de la nappe phréatique.

La résistance apparente c'est la première propriété mécanique du sol fournis par cette étude résistance apparente c'est Une fois les résultats interprétés résistance apparente c'est, le rapport des divers essais de sols effectués en laboratoire sur les échantillons se traduisent sous forme de diagrammes ,de graphiques et de tableaux divers ,où l'ingénieur tirera les éléments de calcul à prendre en compte pour déterminer la contrainte admissible du sol ,cette dernière peut guider le client sur le type de fondation à installer pour le projet.

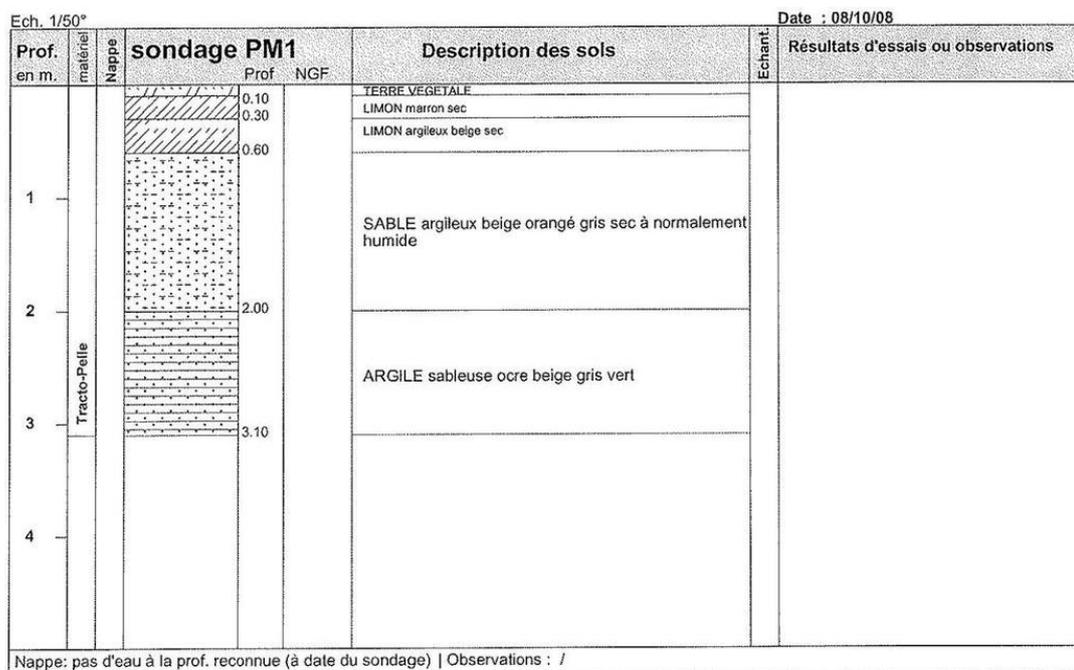


Figure I.2 Page de description d'un sondage sur un rapport géotechnique[3].

2.4-Amélioration des sols

Améliorer les propriétés des sols est une chose rare, on évite généralement de planifier des constructions sur un mauvais terrain, mais quelques fois on ne peut pas choisir une autre implantation, il faut alors se contenter du site choisi et améliorer la qualité de ce sol

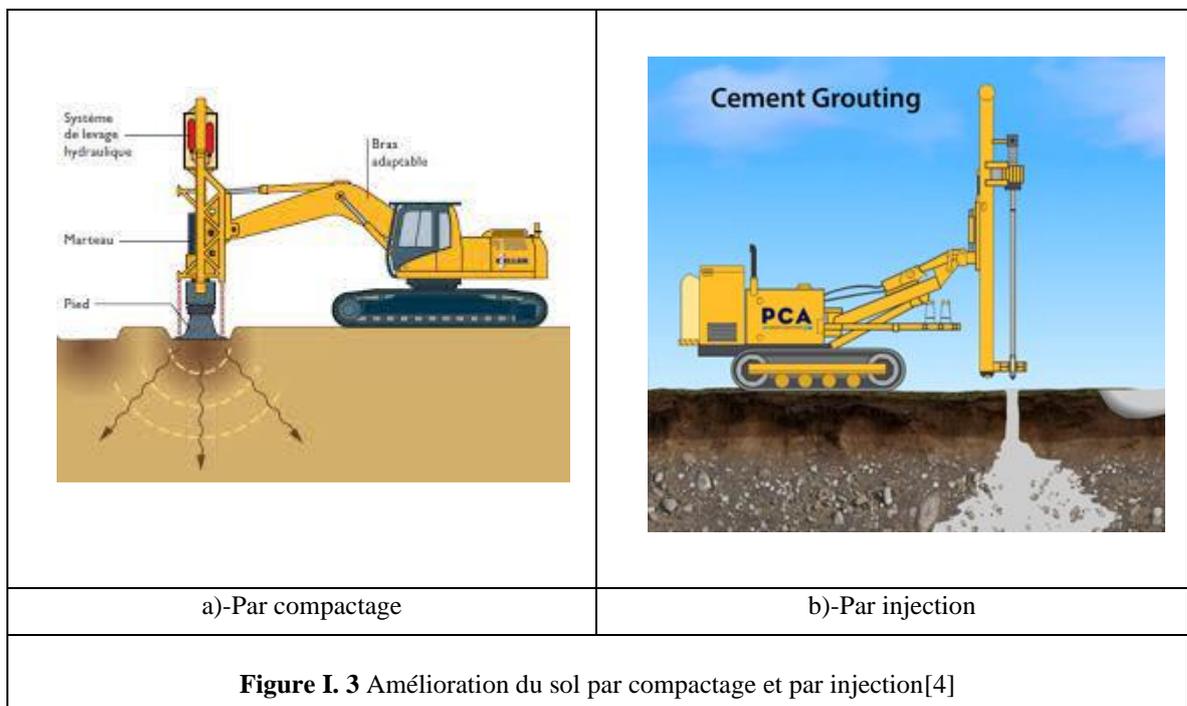
L'amélioration des sols se fait :

- En augmentant leur compacité.
- En modifiant leurs caractéristiques physico-chimiques par cuisson ou par passage d'un courant électrique.

L'augmentation de compacité se fait de deux manières :

- a)- Diminution du volume des vides, c'est le compactage, il convient pour les sables fins, les silts et les argiles.
- b)- Remplissage des vides avec un produit résistant, c'est l'injection, il s'agit d'introduire dans les vides un produit se rigidifiant par la suite il est utilisé pour les roches fissurées, les graviers et les sables fins.

Les facteurs principaux permettant de choisir les produits à injecter sont les dimensions des vides ou des fissures à remplir ainsi que les courbes granulométriques des sols à traiter, généralement, on utilise un coulis ciment-argile, silicate de soude, résine organiques.



3-Aperçu sur l'organisation du chantier

Quel que soit l'importance des travaux de construction sur un chantier, il est nécessaire de prévoir son installation et l'organisation afin d'assurer une utilisation la plus efficace de l'espace pour le bon fonctionnement du chantier.

Cette installation dépend de la situation de l'emplacement du projet à construire. Le contrôle, le suivi, l'organisation et la planification sont suffisants pour mettre en marche un chantier ; mais, pour sa bonne marche, on a besoin de certains aménagements et pour une bonne condition de travail du personnel sur le site, on doit prendre en compte tout ce qui concerne l'hygiène et la sécurité.

L'installation du chantier est l'ensemble des dispositions à prendre pour assurer le bon déroulement des travaux. Lors de cette installation, de nombreux éléments sont installés sur le chantier comme les ateliers, la grue et les voies de circulation pour faciliter le travail sur le chantier, du début jusqu'à la fin des travaux.

Pendant le chantier, il convient aussi de conserver le ciment ou le mortier-colle à l'abri de l'eau, tous Ces aménagements se font à l'aide d'une pièce qu'on appelle « Plan d'Installation du Chantier » (PIC). L'installation d'un chantier s'effectue en fonction de la nature, de l'emplacement et du type d'ouvrage à exécuter.

3.1-Rôle de l'installation de chantier

- a) Organiser le déroulement du chantier.
- b) Prévoir les différentes phases de réalisation en déplaçant le moins possibles les hommes, les matériels, les matériaux (y compris le repliement du chantier).
- c) Faciliter les transmissions et communications entre les différents exécutants sur le chantier.
- d) Utiliser au mieux l'espace disponible notamment en chantier urbain.
- e) Ordonner le chantier.
- f) Gain de temps en diminuant les temps unitaires (T.U)
- g) Eviter la perte et gaspillage des matériaux (mieux gérer les stocks de matériaux)
- h) Améliorer la sécurité humaine et matérielle

3.2-Panneau d'identification

Le code de travail impose sur chaque chantier un panneau lisible depuis la voie publique, devant l'accès principal, surélevé de (1.50 m) du sol .il comporte les renseignements suivants :

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'habitat de l'urbanisme et de la ville

**Office de Promotion et de Gestion Immobilière de la wilaya De
mostaganem**

PROJET : 60 logements + parking sous-sol dans commune mazaghran

Maitre de l'ouvrage : OPGI De mostaganem

Maitre de l'œuvre : MR.S. zigham miloud

BET Chargé de suivi : BUREAU D'études zigham

Entreprise chargé de réalisation : amar mostapha

Contrôle technique : CTC Ouest

Délais de réalisation : 15 MOIS

Ordre de service : 530/2021

Figure I.4 Exemple d'un Panneau d'identification

3.3-Panneau de signalisation

On va mettre des panneaux de signalisation (sortie camions, Travaux, Sens interdit...) pour faciliter le travail sur place.



Figure I.5 Exemple d'un Panneau de signalisation

Chapitre II. Infrastructure : Terrassements et fondations.

1-Terrassement

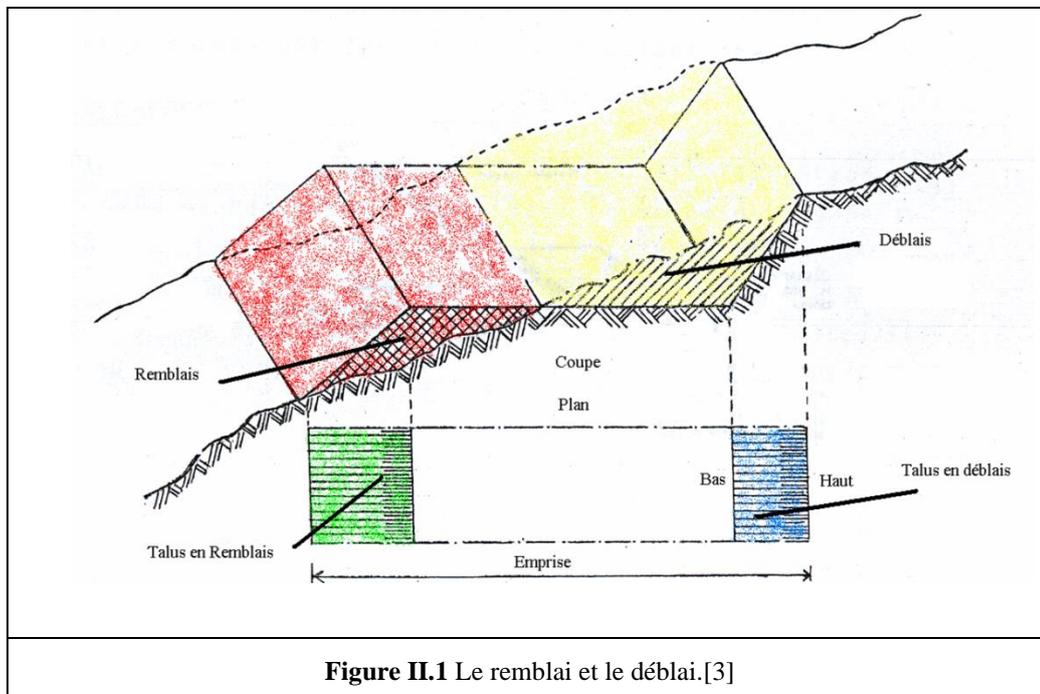
1.1-Définition

Les terrassements sont les mouvements de terre, nécessités par la recherche du bon de sol d'assise et le nivellement que doit subir cette assise pour l'implantation du projet.

Le terrassement consiste à modifier la topographie d'un site conformément aux indications prescrites par des plans et des devis. Ces modifications peuvent être modestes et confinées (excavation requise pour installer les fondations superficielles d'un bâtiment), linéaires (aménagement d'une structure routière, construction d'une digue) ou complexes (construction des approches d'un échangeur routier multiple).

Les terrassements sont l'ensemble des terres déplacées et des travaux qui se rapportent à la modification du relief du terrain, le terrassement est effectué par le terrassier et consiste à modifier l'aspect initial du terrain. En terrassement, on effectue des remblais et des déblais.

- a) **Les déblais** : En génie civil, le déblai est le lieu où le niveau du sol doit être abaissé par enlèvement des terres appelées « fouilles ».
- b) **Les remblais** : c'est le contraire du déblais, Ils consistent à exhausser le niveau naturel d'un terrain par un apport de terre.



1.2-Le décapage

Auparavant un terrassement à faible profondeur (20 à 25cm), consiste à enlever les terres végétales, on l'appelle « Décapage » ou bien « plumée » ou encore un « retroussis ».

D'autres opérations complémentaires au déblai et au remblai, peuvent également être considérées lors du terrassement.

Lors de l'opération de décapage on retire la couche de sol organique qui se trouve sur le site des travaux de terrassement. Ce sol organique est soit entassé pour servir ultérieurement lors de l'aménagement final, soit transporté à l'extérieur du site des travaux.

Le régilage/profilage/compactage consiste à déplacer grossièrement les remblais puis à les compacter en vue d'obtenir la configuration topographique souhaitée.

Finalement, l'aménagement final consiste à compléter les aménagements prévus aux plans et devis. L'aménagement final peut inclure la plantation d'arbres et arbustes, le gazonnement, du pavage, la construction de réseaux de drainage ou électrique (éclairage) et de la construction de trottoirs et de bordures.

1.3-Le foisonnement en déblais

Le foisonnement : augmentation du volume des terres provoquée par leur déplacement lors des travaux de terrassement. La terre extraite des fouilles perd sa cohésion initiale et se fragmente en petits morceaux indépendants qui occupent un volume apparent supérieur au volume de la terre en place.

1.4-Coefficient de foisonnement

Les déblais consécutifs aux terrassements et disposés en talus, occupent un volume plus grand que lorsqu'ils étaient tassés avant le retrait ; donc cette augmentation de volume est appelée « Foisonnement », en règle générale, il est compris entre 60% et 70% du volume déblayé.

Le calcul de foisonnement, il faut connaître le coefficient. C'est la proportion de volume supplémentaire sur le volume initial ramené à 100.

la formule mathématique : V_f (volume foisonné) = V_p (volume initial ou en place) x C_f (coefficient de foisonnement).

Par exemple, pour un trou de 10 m³ dans une terre crayeuse avec un coefficient de foisonnement égal à 1,3, le calcul est le suivant : 10 x 1.3 (coefficient prédéterminé) = 13 m³.

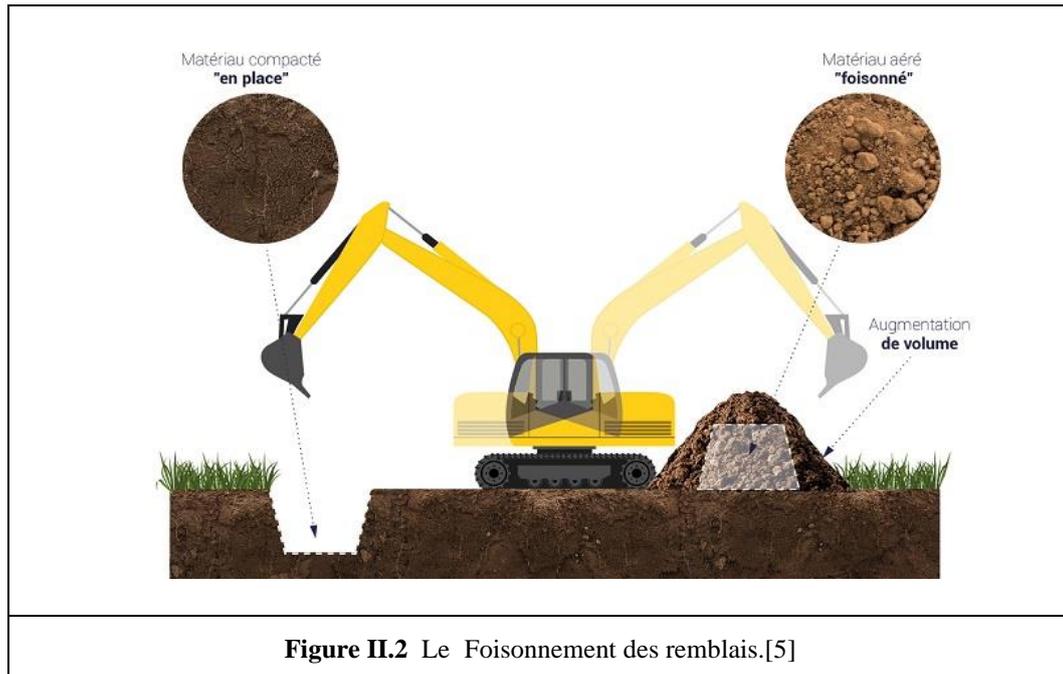


Figure II.2 Le Foisonnement des remblais.[5]

1.5-Procédés de terrassement

En fonction de l'importance des travaux et des caractéristiques du sol, les terrassements peuvent s'effectuer manuellement, mécaniquement ou très exceptionnellement par l'explosif.

- a) **Exécution manuelle** : Il peut s'appliquer qu'au creusement de rigoles ou d'excavations superficielles en terrain meubles, lors de ces travaux, le terrassier utilise la pioche ou le pic pour ameublir et la pelle pour dégager le sol à enlever.
- b) **Exécution mécanique** : Ce procédé est utilisé lorsque de grandes masses de terres sont mises en mouvement par différents types des engins
- c) **Exécution à l'explosif** : Lorsque les procédés mécaniques s'avèrent inopérants, on fait recours aux explosifs, la charge explosive est mise dans les trous de mines dont le forage est exécuté.

Les opérations de terrassement s'effectuent souvent dans des conditions difficiles qui nécessitent des précautions particulières :

- Terrassements en mauvais terrains (peu consistants...)
- Terrassements profonds nécessitant des opérations d'étalement de blindage..
- Terrassements en zone urbaine à proximité de constructions existantes nécessitant également des précautions.
- Terrassements en présence d'eau (présence d'une nappe phréatique).

2- Les Fouilles

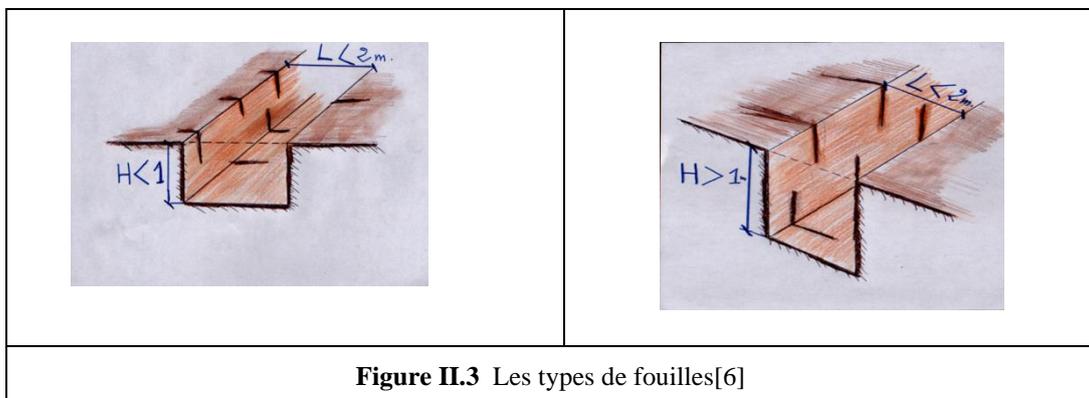
2.1-Définition

Les fouilles sont des terrassements profonds, découvrant le sol d'assise d'une construction. Excavation réalisée dans le sol et destinée à être remplie par le béton des semelles de fondation.

2.2-Les types des fouilles

Il existe trois catégories de fouilles, à savoir :

- Les fouilles en pleine masse** : Qui sont des terrassements sur toute la surface d'emprise de la construction sur plusieurs niveaux du sous-sol.
- Les fouilles en rigoles** : Qui réservent des tranchées pour les canalisations et les fondations. C'est la fouille la plus simple à l'exécution ; elle est peu profonde avec $H < 1\text{m}$ et de largeur $L < 2\text{m}$, destinée à recevoir des fondations ou certaines canalisations.
- La tranchée** : C'est une fouille plus profonde. De profondeur $H > 1\text{m}$, de largeur $\leq 2\text{m}$. elle est destinée à recevoir les égouts ou les fondations profondes.
- Les fouilles en puits** : Qui sont réalisées pour les fondations par paliers.



2-3 Le blindage des fouilles

Il consiste à maintenir provisoirement les parois d'un talus durant les travaux pour éviter le risque d'éboulement. Il est toujours déterminé par la nature du terrain et doit tenir en compte de la profondeur de la fouille. Le blindage est de types variés selon le type de fouilles.

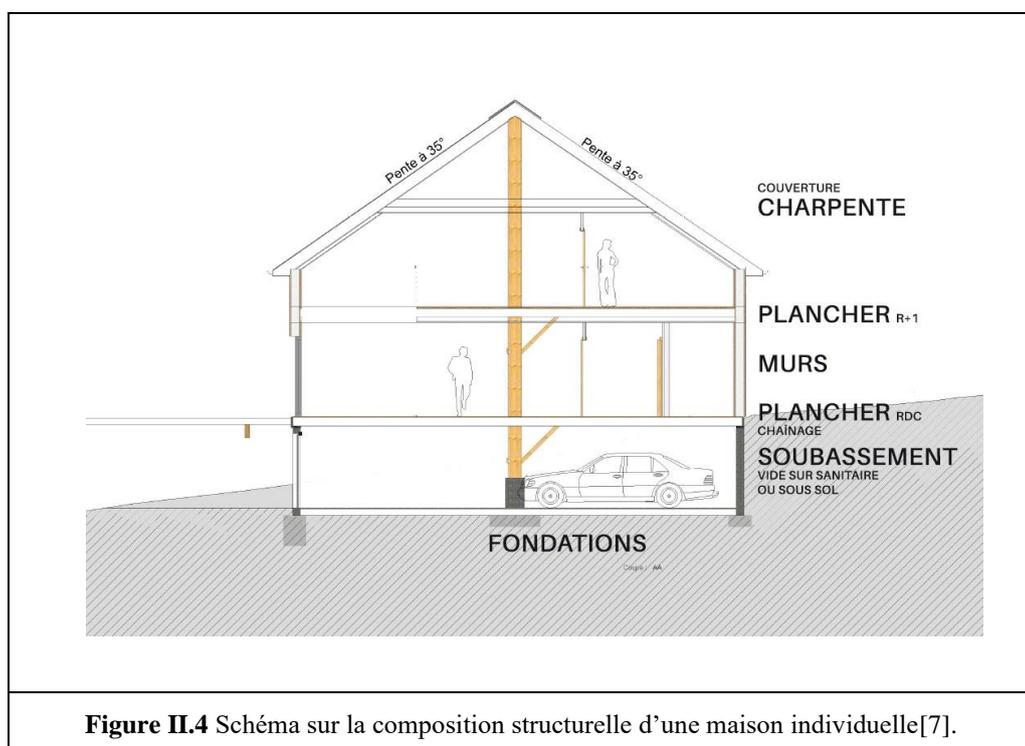
Lorsque le talutage n'est pas possible, la stabilité des parois peut être assurée par la mise en place d'étais et supports appropriés qui s'opposent à la poussée des terres.

3-Les Fondations

3.1-Définition

Une fondation est une partie d'un bâtiment ou d'une structure qui assure le transfert des charges (poids propre, et les surcharges (charges d'exploitation) ainsi que les efforts horizontaux (forces climatiques et sismiques) vers le bon sol.

Les fondations des bâtiments représentent un problème important dans la construction de bâtiments, car elles fournissent une capacité portante et forment des sections porteuses qui contrôlent l'affaissement dû aux contraintes sur le sol et les infiltrations dues à l'accumulation d'eau sur site.



3.2-Le choix de la fondation

Le choix du type de fondation dépend :

- 1- Poids propre de l'immeuble, c'est-à-dire des charges agissant sur la fondation (les fondations d'une maison individuelle et différente avec une tour de plusieurs étages).
- 2- Résistance du sol si la couche de surface n'est pas assez résistante, une étude de sol plus approfondie doit être réalisée. Cette étude de résistance du sol a permis de créer une fondation adaptée qui sécuriserait les fondations de la maison. La fondation doit être adaptée à la nature du sol et du sous-sol pour éviter les risques de la fissuration dans les joints de maçonnerie ou directement à travers les murs, nous choisissons toujours la fondation la plus économique.

3.3-Type de fondation

Les fondations doivent assurées deux fonctions essentielles :

- a) Reprendre les charges et surcharges supportées par la structure.
- b) Transmettre ces charges et surcharges au sol dans de bonnes conditions, de façon à assurer la stabilité de l'ouvrage.

Les fondations doivent être en équilibre sous :

- a) Les sollicitations dues à la superstructure.
- b) Les sollicitations dues au sol

Il existe trois types de fondation, la différence est le rapport entre la largeur B et la profondeur D

- a) -Fondation superficielle ; $H/B \leq 4$
- b) Fondation semi-profonde $H/B \geq 4$
- c) Fondation profonde $H/B \geq 10$

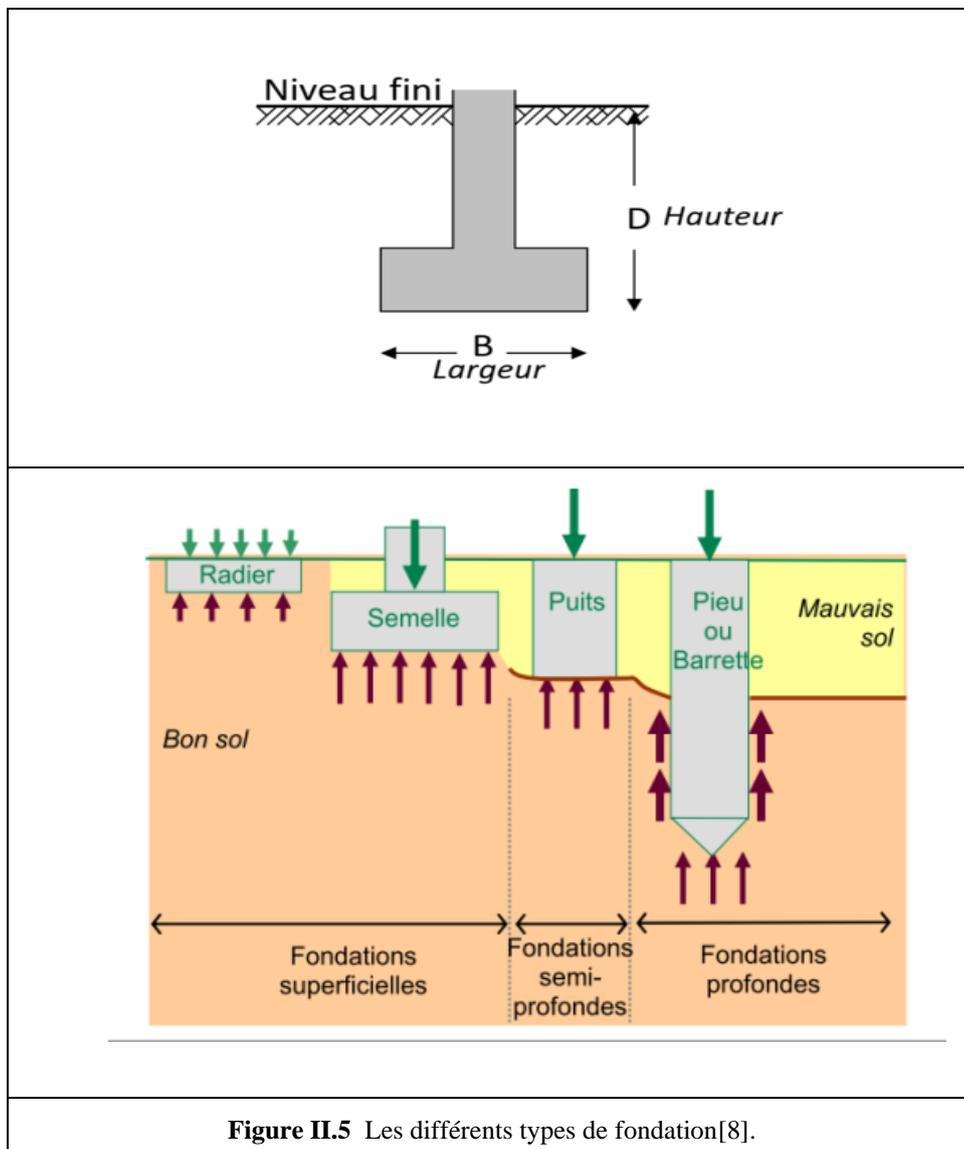


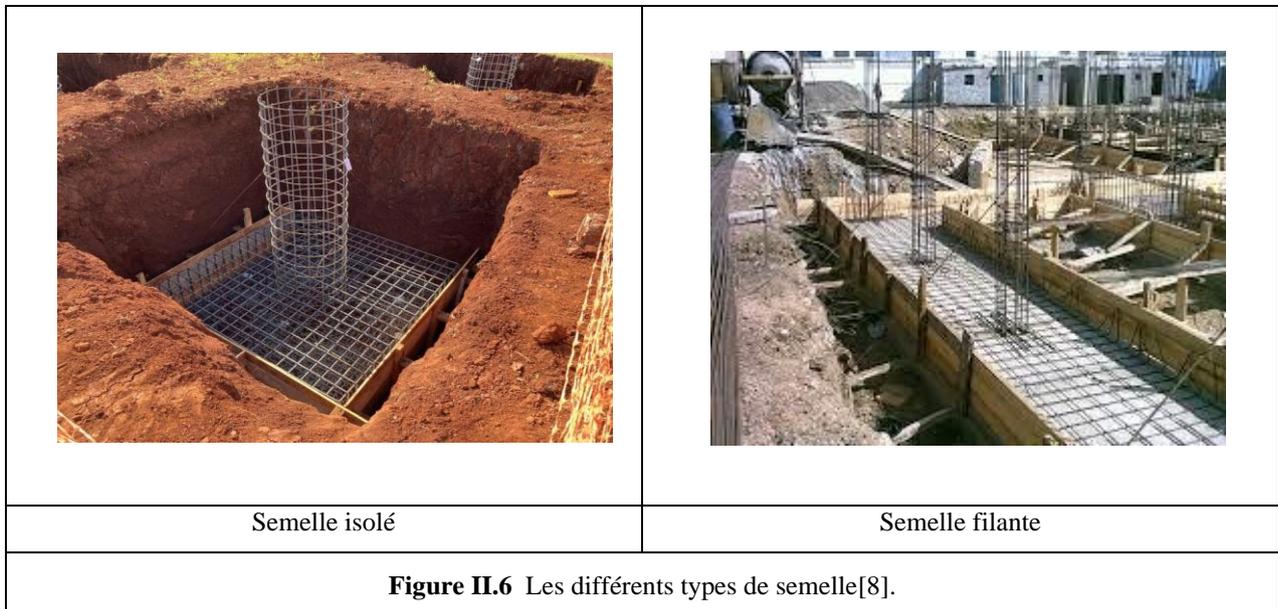
Figure II.5 Les différents types de fondation[8].

3.3.1-Fondation superficielle

Une fondation superficielle est un type de fondation qui peut être construite sur un sol bien soutenu. Cela signifie que la charge du bâtiment peut être absorbée en minimisant le tassement. En raison de leur facilité de construction et de leur faible coût, ces types de fondations font partie des structures les plus couramment utilisées.

Il existe deux types de fondations superficielles:

- a) Semelle isolée : souvent représentent les fondations sous les poteaux
- b) Semelles filantes : se sont les fondations des murs, surtout les murs en parpaings et les voiles. Les semelles filantes servent à répartir les charges sur une plus grande surface afin que l'ouvrage ne s'enfonce pas dans le sol.



A. Type de semelle isolée

Les semelles isolées sont un type de fondation qui peut être construite sur un sol bien soutenu. Cela signifie que la charge du bâtiment peut être absorbée en minimisant le tassement.

En raison de leur facilité de construction et de leur faible coût, les semelles isolées font partie des structures les plus couramment utilisées.

IL existe quatre types de forme des semelles isolées

Carrée, rectangulaire forme trapézoïdale et cylindrique

Les critères de sélection sont technico-économiques : La charge et l'emplacement de la fondation ; Terrassements et propriétés du sol (argile ou roche) , si le coffrage a été réalisé ou non ; L'acier est facile à former ; Quantité et facilité de mise en place du béton.

B. Exécution

1-La pose de béton de propreté

Comme son nom l'indique le béton de propreté est un béton maigre que l'on étale sur le sol ou en fond de fouille pour constituer une surface propre non terreuse, sur laquelle on pourra mettre en place un béton de fondation son épaisseur environ 10 cm, son rôle principal est

- Obtenir une surface de travail propre et plane.
- Protéger les armatures éventuelles.

2-La pose du ferrailage horizontale

C'est une nappe (intersection des armatures) avec un espacement varie entre 10 et 15 cm, la liaison faite par un fil d'attache. Cette nappe est surmontée du béton de propreté avec une distance de 2.5 cm à l'aide des calles.

3-La pose du ferrailage vertical

Elle représente l'armature des avants poteaux, qui sera relié directement avec la nappe. Cette liaison est renforcée par des équerres de liaison.

4-Le coffrage

Cette étape est réalisé à l'aide d'un coffrage en bois ou métallique cette étape est très importante, il doit être contrôlé avant la mise en œuvre du béton pour avoir les formes et les dimensions souhaitées. Avant le coulage du béton le bureau d'étude charge du suivie doit s'assuré que :

- Le réglage du panneau est conforme au plan.
- Les tiges de serrage sont en place.
- Les contreventements sont en place.
- Les trous et les blessures sont mastiqués.
- Les panneaux sont pulvérisés d'un produit de décoffrage.
- Les panneaux sont solidement fixés.
- Les calles à béton sont en place (enrobage).

5- Le coulage

Le coulage du béton armé dosé à 350 kg/m^3 avec une vibration appliqué sur le coffrage.

6-Le décoffrage

Opération consistant à enlever le coffrage d'un ouvrage en béton, elle peut se faire dès le lendemain. Mais il faut que la température soit élevée. Si vous n'êtes pas sûr du temps d'attente, vous pouvez patienter pour une période allant de 3 à 4 jours.

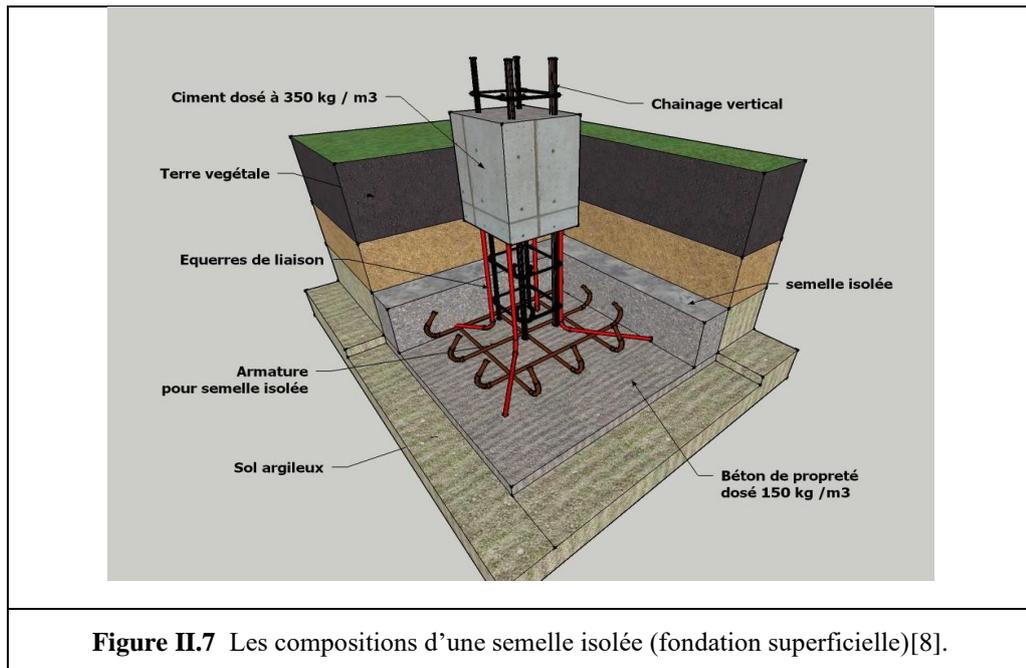


Figure II.7 Les compositions d'une semelle isolée (fondation superficielle)[8].

3.3.2-Fondations semi profondes

On appelle fondation semi profondes toute les fondations l'encastrement dans le sol excède quatre fois la largeur de la semelle.

On opte pour ce mode de fondation, lorsque les charges à transmettre au sol sont très importantes et lorsque le terrain en surface est de mauvaise portance.

Les fondations semi profondes sont surtout utilisées pour les ouvrages importants supportant de fortes charges : bâtiment industriel, ouvrage d'art...

- a) Fondation sur puits : ce sont des piliers en gros béton sollicité en tête par des semelles isolés armées, destiné à répartir les charges que le puits transmettras au sol, chaque puits est relié à l'autre par une longrine en béton armé.

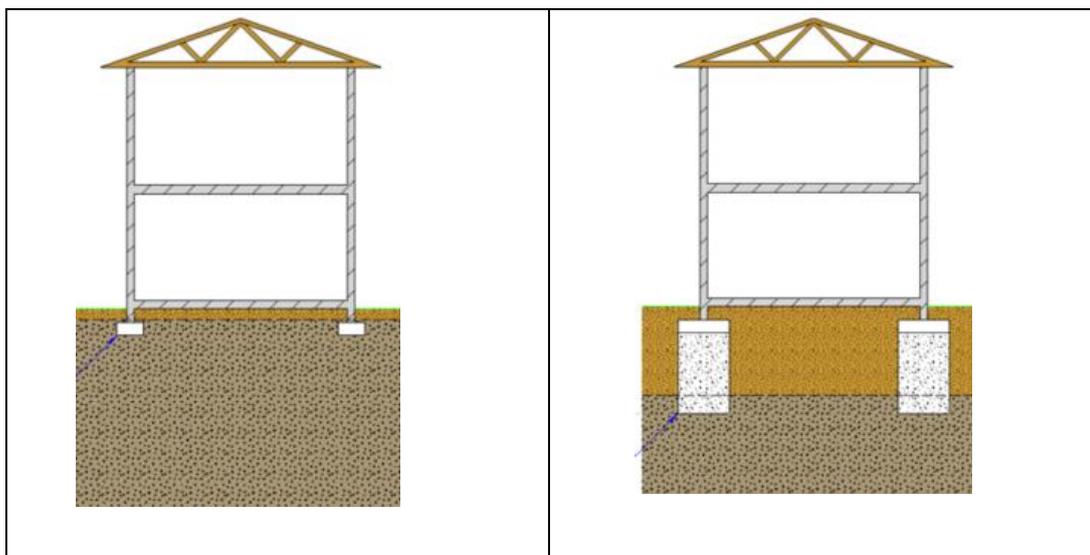


Figure II.8 Fondation superficielle et Fondation semi profonde[8]

3.3.3-Fondations profondes

On appelle fondations profondes toutes fondation ou l'encastrement dans le sol H supérieur ou égale à 10 fois la largeur, elle est exécuté sous forme de pieu.

Le pieu transmet les charges sur un bon sol très profond, recouvert de couches très compressibles. Il permet de fonder des constructions lourdes avec le minimum de terrassement et de traverser des couches de mauvais terrains même gorgées d'eau.

La fondation sur pieux convient à toutes les super structures quelle que soit leur conception et la manière dont les charges sont descendues : concentrées, uniformément répartis ou non.

Il nécessaire d'adapter la disposition des pieux au mode de liaison nécessaire afin d'assurer la rigidité de l'ouvrage.

- Pieux alignés par poutre continue sous murs porteurs.
- Pieux groupés coiffés de semelle armées et chaînées sous bâtiment oassaturé.
- Pieux flottants régulièrement dispersées supportant un véritable radier de répartition uniforme des charges sur très mauvais terrain.

La résistance à l'enfoncement d'un pieu dépend du terrain traversé, on distingue :

- Les pieux résistant à l'enfoncement uniquement par le frottement contre le terrain traversé (pieux flottants).
- Les pieux résistants à l'enfoncement par la rencontre d'un terrain d'assise, s'opposant à la pénétration (l'effet de pointe).
- Les pieux résistants à l'enfoncement par frottement latéral et par effet de pointe (le cas le plus fréquent).

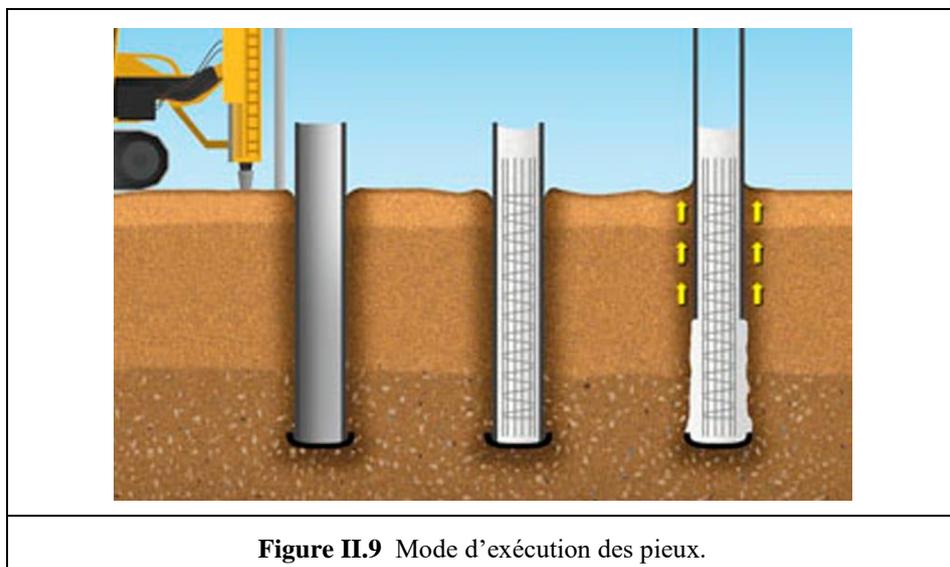


Figure II.9 Mode d'exécution des pieux.

Chapitre III. Superstructure : gros œuvre en béton armé.

1. Introduction

Ce chapitre nous permettra d'étudier les éléments de gros œuvre réalisé en béton armé (les poteaux, poutres, les planchers et les escaliers).

1.1-Définition du béton

Le béton est un matériau de construction par excellence qui résiste aux efforts de compression. Il est obtenu à partir d'un bon mélange approprié (dosage) de liant (**ciment**), granulats (**gravier** et **sable**) et l'eau. On peut faire des ajouts d'**adjuvant** juste pour donner des propriétés au béton.

Le béton utilisé sur notre chantier est un béton prêt à l'emploi c'est-à-dire fabriqué depuis la centrale à béton situé à quelques mètres puis transporté par des camions malaxeurs jusqu'au lieu voulu pour le coulage.

- a) **Le sable** : il doit être propre (dépourvu de terre, d'argile et de matières organiques). Il peut être naturel ou artificiel.
- b) **Le gravier** : il est en provenance de carrière, leur diamètre varie selon la destination du béton, on a les graviers 3/8, 8/15 et 15/25. Il doit être arrosé avant utilisation en raison des poussières qui restent en surface pendant le concassage.
- c) **Le ciment** : c'est le liant qui sert de colle (après adduction d'eau) entre les granulats. On peut trouver par exemple le ciment portland artificiel (C.P.A) et le ciment portland composé (CPJ), son choix se fait selon la demande.
- d) **L'eau** : c'est le fluide permettant aux poudres de ciment de devenir un col. Elle doit être propre (l'utilisation de l'eau de mer est interdite car elle contient du Chlorure de Sodium)
- e) **Les adjuvants** : ils sont des produits ajoutés au béton pour améliorer ses propriétés. On peut trouver les accélérateurs de prise et les retardateurs de prise ; ils sont utilisés selon le besoin.

Dosage du béton sur notre chantier :

Ciment CPJ 42.5: 350kg/m³ ou 400kg/m³

1.2-Affaissement du béton

Le béton est dit frais lorsqu'il n'a pas entamé son processus de prise et de durcissement. Le béton frais a la capacité de se déformer et de s'écouler ; ce qui permet de le transporter ou de le pomper et de remplir les moules ou les coffrages.

L'ouvrabilité du béton est un facteur important, elle conditionne la facilité de mise en place du béton dans le coffrage et influe sur le dosage en ciment et en eau dans le béton.

La mesure de l'affaissement Cet essai appelé aussi cône d'Abrams permet de vérifier si l'ouvrabilité du béton est conforme a l'ouvrabilité souhaitée.

Il existe 4 classes de consistance, en fonction de l'affaissement mesuré :

- S1 (ferme) : affaissement entre 10 et 40 mm.
- S2 (plastique) : affaissement entre 50 et 90 mm.
- S3 (très plastique) : affaissement entre 100 et 150 mm.
- S4 (fluide) : affaissement entre 160 et 210 mm.
- S5 (très fluide) : affaissement ≥ 220 mm.

Le dosage en eau est diminué pour un affaissement trop fort, ce dosage est majoré pour un affaissement trop faible.

1.2-Aciers utilisés pour le béton armé

On distingue les aciers utilisés en béton tels que :

- a) Les ronds lisses
- b) Les armatures à haute adhérence
- c) Les treillis soudés

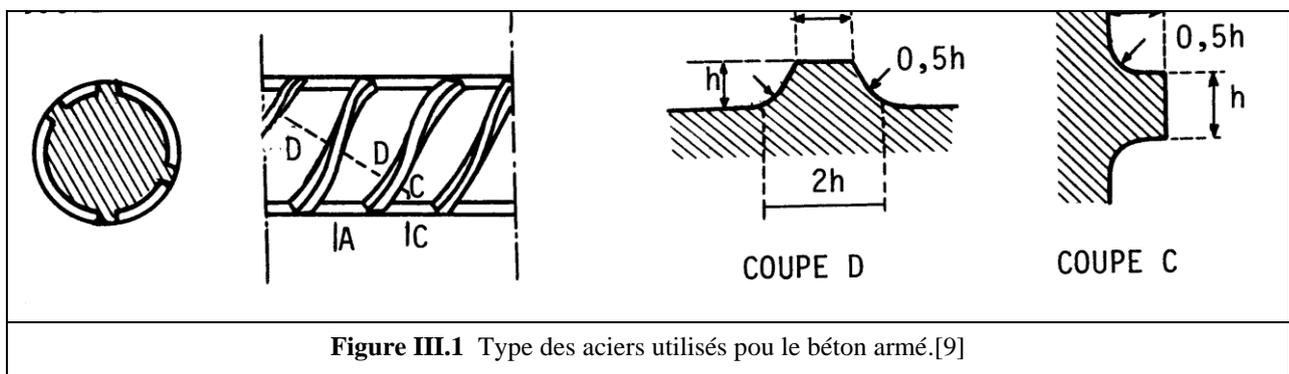
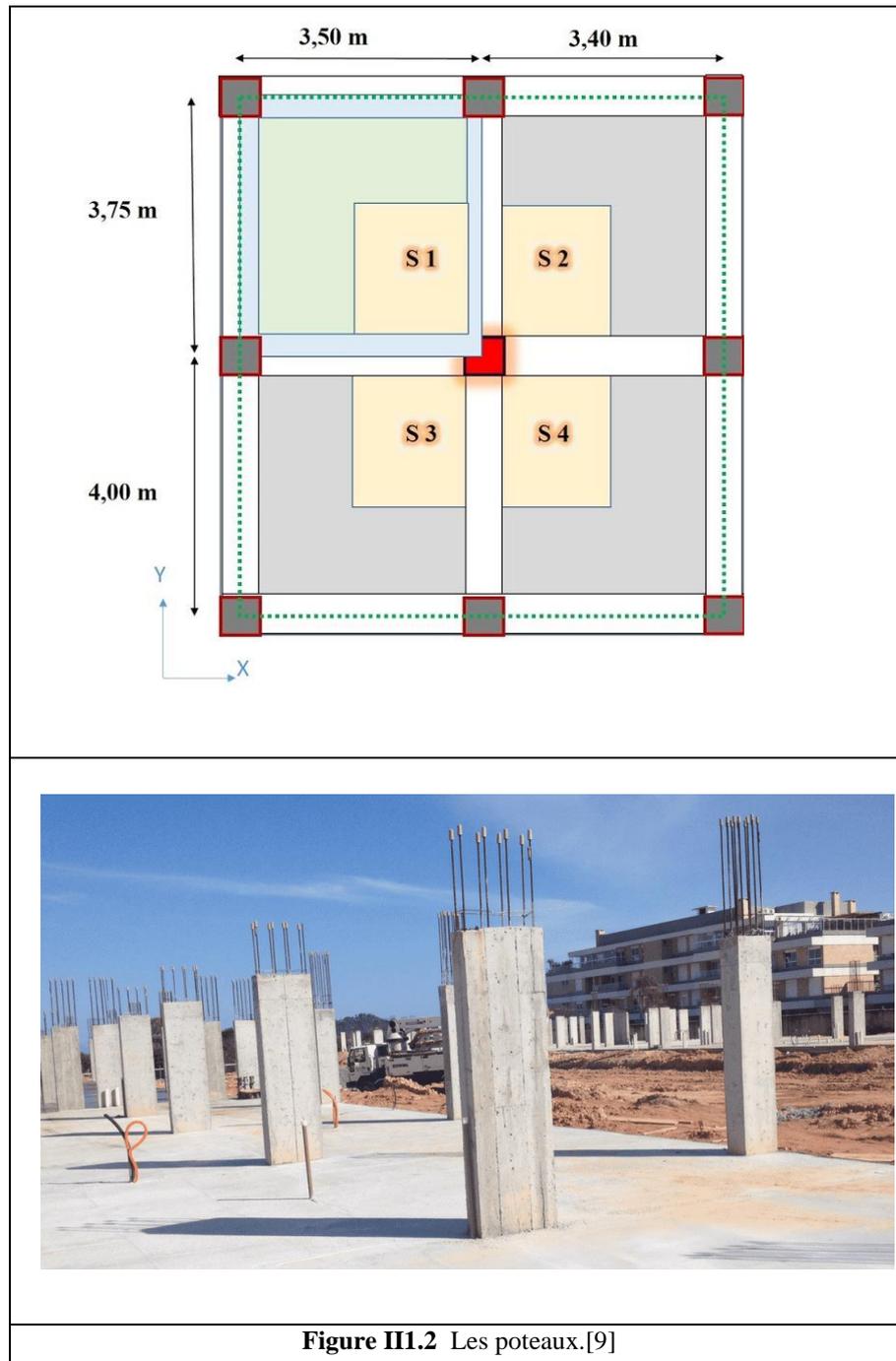


Figure III.1 Type des aciers utilisés pour le béton armé.[9]

2-Les poteaux

2.1-Définition

Ce sont des éléments porteurs verticaux en béton avec armature incorporée, ils constituent des points d'appuis pour transmettre les charges aux fondations, suivant leurs emplacement dans la construction, ils sont appelés poteau d'angle, poteau de rive ou de façade, poteau intérieur.



2.2-Pré-dimensionnement

La section transversale des poteaux se calcule d'après la formule suivante :

$$s\acute{e}ction (cm^2) \gg Q \text{ charge } \frac{totale(Kg)}{\rho \text{ béton } \left(\frac{Kg}{cm^2}\right)}$$

Après calculé la section transversale du poteau, on détermine les dimensions de cette section tout en respectant les conditions de flambement suivantes :

$$\lambda (l'élancement) = \frac{L_f}{i} < 50 \quad \text{Où } i = \frac{\sqrt{I}}{S}$$

i Le rayon d'inertie ou de giration

I Le moment d'inertie

L_f la longueur de flambement, elle est évaluée en fonction de la hauteur H du poteau

2.3-Quelques pathologies pour les poteaux

A. -Ségrégation du béton

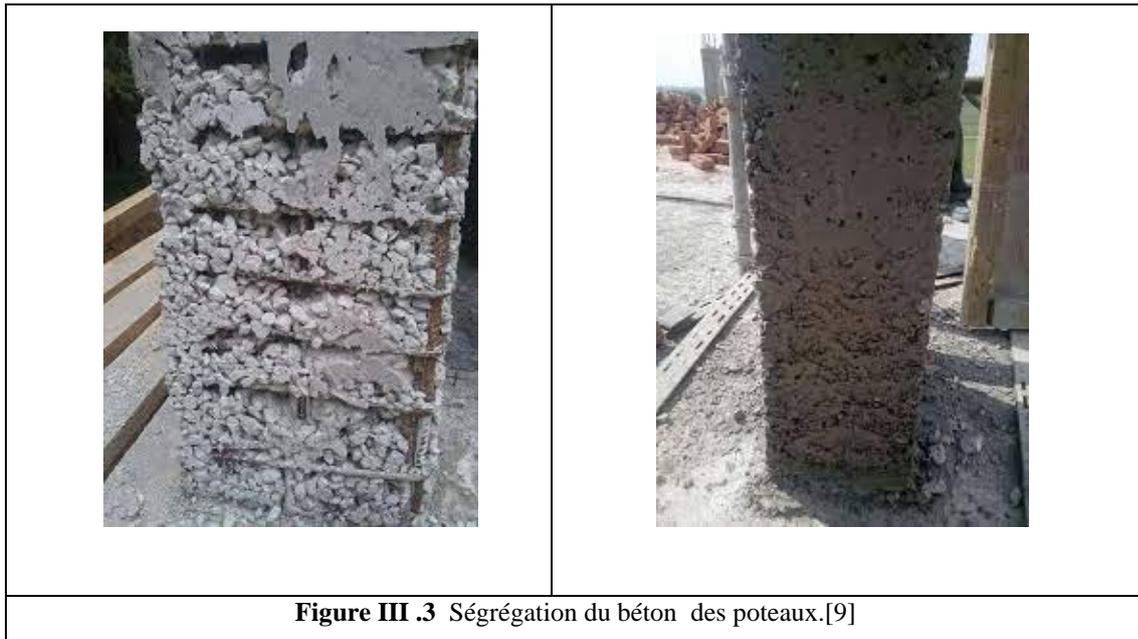
La ségrégation du béton se traduit par une séparation des gros granulats et de la pâte cimentaire et par un mouvement relatif des grains entre eux. Les gros granulats ont tendance à aller vers le bas sous l'effet de leur propre poids et les plus petits à monter. Il en résulte une hétérogénéité du volume de béton.

Facteurs aggravants

- a) L'excès d'eau dans le béton favorise la ségrégation.
- b) Une vibration mal adaptée à la géométrie de l'ouvrage ainsi que le manque ou l'excès de vibration génère un risque accru de ségrégation.

Pour lutter contre la ségrégation il convient :

- a) de maintenir l'agitation du béton pendant le transport.
- b) d'optimiser la formulation du béton.
- c) dosage suffisant en ciment et fines.
- d) maîtrise de la quantité d'eau de gâchage.
- e) de vibrer correctement le béton.

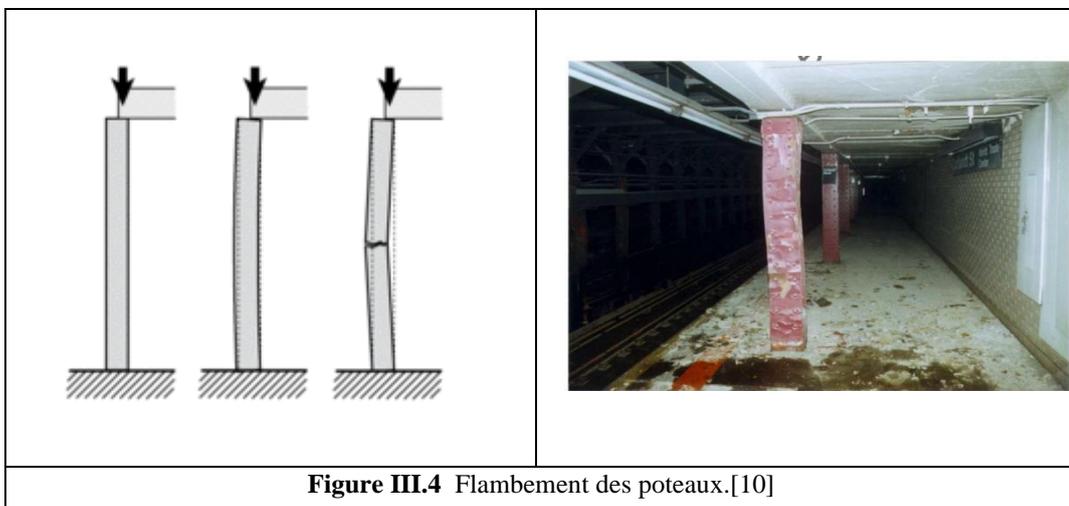


B. le flambement des poteaux

C'est un phénomène d'instabilité élastique se traduisant par le fléchissement d'un poteau (apparition d'un moment de flexion parasite).

On peut définir le flambement aussi comme mode de défaillance des éléments structuraux sous contrainte de compression, entraînant une déviation latérale soudaine. Les poteaux sont généralement vérifiés pour le flambement car les forces de compression ou axiales sont responsables du flambement et elles sont courantes dans les poteaux plutôt que dans les poutres

Il est noté que le flambement n'apparaît pas directement après l'application de la charge, mais se produit dès que la charge axiale appliquée devient supérieure à une certaine valeur que l'on appelle charge critique de flambement.



2.4-Armature des poteaux

Le calcul des armatures fait partie du contenu du cours de structure, Les poteaux en béton armé comportent deux types de ferrillages :

Les aciers verticaux aident le béton en compression et s'opposent au moment de flexion dans les zones tendues.

Les aciers transversaux participent à la résistance du poteau et l'empêchent le béton de s'éclater latéralement.

L'enrobage minimal est au moins égal : à 3 cm pour les parements exposés aux intempéries, à 4 cm pour les poteaux enterrés, à 5 cm pour les poteaux réalisés dans l'eau.

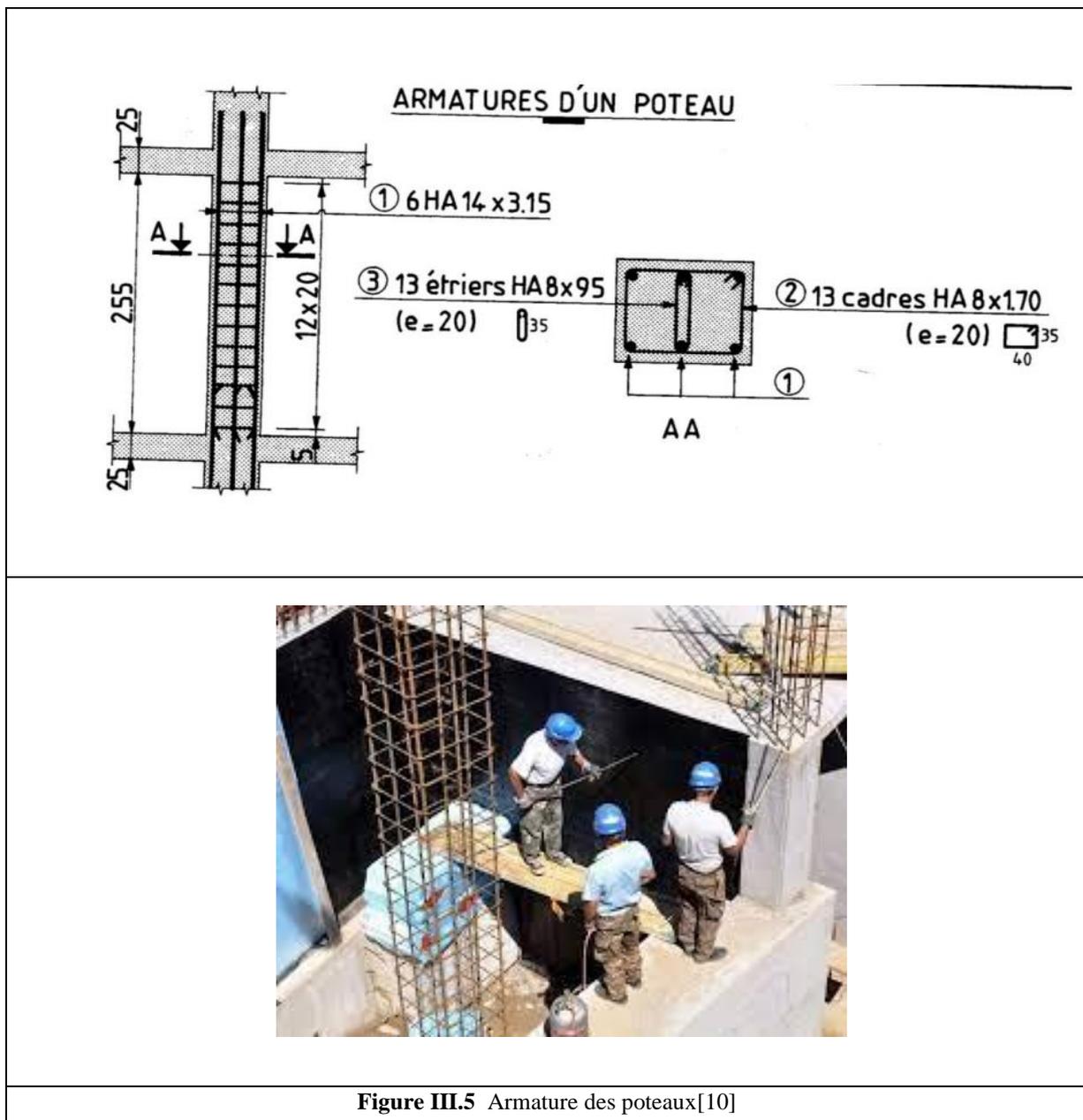
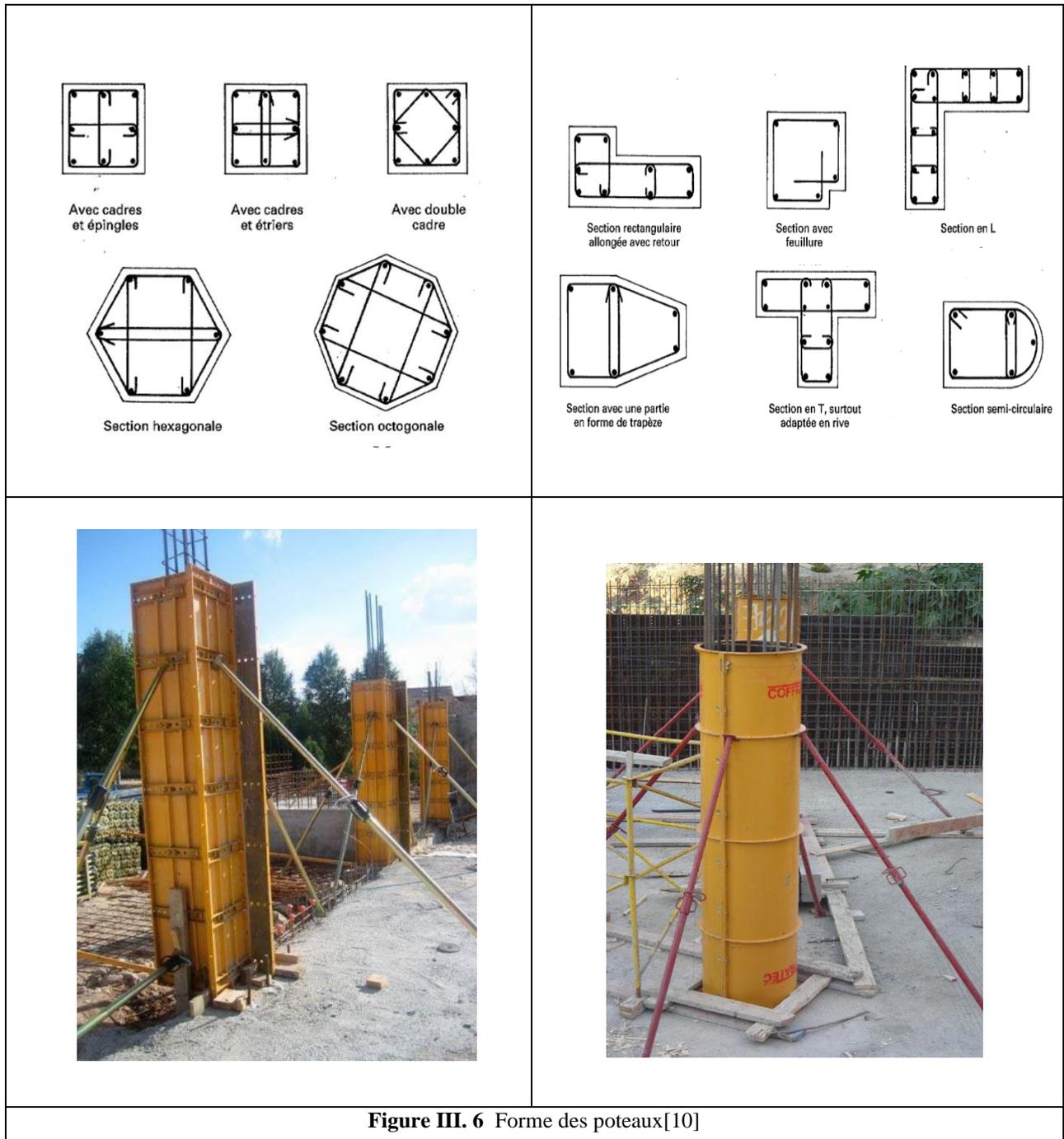


Figure III.5 Armature des poteaux[10]

2.5-La forme des poteaux

La forme est l'un des aspects les plus attrayants du béton armé ,réside dans la possibilité de diversifier la forme des poteaux et des colonnes ,il existe plusieurs section des poteaux : Carré ,réctangle,hexagonale,octogonale,circulaire et semi circulaire...



3-Les poutres

3.1-Définition

Ce sont des éléments porteurs horizontaux en béton avec armature incorporée, elles transmettent les charges aux poteaux, suivant leurs emplacement dans la construction, elles sont appelées poutre de rive, poutre de refond.

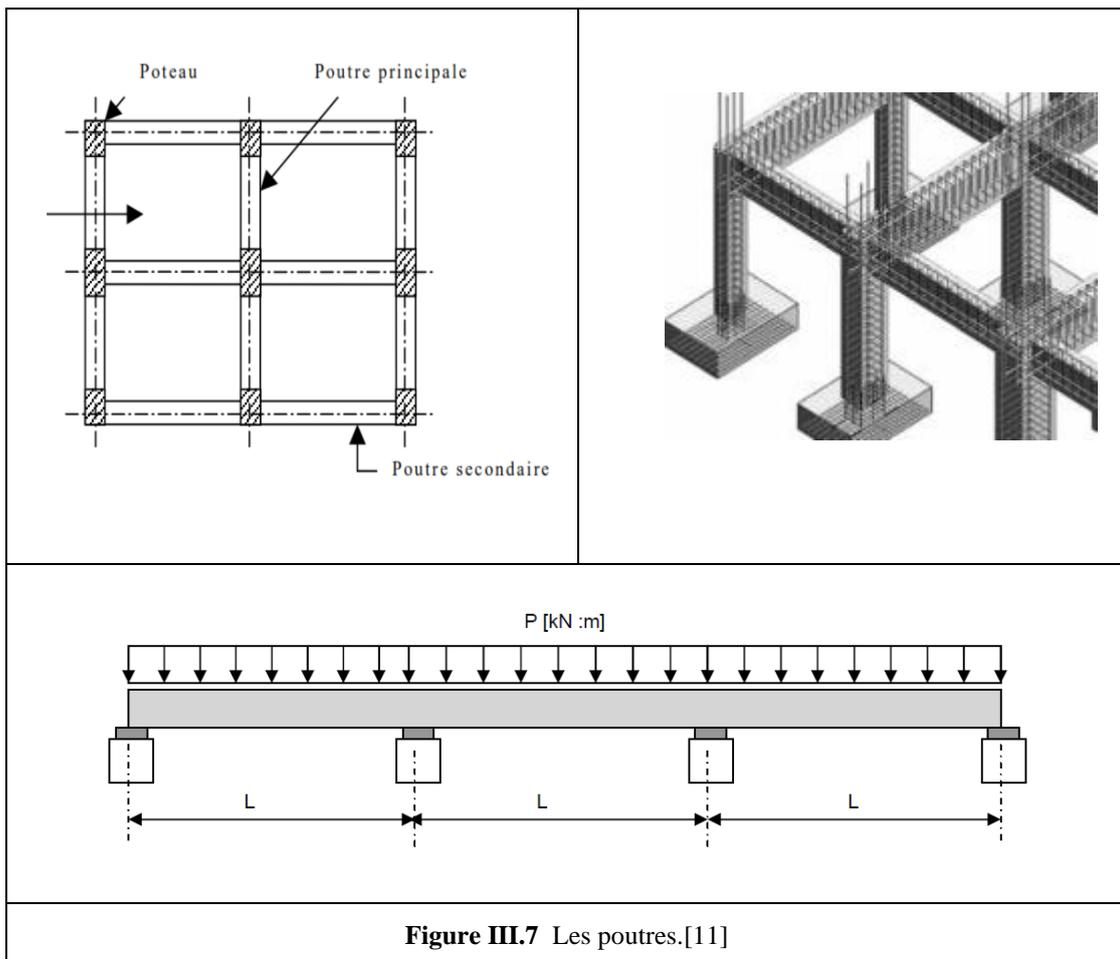


Figure III.7 Les poutres.[11]

3.2-Le pré dimensionnement

La section transversale de la poutre en béton armé est donnée suivant l'équation suivante :

$$ht \text{ (la retombée)} = \frac{1}{12} \text{ à } 1 \text{ de } L \text{ (la portée)}$$

$$b \text{ (la largeur)} = \frac{1}{5} \text{ à } \frac{1}{2} \text{ de la } ht \text{ (retombée)}$$

Les conditions des règles parasismiques

$$b \geq 25 \text{ cm} \quad ht \geq 30 \text{ cm} \quad \frac{ht}{b} \ll 3 \quad b_{\text{max}} = 1.5 ht + b1$$

3.3-Armature des poutres

Sous l'effet des charges, la poutre est soumise :

- A une déflexion due au moment fléchissant qui provoque une compression en haut et une traction en bas.
- A un cisaillement oblique dû à l'effort tranchant (actions verticales de sens contraires)

Les armatures améliorent de la résistance du béton aux contraintes de traction et de flexion

($R_c = 20 \times R_t$).

Les armatures sont placées dans la poutre en fonction de ces efforts, ainsi la zone inférieure de la poutre est tendue, les aciers principaux sont placés dans cette zone pour équilibrer les efforts de traction.

Le béton équilibre les efforts de compression dans la zone supérieure, où on place des aciers de répartition (de montage).

Les cadres sont placés transversalement pour empêcher les fissures dues au cisaillement.

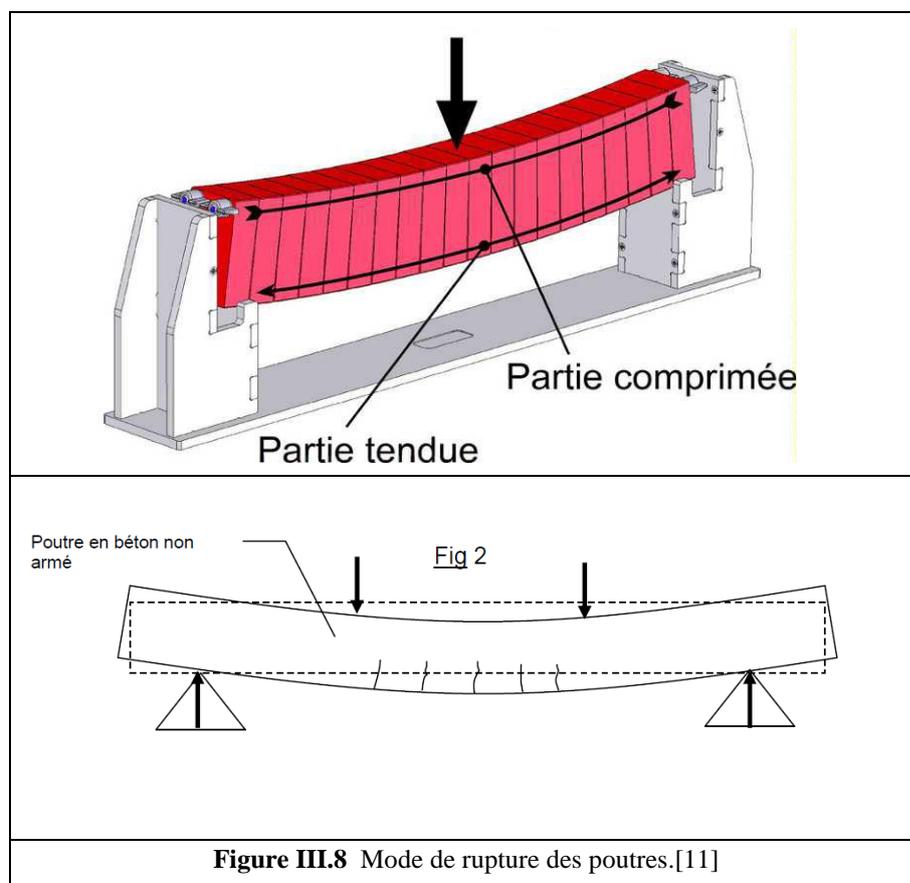


Figure III.8 Mode de rupture des poutres.[11]

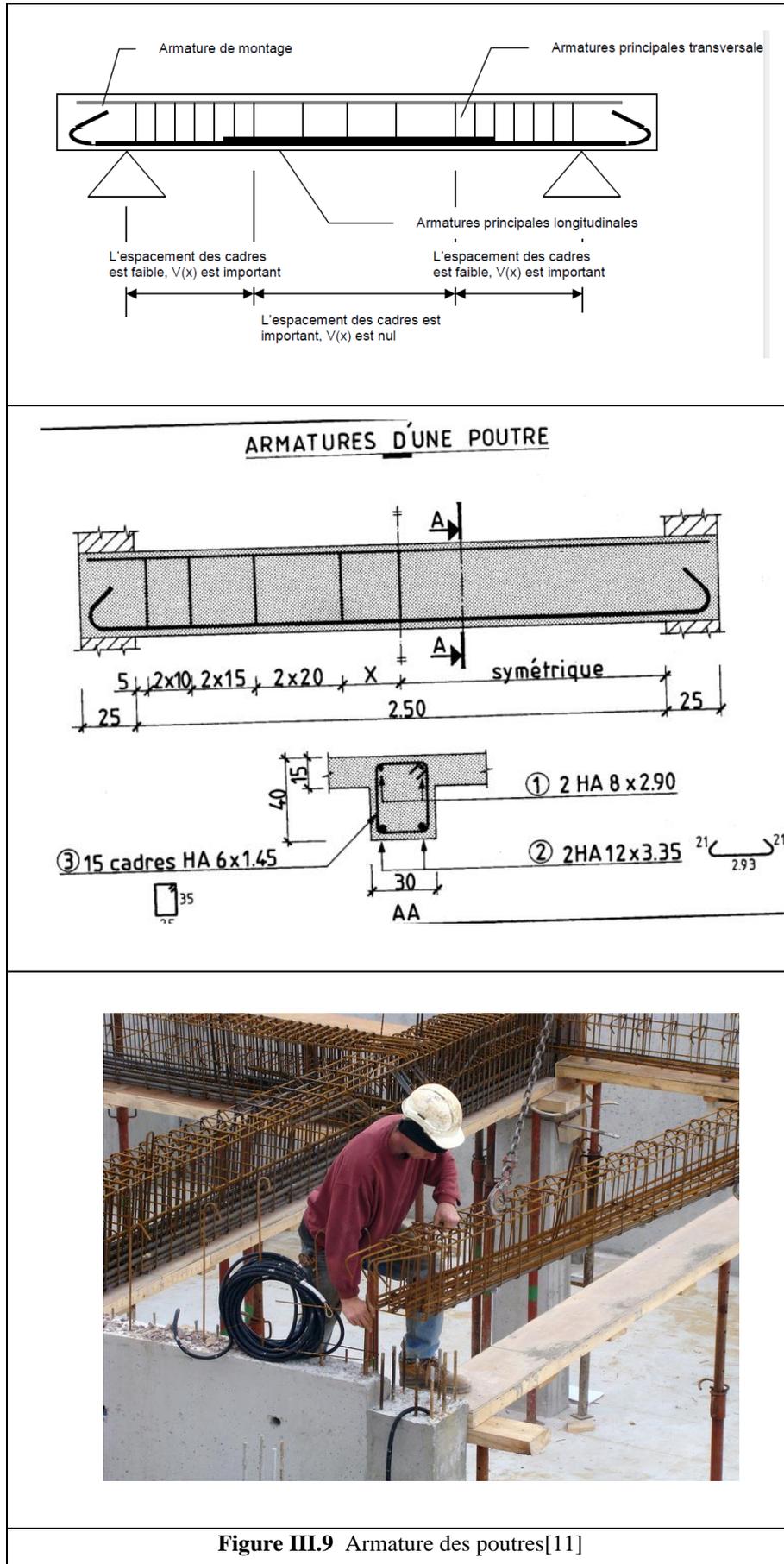


Figure III.9 Armature des poutres[11]

4-Les planchers

4.1-Définition

le plancher est une aire horizontale du bâtiment, séparant deux niveaux, C'est un élément structurel de gros œuvre assez épais.

Il est capable de supporter des charges (plancher sur vide sanitaire, planchers intermédiaires, plancher de toiture terrasse)

Généralement, le plancher est constitué de 3 parties distinctes qui sont : le revêtement, la partie portante et le plafond.

Fonction principal

- Porter les charges et les surcharges du bâtiment.
- Assurer l'isolation thermique et phonique entre les différents niveaux.
- Participer à la résistance des murs et des ossatures aux efforts horizontaux
- Assurer l'étanchéité dans les salles d'eau.

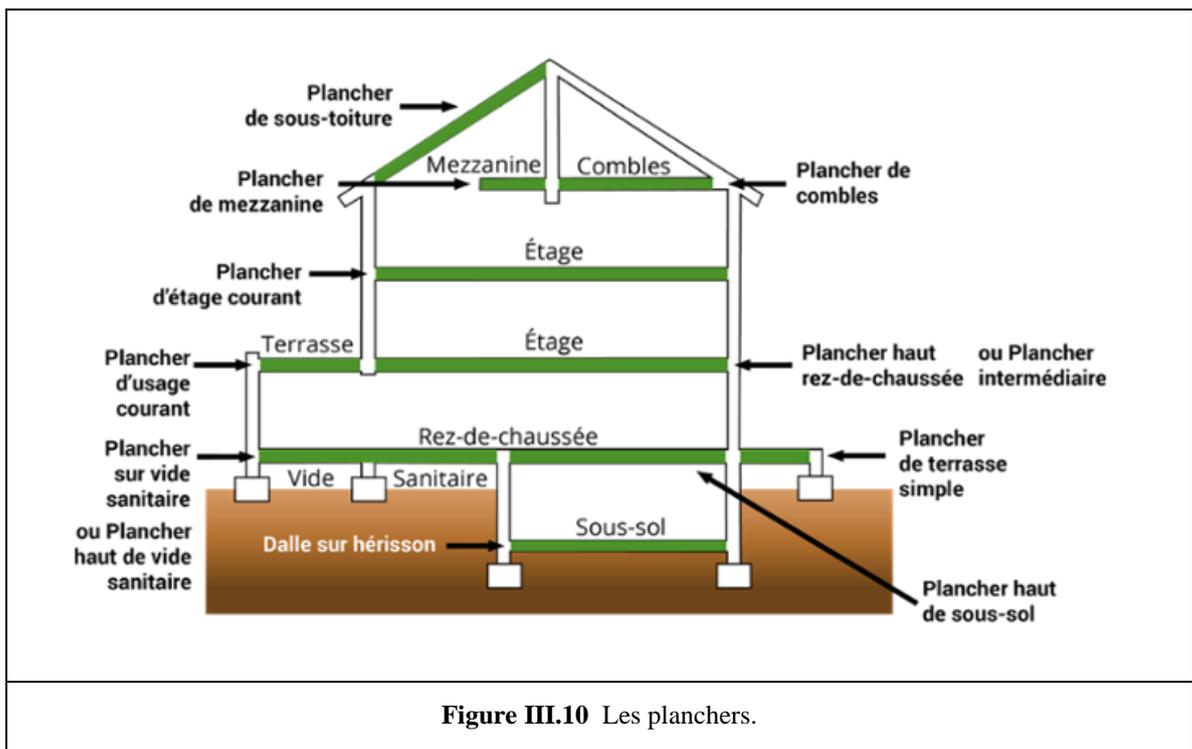


Figure III.10 Les planchers.

4.2-Différent type de plancher en béton armé

a)-Dalle pleine en béton armé

La dalle pleine, appelée aussi « dalle massive » est une plaque dont l'épaisseur est petite par rapport à ses autres dimensions, son épaisseur H varie de 1/10 à 1/35 de la grande portée L,

dans les bâtiments courants, elle varie entre 12 cm et 18 cm, dans les bâtiments industriels, cette épaisseur est souvent dépassée les 20 cm.

La dalle pleine travaille dans les deux sens, ce type de plancher est très courant car, il permet une grande souplesse dans les formes ainsi il permet d'avoir de grandes portées.

La dalle pleine travaille nécessite un coffrage sur toute sa surface, ce qui provoque une consommation importante de bois qui présente un désavantage.

Les portées courantes de ces dalles L sont de 6 à 8 m, ces dalles portent sur un réseau de poutres secondaires et de poutres principales perpendiculaires aux précédentes et leurs transmettent les différentes charges et surcharges.

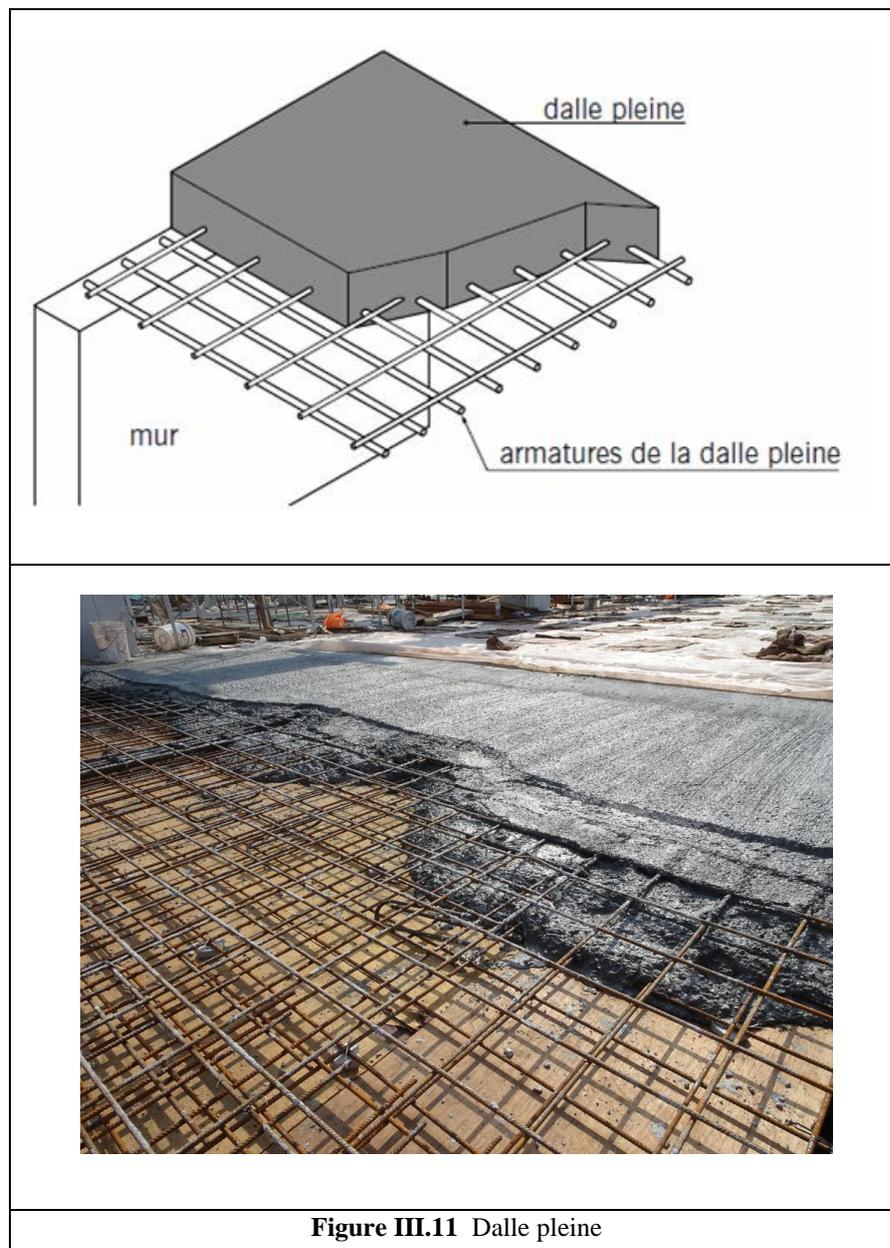


Figure III.11 Dalle pleine

b)-Dalle nervurée

Il s'agit d'une dalle plus légère que la dalle pleine, c'est un plancher constitué par une dalle générale d'épaisseur relativement faible et qui varie entre 4 cm et 10 cm et par des poutrelles rapprochées, la distance entre les axes de ces poutrelles (L) varie de 50 à 80 cm et une retombée H de 1/25 de la portée (L)

La hauteur totale H (nervure +dalle) varie de 25 cm à 35 cm.

La dalle nervurée est indiquée pour couvrir des locaux de forme allongée, Elle porte dans un seul sens, lorsque la portée L dépasse 4 m, il est nécessaire de prévoir une ou plusieurs nervures transversales de raidisseur afin de solidariser les autres nervures, ce type de dalle offre moins de souplesse d'utilisation que la dalle pleine.

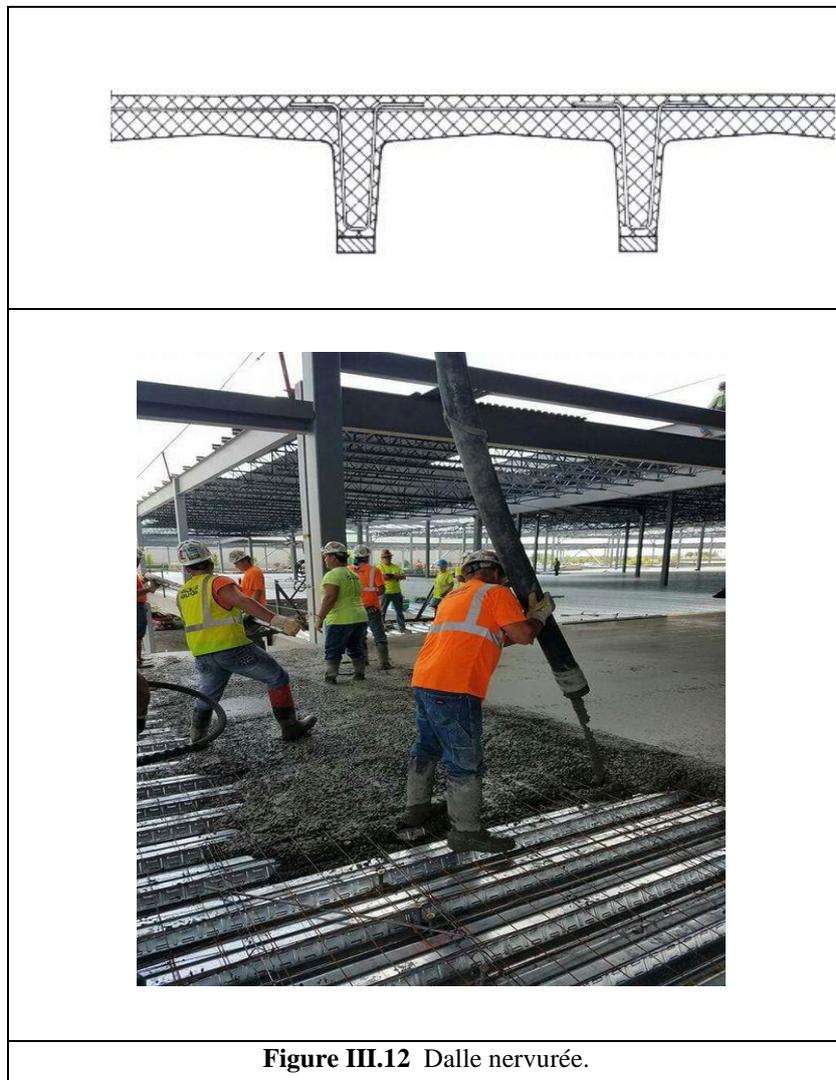


Figure III.12 Dalle nervurée.

c)-Dalle à hourdis

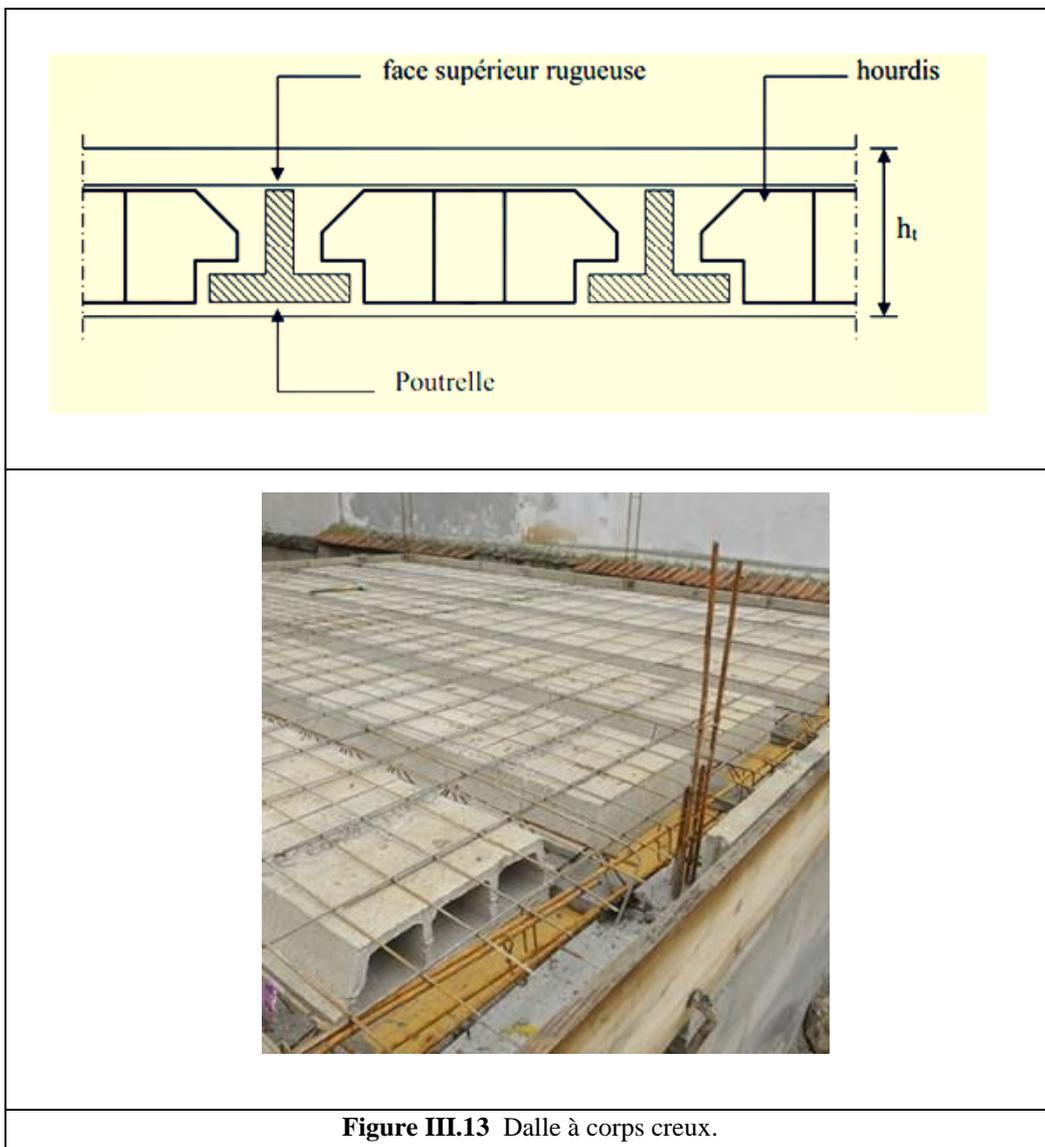
Cette solution, très souvent employée dans les bâtiments d'habitation consiste à utiliser des hourdis creux et des poutrelles en béton armé.

On pose à intervalles réguliers des poutrelles, ces dernières soit sont préfabriquées, soit seront coulé sur place avec le plancher.

On remplit l'intervalle avec des hourdis soit en brique ou de béton et récemment l'utilisation des hourdis fabriqués par le polystyrène.

Les parois latérales et supérieures des hourdis servent de coffrage aux poutrelles et à la dalle de compression en béton coulé sur toute la surface du plancher, la paroi inférieure sert de support à l'enduit de plafond en plâtre en mortier de ciment.

La dalle de compression est armée d'un simple quadrillage d'armatures constitué par une nappe de treillis soudé d'un espacement de 20 cm x 30 cm au maximum



4-Les escaliers

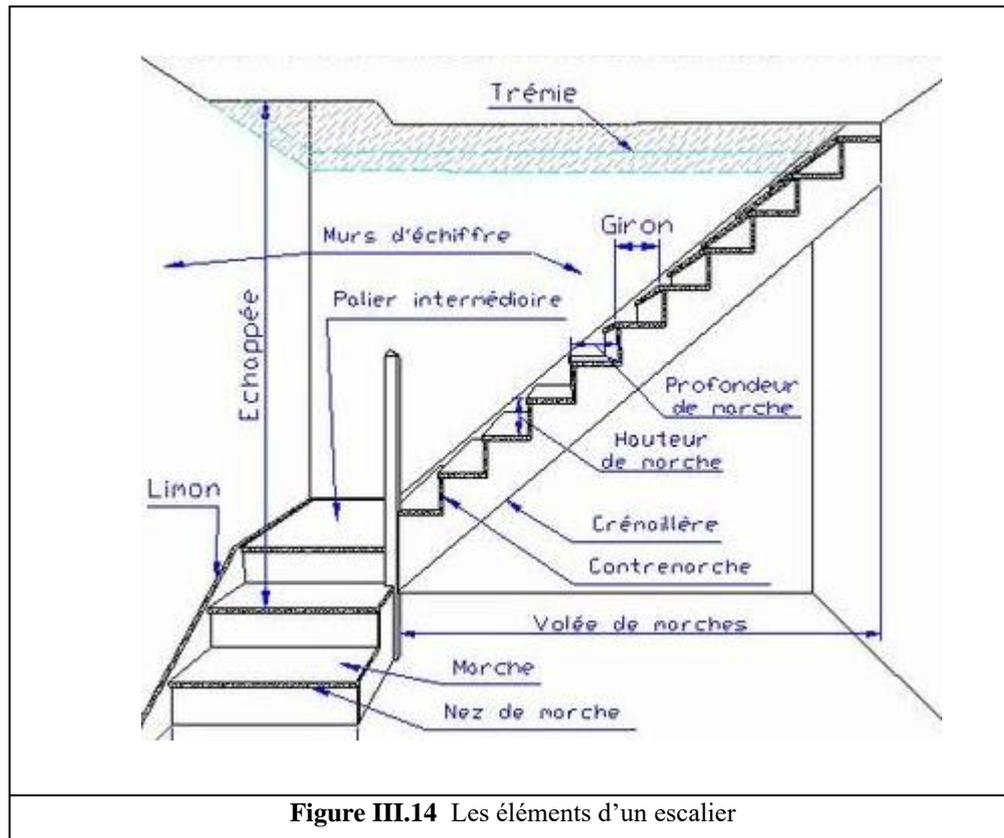
5.1-Définition

Les escaliers sont des éléments constitués d'une succession de gradins et permettant le passage à pied entre les différents niveaux d'un bâtiment.

5.2-Terminologie

La volée : c'est la partie d'escalier comportant une suite ininterrompue de marches égales et située entre deux paliers successifs, une volée ne doit pas comporter plus de 20 à 22 marches et moins de 3 marches

- a) Le palier : c'est la partie horizontale d'un escalier, permettre d'assurer l'accès à chaque niveau intermédiaire (palier d'arrivée) ou permettre une détente lors de la montée ou la descente (palier intermédiaire).
- b) La cage d'escalier : c'est l'emplacement à l'intérieur duquel se situe l'escalier, souvent la cage est le mur clôturant un escalier.
- c) L'échappée : c'est la hauteur libre minimale de passage entre le nez d'une marche et la face inférieure de l'escalier situé.
- d) Le jour : c'est la largeur en plan du vide entre deux volées parallèles.
- e) La paillasse : c'est la dalle en pente supportant les marches d'une volée.
- f) L'emmarchement : c'est la largeur utile d'une volée, elle est en fonction de la destination de l'escalier.
- g) Le nez de la marche : c'est l'arête la plus saillante de la moulure d'un astragale et la distance horizontale maximale entre cette arête et la contre marche.
- h) La marche : c'est la surface délimitée par la foulée et l'emmarchement.
- i) La contre marche : c'est la partie verticale prenant place entre deux marches
- j) La ligne de foulée : c'est la projection en plan du trajet suivi par une personne empruntant l'escalier, pour les escaliers dont la largeur de l'emmarchement n'excède pas 110 cm, la ligne de foulée se trouve au milieu de l'emmarchement, si l'escalier est plus large ,la ligne de foulée se dessine à 50 ou 55 cm du bord intérieur, cette distance est celle à laquelle circule une personne se tenant à la main courante.



5.3-Pré dimensionnement des éléments de l'escalier

a) -des emmarchements :

L'emmarchement est fonction de la destination de l'escalier et du nombre d'utilisateurs, On compte 60-65 cm par usagé, ainsi on admet les valeurs suivants

- 70 cm à 90 cm pour les escaliers de service.
- 100 cm pour escalier de caves.
- 90 cm à 120 cm pour escaliers de bâtiment a usage d'habitation.
- 120 cm à 200 cm pour escaliers de bâtiments publics.

b) l'échappée :

- Echappée minimale=200 cm (l'intérieur d'un logement).
- Echappée normale=220 cm (Entrée et cage d'escalier).
- Echappée exceptionnelle=185 cm (Cave, grenier...)

c) la marche et la contre marche :

Le rapport entre la hauteur et le giron (la foulée) a une grande importance, plus l'escalier est raide, plus il est fatigant à monter, mais moins il prend place en se développant dans l'espace : ce sont deux considérations contradictoires qu'il faut peser soigneusement.

Pour que l'escalier soit utilisable, les giron et la hauteur doivent se répéter avec un rythme accordé sur les pas d'un homme moyen (63 cm).

Formule de Rondelet :

2 hauteurs +1 giron =63 cm (par extension 60- 65 cm)

Donc $2h+G=63$ cm

Cette formule de base est insuffisante, car elle permet théoriquement de construire des escaliers inutilisables, on la complète par deux autres formules.

Formule de commodité : $G-h=12$ cm Formule de sécurité $G+h=46$ cm

d) Longueur du palier intermédiaire

Le calcul de la longueur de palier intermédiaire est également basé sur le pas d'un homme moyen, on applique la formule suivante :

La longueur du palier = 1 Giron +1 ou plusieurs pas donc $L=G+N.63$

e) La paillasse

L'inclinaison de la paillasse $\tan \alpha = \frac{h}{g}$

La longueur de la paillasse $L = \frac{h \times N \times c}{\sin \alpha}$

Epaisseur de la paillasse $\frac{l}{30} < ep < \frac{l}{20}$

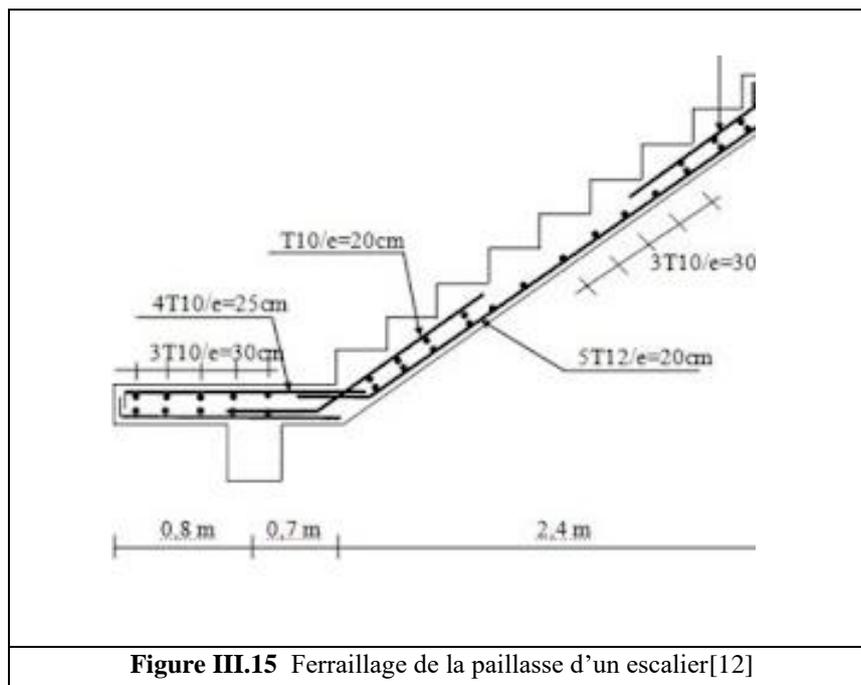
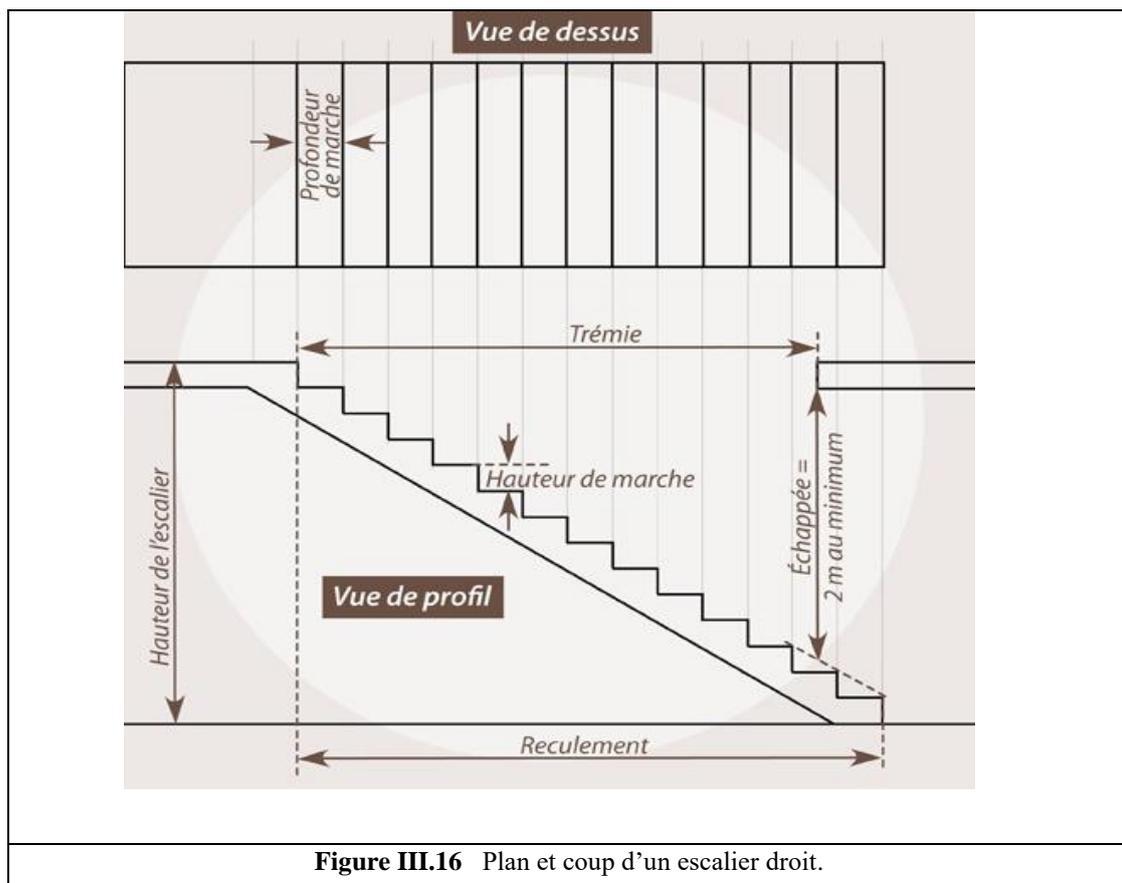


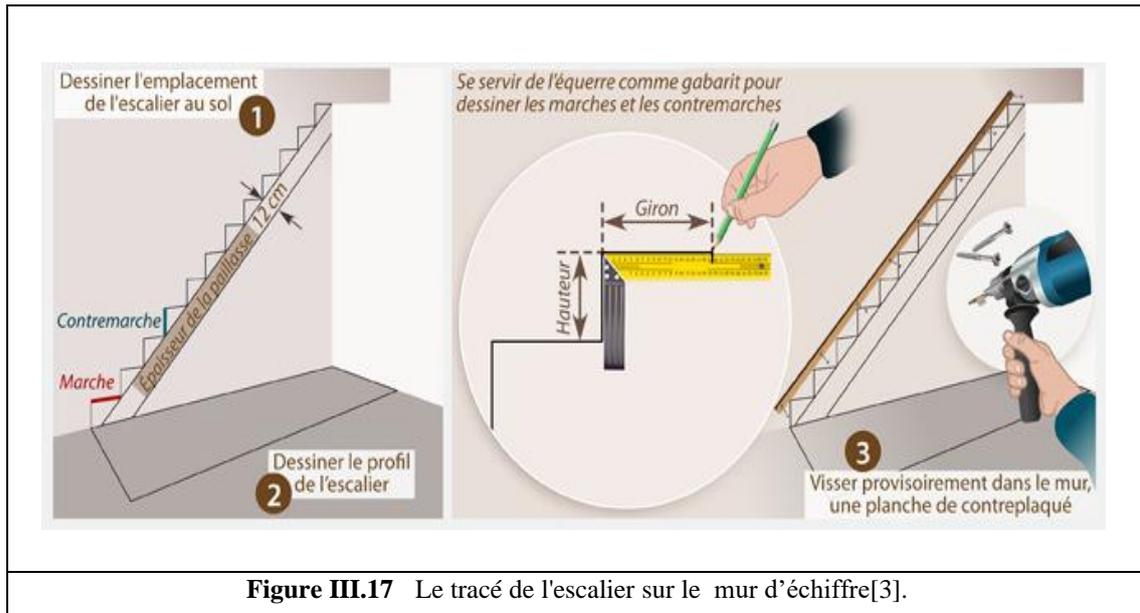
Figure III.15 Ferrailage de la paillasse d'un escalier[12]

5.4-Exemple de la construction d'un escalier droit

- a) -Faites un plan de votre escalier
- Mesurez la hauteur du sol à l'étage et le reculement maximal possible de l'escalier.
 - Déterminez la largeur de l'escalier selon la largeur de la trémie.
 - Calculez le nombre de marches en définissant leur hauteur et leur profondeur.
 - Assurez-vous que l'échappée soit toujours de 2 m au minimum.
 - Dessinez les plans de l'escalier, avec les cotes, manuellement ou avec un logiciel.

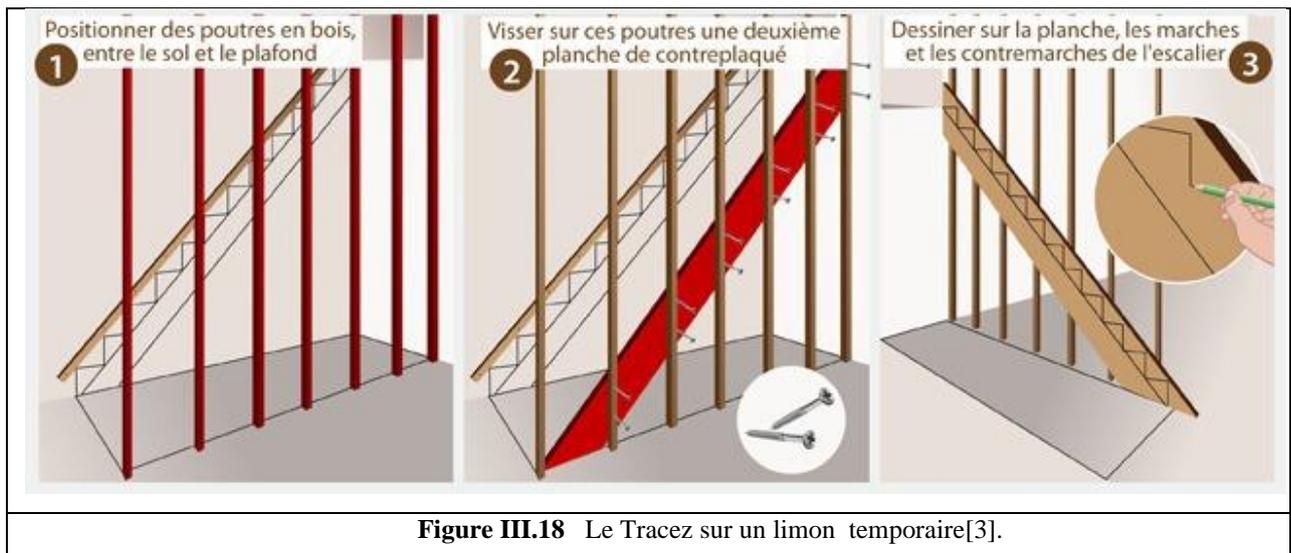


- b) -Faites le tracé de l'escalier au sol et côté mur d'échiffre
- Tracez la ligne qui forme le fond de l'escalier.
 - Tracez une ligne parallèle au-dessus de la ligne précédente. Cela correspond à l'épaisseur de la paillasse (le fond porteur, en pente, de l'escalier en béton). Celle-ci est en général d'environ 12 cm.
 - Dessinez les marches et les contremarches en vous alignant sur cette deuxième ligne



c) Tracez le deuxième côté avec un limon temporaire

- Positionnez des poutres en bois, entre le sol et le plafond, sur le côté extérieur de l'escalier.
- Vissez sur ces poutres une deuxième planche de contreplaqué (un limon provisoire). Elle forme le coffrage sur le côté ouvert de l'escalier.
- Dessinez de la même façon que précédemment, mais cette fois-ci sur la planche, les marches et les contremarches de l'escalier.



c) Fixez les contre marches

- De chaque côté de l'escalier, sur le limon provisoire ou sur les planches au-dessus du tracé,
- vissez des tasseaux le long des contremarches dessinées, en décalant de l'épaisseur d'une planche de coffrage.
- Découpez les planches de coffrage des contremarches aux dimensions prévues à l'aide de la scie sauteuse.
- Fixez les planches des contremarches sur les tasseaux.

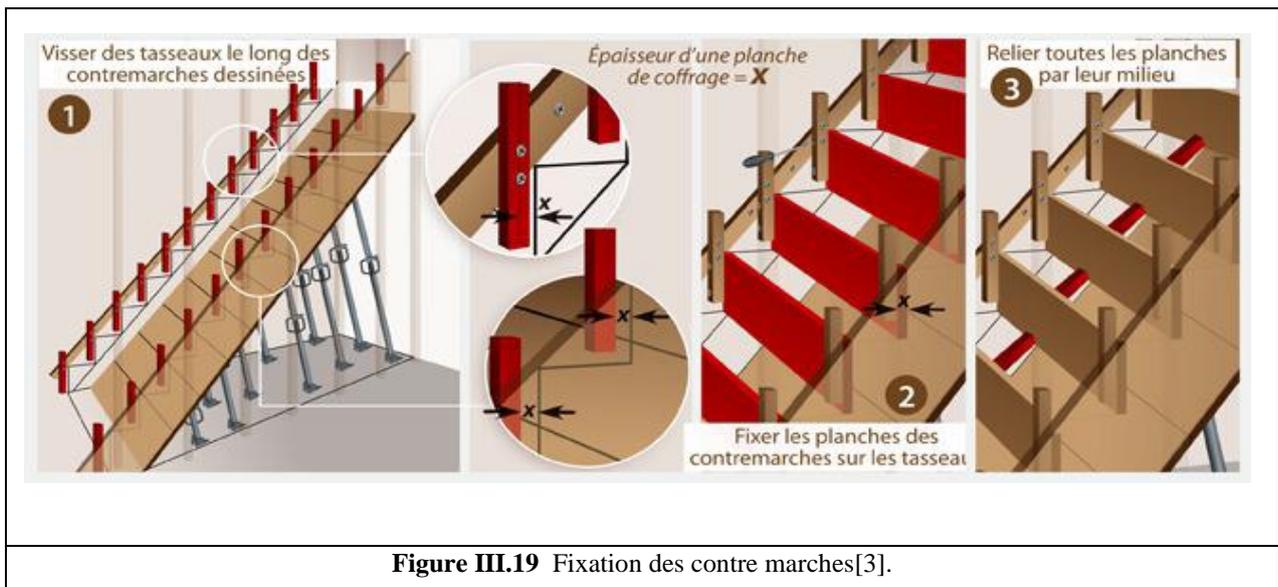


Figure III.19 Fixation des contre marches[3].

d) Installez l'armature

- Insérez l'armature en fer entre le fond de coffrage et les contremarches.
- Maintenez l'armature écartée du fond à l'aide de petites cales (chutes de parpaing) pour qu'elle
- Soit positionnée à mi-épaisseur de la paillasse.

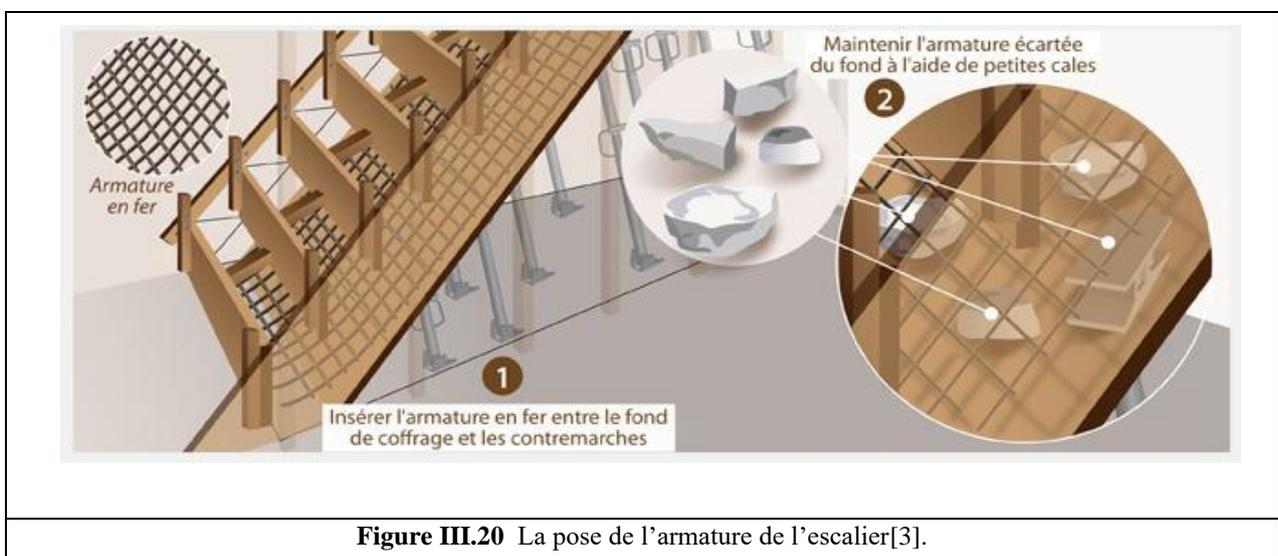


Figure III.20 La pose de l'armature de l'escalier[3].

e) Coulez le béton

- Commencez par couler le béton dans la première marche du bas.
- Vérifiez que le coffrage est bien solide avant de couler le béton.
- Remplissez la marche sur 10-12 cm environ, de manière à bien enrober l'armature.
- Positionnez des pierres sur le fond de la marche sans qu'elles se touchent.
- Vibrez le béton à la truelle, puis en frappant sur la planche du coffrage à l'aide d'un marteau, afin d'éliminer les bulles d'air.

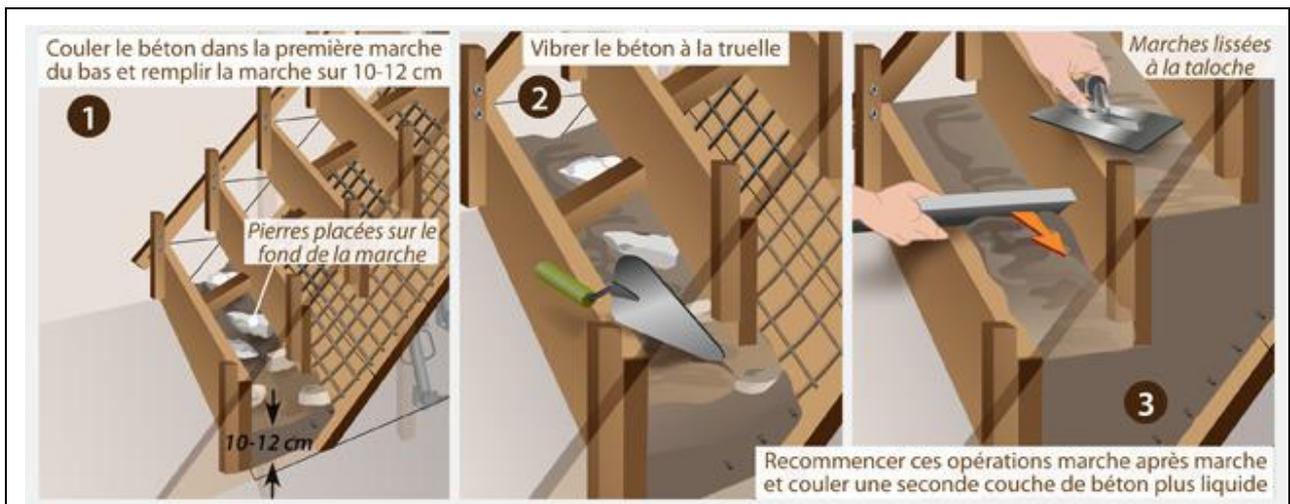


Figure III.21 Le coulage du béton[12]

Chapitre IV. Les remplissages : Les murs et les cloisons

1. Définition

Les murs sont des ouvrages verticaux porteurs ou non porteurs dont la fonction principale est de cloisonner, séparer et redistribuer l'espace des locaux, Ils peuvent être préfabriqués ou réalisés directement à leur emplacement définitif dans la construction, on distingue :

- a) Les murs porteurs
- b) Les murs non porteurs (cloisons)

2. Fonctions des murs

En plus de leurs rôle de portance où de contreventement, les murs assurent le confort et la sécurité des habitants. Dans la suite, on cite les différentes fonctions d'un mur où une paroi verticale.

2.1. Séparation

- a) La construction de l'extérieur (ex : murs de façades, pignons)
- b) Les pièces ou locaux entre eux (ex : refends, cloisons)
- c) La construction du sol (ex : murs de soubassement)
- d) Des terrains (ex : murs de clôture).

2.2. Résistance

- a) Aux différentes charges permanentes (poids des éléments porteurs et non porteurs de l'ouvrage) et variables (charges d'exploitation et climatiques comme la neige et le vent).
- b) aux séismes pour protéger les personnes et les biens.

2.3. Isolation

a) Thermique en limitant le plus possible le passage de la chaleur par la paroi dans le cas d'une paroi séparant un local chauffé d'un local non chauffé. Pour les autres parois, cette isolation est inutile.

- b) Phonique : Aériens extérieurs (ex : trafic routier) et intérieurs (ex : télévision, chaîne, chant...).
- c) contre l'eau : de pluie (uniquement pour les murs de façades). Solution : on peut utiliser un revêtement de façade étanche.

2.4. Esthétique

Pour l'environnement, et donc pouvant être décorée. Solution : Un beau parement, un enduit ou un jeu de formes différentes et de couleurs.

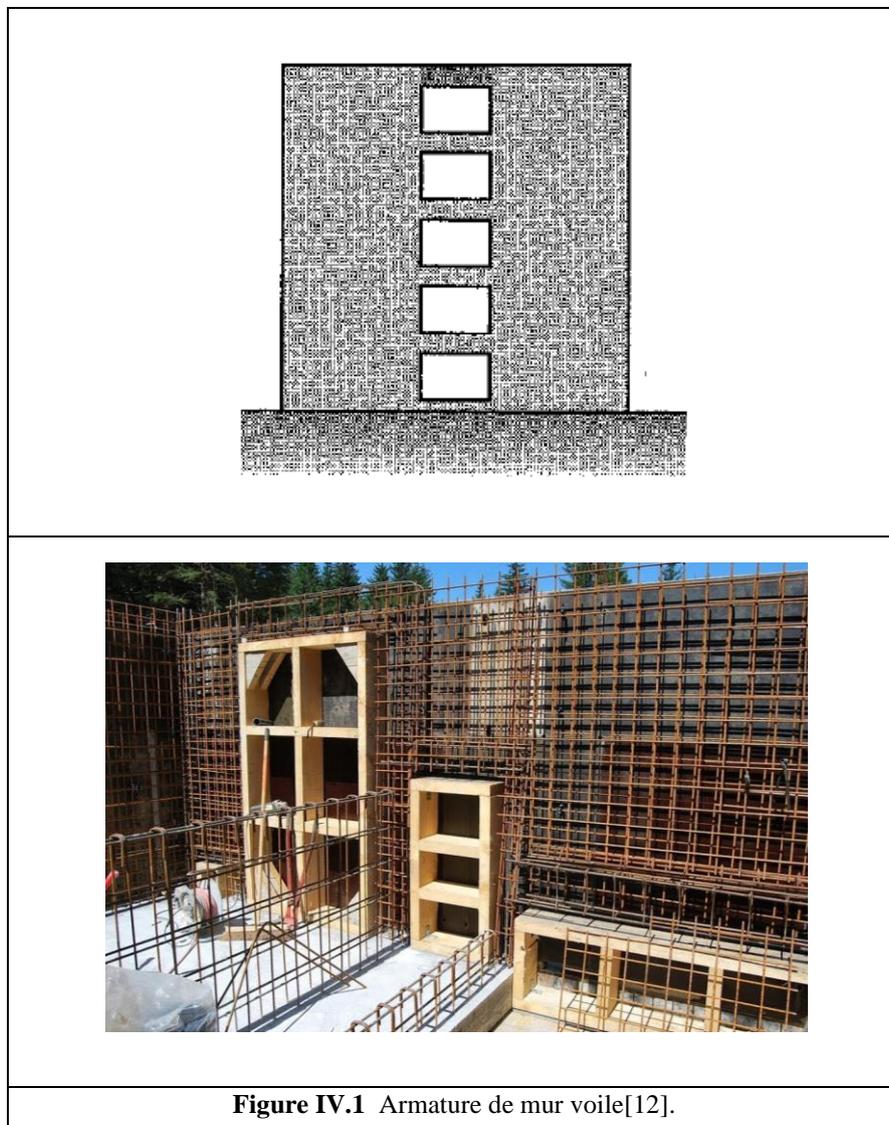
3-Le mur structurel

Le mur porteur joue un rôle dans la structure du bâtiment. C'est grâce à lui que l'édifice ne s'effondre pas.

La construction d'un mur porteur doit donc être réfléchi et dimensionnée (épaisseur, hauteur, matériau, armature métallique, etc.).

3.1-Mur voile

Les voiles ou murs de contreventement sont définis comme des éléments verticaux à deux dimensions dont la raideur hors plan est négligeable. Dans leur plan, ils présentent généralement une grande résistance et une grande rigidité vis-à-vis des forces horizontales.



3.2-Le mur de soutènement

Le mur de soutènement est également un mur structural. À la différence d'un mur porteur qui porte les charges d'un bâtiment (charges permanentes, d'exploitation et climatiques), le mur de soutènement porte les charges d'un terrain. Dans un terrain en pente, le mur de soutènement retient les sols et évite les éboulements

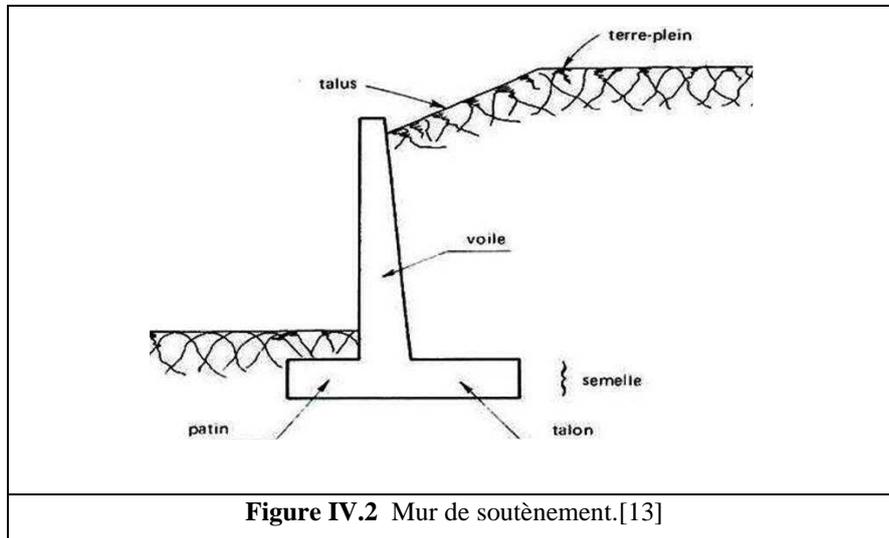


Figure IV.2 Mur de soutènement.[13]

Parfois, la stabilité au glissement du mur nécessite de disposer sous la semelle une bêche.

Celle-ci peut être mise soit, à l'avant ou à l'arrière de la semelle, ou parfois encore en prolongement du voile.

Cette bêche, toujours coulée en pleine fouille sans coffrage, le premier cas peut paraître intéressant car il permet de mettre la semelle totalement hors gel. Mais à l'ouverture de la fouille de la bêche, il y a un risque de décompression du sol dans la zone où il est le plus sollicité.

De plus, il y a aussi un risque de voir, après la construction du mur, la butée devant la bêche supprimée par des travaux de terrassement (ouverture d'une tranchée pour pose d'une canalisation par exemple).

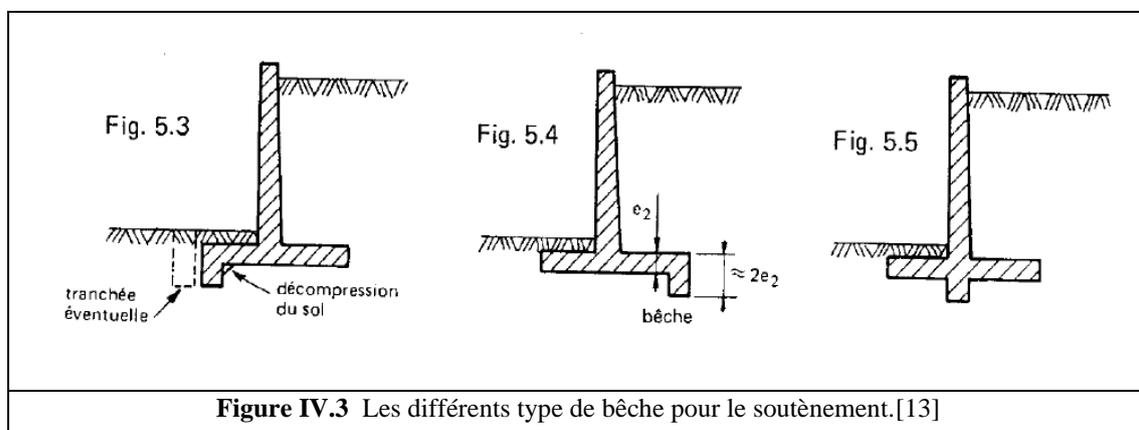


Figure IV.3 Les différents type de bêche pour le soutènement.[13]

Dimensionner un mur consiste à déterminer sa géométrie et sa structure (ferraillage pour un mur en béton armé) pour qu'il soit stable sous l'action des forces suivantes (figure 5) :

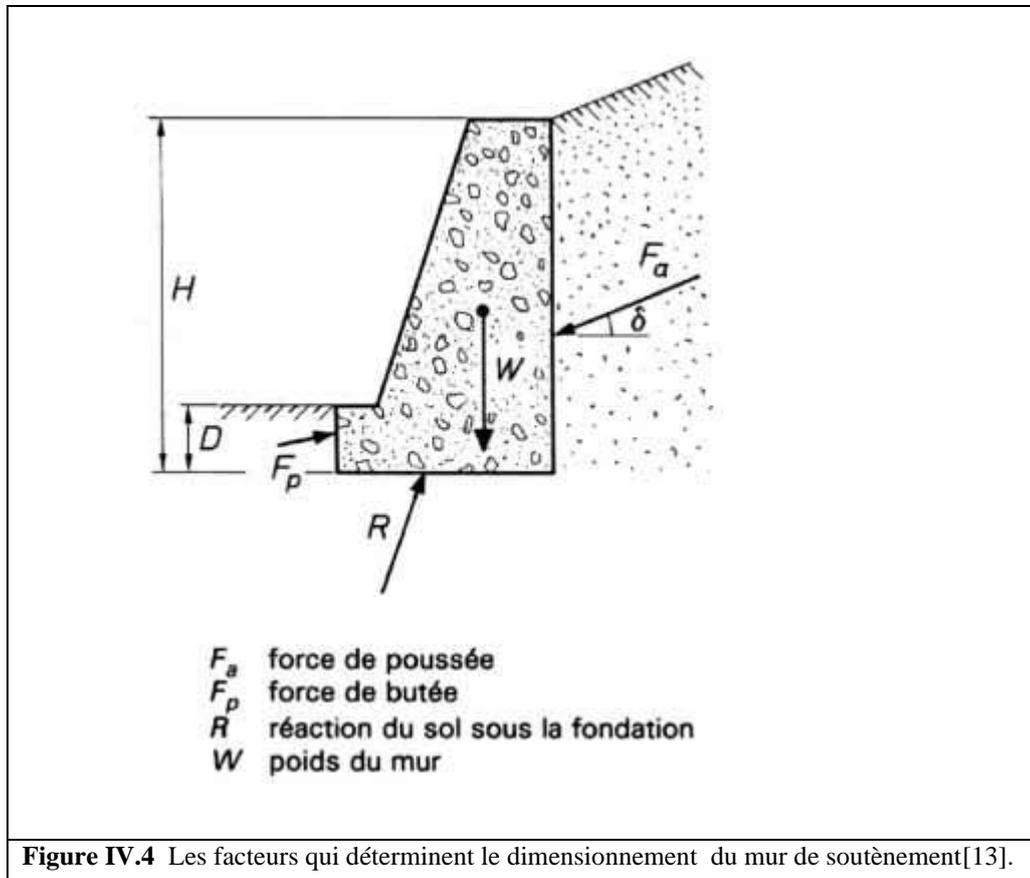
- a. le poids du mur W
- b. la force de poussée F_a
- c. la force de butée à l'aval F_p
- d. la réaction du sol sous la fondation R

Le dimensionnement comporte les étapes suivantes en ce qui concerne la stabilité externe :

- a. calcul des efforts de poussée et de butée ;
- b. sécurité vis-à-vis d'un glissement sur la base du mur ;
- c. sécurité au renversement ;
- d. sécurité vis-à-vis d'une rupture du sol de fondation ;
- e. sécurité vis-à-vis d'un grand glissement englobant le mur.

En premier lieu, il convient de vérifier que les déplacements du mur sont suffisants pour mobiliser la poussée ou la butée.

La force de poussée doit, par ailleurs, être calculée en fonction des conditions hydrauliques probables les plus défavorables derrière le mur.



4. Mur non porteur (cloison)

Les cloisons sont des murs intérieurs légers destinés uniquement à compartimenter et ne participent pas à la stabilité générale du bâtiment alors ils n'ont aucune fonction structurelle.

Cela signifie qu'ils peuvent être montés et démolis sans contrainte par rapport à l'intégrité du bâtiment. Les murs non porteurs sont également appelés cloisons.

Ils doivent résister aux chocs, supporter les appareils, et parfois être des murs coupe feu, ils peuvent être fixes ou mobiles. Ils sont réalisés en divers matériaux (béton, brique, carreaux de plâtre, bois, aluminium...)



Figure IV.5 Les murs non porteur.

4.1 Les cloison en plâtre

a)-Les carreaux du plâtre :

Les carreaux de plâtre pleins sont solides. Ils sont faciles à découper et à poser : cloison de distribution d'un salon ou d'une salle à manger.

- Les carreaux de plâtre alvéolés sont légers, à privilégier pour les aménagements à l'étage : cloison de distribution d'une chambre ou d'un couloir.
- Les carreaux de plâtre hydrofuges (pleins ou alvéolés) résistent à l'humidité et sont obligatoires pour la cuisine ou la salle de bains.
- Montage facile grâce à un système d'emboîtement et de collage.

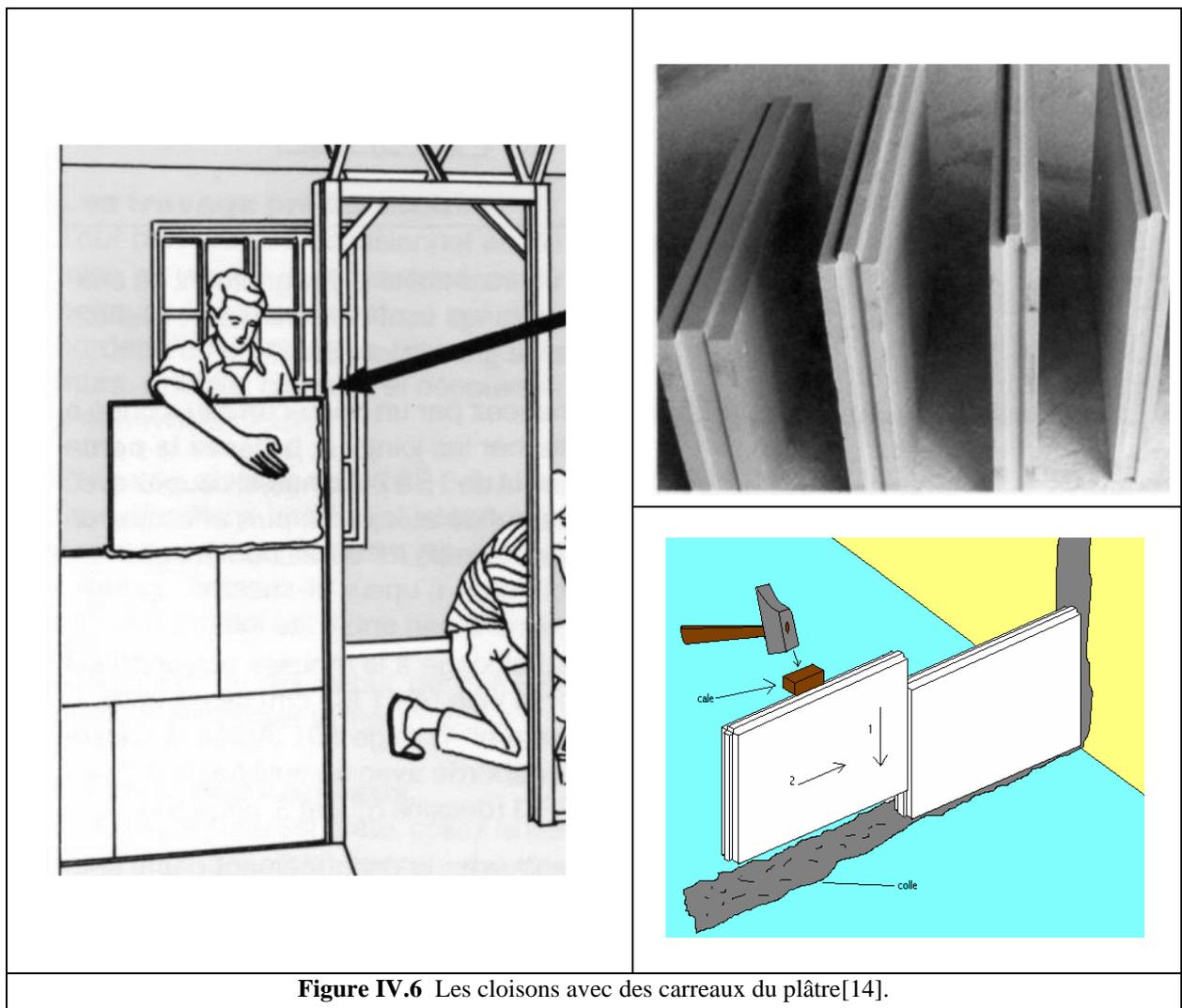
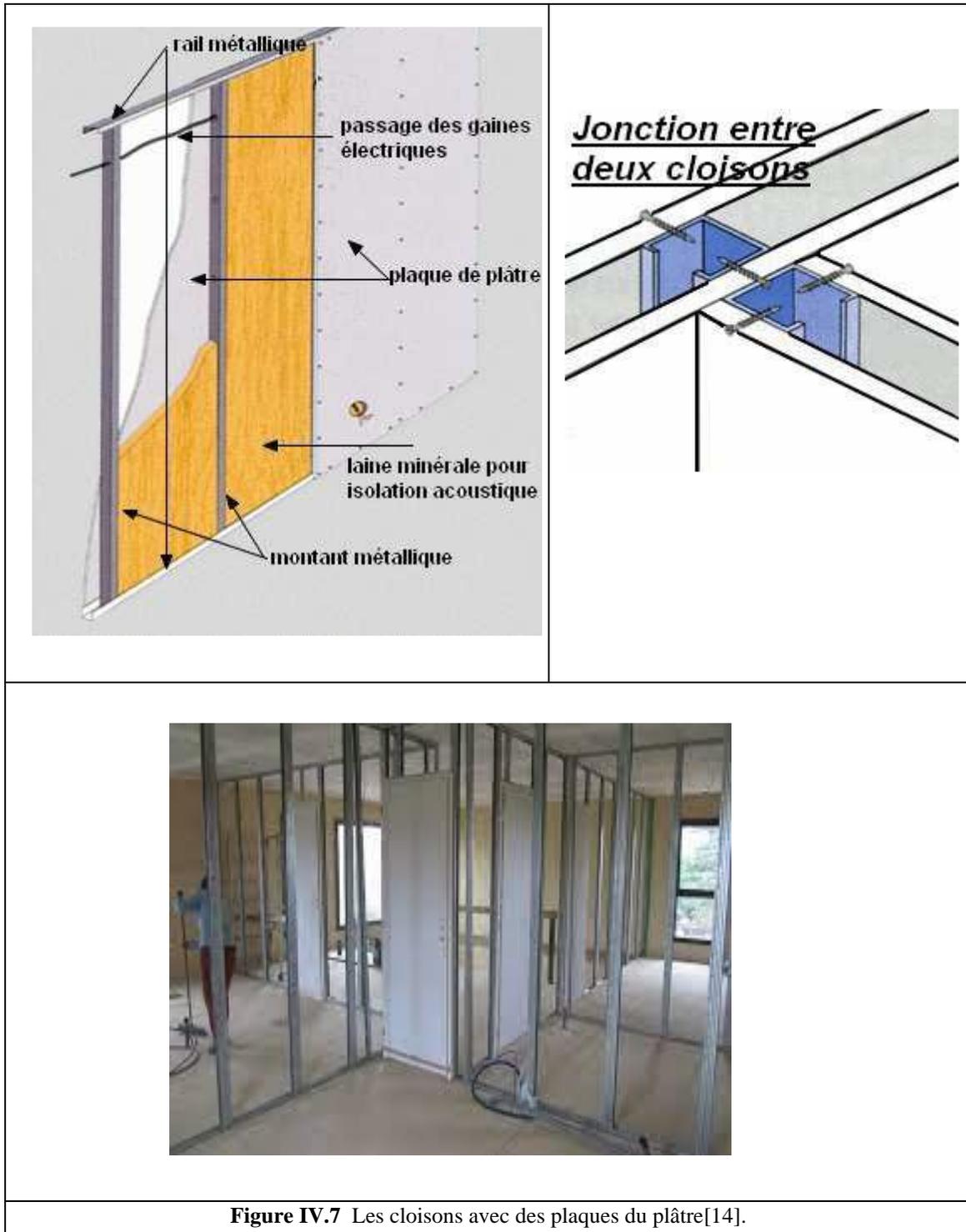


Figure IV.6 Les cloisons avec des carreaux du plâtre[14].

b)-Les plaques de plâtre

Les plaques de plâtre sont fixées sur une ossature métallique en acier galvanisé.

Ce système est idéal pour obtenir de hautes performances acoustiques et thermiques.



4.2-Les cloisons en maçonneries

Un mur en maçonneries est une structure verticale composée par l'assemblage d'éléments de petites dimensions, montés en lits horizontaux et à joints croisés, liés entre eux par joint de mortier, par collage ou par emboîtement.

La cohésion du mur est obtenue par l'imbrication des différentes pièces qui le constituent, ce qui nécessite un décalage des joints d'une assise sur l'autre.

Ces éléments de petites dimensions peuvent être :

- de la pierre comme moellons de granit, basalte, grès, calcaire,....
- des blocs de béton courant ou cellulaire,
- des briques en terre cuite.

Table 2 Caractéristiques des matériaux de construction des cloisons

Nature de la cloison	Epaisseur (cm)	Poids surfacique (Kn/m ²)
-Cloison en briques pleines	5.5	1.05
	1.05	2.00
	21.5	4.05
	33	6.30
-Cloison en brique creuse	5	0.45
	10	0.90
	15	1.30
	20	1.75
	25	2.15
	30	2.60
-Cloison en brique perforées	5.5	0.70
	10.5	1.40
	21.5	2.95
	33	4.50
-Cloison en blocs pleins de béton de granulats lourds	5	1.05
	10	2.10
	15	3.15
	20	4.20
-Cloison en blocs creux de béton de granulats lourds	5	0.65
	10	1.35
	15	2.00
	20	2.70
-Pierre de taille	20	5.30
	30	8.10

4.3.1-Maçonnerie double paroi

Elle est faite avec des briques de dimension (10×30×20)et (15×30×20) avec un vide de 5cm qu'on appelle « l'âme d'air »servant l'isolation thermique et phonique. L'épaisseur minimale de la lame d'air entre les deux parois est de 5 cm.

De part son isolation extérieure durable, le mur double parois en briques apparentes a pour avantages :

- a) de supprimer les ponts thermiques au droit des planchers et des refends.
- b) de garantir des températures intérieures plus stables et plus homogènes été comme hiver, grâce à l'inertie du mur porteur intérieur.
- c) de rendre le mur plus étanche (double mur).
- d) L'isolant est protégé de l'eau par la peau extérieure constituée par le mur en briques apparentes.
- e) de réduire l'épaisseur de la maçonnerie intérieure (15 au lieu de 20 cm).

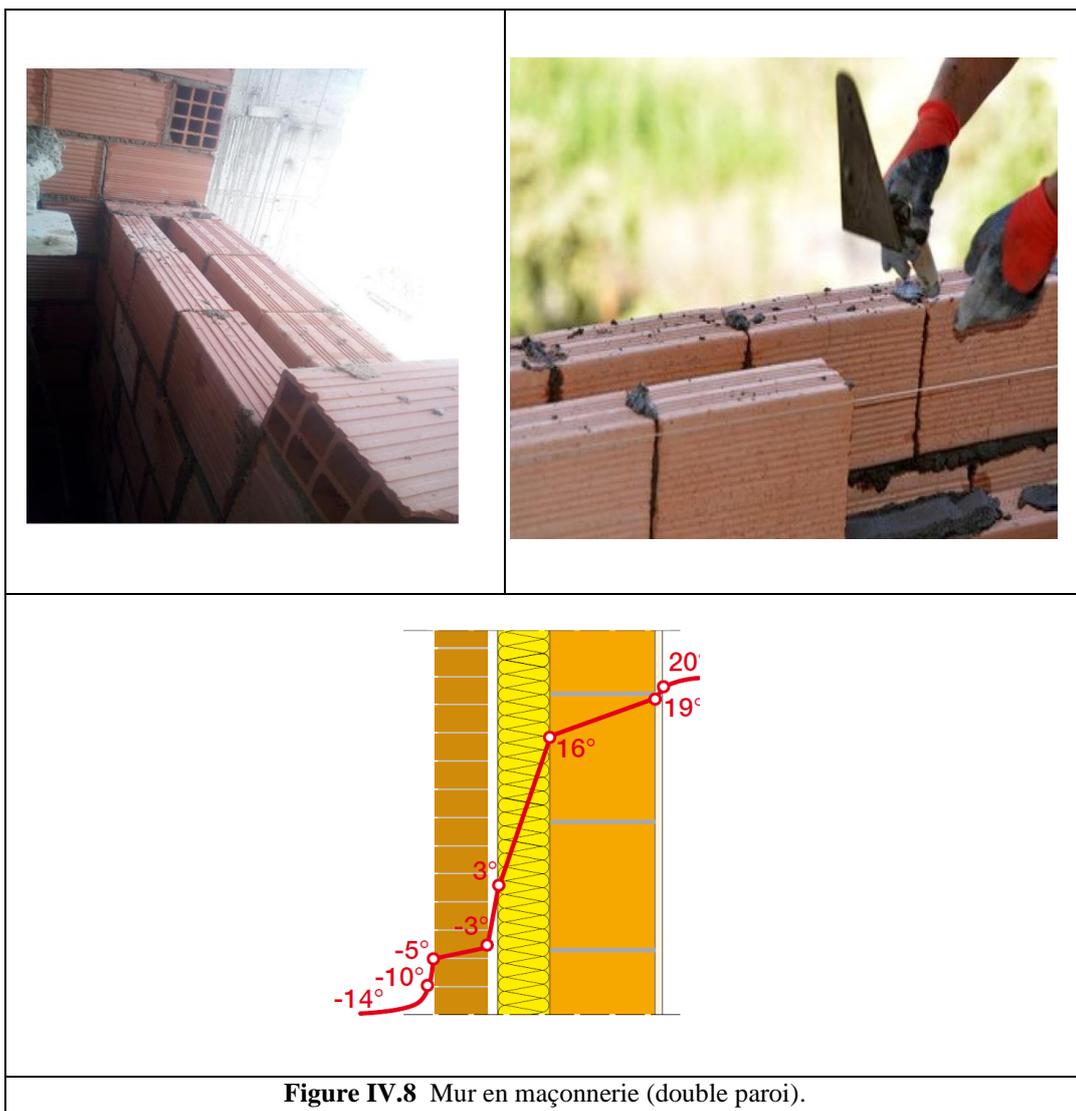


Figure IV.8 Mur en maçonnerie (double paroi).

4.3.2-Cloison simple paroi

Lorsque nous n'avons pas besoin d'une isolation thermique ou phonique, on opte pour des cloisons à simple paroi, Par exemple le mur de clôture ; Ils sont construits pour délimiter les propriétés ou pour déterminer un espace réservé, ils ne reçoivent pas d'autre charge que leur poids propre

Le chaînage du mur est exécuté à l'aide des raidisseurs, c'est un petit poteau en béton coulé sur armature métallique introduit dans un mur de brique. Le poteau raidisseur élimine les risques de déformations et de fissuration dans le mur.



Figure IV.9 Les murs de clôture

5-Exemple de la construction d'une cloison simple paroi



1-Nettoyage de la surface et s'assurer que le support (fondation ou plancher) est propre



2-Dessiner l'implantation des murs avec le cordeau à tracer.



3-Posez le mortier à la truelle sur le premier rang.



4-Commencez par poser un bloc, Vérifiez l'aplomb pour la verticalité et le niveau pour l'horizontalité



5-Après la pose des deux blocs d'angle et pour chaînage intermédiaire, tendez votre cordeau sur la face extérieure du mur.

6-Étalez votre mortier à la pelle entre les deux blocs puis égalisez à la truelle. Et poser les blocs les uns contre les autres.



7-Vous pouvez enlever le cordeau et procéder au montage des rangs suivants.

8-Les joints verticaux peuvent être remplis, collés ou secs

6-Le linteau

Le linteau a pour rôle de reprendre les charges de la maçonnerie située au dessus de l'ouverture et de les transmettre aux éléments situés de part et d'autre de l'ouverture.

Le linteau est également appelé : couverte ou sommier.

Il est possible d'exécuter les linteaux en bois, en pierres, en béton armé ou en métal.

La longueur d'appui des linteaux et pour chaque appui le 1/10 de sa portée, mais au minimum 15 cm.

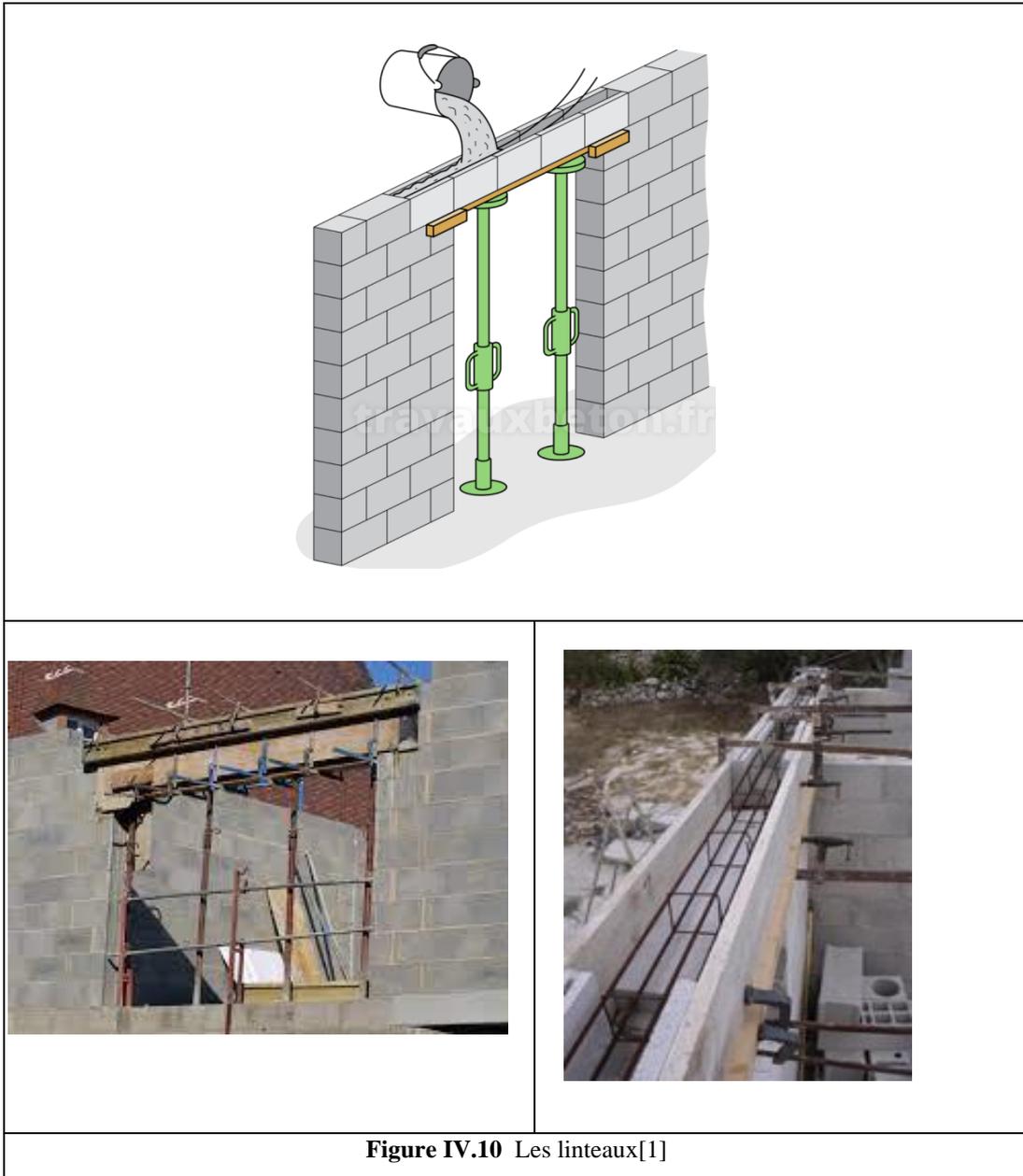


Figure IV.10 Les linteaux[1]

7-Le mur-rideau

7.1-Définition

Le mur-rideau a modifié l'architecture des constructions à ossature : au remplissage traditionnel des vides laissés par l'ossature, s'est substitué un revêtement léger, fabriqué industriellement, posé sur le devant de l'ossature, entourant le bâtiment

Le mur-rideau est un mur de façade légère, qui assure la fermeture mais ne participe pas à la stabilité du bâtiment. Il se caractérise comme suit :

- a) Il est fixé sur la face externe de l'ossature porteuse du bâtiment (ou squelette).
- b) Son poids propre et la pression du vent sont transmis à l'ossature par l'intermédiaire d'attaches.
- c) Il est formé d'éléments raccordés entre eux par des joints. On réalise ainsi une surface murale continue, aussi grande qu'on le désire.

Il diffère du panneau de façade qui est utilisé pour remplir les vides laissés par l'ossature. Dans ce système, les panneaux sont appuyés, étage par étage, sur le squelette. La façade laisse apparaître toute l'ossature, les nez de plancher ou les poteaux.

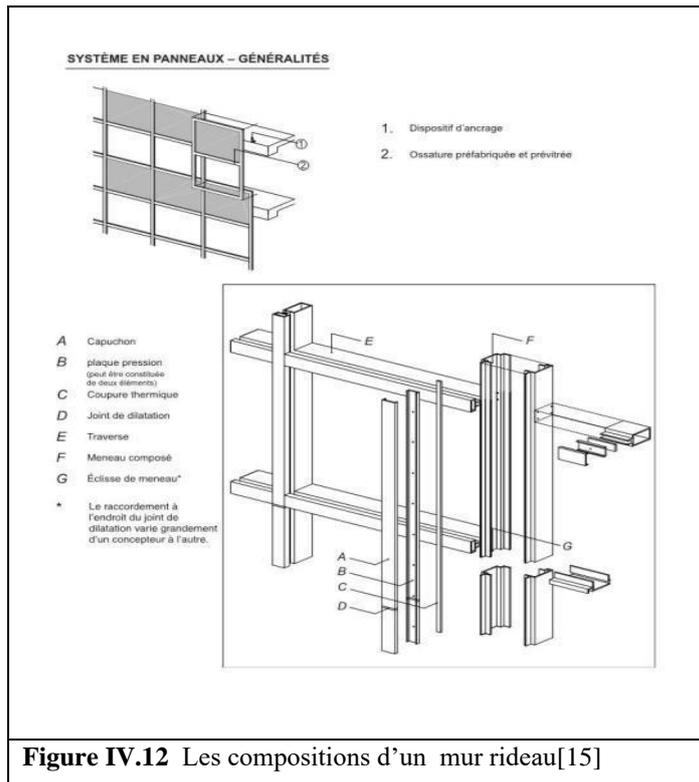
Dans le mur-rideau au contraire, l'ossature est cachée derrière la paroi, elle n'intervient pas pour composer la façade.



Figure IV.11 Le mur rideau[15]

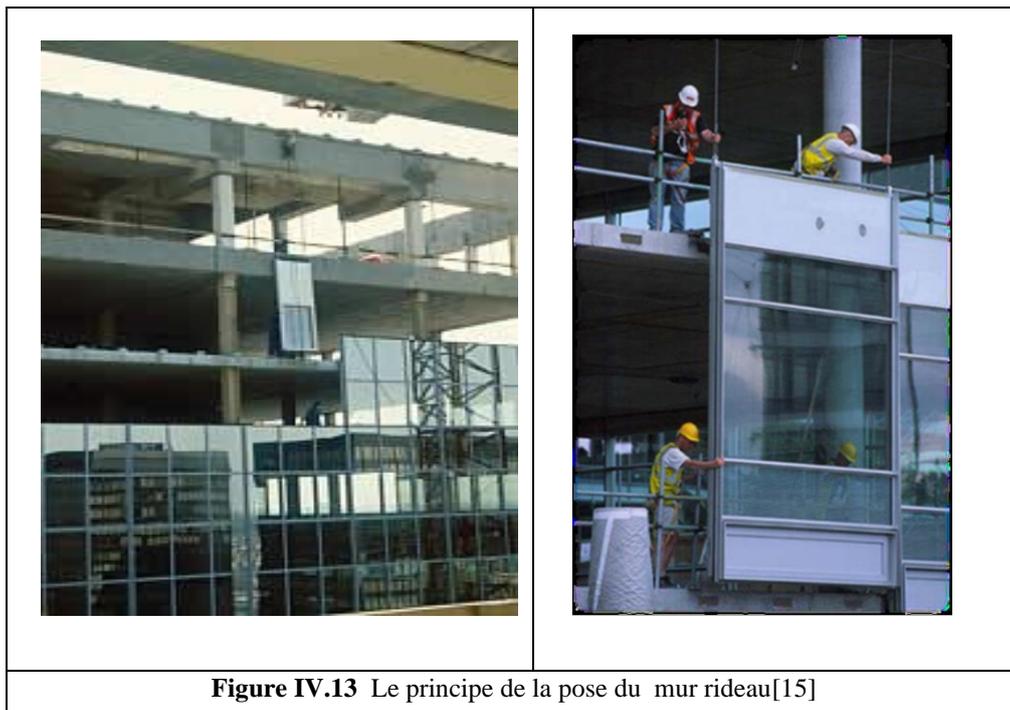
7.2-Technologie du mur-rideau

Une grille est fixée au squelette du bâtiment. Elle formée soit de raidisseurs verticaux et de traverses horizontales assemblés sur chantier, soit de cadres complets préfabriqués en usine et juxtaposés sur chantier. Ce treillis est peut-être dissimulé dans le mur une fois achevé, ou gardé apparent pour articuler la façade et donner à ce type de construction son allure caractéristique.



7.3-La pose du mur-rideau

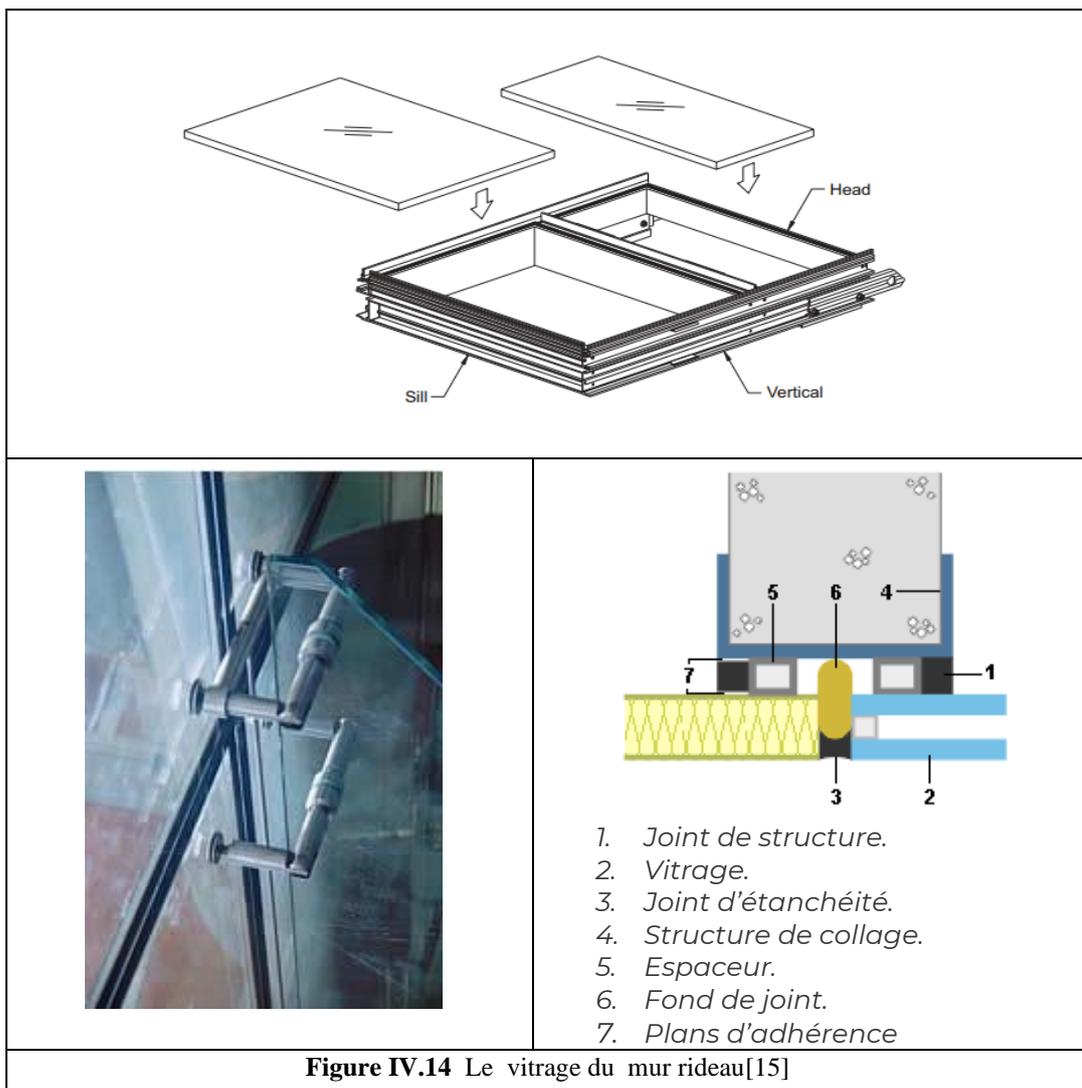
Il est réalisé à l'aide de panneaux de grande dimension, hauts d'un étage ou d'un demi-étage et fixés à l'ossature du bâtiment ou à une ossature secondaire. Ils sont entièrement préfabriqués en usine, juxtaposés sur chantier et fixés généralement par une ou deux attaches par panneau.



- a) L'assemblage par emboîtement est réalisé par le profil de cadre qui est mâle et femelle ou encore par un profil auxiliaire en H, dans lequel viennent s'insérer les profils mâles de deux cadres adjacents. Ce mode d'assemblage ne permet que difficilement le montage d'un élément sans déplacer les cadres adjacents.
- b) L'assemblage par juxtaposition de cadre permet un démontage ultérieur simple, mais demande l'emploi d'un profil couvre-joint aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur.

Le verre extérieur attaché (VEA) est perforé et fixé directement sur une structure porteuse par l'intermédiaire d'attaches mécaniques métalliques ponctuelles, platine de serrage, boulons traversant ou non le verre, lesquels seront, ensuite, repris soit par des rotules, soit articulées, soit rigides. Ce dispositif doit permettre la reprise des efforts dus :

- a) au vent et/ou à la neige,
- b) au poids propre,
- c) aux mouvements différentiels entre verre et structure.



Références

- [1] A. Demanet, .Cours de construction, in: .E. Lacroix, 1862.
- [2] V.vorobiev, Matériaux de construction, MIR MOSCOU, 1967.
- [3] Cours de construction 1, Université, 1993.
- [4] M. OUAMER-ALI KARIM, CONTRIBUTION A L'ETUDE DES SOLS GYPSEUX D'ALGERIE valorisation d'une banque de données et détermination des profils références, INSTITUT NATIONAL AGRONOMIQUE EL-HARRACH (ALGER) (I.N.A), 2001.
- [5] M.J. Whittaker, K. Grigoriadis, M. Soutsos, A. Klinge, S. Paganoni, M. Casado, L. Brander, M. Scullin, R. Correia, T. Zerbi, G. Staiano, I. Merli, I. Ingrosso, A. Attanasio, A. Largo, M. James, K. Grigoriadis, M. Soutsos, A. Klinge, S. Paganoni, M. Casado, L. Brander, M. Mousavi, R. Correia, T. Zerbi, G. Staiano, I. Merli, I. Ingrosso, Advances in Building Energy Research Novel construction and demolition waste (CDW) treatment and uses to maximize reuse and recycling, Adv. Build. Energy Res. 0 (2019) 1–17.
<https://doi.org/10.1080/17512549.2019.1702586>.
- [6] S.G. H. Sesigur, G. Erol, S. Soyoz, K. Kaynardag, Structural Analysis of Historical Constructions: Anamnesis, Diagnosis, Therapy, Controls, CRC Press, 2016.
<https://doi.org/10.1201/9781315616995>.
- [7] S. Beldjilali, S. Beldjilali, A. Bougara, Etude architecturale des ornements architecturaux des façades coloniales françaises . C as d ' étude du centre ville de Mostaganem ., African Mediterr. J. Archit. Urban. (2021) 61–70.
<https://doi.org/https://doi.org/10.48399/IMIST.PRSM/amjau-v3i2.27086>.
- [8] and S.B. -Frank, Roger, Fahd Cuira, Calcul des fondations superficielles et profondes. Techniques de l'Ingénieur, n.d.
- [9] P. Christophe, Le béton armé et ses applications, . C. Béran, 1902.
- [10] H. Belhannachi, Rehabilitation et renforcement des poteaux en beton armé, PhD, Mentouri-Constantine University, 2009.
- [11] M.-R. - Arezki, . Analyse des poutres-colonnes en béton armé, Université, n.d.
- [12] F. Kind-Barkauskas, Construire en béton: conception des bâtiments en béton armé, PPUR press, 2006.
- [13] and R.C.L. Guerrin, André, TRAITE DU BETON ARME-MURS DE SOUTENEMENT ET MURS DE QUAI., in: Vol. 7, 1976.
- [14] I. Lafarge, Placoplatre et autres histoires industrielles: Plâtres Lambert, Poliet & Chausson, SAMC, Plâtrières de Grozon, Iso-box-Henry, Vincent FARION, MHPP, Éditions Anabole, 2019, 194p." e-Phaistos. Revue d'histoire des techniques/Journal of the history of technol, (n.d.).
- [15] and F.E.N. Boudrai, Khadidja, Chems-Elhouda Boulejedj, La façade légère dans les bâtiments à usage publique: Technique de mur rideau, . Université de Jijel, 2016.

Annexes

Exemple d'un examen S1

I)- (4 Points)

- 1)-Quel est le rôle de l'organisation du chantier ? 2)-Donnez la définition de planning des travaux.
 3)- Citez les missions des organisations suivantes
 : CTC- LTPO.4)-Citez les différents types de :
- Matériaux de construction.
 - Fouilles.
 - Les éléments qui se trouvent dans un plan de fondation.
 - ferrailage utilisé à l'exécution d'une longrine.

II)- (6 Points)

- 1)-Décrivez la différence entre :
- Superstructure et infrastructure.
 - Béton armé et béton de propreté.
- 2)-Quels sont les éléments qui se trouvent dans une semelle ? Et Comment on peut la Protéger ?3)-Expliquez l'enrobage et comment on peut l'assurer pour la semelle et longrine ?
- 4)-Expliquez les différents types de :
- Fondation.
 - Semelle.
 - Joint de construction.

III)- (3 Points)

1-Expliquez brièvement les terminologies suivantes :

Baraque	Longrine de redressement	Gros béton	Ferrailage
Plate forme	Couvre joint	Remblais/ Déblais	Avant poteau

IV)-Exercice : (7 Points)

Un poste de transfo avec une structure d'une seule trame avec une profondeur de 2.00 m pouratteindre le bon sol

Poteau (m)	Longrine (m)	Semelle (m)	Regard (m)
0.40 x 0.40	0.40 x 0.40 x 6.00	1.40 x 1.40 (H1=0.30) (H2 =50)	0.60 x 0.60

Dessinez le plan de fondation Ech **1/50** ?

Dessinez une coupe sur une seule semelle Ech **1/25** Et calculez la quantité du béton armé des AP Dessinez une coupe sur longrine avec le ferrailage **1/25**?

Exemple d'un examen S2

I)-Plancher (4 Points)

- 1)-Quel sont les différents type de plancher ? (avec explication)
- 2)-Expliquer avec un schéma les compositions d'un plancher a corps creux.
- 3)- Décrivez la différence entre:
 - Plancher/toiture.
 - Répartition des charges sur le plancher : unidirectionnel et bidirectionnel.

II)-Poutre/Poteau (6 Points)

- 1)-Quel sont les différents type des poutres dans un plancher a corps creux ? (avec explication)
- 2)-Expliquez le recouvrement et comment on peut l'assurer pour la poutre ?
- 3)-Décrivez la différence entre :
 - Poutre principale / secondaire.
 - Poteau/Raidisseur.
- 4)- Expliquez l'enrobage et comment on peut l'assurer pour le poteau et la poutre ?
- 5) Explique le phénomène de ségrégation du béton ?

III) Escalier (5 Points)

- 1)-Quel sont les différents type des escaliers en Béton armé ? (avec explication)
- 2)-Expliquez brièvement les terminologies suivantes

Paillasse	Mur d'échiffre	Double nappe	Echappée d'escalier
La trémie	Reculement d'escalier	Poutre palière	Volée d'escalier

VI)-Mur (3 Points)

- 1)-Quel sont les critères pour classier les murs en construction ?
- 2)-Quelle est le rôle de mur de contreventement et mur de soutènement ?

VII)- Dessin (7 Points)

- 1)-Un poste de transfo avec une structure d'une seule trame (5.00 x7.00) m
 Poteau : (0.40x0.40) m Poutre : ((40x0.40) m
 Porte à faux de 1.50 m sur la façade de 6 m

- Dessinez le plan de plancher Ech 1/50 ?
- Dessinez une coupe de la poutre principale Ech 1/20 ?

- 2)-Soit un escalier d'une hauteur de 2.80 m
 -Calculer l'épaisseur de la paillasse.

