

COURS DE TECHNOLOGIE DE CONSTRUCTION

PLAN DU COURS

Chap o : Introduction

Chapitre I : Le Gros œuvre d'un bâtiment

- 1. Le gros œuvre inférieur**
 - a) le piquetage et implantation**
 - b) le terrassement**
 - c) Les fondations**
 - d) Le dallage sur terre plein.**
- 2. Le gros œuvre supérieur**
 - a) Les murs**
 - b) Les poteaux**
 - c) Les linteaux**
 - d) Les chainages**
 - e) Les escaliers**
 - f) Les planchers**
 - g) Les charpentes**

Chapitre II : Le second œuvre du bâtiment

- 1. La couverture**
- 2. Le plafond**
- 3. Les huisseries**
- 4. Les équipements sanitaires**

Chapitre III : La planification d'un projet de construction (au cas du possible)

- 1. Le planning des travaux**
- 2. Les diverses méthodes de représentations de planning**
- 3. Les travaux préparatoires pour l'établissement des plannings**

Chapitre 0 : INTRODUCTION

La technologie de construction est une science qui date des longtemps avec le peuplement humain du globe terrestre.

En effet, les conditions climatiques et environnementales mauvaises pour la survie de l'homme ont fait que celui-ci cherchait toujours à se protéger et à lui améliorer confortablement sa survie.

C'est dans ce souci que la technologie de construction a subi une grande évolution de l'âge de la pierre polie, de la pierre taillée en passant par la pyramide d'Egypte et d'autres constructions connues dans l'histoire jusqu'à la construction de nos jours.

Certains matériaux de construction de base utilisés en construction n'ont pas subi de modification tandis que d'autres ont été découvertes au fur et à mesure des années. C'est ainsi qu'on a construit des ouvrages de dimension et de formes impressionnantes grâce à l'avènement du béton armé et à l'affinement informatique.

Dans ce cours de technologie de construction, nous allons développer les différentes parties principales du bâtiment : leurs exécutions, leurs principes de fonctionnement, les matériaux utilisés et d'autres techniques diverses de construction.

1. LES TRAVAUX PREPARATOIRES D'UN PROJET DE CONSTRUCTION.

Le projet de construction d'un ouvrage exige des dispositions suivantes :

- Avoir la volonté et financement de construire,**
- Disposer d'un terrain et d'un permis de construire délivrés par l'administration,**
- Disposer des différents documents relatifs à la construction.**

Ces différents documents sont :

a) des plans, qui sont entre autre

- plan de situation dessiné à l'échelle de 1/500 ou 1/1000. Ce plan situe la parcelle par rapport aux voies connues par l'administration.
- Plan de masse dessiné à l'échelle de 1/500. Ce plan précise l'emplacement du bâtiment dans la parcelle par rapport aux limites du terrain et de la voie publique.
- Plan d'ensemble à l'échelle de 1/100 ou 1/200. Il comporte les vues en plan de différents niveaux, les plans de fondations et de canalisation, des différentes coupes verticales dans le sens longitudinal et dans le sens de la largeur de la construction ainsi que d'autres détails nécessaires.
- Plan d'exécution à l'échelle de 1/50 ,1/20. Ce plan fourni par bureau d'étude comporte le plan de ferrailage, plan de toiture, plan d'installation sanitaire, plan d'installation électrique,.....

b) Les devis :

- Le devis descriptif donne la description de chaque ouvrage, ses dimensions ainsi que les matériaux avec lesquels il est composé.
- Le devis estimatifs qui indique la désignation de l'ouvrage, les quantités et les prix unitaires correspondants.

c) le cahier de charges : ce document est constitué de clauses administratives, techniques et juridiques pour l'ouvrage public.

2. LE PLANNING DES TRAVAUX.

Il se présente sous différentes formes, il indique la succession de l'exécution des différents ouvrages du bâtiment permettant ainsi d'éviter les survenues concomitantes des travaux.

Les intervenants dans un projet de construction sont repris dans ce tableau ci-dessous :

Maitre de l'ouvrage	Bureau d'études	L'entrepreneur
-projet de construction -financement de -permis de construire	-études techniques -plans et calculs -surveillance des travaux -cahier de charges(C.C)	Exécutions conformément au cahier de charges (c.c)

CHAPITRE I : LE GROS OUVRE DU BATIMENT.

On entend par le gros œuvre tous les éléments porteurs et toutes les parties servant à l'alimentation, à l'évacuation et à la protection du bâtiment.

- Le gros œuvre est subdivisé en deux parties :
 - le gros œuvre inférieur constitué des éléments situés en dessous de la ligne de terre,
 - le gros œuvre supérieur constitué des éléments situés en dessus de la ligne de terre,

1. le gros œuvre inférieur.

Les travaux faisant points du gros œuvre inférieur sont :

- le piquetage et l'implantation,
- le terrassement,
- la fondation,
- le dallage sur terre plein.

Remarque : avant d'entreprendre les travaux de construction, il faut disposer de l'enseignement sur la nature du sol, sa portance, ainsi que la reconnaissance du sol.

Pour ce faire, une étude du sol s'avère indispensable et aura pour but :

- déterminer la nature du sol, sa composition en profondeur et ses différentes couches qui le composent.
- Détecter les propriétés physiques et mécaniques indispensable pour guider le choix de type de fondation et la répartition spatiale de la construction.

Cette étude du sol conduit en plus, à déterminer les dimensions de la fondation en fonction de la portance du sol trouvé et la profondeur à laquelle il faut arrêter la fouille de fondation.

Cette connaissance intéresse d'une façon générale l'emplacement qui constitue l'assise de la construction, ainsi que ses abords immédiats.

Les différentes méthodes utilisées pour mener une étude du sol :

- **Le sondage effectué à l'aide du forage suivis des essais en laboratoire**
- **Les essais sur base pour mesurer de la densité, la portance d'une couche par pénétromètre.**

I.1.a) LE PIQUETAGE ET L'IMPLANTATION

L'implantation consiste à tracer sur terrain selon l'indication du plan de masse, la situation exacte de la construction future c'est-à-dire tous les tracés géométriques prévus par le dossier ou les réalisations des travaux à un ouvrage.

NB : les tracés représentent la construction au niveau de sa base doivent être réalisés avec précision.

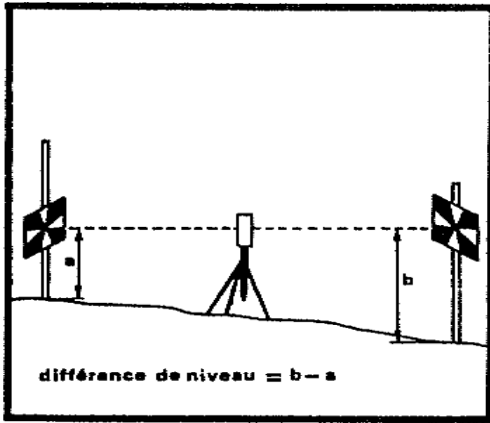
Le piquetage est la plantation marquant les points important du tracé.

Les travaux qu'il faut sont :

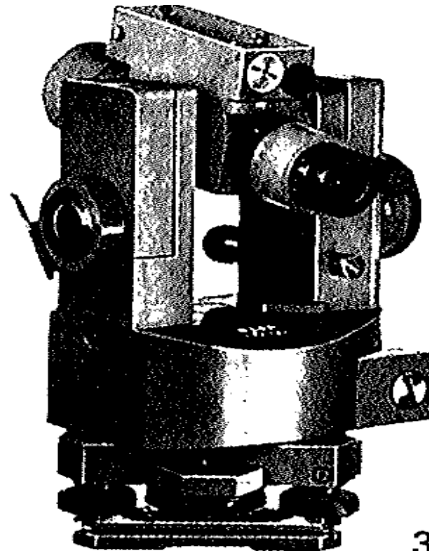
- **Terrassement à exécuter, excavation,....**
- **Délimitation des rigoles et des tranchets**
- **Position des pieds des points, semelles isolées ou continues**
- **Passage des réseaux de canalisation et emplacement des regards, des fossés, des galeries techniques, etc....**
- **Le tracé des murs de façade, murs de refend, poteaux et d'autres parties des murs.**

INSTRUMENT UTILISES

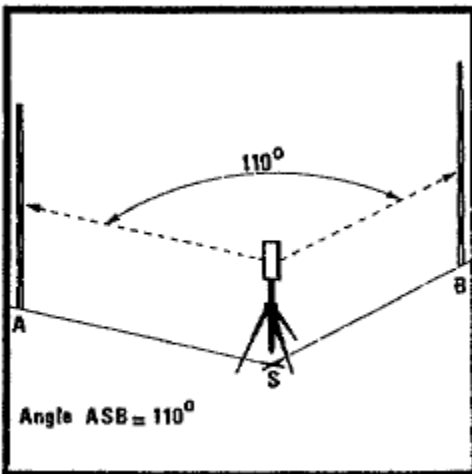
Les instruments nécessaires à la réalisation de l'implantation et piquetage sont : les jalons, la roulette, la règle à nivelle, les fiches, l'équerre d'arpentage à miroir ou à prisme, niveau à lunette, le théodolite avec mire, les piquets et le fil à plomb.



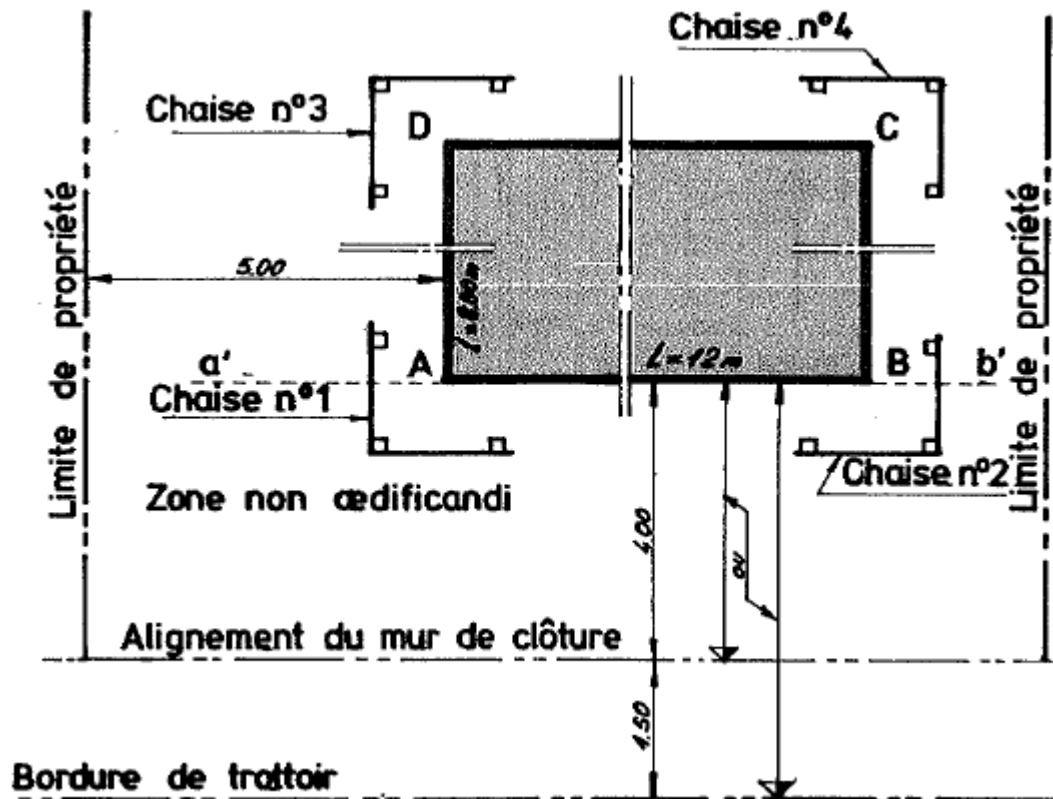
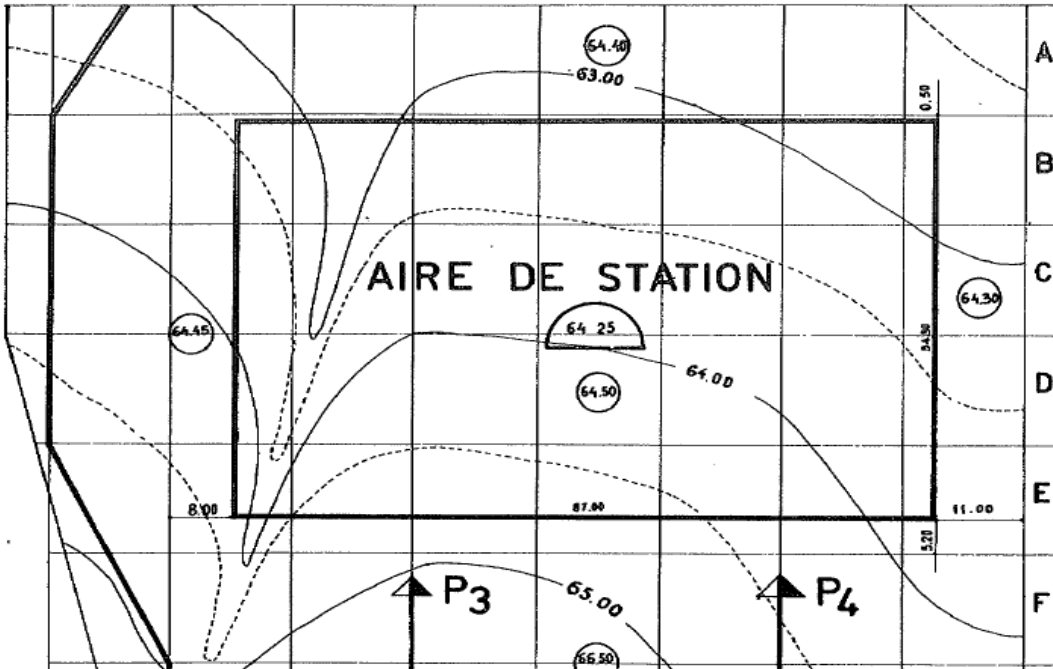
1 Mesure de dénivellation



3



2 Mesure d'un angle



Exemple d'implantation

LES DOCUMENTS NECESSAIRES POUR REALISER L'IMPLANTATION SONT :

- 1) Documents graphiques : plan de situation, plan de masse, plan d'implantation**
- 2) Documents écrits pour fournir des renseignements utiles : devis descriptif qui précise les travaux et le devis quantitatif qui prévoit les surfaces et les cubes de chaque ouvrage.**

COMMENT REALISER L'IMPLANTATION ?

a) L'alignement de référence.

Il est choisi dans chaque cas particulier en fonction des voies constructives ou suivant les repères des points fixes par les services des voiries (alignement des édifices ou infrastructures existantes, axe de la voie publique, arrête de la bordure du trottoir).

b) Piquetage.

Son but est de matérialiser au moins ses axes orthogonaux à l'aide des instruments d'optique. C'est la base d'implantation qui sert à obtenir des lignes directrices.

c) Le nivellement.

Il sert à situer les repères pour effectuer des déblais ou des remblais à la côte privée. Les piquets places à chaque sommet servent à déterminer la côte d'altitude et la profondeur à atteindre

d) Les pratiques des chantiers.

- Débroussaillage et nivellement grossier,**
- Repérage du bâtiment par des piquets aux angles**
- Mise en place d'échelle d'implantation**
- Détermination des lignes principales du bâtiment en les matérialisant par des cordons ou fils réduit places sur des chaises d'implantation.**

I.1.b) LE TERRASSEMENT

Définition : le terrassement concerne l'ensemble des mouvements de terre destinée à régler la surface du sol autour du bâtiment ainsi que les fouilles nécessaires pour établir les fondations.

La phase de terrassement intervient après l'implantation .c'est une opération assez simple pour les travaux de bâtiment sur le bon sol et plus complexe et plus délicate pour les travaux routiers et les terrains à la nappe phréatique affleure et où il faut abattre la nappe pour pouvoir excaver.

Le terrassement peut être effectué soit à la main, soit avec des engins .ce terrassement à main est économique en raison de la valeur de leur coût relativement inférieur au coût de fondation des engins de terrassement.

Toutefois, cela n'est valable que pour des petits travaux de terrassement.

Le terrassement d'un bâtiment

- Décapage de la terre végétal (enlever les terres)
- Débrayage ou remblayage en pleine masse selon le profil de l'étude et sur l'emprise du bâtiment et ses abords. Ces opérations permettent d'établir la plateforme de l'ouvrage.
- Débrayage des fouilles en rigoles et en trancher pour des fondations des murs de soutènement, des poteaux, passage des canalisations diverses (eau potable, eau usée, téléphones, électricité,...)
- Fouille en puits pour atteindre le bon sol.

On doit s'efforcer pour réaliser les remblais en utilisant les déblais dans la mesure où la nature du sol le permet.

Ces remblais doivent être compactés pour éviter les tassements ultérieurs.

I.1.c) LES FONDATIONS (SEMELLES)

Définition : on appelle fondation tout ouvrage prévu à un niveau inférieur au niveau fini du plancher bas de construction .Une construction doit être en position d'équilibre par rapport au sol pour résister bien aux actions s'exerçant sur un bâtiment.

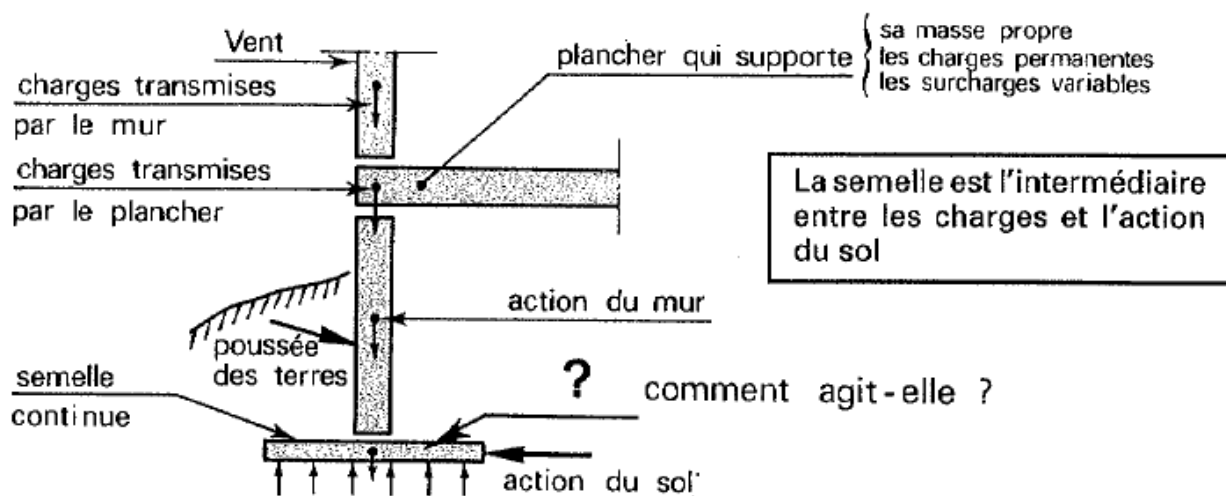
Les actions qui s'exercent sur la construction sont :

- ✓ Les forces dues à la masse propre de la construction
- ✓ Les forces dues au vent, à la neige, au changement de température
- ✓ Les forces de contact du sol sur la partie de la maçonnerie.

Le rôle de la fondation est donc de transmettre au sol des efforts suivants :

- Les charges permanentes (le poids propre de la construction c'est-à-dire depuis le niveau de la fondation jusqu'à la charpente)
- Les charges d'exploitation (ce sont des forces dues aux immeubles et aux exploités)
- Les actions climatiques
- Les actions ascendantes au sol

Cet ensemble de forces doit être à tout instant en équilibre c'est-à-dire que la somme de toutes ces surcharges doit être égale à zéro.



LE CHOIX DU TYPE DE FONDATION

Le choix s'effectue à partir de deux critères :

- Assurer la sécurité des habitants, la stabilité de l'immeuble
- Adopter une solution économique.

On distingue différents types de fondations :

❖ **Fondations superficielles :**

- Fondations par rigoles (fondations continues sous mur ou sous poteaux)
- Fondations isolées
- Fondations excentrées
- Les radiers généraux (qui occupent toute la partie supérieure de la fondation)

❖ **Fondations profondes :**

- Fondations sur puits
- Fondations sur pieux.

A. FONDATIONS SUPERFICIELLES

Les fondations superficielles sont proches du sol naturel et se trouvent placées directement sous la structure porteuse (mur ou poteaux).

a) fondations par rigole (continues)

Ces sont des fondations filantes à faible profondeur sans ou avec armatures. Les fouilles sont effectuées en rigoles très larges. Les profondeurs varient entre 0,25m et 0,90m. Leur rôle est de supporter les faibles charges des murs continus porteurs ou non.

Il s'agit des fondations à faible profondeur (en surface) sans ou avec peu d'armature. Les fouilles sont effectuées en *rigoles*, peu larges et peu profondes $\leq 1,00$ m.

Exécution d'une fondation en rigole

1. Règles de construction.

La charge agissante (mur + charges) doit être **centrée** sur la largeur de la fondation pour obtenir une **répartition uniforme** sur le sol de fondation

La **portance du sol** doit correspondre aux charges à supporter pour permettre

l'équilibre de la construction.

La largeur l minimale de la fondation correspond à :

$$l \text{ (cm)} = \frac{\text{charge totale par mètre de longueur} \times g}{100 \text{ cm} \times \text{contrainte admissible sur le sol}}$$

g est l'accélération due à la pesanteur.

Exemple : charge totale : 10 000 kg, contrainte admise : 20 N/cm² ou 0,2 MPa.

La force exercée sur la fondation avec $g = 10$ est $10\,000 \times 10 = 100\,000$ N.

La largeur de la fondation est égale au moins à :

$$l = \frac{100\,000}{100 \times 20} = 50 \text{ cm.}$$

*Semelle continue sous mur
sans aciers transversaux*

Conditions :

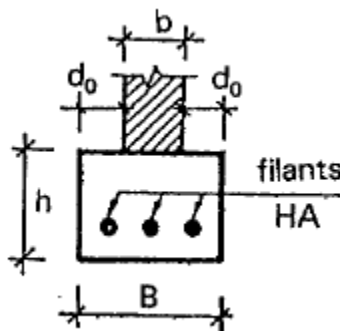
- charge verticale centrée
- $h \geq 2 d_0$

En général

$B \geq 40 \text{ cm}$

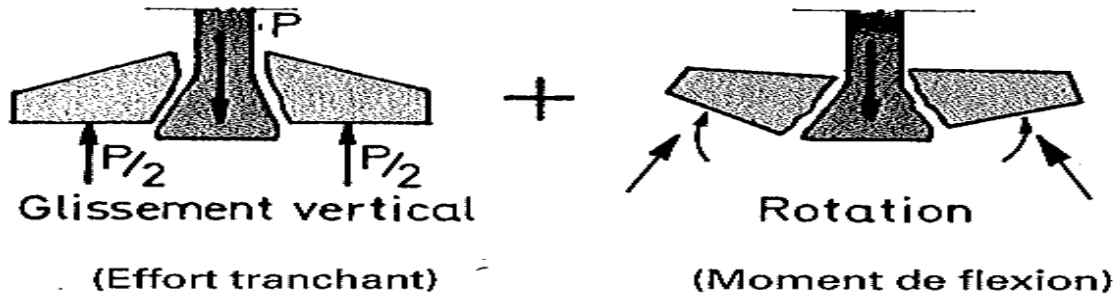
$h \geq 20 \text{ cm}$

$d_0 \geq 8 \text{ cm}$

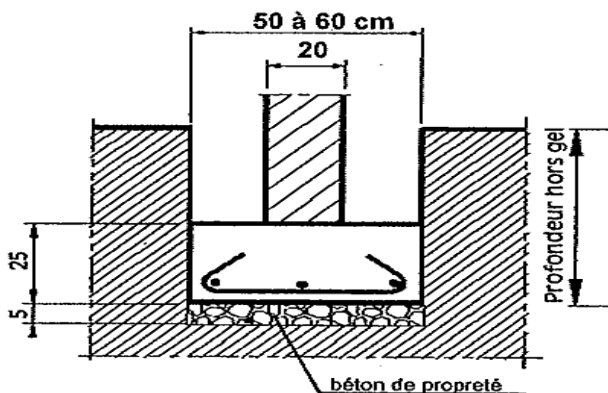


La condition relative à la stabilité.

-Actions et sollicitations



Resistance au poinçonnement et à la flexion (utilisation des armatures).



B. LES SEMELLES ISOLEES

La semelle isolée reçoit :

- un poteau isolé :
 - d'angle,
 - de rive,
 - intérieur ;
- des poteaux jumelés dans le cas de joint de dilatation.

Elles servent d'intermédiaire entre les éléments porteurs et le sol afin de répartir les pressions sur le terrain de fondation.

Partons d'un cas concret pour une semelle isolée sous poteau.

Les données :

- section du poteau :
 $20 \times 20 = 400 \text{ cm}^2$;
- chaque cm^2 de béton peut supporter 80 daN au moins ;
- le poteau sans acier peut supporter :
 $400 \text{ cm}^2 \times 80 \text{ daN} = 32\,000 \text{ daN}$;
- chaque cm^2 de terrain de fondation peut supporter 2 daN ;
- la pression admissible est donc de 2 daN/ cm^2 ;
- la masse de la semelle n'est pas prise en compte tout d'abord.

Surface portante nécessaire « S » ?

$$S (\text{cm}^2) = \frac{\text{Effort total appliqué}}{\text{pression admissible}} = \frac{F}{p}$$

$$p = 2 \text{ daN/cm}^2 ; F = 32\,000 \text{ daN.}$$

$$S (\text{cm}^2) = \frac{32\,000}{2}$$

$$S = 16\,000 \text{ cm}^2.$$

La semelle présente une **surface 40 fois plus grande que la section du poteau**. Si la section du poteau est carrée, de côté a et si la semelle est, elle aussi, carrée, de côté L , on a : $L^2 = 40 a^2$, d'où $L = \sqrt{40} \times a = 6,3 a$.

a) Semelles isolées en maçonneries

Il est possible de réaliser des semelles isolées en maçonnerie en briques, en moellon ou en béton .l'angle de répartition des charges ou de béton est de 25° .

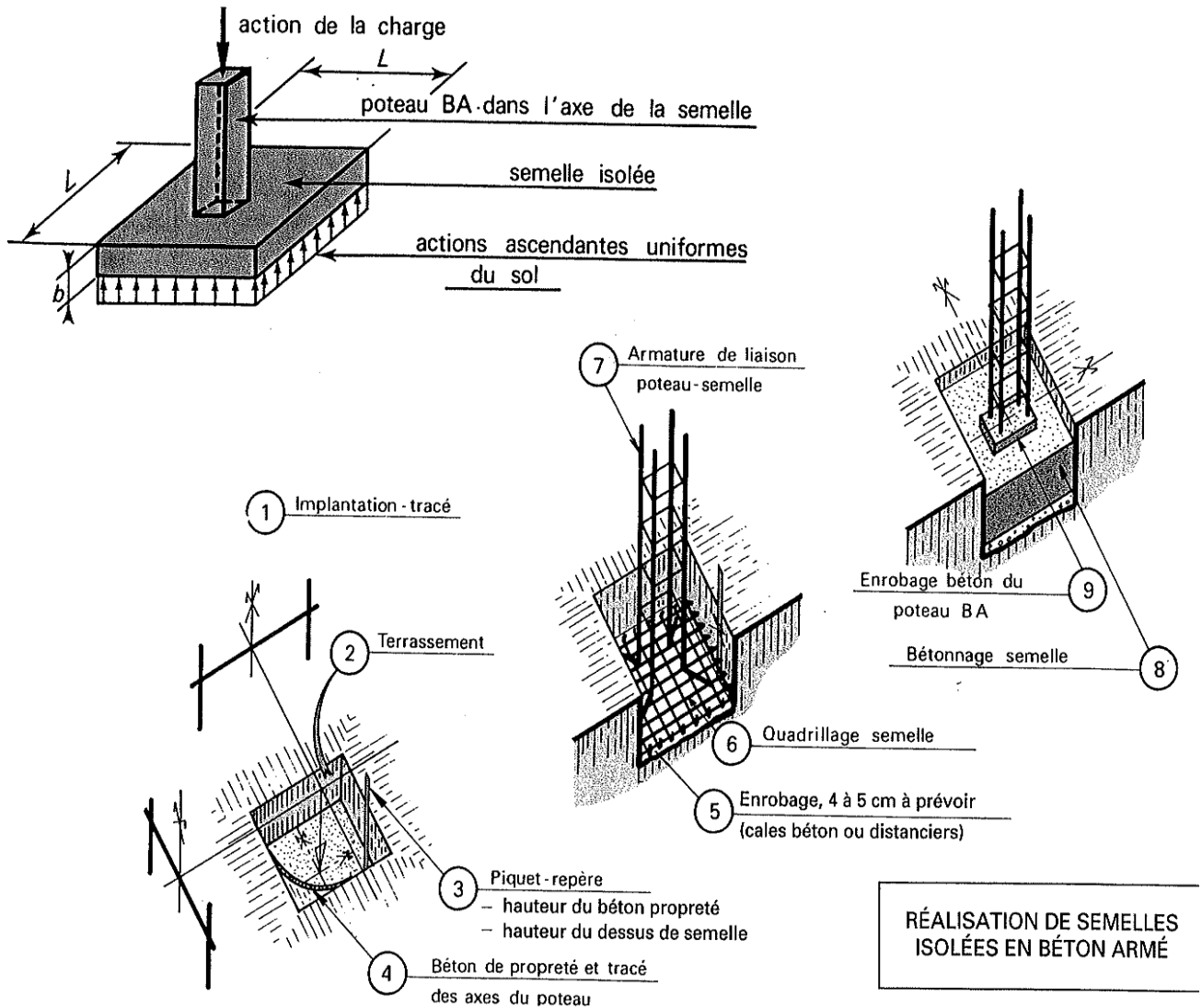
Cette formule permet de déterminer la hauteur (h) d'un massif de fondation sous pilier ou sous poteau qui vaut deux fois la valeur (e) de l'empâtement : $h=2e$.

b) Semelles isolées en béton armé

L'utilisation du béton armé conduit à des solutions plus économiques et réduit la charge sur le sol par rapport à la semelle en maçonnerie.

Les efforts de traction existants sur le bas de la semelle se manifestent selon les deux directions des axes principaux.

L'absorption de ces efforts implique la pose d'une armature selon les deux axes.



Choix des formes des semelles isolées

Les critères de choix est de l'ordre technique et économiques liées :

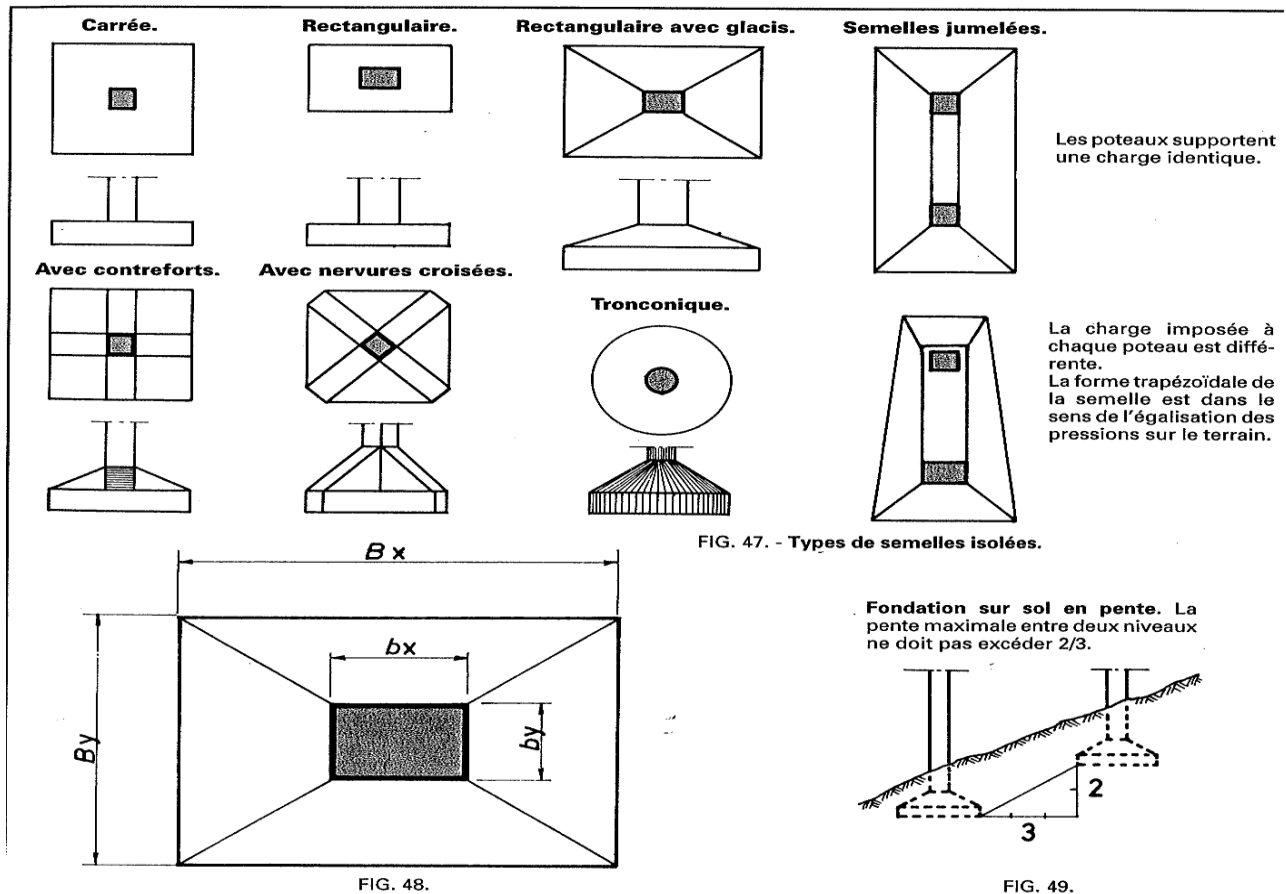
- A la charge ou à l'emplacement
- A la réalisation ou non d'un coffrage
- Au façonnage facile des aciers
- A la qualité et la facilité de mise en place du béton

Les formes les plus **simples** sont les plus **courantes** :

- semelles de forme carrée ou rectangulaire ;
- à section constante (sans glacis).

La hauteur des semelles est au moins égale à

$$h_f = 5 \text{ cm} + \frac{B_x - b_x}{4}$$



FONDATION SUR RADIERS

1. Définition

Les radiers se présentent sous forme d'un plateau de fondation qui transmet les charges de la construction sous le sol à une surface inférieure à celle de l'ouvrage.

Si par suite de la faible résistance du sol de fondation, les semelles des piliers isolés tendent à se rencontrer, il est préférable d'établir un radier général.

1 Radier général

1.1 Il est constitué par une semelle générale couvrant toute la surface au sol du bâtiment et parfois cette semelle débordé par consoles extérieures (*fig. 1 et 2*).

1.2 Le radier se trouve justifié (*fig. 3*), si les semelles continues ou isolées deviennent très larges en raison :

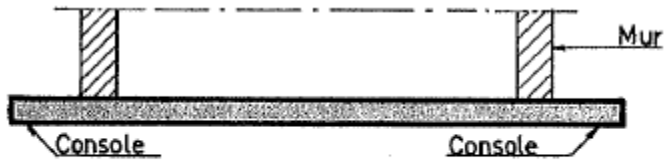
- de la faible capacité portante du sol ;
- des charges élevées du bâtiment (immeuble) (*fig. 4*) ;
- du rapprochement des poteaux ;
- de la profondeur à atteindre pour fonder sur un sol résistant ;
- des difficultés d'établir des pieux (vibrations nuisibles) (*fig. 5*) ;
- de charges excentrées en rive de bâtiment (*fig. 6 à 8*).

1.3 Il est indiqué de fonder le bâtiment de type lourd sur une semelle unique constituant un radier général de répartition des charges (*fig. 5 à 8*).

2 Principes de construction

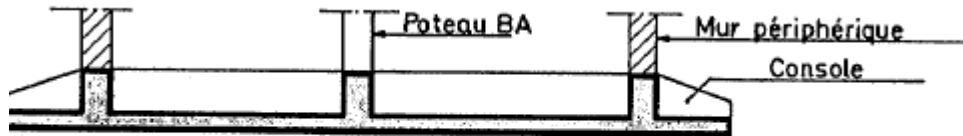
La solution du radier est envisageable si :

- la nature du sol et la disposition des charges et surcharges ne sont pas propices à provoquer des **tassements incompatibles** (*fig. 9*) ;
- la **poussée d'Archimède** ne risque pas de faire remonter l'ensemble du bâtiment sous l'effet des nappes d'eau ;
- le terrain sous le radier ne subit que des **contraintes de compression**, en tous points ;
- si la **répartition uniforme** des contraintes sous le radier est possible (poteaux ou poutres également distantes et également chargées, de préférence).



RADIER PLAN ÉPAIS AVEC CONSOLES

FIG. 1.



**Coupe transversale
RADIER AVEC POUTRES ET NERVURES**

FIG. 2.

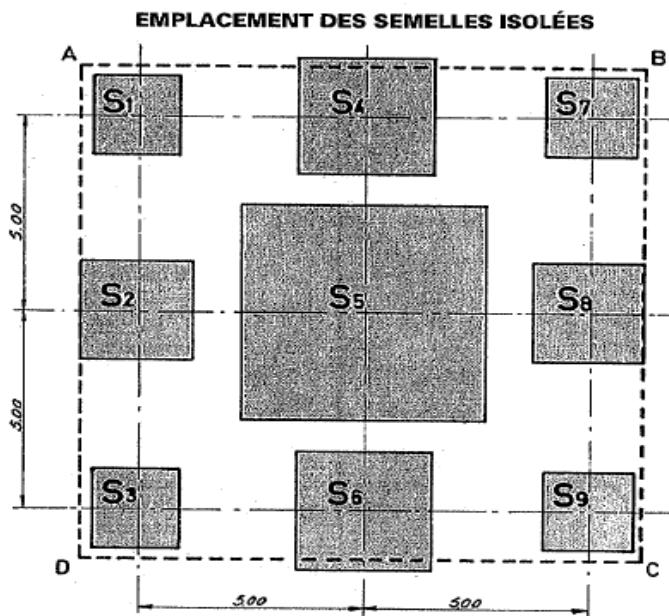


FIG. 3.

Solution : Radier A, B, C, D réduisant la contrainte sur le sol et favorisant l'exécution.

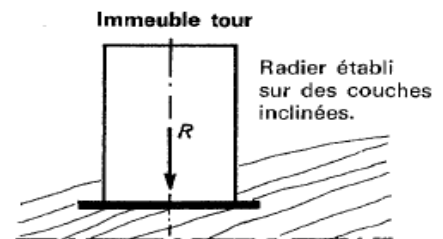


FIG. 4.

FIG. 5.
Immeuble bas :
A, B, C, D
Immeuble plus
élevé :
D, E, F, G

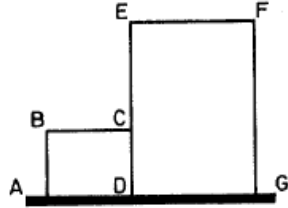


FIG. 6.
Contraintes
inégales imposées
au sol et tassement

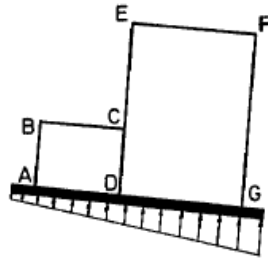


FIG. 7.
Vue en plan
des bâtiments

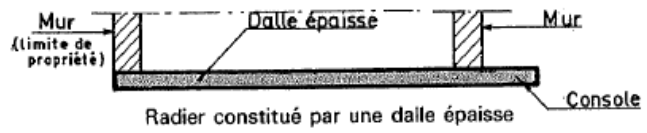
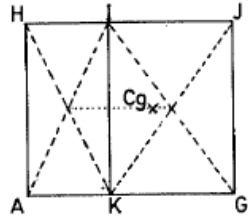
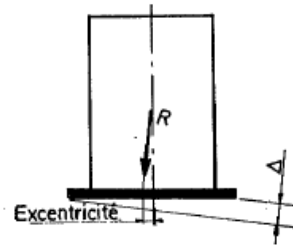


FIG. 8.



Tassement différent sous le radier, dû au terrain de résistance inégale : déversement de la construction et excentricité de la résultante par rapport au centre de gravité de la semelle.

FIG. 9.

DÉSORDRES DE CONSTRUCTION À ÉVITER

Comment réagit le radier ?



Comment est-il sollicité ?

3 Mode de fonctionnement du radier

3.1 Le radier reçoit les actions ascendantes du sol (fig. 10)

3.2 Hypothèse de la répartition uniforme

Elle exige une grande rigidité, donc de fortes sections avec armatures denses.

3.3 Différence fondamentale avec les planchers

- La dalle par sa masse propre s'oppose aux actions du sol et est portée **gratuitement**.
- Les poutres intermédiaires de fortes sections (40×40 , 40×100 , etc.) ont une masse propre importante qui n'est pas prise en compte pour le calcul de l'armature.



FIG. 10.

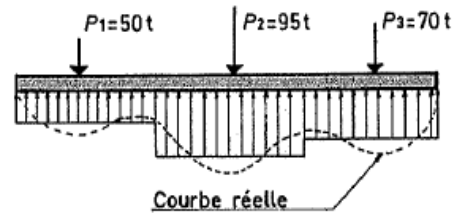
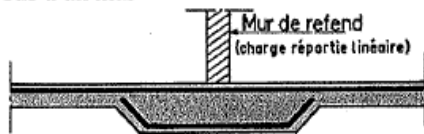


FIG. 11.

Cas d'un mur



Radier renforcé au droit de la charge.

FIG. 12.

Cas des poteaux

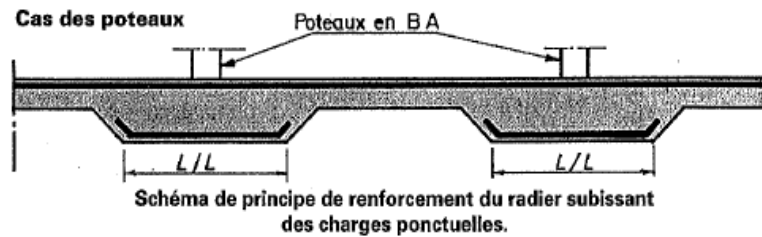


FIG. 13.

B.FONDATION PROFONDE

1. Par puits

FONDATIONS PAR PUITS

Un puits de fondation s'apparente à un gros pilier armé ou non, prenant appui sur le sol résistant, à une profondeur supérieure à 2 mètres.

Il reçoit de fortes charges.

Un plot en béton s'apparente à un puits. Il sert pour les constructions légères (pavillons).

1 Quand choisit-on la fondation par puits ?

Cette solution est choisie si :

- la couche superficielle présente une résistance insuffisante pour équilibrer les charges ;
- les charges sont importantes et concentrées ;
- les puits sont moins coûteux que :
 - le radier,
 - les semelles massives ;
- les conditions particulières du chantier s'y prêtent ;
- la rapidité d'exécution est un facteur déterminant.

2 Où placer les puits ? Combien ?

Les emplacements des puits sont ceux des éléments de construction les plus chargés :

- angles extérieurs ou intérieurs ;
- intersections de murs intérieurs ;
- poteaux en B.A. (d'angle, de rive, intérieur) ;
- trumeaux en B.A.

Le nombre de puits résulte d'un compromis entre des exigences en conflit :

- d'une part, le terrassement et le remplissage en béton pour les puits ;
- de l'autre, la portée et la section des longrines, dépendantes des puits.

Le choix de l'entreprise doit concilier à la fois l'aspect technique et l'aspect économique.

3 Caractéristiques

Sections

Elles sont de forme :

- carrée ;
- rectangulaire ;
- circulaire ;

suivant :

- le mode de forage (percussion, rotation) ;
- le matériel utilisé (benne preneuse, tarière)

Dimensions

- les côtés des puits varient de 1 m à 1,50 m ;
- les diamètres également de 1 m à 1,50 m ;
- la profondeur ne dépasse guère 8 m ;
- la distance entre axes varie de 4 m à 8 m et dépend :
 - des efforts à supporter,
 - de la section des puits,
 - des sections des longrines qui filent sur la tête des puits ;

Force portante

Elle dépend des charges et du terrain

Exemple :

Puits de section carrée :

- côté : 1,50 m ;
- surface : $1,50 \times 1,50 = 2,25 \text{ m}^2$;
- avec patte d'éléphant minime :
 $1,70 \times 1,70 = 2,89 \text{ m}^2$;
- augmentation de la surface portante :
 $2,89 \text{ m}^2 - 2,25 \text{ m}^2 = 0,64 \text{ m}^2$ ou $6\,400 \text{ cm}^2$;
- si la pression admissible est de 3 daN/cm^2 , la force supplémentaire devient de :
 $6\,400 \text{ cm}^2 \times 3 \text{ daN/cm}^2 = 19\,200 \text{ daN}$, soit une charge correspondante de 19 tonnes.

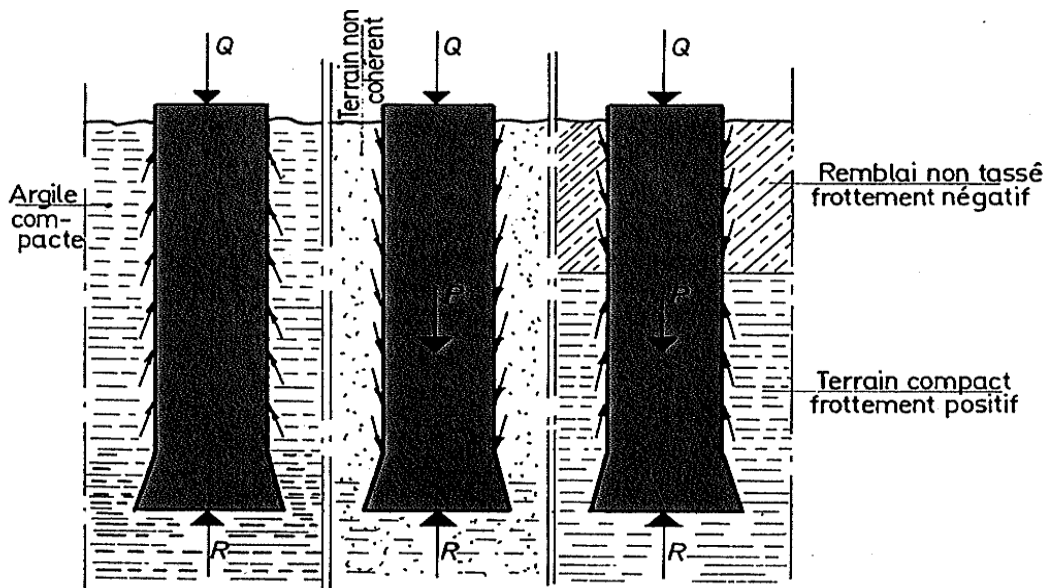


FIG. 3.

Cas n° 1

FIG. 4.

Cas n° 2

FIG. 5.

Cas n° 3

Q : charges transmises au puits.
 P : poids du puits.
 R : résultante des actions du sol.
 S : surcharge due au sol.

Cas n° 1 : Terrain compact. **Frottement positif** qui s'oppose à l'enfoncement. Théoriquement, on pourrait négliger la masse du gros béton du puits : $R = Q$.

Cas n° 2 : Terrain non cohérent dont le tassement provoque un **frottement négatif** qui surcharge le puits : $R = P + Q + S$.

Cas n° 3 : Pratiquement, on néglige le frottement et on tient compte de la masse de béton du puits : $R = P + Q$.

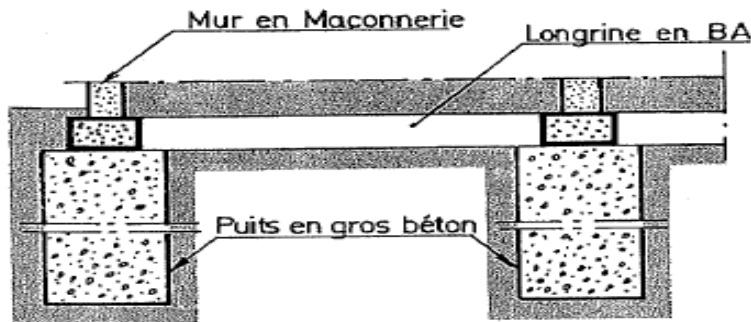
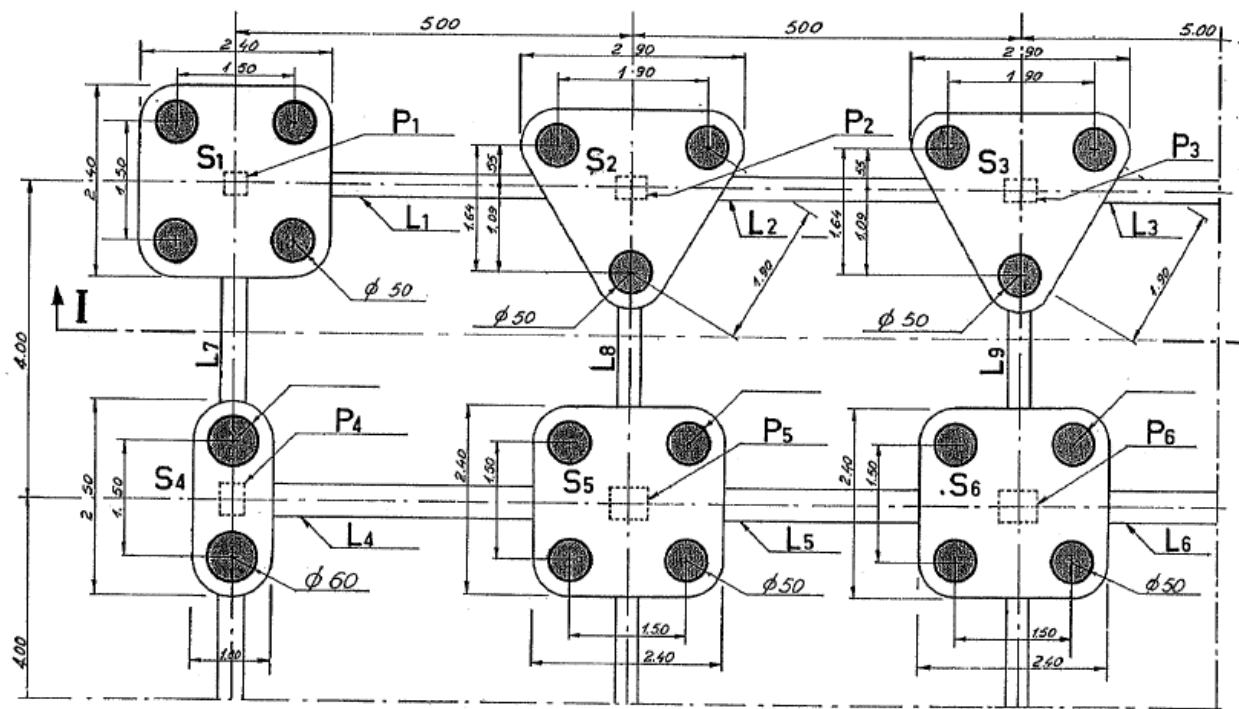
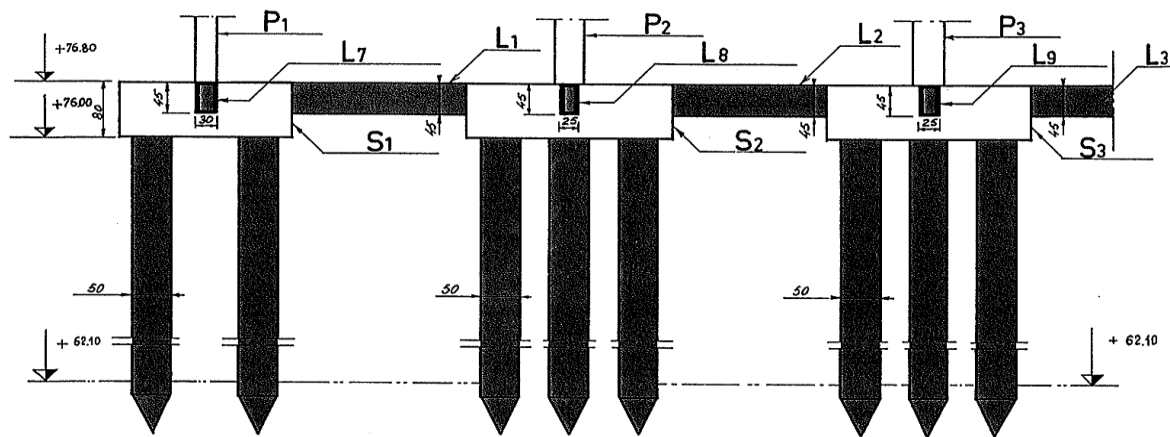


FIG. 15.
Coupe verticale.
Les têtes de puits sont reliées par des longrines.



VUE EN PLAN D'UN ANGLE DE BÂTIMENT

2.FONDATION SUR PIEUX



COUPE I-I

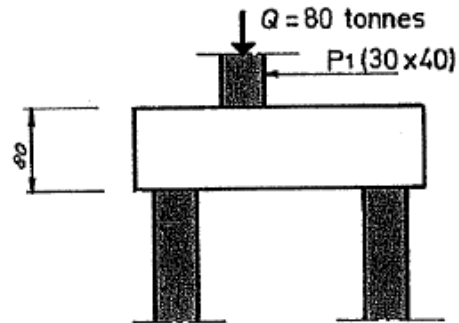
FIG. 2.

FONDATEMENTS PAR PIEUX

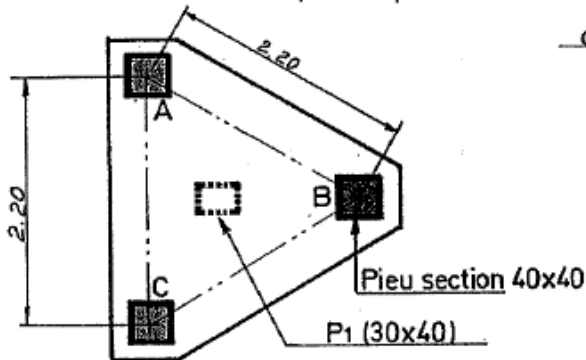
1 Pieux en B. A.

Ils sont destinés à reporter à grande profondeur (20 m, 40 m et plus) les charges d'une construction.

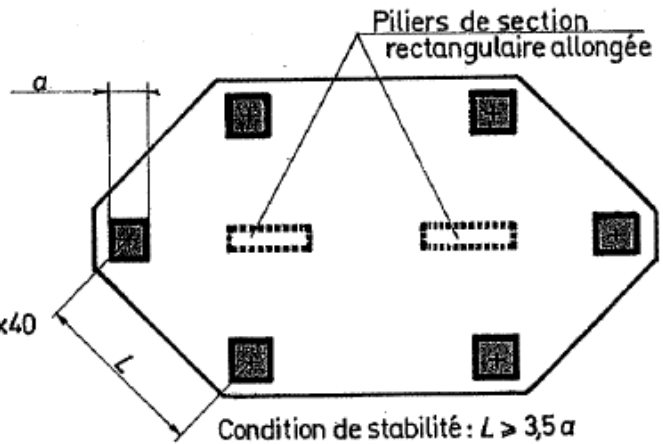
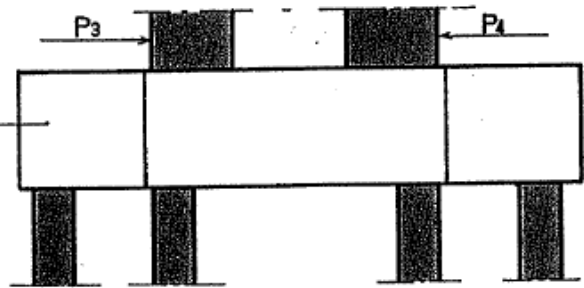
Ils sont groupés par 2, 3, 4, 5 et plus et réunis en tête par une semelle très épaisse afin de répartir la charge sur chacun des pieux.



Le centre de gravité du triangle équilatéral ABC coïncide avec celui du poteau P_1 .



Les axes des pieux sont situés aux sommets d'un triangle équilatéral.



2 Influence des charges verticales

Comment les efforts sont-ils transmis ?

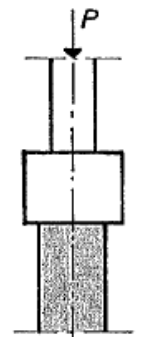
2.1 1^{er} cas : un seul pieu supporte un seul poteau

En théorie, la charge verticale est centrée (fig. 6).

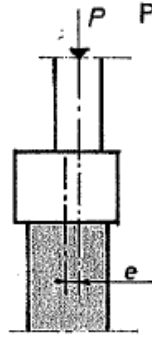
En pratique, la charge verticale est excentrée (fig. 7).

Le pieu est à la fois comprimé et fléchi (fig. 8 et 9).

Cette solution n'est pas recommandée.



En théorie :
compression.
FIG. 6.



En pratique : compression + moment de flexion en raison de la précision relative de l'implantation.

FIG. 7.

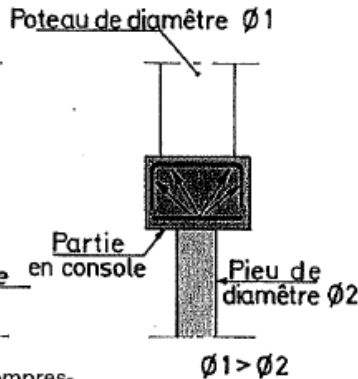
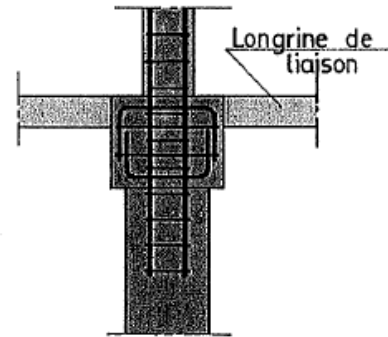


FIG. 8.



Poteau reposant sur un seul pieu. La liaison poteau-pieu est assurée par un massif avec armature en double palier.

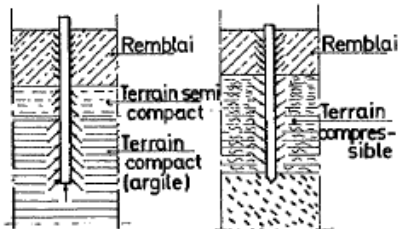
FIG. 9.

3 Influence des sols traversés

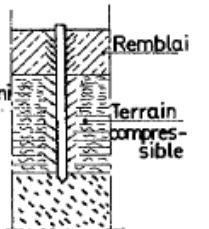
Des pieux dits « flottants »

Quand ?

Pourquoi ?



Frottement latéral important.
Pieu flottant.
FIG. 32.



Frottement négatif.
Effet de pointe prédominant.
FIG. 33.

3.1 Terrains argileux

L'argile est plastique ; elle épouse les formes avec facilité si la teneur en eau est suffisante. Il s'ensuit que l'argile est « adhérente ».

Dans le cas des pieux, le terrain est en contact avec la surface présentée sur toute la hauteur et en raison :

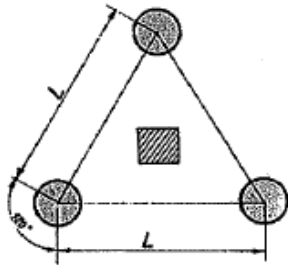
- de la plasticité de l'argile ;
- des charges supérieures du terrain (pression) ;
- de la circulation souterraine de l'eau ;
- des vibrations lors du battage ;
- le pieu se trouve « fretté » sur toute la hauteur.

Conclusion pratique : utilisation des pieux « flottants » qui n'atteignent pas le sol résistant, mais résistent sous l'influence de la cohésion de l'argile et de l'adhérence (fig. 32).

3.2 Frottement positif, frottement négatif

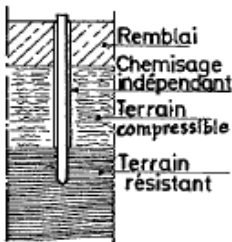
Le frottement positif est recherché dans les terrains compacts car il favorise la force portante. Le frottement négatif, au contraire, est nuisible car le tassement du terrain entraîne celui du pieu (fig. 33).

Comment fonder sur des pieux ?



Condition de stabilité :
 $3L + \pi \varnothing > 3\pi \varnothing$

FIG. 34.



Pieu chemisé.

FIG. 35.

3.3 Conclusions pratiques

1° L'écartement entre axes de pieux est tel que le périmètre d'un groupe de pieux soit au moins égal à la somme des périmètres des pieux.

Exemple : semelle supportée par 3 pieux (fig. 34), la somme des périmètres des pieux de diamètre $\varnothing$ est :

$$S_p = 3 \cdot \pi \cdot \varnothing$$

Périmètre du groupe : $3L + \pi \cdot \varnothing$.

Condition :

$$3L + \pi \varnothing > 3\pi \varnothing$$

$$\text{ou } 3L > 2\pi \varnothing$$

d'où :

$$L \geq \frac{2\pi \varnothing L}{3} \Rightarrow > 2,10 \varnothing$$

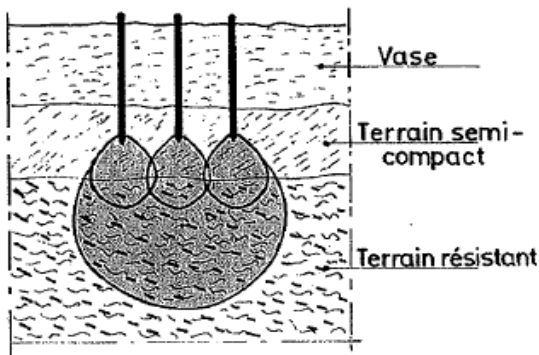
2° Le frottement négatif est réduit en utilisant des pieux chemisés (fig. 35).

3° La rencontre du sol résistant est souvent le meilleur gage de non-tassement ; le pieu travaille alors surtout par sa base.

4° L'estimation de la forte portante fait intervenir 2 termes pour les pieux moulés dans le sol :

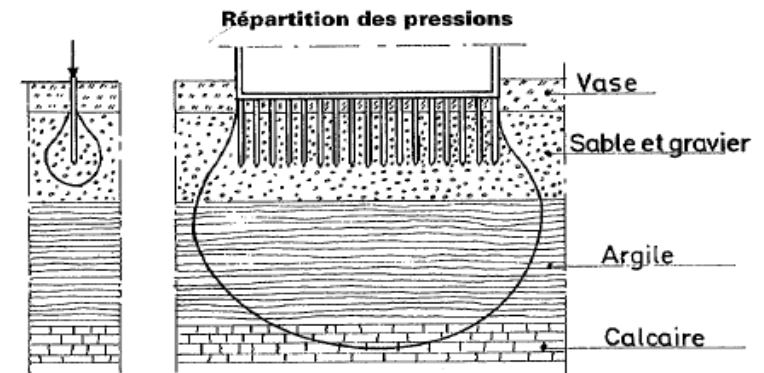
- le terme de pointe ;
- le terme de frottement latéral.

5° Il faut veiller à ce que les couches sous-jacentes soient capables de supporter les pressions transmises (fig. 37 à 39).



Zone d'influence d'un pieu et d'un groupe de trois pieux.

FIG. 37.



Bulbe de pression d'un seul pieu.

FIG. 38.

Ouvrage fondé sur pieux.
 Bulbe des pressions correspondant.

FIG. 39.

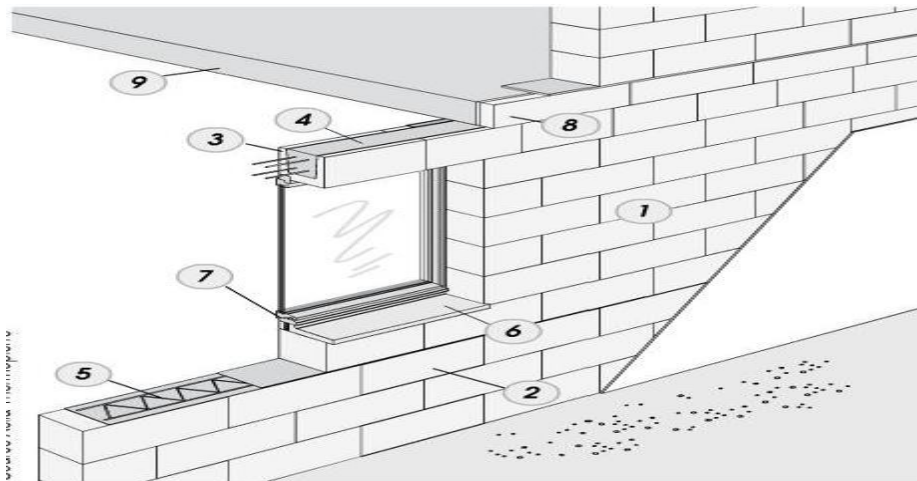
On distingue des sortes de pieux : pieux battus (nécessitant des efforts de battage) et pieux moulés (très sensibles aux flottements négatifs)

2. LE GROS ŒUVRE SUPERIEUR

Il comprend :

- a) Les murs en maçonnerie, en bloc, en béton banché
- b) Les poteaux qui sont souvent en béton armé, il s'agit des éléments porteurs qui constituent les points d'appui pour transmettre les charges aux fondations,
- c) Les linteaux,
- d) Poutres,
- e) Les chainages horizontaux en béton armé
- f) Les escaliers (métalliques, en Béton armé ou en bois),
- g) Les charpentes,
- h) La couverture ou la toiture qui protège le bâtiment contres les intempéries,
- i) Les installations à l'extérieur du bâtiment, tel que fosse septique, clôture piscine, etc...

1 .LES MURS.



- 1** : bloc courant
- 2** : mur d'allège
- 3** : bloc U
- 4** : béton et armature pour linteau
- 5** : armature sous appui
- 6** : appui de fenêtre
- 7** : menuiserie
- 8** : planelle
- 9** : plancher haut du RDC dans le cas d'une construction à étage

Les murs sont des ouvrages verticaux en maçonnerie, en béton, en terre argileux sèche ou en bois suivant leur emplacement, on distingue :

- **Les murs de façade,**
- **Les murs de refend (appuis intermédiaire aux planchers et qui assurent le contreventement de la construction),**
- **Murs de sous-sol (opposent à la pousse des terres),**
- **Murs de cage d'escalier (murs d'échiffres),**
- **Murs de séparation des pièces (cloisons),**
- **Murs mitoyens (qui séparent deux ou plusieurs propriétaires ; limitation des terrains pour le cas de clôture),**

Du point de vue statique, on distingue :

- **Un mur porteur (qui supporte les charges et les surcharges),**
- **Un mur de remplissage (ou mur raidisseur),**
- **Un mur non porteur (cloison).**

Par leur raidissement mutuel, les murs porteurs et les murs de remplissage assurent la stabilité du bâtiment tandis que les murs non porteurs ne font que séparer uniquement les pièces ou jouent le rôle en ossature du bâtiment.

Les charges supportées par les murs se divisent en charges verticales et horizontales.

Les charges verticales sont composées en poids propres du mur, des charges permanentes dues aux planchers, des cloisons, du carrelage, de la charpente et de couverture.

Les charges horizontales sont dues essentiellement à l'action du vent et rarement aux chocs accidentels.

Les murs raidisseurs sont disposés perpendiculairement au mur porteur. Leur longueur minimale est de 20% de la hauteur. Le raidissement mutuel est obtenu par liaison rigide entre deux sortes de murs. C'est pourquoi il est recommandé de les réaliser en même temps si non, réserver un dispositif servant à consolider rigidelement les éléments finis.

LES DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES DES ELEMENTS EN MAÇONNERIE ARTIFICIELS

Ces éléments artificiels sont : les briques, les blocs de béton et le béton banché.

a) Maçonnerie en brique ou en bloc de béton

La maçonnerie est réalisée verticalement et horizontalement avec un alignement.

Les éléments de la maçonnerie sont reliés entre eux verticalement et horizontalement à l'aide des joints de mortiers.

Les joints horizontaux (e_H) sont compris entre 10 et 12 mm et les joints verticaux (e_V) sont égaux à 10mm.

NB : l'uniformité des éléments et la régularité des joints sont d'une importance considérable pour garantir la transmission proportionnelles des charges ; c'est pourquoi il est donné certaines tolérances dans la réalisation des murs de maçonnerie:

- Pour L et $H \geq 150\text{cm}$, la tolérance permise est $\pm 1,00\text{cm}$
- Pour L et $H \leq 150\text{cm}$, la tolérance permise est $\pm 0,5\text{cm}$
- Pour l'alignement, la tolérance est de $\pm 1\text{cm}$ sur une longueur de 10 m.

Pour respecter ces tolérances, il est recommandé de les vérifier par mesure pendant la mise en œuvre des murs, en outre, il faut que les éléments de la maçonnerie soient propres.

Le mouillage des matériaux s'avère important pour qu'ils n'absorbent pas l'eau de gâchage du mortier.

Les éléments de maçonnerie doivent être disposés en assises successives (panneresse et boutisse) ,et il faut utiliser le minimum possible des éléments découpés pour éviter l'augmentation des joints verticaux(e_v) qui par conséquent peuvent causer la réduction de la résistance de la construction

- La réalisation des en maçonnerie doit obéir cet ordre :
 - ✓ Mise en place et réglage des extrémités,
 - ✓ L'alignement à l'aide d'un cordon tendu,
 - ✓ Mise en place des blocs de jambage,
 - ✓ Façonnage des joints.

Pour exécuter les différentes parties des murs, les dispositions dites appareillages sont recommandes .Par appareillage, il faut entendre la façon dont les différentes parties des liaisons sont faites.

On distingue deux sortes d'appareillage :

- Appareillage dit type français : une assise faite d'éléments disposés de la même façon (en boutisse ou en panneresse).
- Appareillage dit anglais : une assise faite en alternance de boutisse et de panneresse.

b) murs en béton banchés

Le béton armé ou non est dit banché s'il nécessite un coffrage pour tenir la forme du mur. Un tel mur résiste aux charges plus élevées qu'un mur en maçonnerie et présente aussi un avantage de supporter les produits d'étanchéité.

C'est pourquoi les murs de sous sol sont dans la plupart des cas exécutés en béton banché.

Il en est de même pour les murs exposés au milieu agressif des parois des réservoirs d'eau, des cures de pont et des murs de soutènement.

Pour éviter les fissurations aux angles des murs de façade de refend, le bétonnage doit être simultané.

- Comment se fait la réalisation d'un mur banché ?
 1. L'implantation des murs et des ouvertures par traces des traits sur le béton de fondation
 2. Le coffrage d'une paroi et réservation de baies
 3. Mise en place des armatures
 4. Mise en place des tendeurs
 5. Coffrage de la paroi résistante
 6. Mise en place des éléments stabilisant
 7. Mise en place du béton et compactage
 8. Le décoffrage

Les éléments de coffrage

- La peau de coffrage qui donne au béton la forme prévue et détermine la qualité à la surface
- Raidissement de la peau du coffrage par les madriers, les poutrelles en bois ou en acier,
- Les étais horizontaux (étayer= soutenir),
- Les fiches et contre fiches qui permettent d'obtenir le parallélisme des parois,
- Béquille d'équilibre qui stabilise le coffrage
- Butée arrière, fixé dans le sol, elle empêche le glissement des contre fiches à son appui en bas

Le coffrage peut être traditionnel ou préfabriqué. Le premier exige beaucoup de matériaux et une main d'œuvre et le second a peut d'élément mais lourd et a l'avantage d'exiger une main d'œuvre réduite et d'être utiliser plusieurs fois.

Le choix entre les deux se fera en fonction du niveau de coût de la main d'œuvre et des matériaux

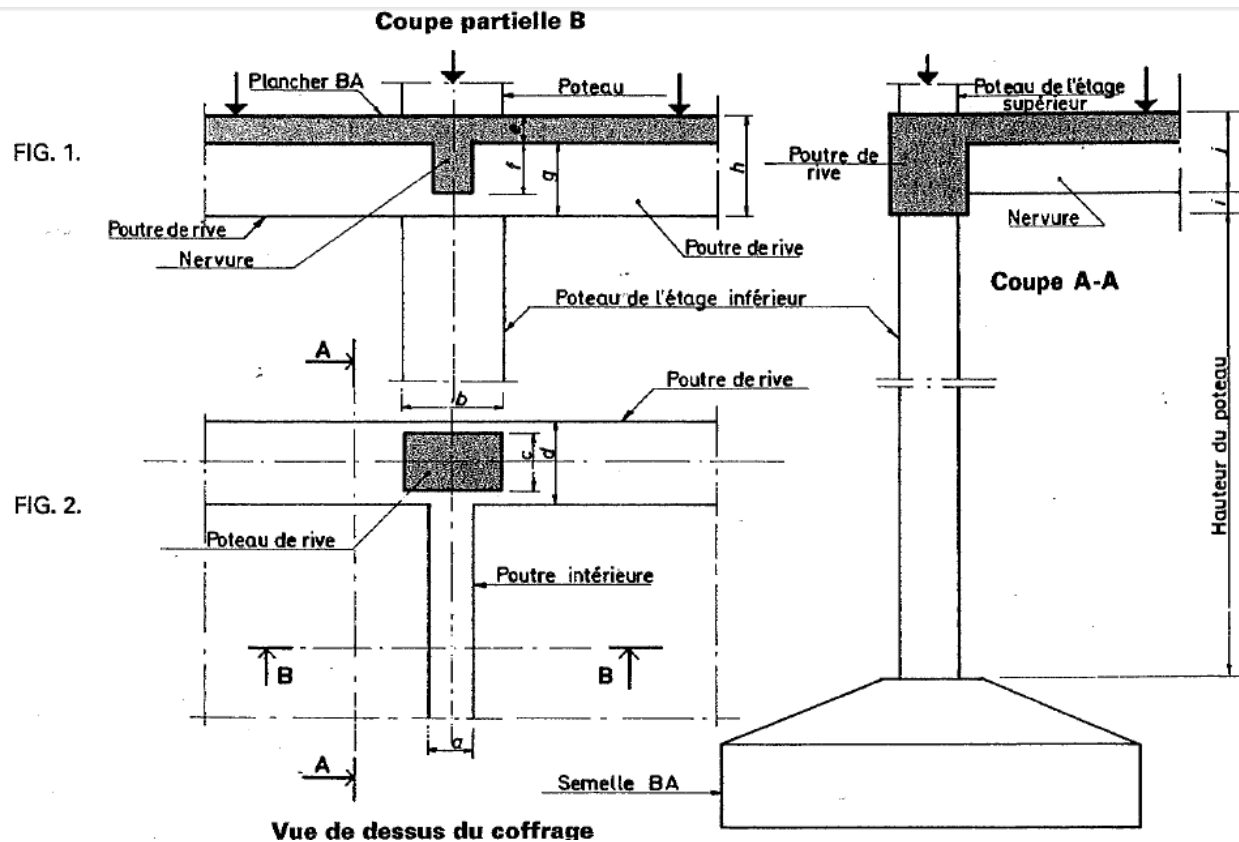
Dispositions constructives avec les éléments naturels

Ces éléments naturels sont généralement des pierres brutes de carrières. la construction d'un mur en pierre brute quelque soit son épaisseur doit obéir à ces règles :

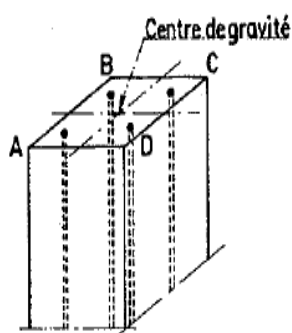
- L'épaisseur et la longueur doivent se situer dans le rapport 1/1 à 1/5,
- Les joints verticaux ne doivent pas être plus grands que les épaisseurs des assises,
- Le cloisonnement de plus de trois joints n'est pas permis,
- Les assises panneresse et de boutisse doivent alternées,
- La longueur d'une boutisse doit être à 1,5 fois épaisseur de l'assise au minimum,
- Le décalage entre joints verticaux est de 10cm au minimum,
- Si des espaces a l'intérieur de la maçonnerie ne sont pas évités, il faut les remplir avec des pierres et les envelopper avec du mortier,
- Les surfaces apparentes des joints sont à rejointoyer,
- Placer aux angles des grandes pierres (là où se trouve plus de sollicitations).

2. LES POTEAUX

Ils sont des éléments verticaux du bâtiment

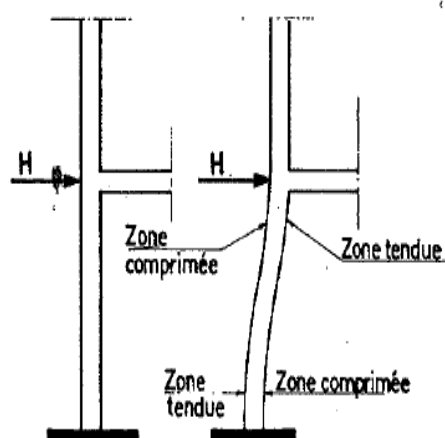


POTEAU DE RIVE AVEC POUTRES ET NERVURE



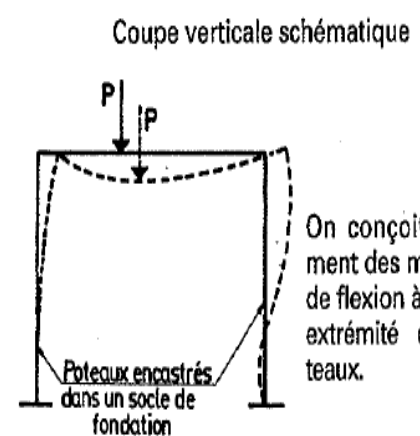
Poteau en B.A. soumis à une compression uniforme N' . La section du béton et la section des aciers ont même centre de gravité.

FIG. 4.



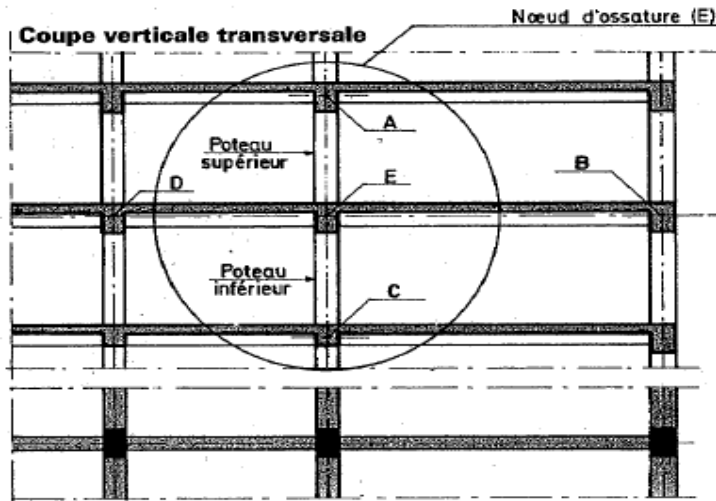
Déviations d'un poteau de rive soumis à un effort horizontal H.

FIG. 5.



Déformation d'un portique simple en B.A. chargé dissymétriquement.

FIG. 6.



Vue en plan partielle
FIG. 7.

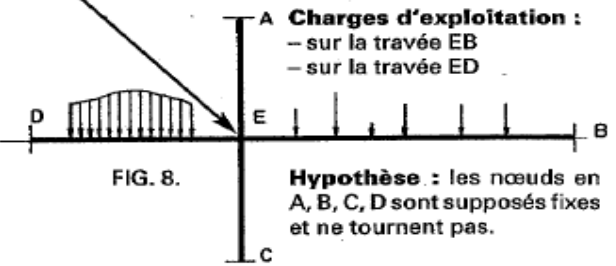


FIG. 8.

Hypothèse : les nœuds en A, B, C, D sont supposés fixes et ne tournent pas.

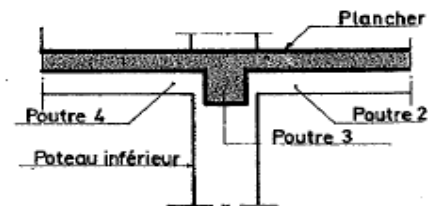


FIG. 17. - Poteau intérieur.

STRUCTURE PORTEUSE POTEAUX - POUTRES

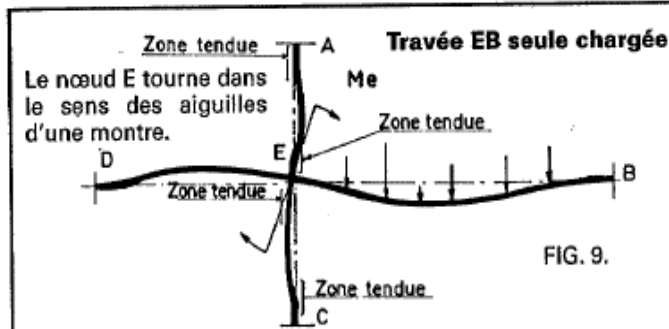
POTEAUX EN B.A.

1 Leurs rôles

- Constituer les éléments porteurs du système planchers-poutres par points d'appuis isolés (fig. 1 à 3).
- Supporter les charges verticales (effort de compression dans le poteau) (fig. 4).
- Participer à la stabilité transversale par le système poteaux-poutres pour combattre les efforts horizontaux (fig. 5 et 6) :
 - effet du vent : 80 à 100 daN/m²;
 - effet de la dissymétrie des charges ;
 - effet des changements de température.
- Servir de chaînages verticaux.
- Limiter l'encombrement (surfaces réduites des sections de poteaux).

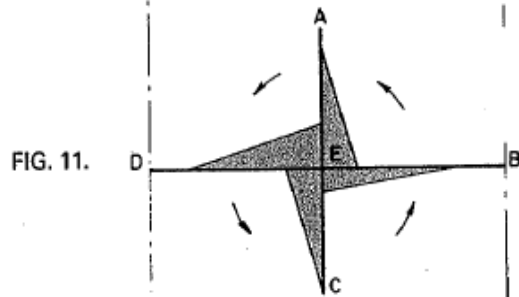
2 Nature des efforts

- Compression (effet des charges verticales centrées) (fig. 7 à 16).
- Flexion (effet des charges verticales et horizontales) le poteau travaille comme une poutre verticale, qui subit aussi un effort normal de compression.
- Les sollicitations sont dépendantes de la position du poteau qui est dit :
 - intérieur
 - de rive
 - d'angle.

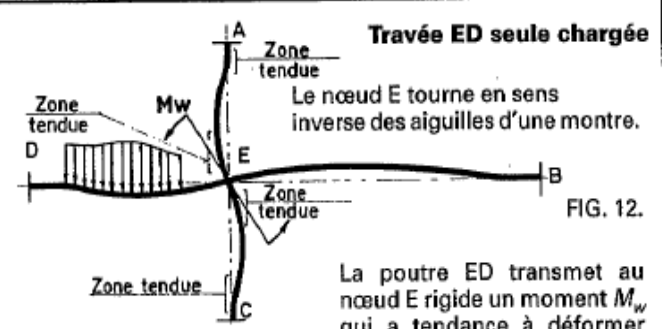


$$|M_e| = |M_{EA}| + |M_{EB}| + |M_{EC}| + |M_{ED}|$$

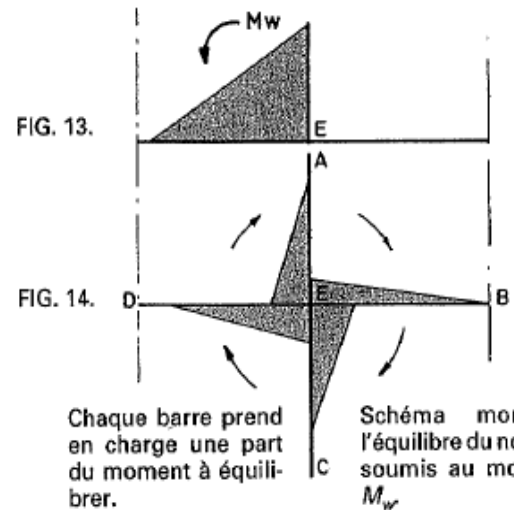
FIG. 10.



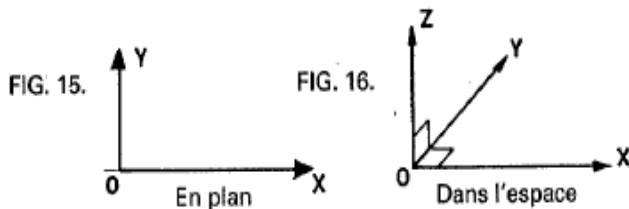
La poutre EB transmet au nœud E un moment M_e qui sera équilibré par les moments antagonistes de chaque barre.



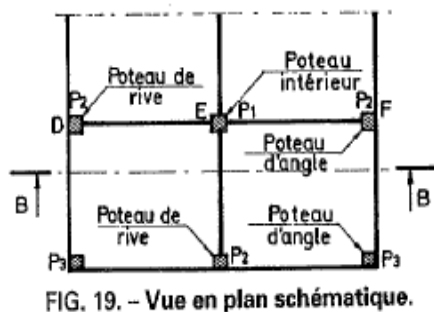
La poutre ED transmet au nœud E rigide un moment M_w qui a tendance à déformer tous les éléments (poutres et poteaux) solidaires du nœud E qui vont réagir proportionnellement à leur raideur.



Conclusion pratique : aciers dans les zones tendues.



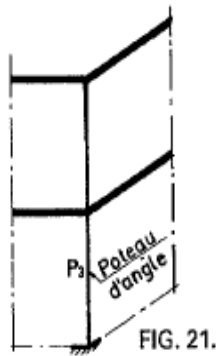
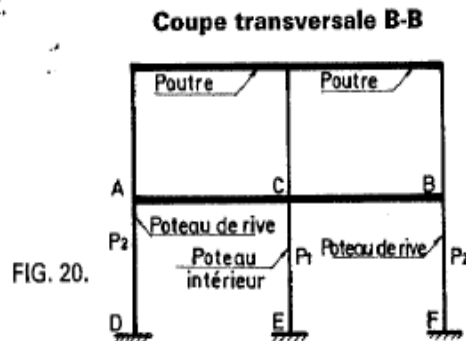
Nota : Les déformations envisagées dans le plan vertical XOZ peuvent avoir lieu dans l'autre plan vertical YOZ, avec les conséquences relatives à la stabilité à prévoir également.



Les poteaux en B.A. sont soumis à la fois :

- à un effort de compression;
- à un moment de flexion.

Ils nécessitent des aciers verticaux et transversaux (cadres). Ils sont souvent calculés conventionnellement en compression réputée « centrée ».



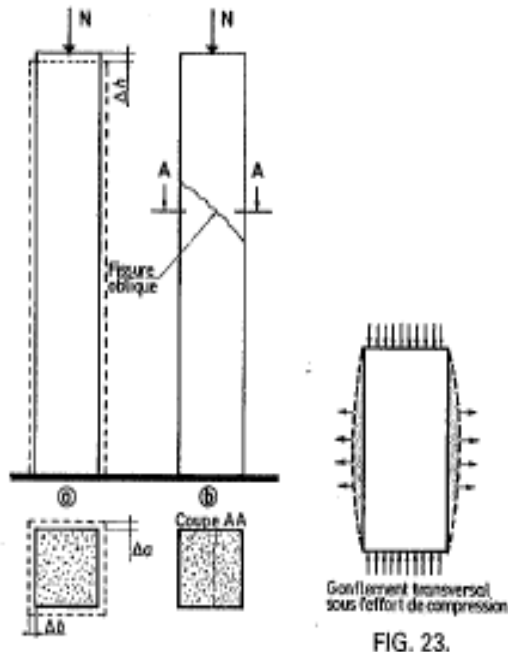


FIG. 22.

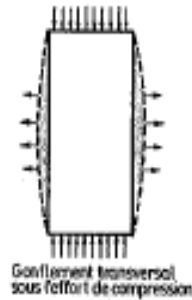


FIG. 23.

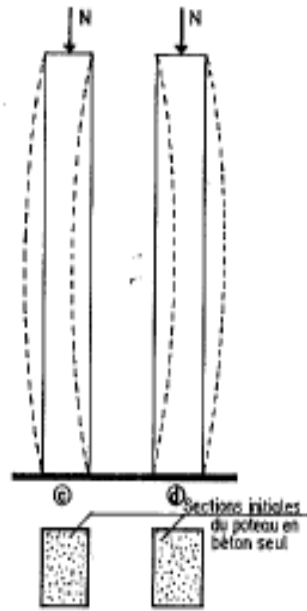


FIG. 24.

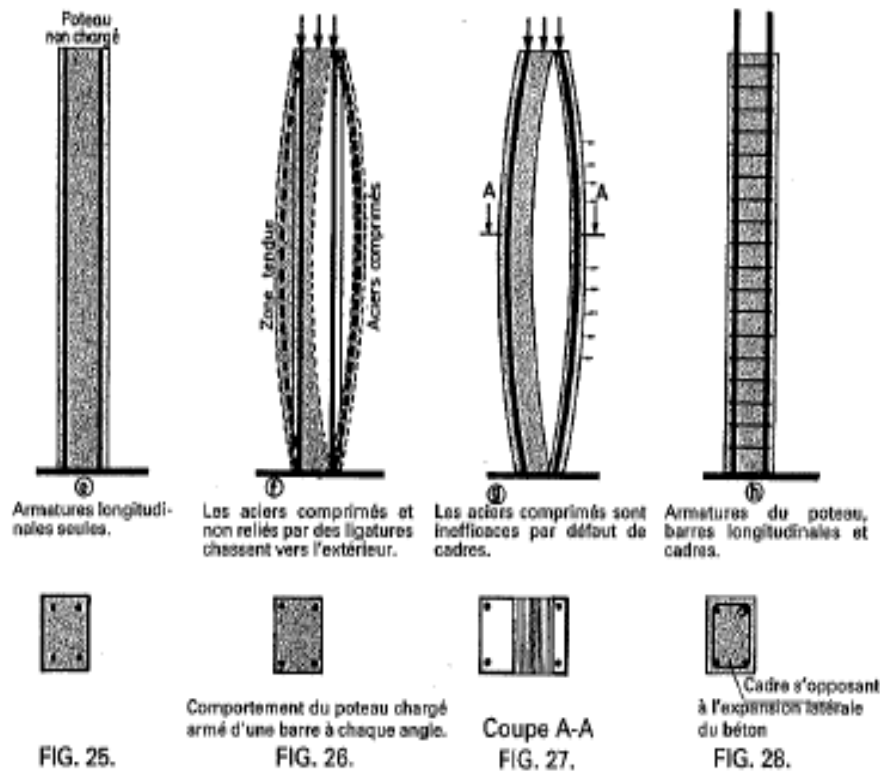


FIG. 25.

FIG. 26.

FIG. 27.

FIG. 28.

COMPRESSION SIMPLE

RV POTEAU DE RIVE

AG POTEAU D'ANGLE

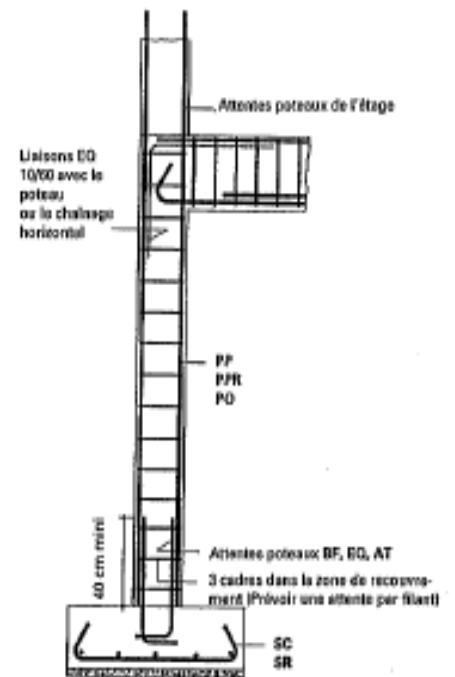
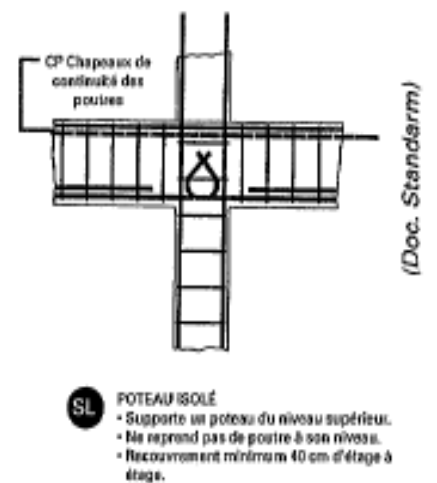


FIG. 18a. - SEMELLES ISOLÉES

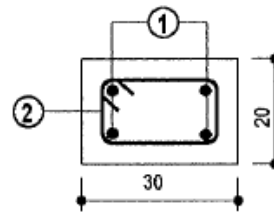
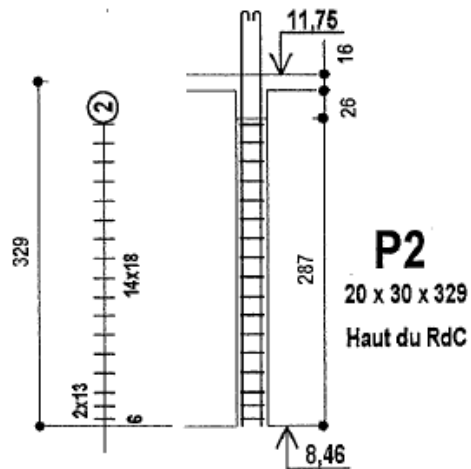
CT POTEAU CENTRAL



SL POTEAU ISOLÉ

- Supporte un poteau du niveau supérieur.
- Ne reprend pas de poutre à son niveau.
- Recouvrement minimum 40 cm d'étage à étage.

FIG. 18b. - DISPOSITION DES ACIERS



① 4 HA 12 L = 370

② 17 HA 6 L = 85

Enrobage : 3 cm

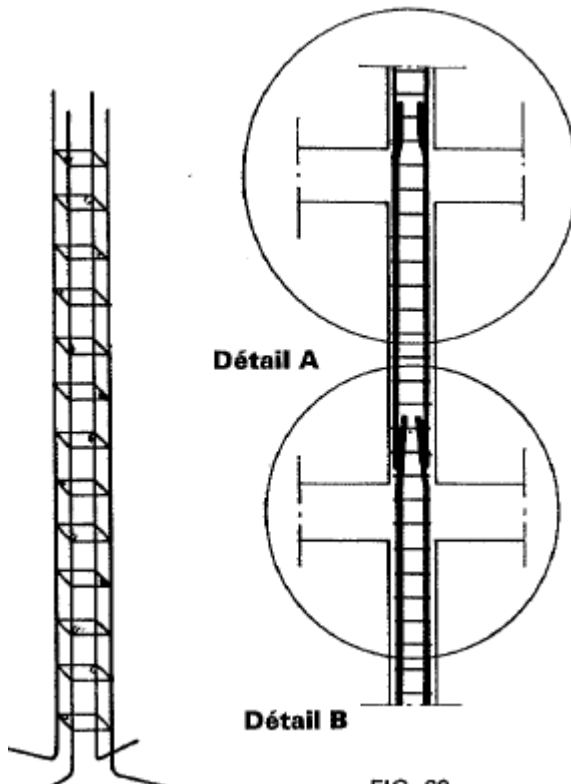
Acier HA : 16,4 kg

Béton (B25) : 0,197 m³

Hypothèses de l'étude :

- Aciers : nuance Fe E 500
- Béton : $f_{c28} = 25$ MPa
- Pression admise sur le sol : 0,18 MPa

ARMATURES D'UN POTEAU DE SECTION RECTANGULAIRE



3. LES LINTEAUX

Le linteau est l'élément en béton armé qui limite l'ouverture de la baie à sa partie supérieure en prenant appui sur les jambages (fig. 1 à 3).

1 Rôles principaux

Les linteaux ont pour rôle :

- de relier les jambages et contribuer à leur stabilité (rôle de moise);
- de supporter les charges :
 - de la maçonnerie du mur de façade ou de refend;
 - d'une partie de plancher (charges uniformément réparties);
 - d'une poutre (charges concentrées);

- de permettre le maintien des éléments fixes ou ouvrants de la baie;
- d'assurer une relative isolation thermique et acoustique;
- de permettre la mise en place et le passage des volets roulants;
- de constituer parfois un élément décoratif par le revêtement incorporé ou une forme appropriée (anse de panier, arc surbaissé, etc.) (fig. 4 et 5).

2 Conditions de leur stabilité

Les sections habituellement rencontrées font l'objet des figures 4 à 8.



FIG. 1.

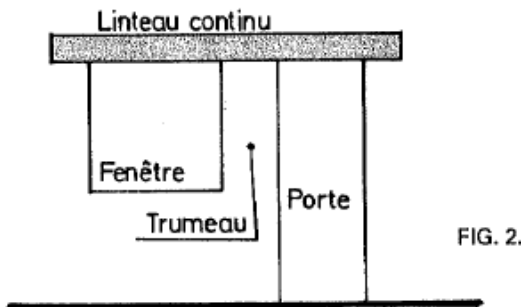


FIG. 2.

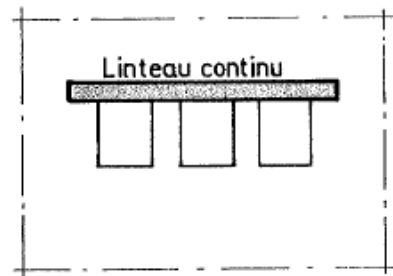


FIG. 3.

Baies rapprochées de faibles dimensions.

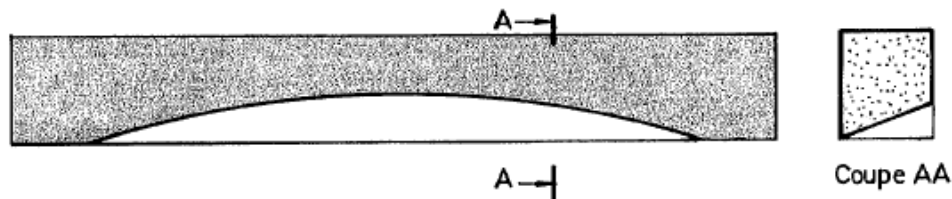


FIG. 4. - Linteau avec arête courbe du côté extérieur et arête rectiligne du côté intérieur.

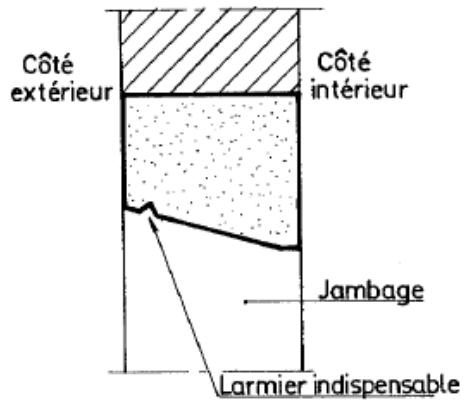


FIG. 5.



FIG. 6.

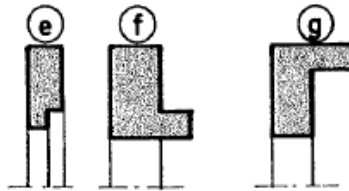


FIG. 7.

- ⓐ avec feuillure.
- ⓑ avec saillie à la partie inférieure.
- ⓒ avec saillie à la partie supérieure.

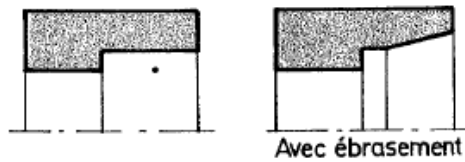


FIG. 8.

Linteaux pour mur épais.

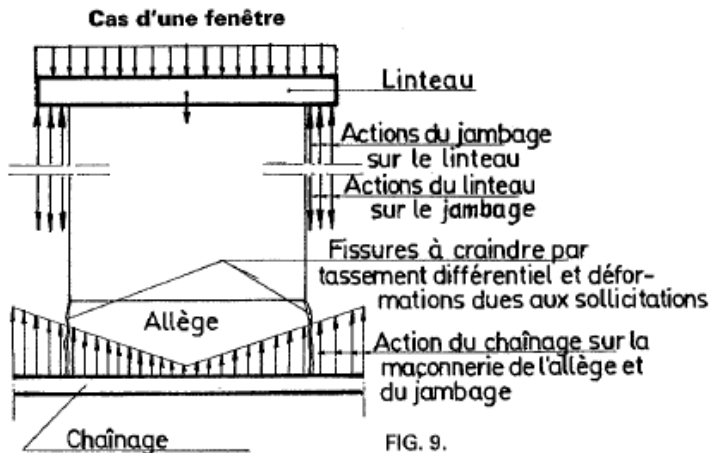


FIG. 9.

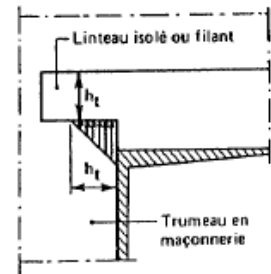
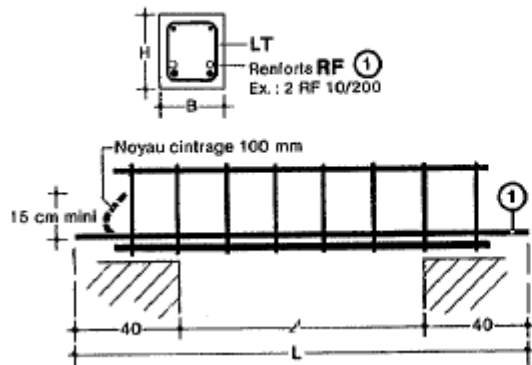


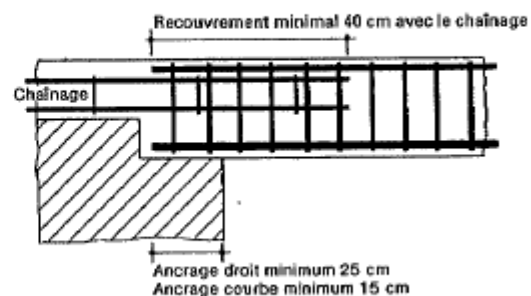
FIG. 9 bis.

La longueur d'appui du linteau est :
 - ≥ 20 cm
 - $\geq h_v, h_t$ étant la hauteur du linteau sur l'appui.

LINTEAU RENFORCÉ



LIAISON LINTEAU-CHAÎNAGE

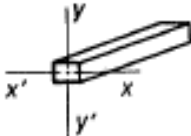


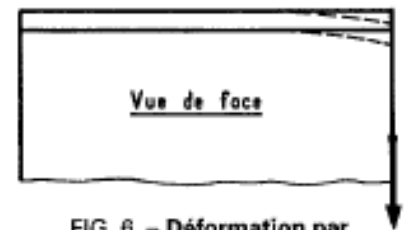
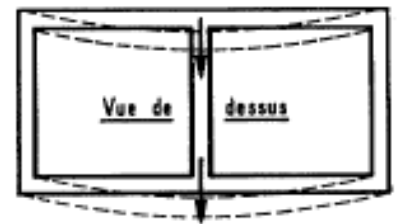
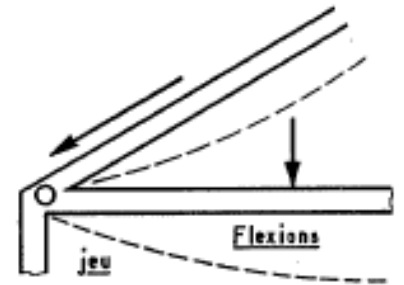
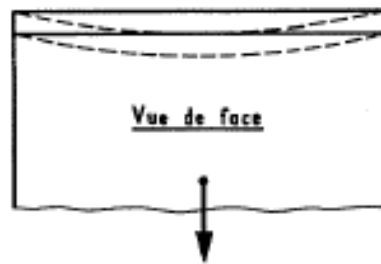
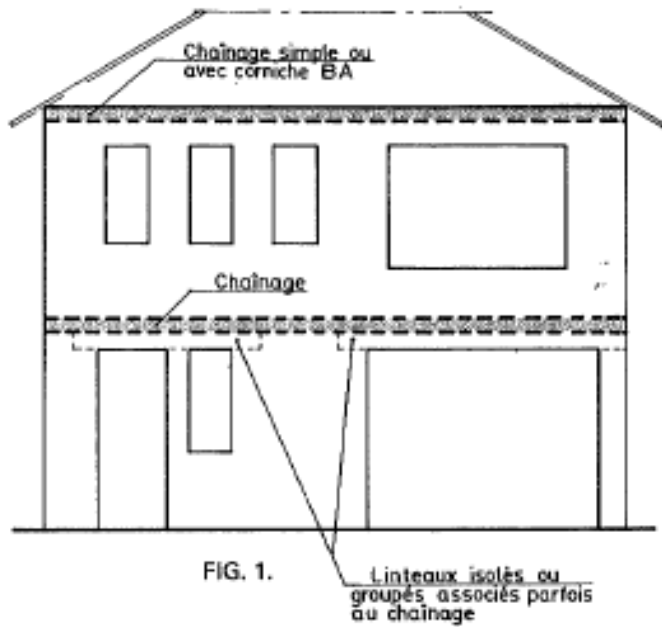
4. LES CHAINAGES

Chainages horizontaux

Ils sont continus, en B.A., et ceinturent les façades à chaque étage au niveau des planchers ainsi qu'au couronnement des murs qui sont reliés au droit de chaque refend (voir *fig. 1*).

Stabilité des ouvrages en maçonnerie

Que veut-on ?	Pourquoi ?	Quels risques ?	Quelles sollicitations ?	Comment faire ?
Buts recherchés	Causes	Déformations ou dégâts possibles	Effet	Solutions
Liaison horizontale : – des murs ; – des poteaux. <i>Figures 2 à 8.</i>	1° Murs sollicités par des poussées : – horizontales : consécutives à la flexion des planchers ; – obliques : par exemple celles des charpentes. 2° Effort de traction dû à la dilatation des terrasses en B.A. 3° Mouvement d'un immeuble sous l'effet d'un tassement du sol ou de l'effet des charges appliquées.	Allongement préjudiciable à la tenue des ouvrages. Désordres intérieurs : – sur les enduits ; – sur les faïences. Déplacement horizontal des semelles de fondation.	La mise en traction des maçonneries entraîne : – la fissuration ; – la pénétration de l'eau de pluie → humidité ; – les désordres dans les façades (lézardes) ; – l'amoindrissement des résistances mécaniques des maçonneries. Efforts normaux et tranchants dans la structure et moments de flexion.	La section transversale des chaînages est limitée (<i>fig. 9</i>). La hauteur du chaînage peut être celle du plancher, qui lui est associé (<i>fig. 10 à 12</i>). Dans le cas de solivage, des chaînages plats sont réalisés (<i>fig. 13 à 15</i>). Confection d'un buton ou moise en B.A. (<i>fig. 16 et 17</i>) : – chaînages judicieusement armés ; – agencement des dispositions (<i>fig. 18 et 19</i>)
Rigidité longitudinale. 	Poussée latérale du vent, des terres. Tassement différentiel.	Gauchissement des murs.	Flexion suivant les axes y' y et x' x . La zone tendue des maçonneries peut se trouver soit : – du côté intérieur ; – du côté extérieur.	Le constructeur doit tenir compte du risque de fissuration de l'enduit entre les maçonneries et les chaînages en B.A. (matériaux différents). Les aciers seront placés de façon que le chaînage travaille en : – raidisseur vertical ; – raidisseur horizontal.



Actions contraires irrégulières du sol

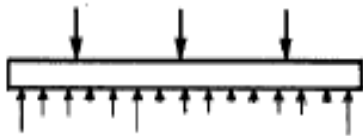


FIG. 7.

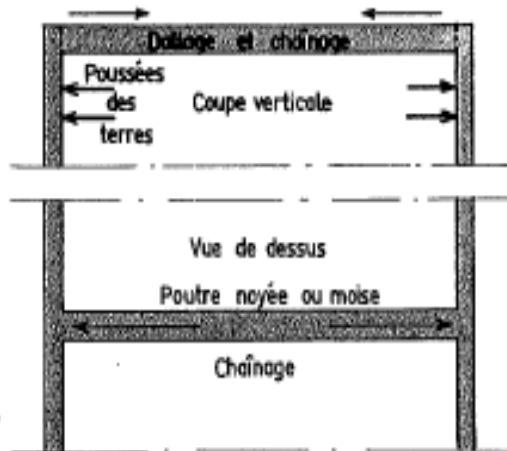


FIG. 8.

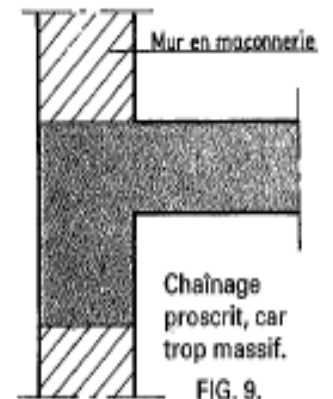


FIG. 9.

Chaînage sollicité en traction

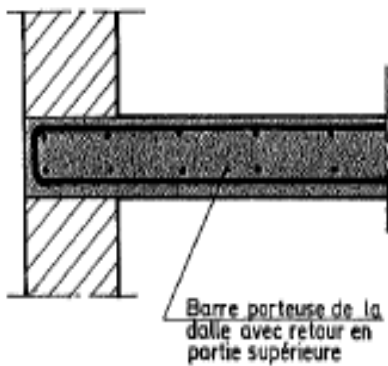


FIG 10.

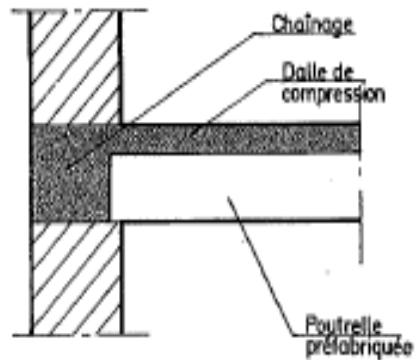


FIG. 11. - Chaîne de rive (plancher B.A.)

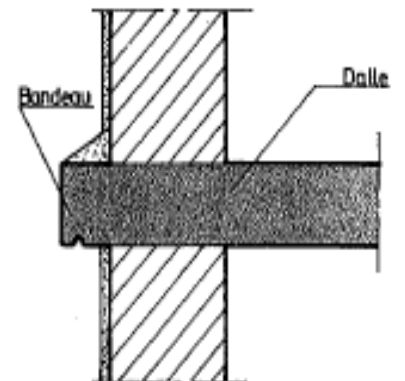


FIG. 12.

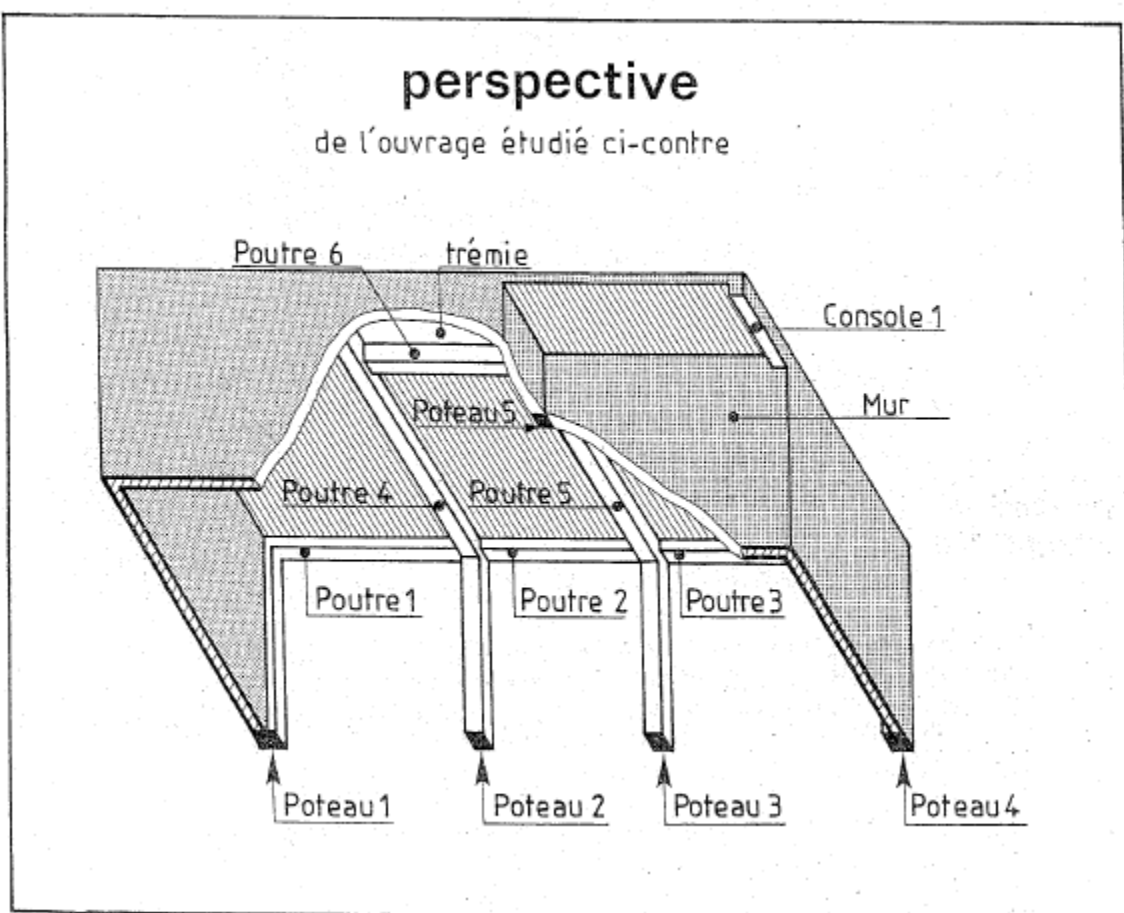
5. LES PLANCHERS

a) Généralités

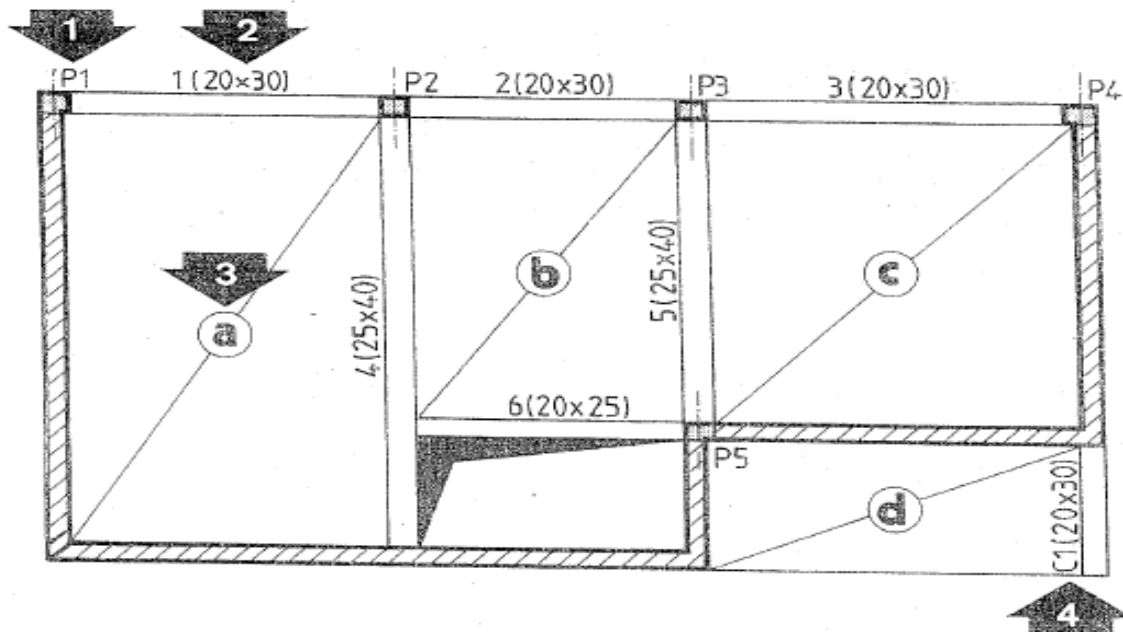
Les planchers déterminent les différents niveaux d'une construction .Ils s'appuient sur les éléments porteurs et ces éléments sont :

- Les murs de façades,
- Les murs de refend transversaux
- Les murs pignon,
- Les poutres de rives et intermédiaires ainsi que les poteaux

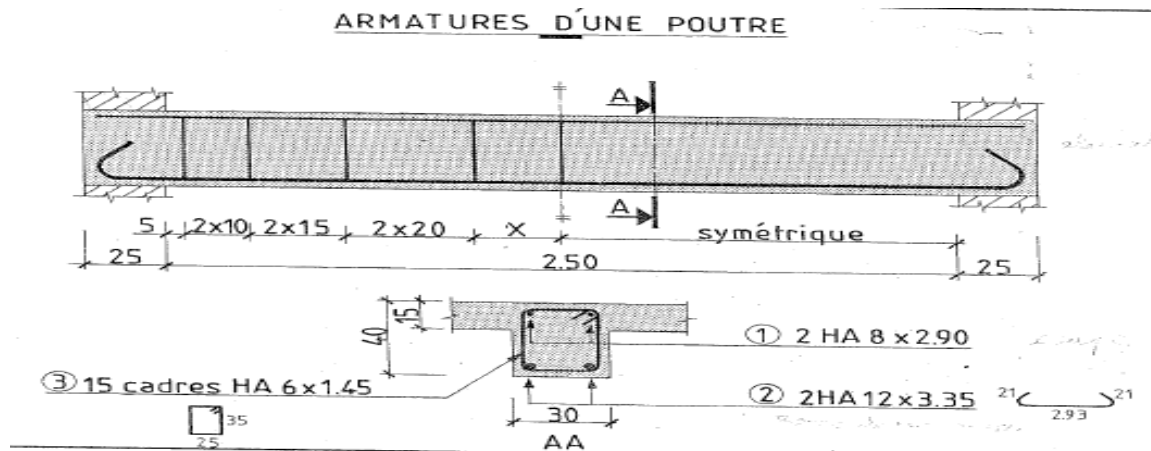
b) Terminologies



Vue en plan d'une plancher de rez-de-chaussée et repérage des éléments



- | | |
|---|--|
|  | 1 POTEAUX: Ils sont repérés par la lettre majuscule P, suivie d'un numéro, exemples : P1, P2,... |
|  | 2 POUTRES: Elles sont repérées par un numéro suivi de la section indiquée entre parenthèses.
Préciser dans l'ordre suivant : la largeur et la hauteur totale de la poutre en centimètres, exemple : 1(20 x 30),... |
|  | 3 DALLES: Elles sont repérées par une lettre minuscule inscrite dans un cercle. Celui-ci se représente au milieu d'une diagonale en trait fin qui précise l'emprise de la dalle. |
|  | 4 CONSOLES: Elles sont repérées par la lettre majuscule C, suivie d'un numéro.
Préciser ensuite la section entre parenthèses. |



c) Les éléments constitutifs du plancher :

- ✓ L'ossature qui comprend la partie portante
- ✓ Le revêtement pose sur la partie portante
- ✓ Le plafond qui est la partie inférieure du plancher

d) Le rôle essentiel des planchers.

- Supporter les charges permanentes et les surcharges d'exploitation lui appliquées
- Transmettre les charges et les surcharges sur les éléments porteurs verticaux sur lesquelles ils s'appuient
- Participer à l'augmentation du raidisseur des poteaux et par conséquent diminuer leur risque au flambement,
- Servir d'élément de stabilité,
- En cas d'incendie, offrir une certaine résistance au feu qui permettrait de disposer d'assez de temps sur l'intervention pour limiter les dégâts
- Assurer une bonne isolation thermique,
- Séparer les différents niveaux d'un bâtiment et servir de supports des éléments pour assurer l'esthétique.

Un des rôles du plancher étant de supporter les charges, il est important de vérifier sa déformation admissible, sans quoi il peut apparaître des désordres à ces éléments constitutifs qui ne subissent pas les déformations de la même façon.

Des valeurs limites de la flèche admissible ont été données.

Pour les poutres droites, linteaux sur deux appuis :

- $l \leq 5\text{m} \rightarrow f_{\text{adm}} \leq l/500$,
- $l > 5\text{m} \rightarrow f_{\text{adm}} \leq 0,5\text{mm} + l/1000$,
l étant la largeur de la poutre (linteaux).

Pour les consoles :

- $l < 2,50\text{m} \rightarrow f_{\text{adm}} \leq l/250$,
- $l > 2,50\text{m} \rightarrow f_{\text{adm}} \leq 0,5\text{mm} + l/500$,

e) renseignement techniques

Les charges permanentes comprennent :

1) la masse propre du plancher qui est généralement de 25kg/m^2 pour 1cm d'épaisseur.

exemple : une dalle de 16cm d'épaisseur et d' 1 m^2 de surface ;sa masse propre = $1\text{kg}(25 \times 16 \times 1) = 400\text{kg}$

2) les cloisons légères

3) les plafonds et les revêtements.

Les surcharges sont évaluées :

- pour les plancher à usage d'habitation : 175kg/m^2 (175daN/m^2 ou $1,75\text{kN/m}^2$),
- pour les plancher à usage de bureau : 200kg/m^2 ,
- pour les plancher à usage de classe : 250kg/m^2 ,
- pour les plancher à usage de magasin ou lieu public : 500kg/m^2 ,

les combinaisons d'action à considérer sont dans les cas les plus courants :

– à l'état limite ultime (E.L.U.) de résistance

$$1,35 G + 1,5 Q_B$$

– à l'état limite de service (E.L.S.)

$$G + Q_B$$

pour les états limites suivants {

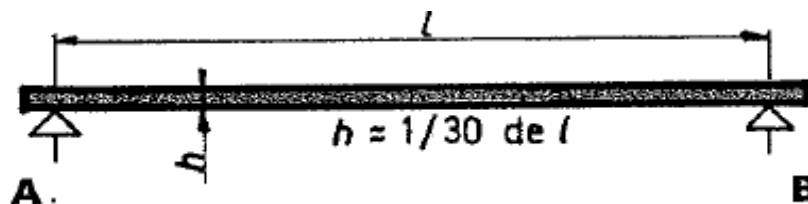
- de compression du béton
- d'ouvertures de fissures
- de déformation

f) les différents types de planchers :

les planchers en bois ou en métal, étant moins utilisés, nous allons nous intéresser particulièrement aux planchers en béton arme : la dalle.

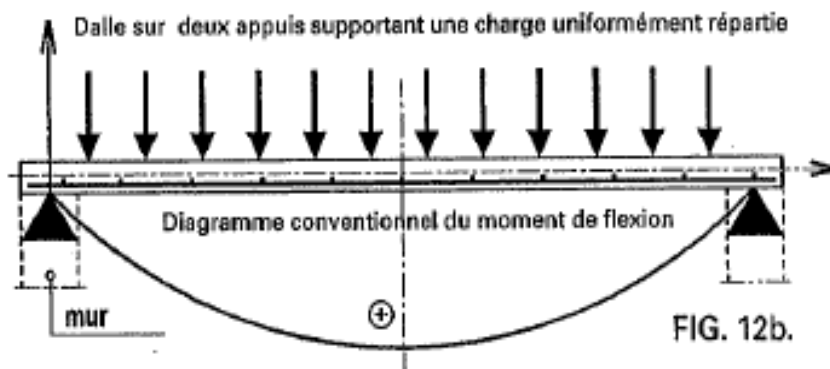
La dalle en béton arme est constituée par une masse du béton avec une armature incorporée et cette dalle se repose sur plusieurs appuis, ce qui influence sur la disposition des armatures et sur le mode de fonctionnement.

1) Dalle sur appui libre

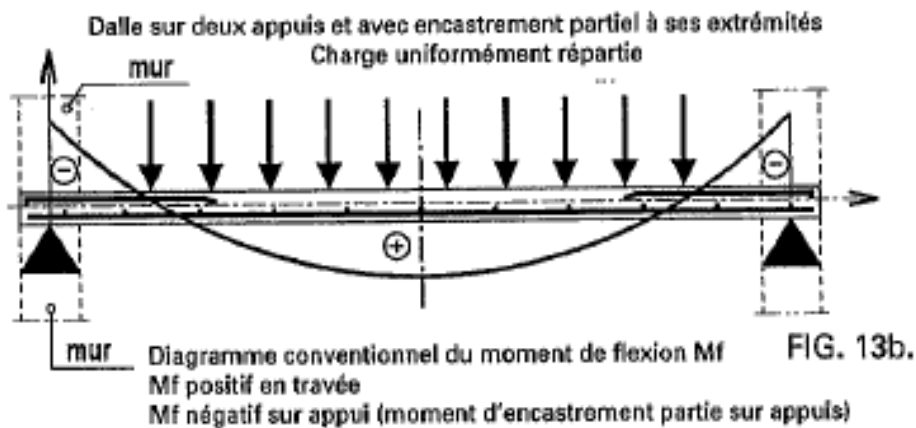


Elle nécessite cependant une armature complémentaire sur chaque appui, en partie supérieure de la dalle pour équilibrer un moment égal à $0,15 M_0$.

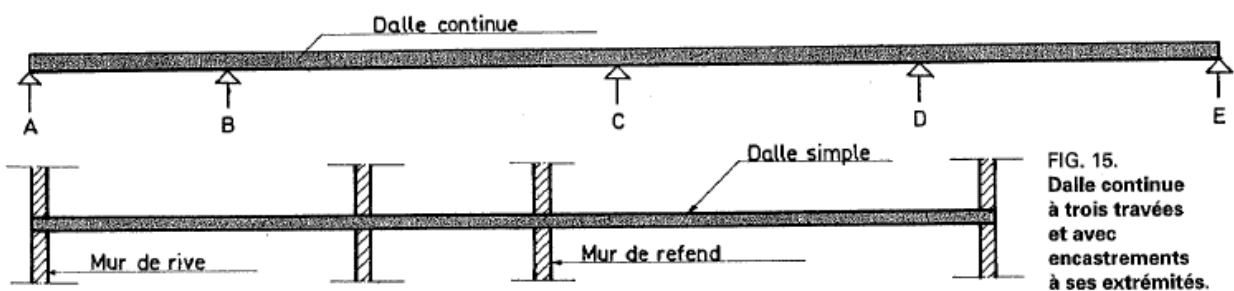
M_0 est le moment isostatique maximal en travée dans le cas de charge qui est imposé.



2) Dalles avec extrémités encastrées



3) Dalle continue et encastrée à chaque appui ou reposant sur plusieurs appuis



g) Les épaisseurs des dalles.

Les épaisseurs résultent de la résistance des conditions des flexions :

- ❖ Pour une dalle reposant sur deux appuis, $e = 1/30$ à $1/35$ l (l : longueur de la dalle).
- ❖ Pour une dalle reposant sur deux ou trois appuis, $e = 1/40$ à $1/50$ l (l : distance entre les appuis).

❖ Planchers avec dalle préfabriquée

Elles sont conçues pour réduire les opérations sur chantier. Ces dalles préfabriquées parviennent sur le chantier prêtes au montage. Après la mise en place de ces poutrelles légères de grande dimension, seule une opération simple de jointage reste à réaliser.

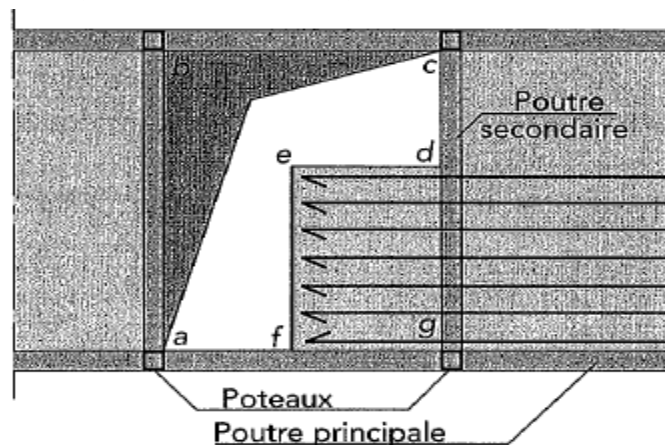
- **Avantage : rapidité de pose et d'exécution**
- **Inconvénient :**
 - Difficile à réaliser lorsque le nombre de trémies et d'ouverture est important
 - La mise en place nécessite la présence d'un système de levage

Ouverture dans la dalle

Les ouvertures sont nécessaires pour le passage des gaines, des conduites pour la ventilation, la fumée, des ascenseurs et des escaliers.

Les ouvertures de faible dimension nécessitent des aciers de renfort aux pourtours de la réservation. La section des armatures principales étant égale à A et la section minimale des armatures de renfort à disposer étant égale au moins à $0,55A$.

L'ouverture de grande dimension (trémie d'escaliers) nécessite à leur pourtour des poutrelles ou des nervures incorporées dans l'épaisseur de la dalle



.renforcement.

Trémie *abcdefa*.

La partie de dalle **edgf** est en encorbellement.

Plancher toiture terrasse

Le dernier plancher de la construction sert de support à la constitution d'un **toit**. L'étanchéité devient alors la condition essentielle à assurer.

Le terme « terrasse » implique une **plate-forme** avec la possibilité de circulation.

Le « plancher-terrasse » sépare le milieu extérieur et intérieur.

❖ Rôles essentiel

1 Le « plancher-terrasse » assure la protection contre :

1 — Les éléments extérieurs :

- la pluie,
 - le gel,
 - le vent,
 - la grêle,
 - le soleil,
 - le bruit, les vibrations, etc.
- } agents atmosphériques

2 — Les éléments intérieurs :

- la vapeur d'eau en provenance du local d'où le risque de condensation et d'humidité.

3 — Les éléments extérieurs et intérieurs :

- le flux de chaleur, dû à la différence de température entre l'intérieur et l'extérieur s'établit ; par suite, la déperdition thermique doit être réduite.

2 Il supporte :

- la masse propre des matériaux constitutifs ;
- les charges d'exploitation ;
- la machinerie d'ascenseur.

Le plancher-terrasse a un rôle porteur.

3 Il doit permettre :

- le passage des conduits de fumée et ventilation ainsi que leur bon fonctionnement ;
- la circulation en toute sécurité sur la terrasse (cas des terrasses accessibles essentiellement).

Principales conditions à remplir

1 L'étanchéité de la toiture-terrasse nécessite :

- l'obtention d'une couche superficielle imperméable réalisée avec des matériaux durables ;
- la pose d'un revêtement de protection ;
- l'écoulement des eaux en surface, leur réception, leur évacuation ;
- l'accessibilité pour l'entretien.

2 Le rôle porteur exige :

- un plancher résistant en béton armé reposant sur des murs de façade et de refend porteurs ou une ossature de poteaux-poutres ;
- outre la masse propre des éléments, on prévoit les charges d'utilisation suivantes par m^2 :
 - 100 kg de charges pour les terrasses non accessibles,
 - 175 kg de charges pour les terrasses privées accessibles,
 - 500 kg de charges pour les terrasses publiques accessibles.

La constitution d'un écran protecteur entraîne :

- une isolation thermique suffisante ;
- une isolation acoustique conforme.

Ces protections ne doivent pas nuire à l'étanchéité qui peut reposer sur le « complexe isolant ».

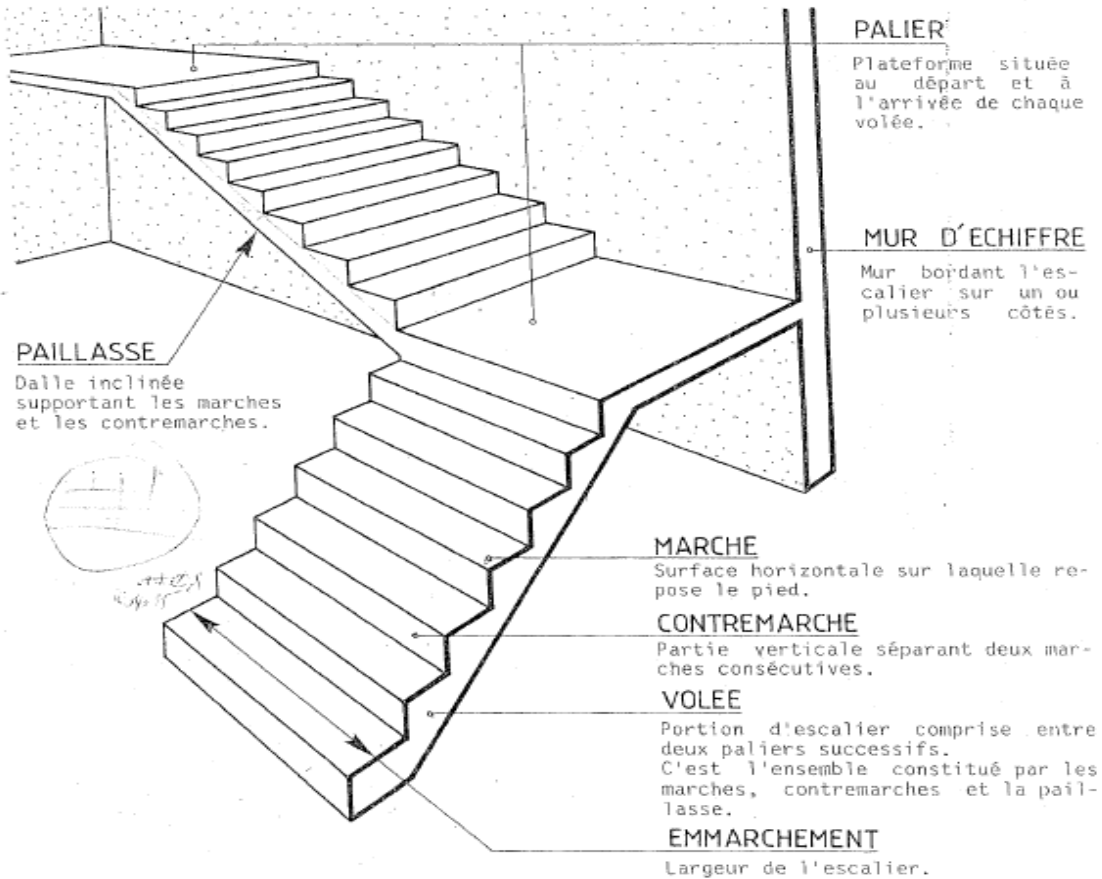
Ainsi, le constructeur doit réaliser :

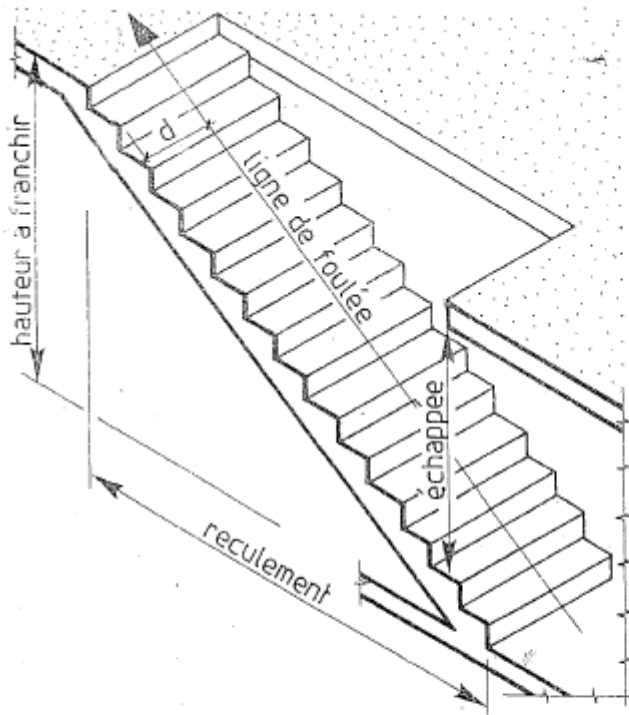
- un support résistant et très stable avec pente $\geq 1 \%$ pour l'écoulement des eaux ;
- une isolation disposée rationnellement ;
- les travaux d'étanchéité et de protection ;
- les revêtements des reliefs (bordures de terrasses, émergences de souches, etc.).

5. ESCALIERS

Définition : ouvrage permettant de se déplacer à pied d'un niveau à un autre d'une habitation.

a) Terminologies.



**RECOULEMENT:**

Longueur de la volée d'escalier projetée sur le sol.

HAUTEUR A FRANCHIR:

Hauteur franchie par l'escalier. Elle est égale à la hauteur sous plafond + l'épaisseur du plancher.

ECHAPPEE:

Hauteur minimum de passage $\geq 2,00$ m.

LIGNE DE FOULEE:

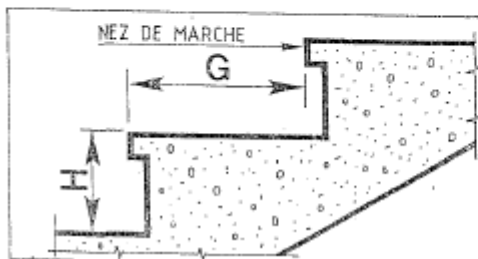
C'est le trajet théorique emprunté par l'utilisateur.

* Pour emmarchements $< 1,00$ m :

$d =$ moitié de l'emmarchement.

* Pour emmarchements $\geq 1,00$ m :

$d = 50$ cm (mesuré à partir de la rampe d'escalier).

**G GIRON:**

Distance comprise entre deux nez de marche successifs ou largeur de la marche s'il n'y a pas de nez.

H HAUTEUR:

Distance verticale comprise entre deux marches consécutives.

Escaliers a marches droites**3.1. GENERALITES:**

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

3.2. DIMENSIONS DES MARCHES:

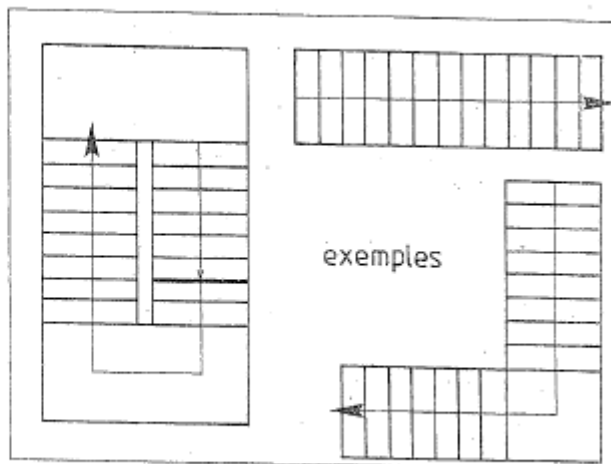
On dimensionnera les marches en utilisant la formule ci-dessous appelée relation de Blondel :

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

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

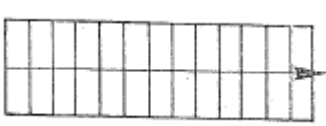
$$16.5 \leq H \leq 17.5$$

$$27 \leq G \leq 31$$

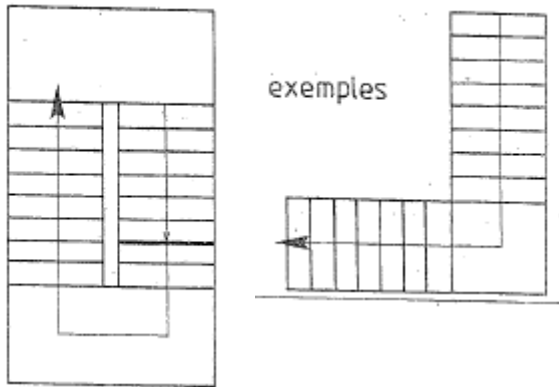


Sortes d'escaliers :

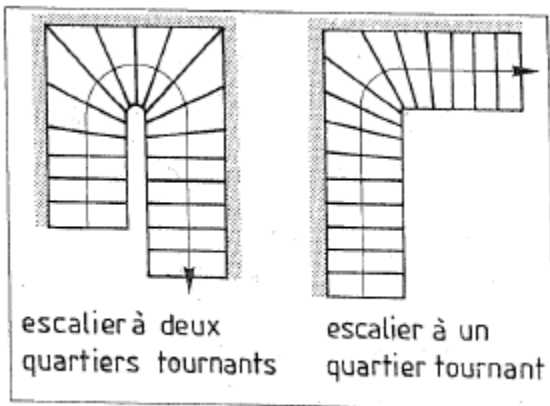
a) Escaliers droits à marches palières



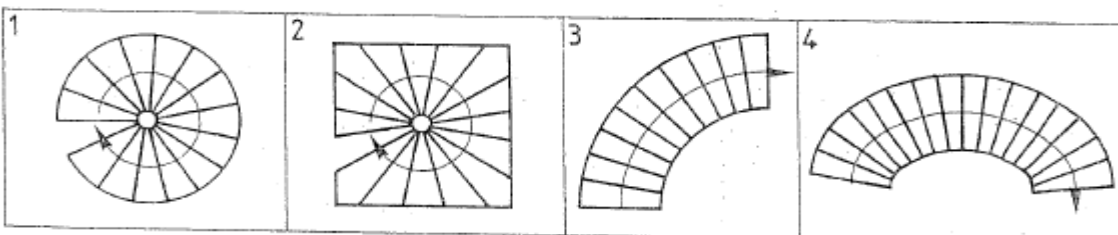
b) Escaliers droits avec des volées et des paliers



c) Escaliers tournants à marches balancées



d) Escaliers hélicoïdaux ou incurves



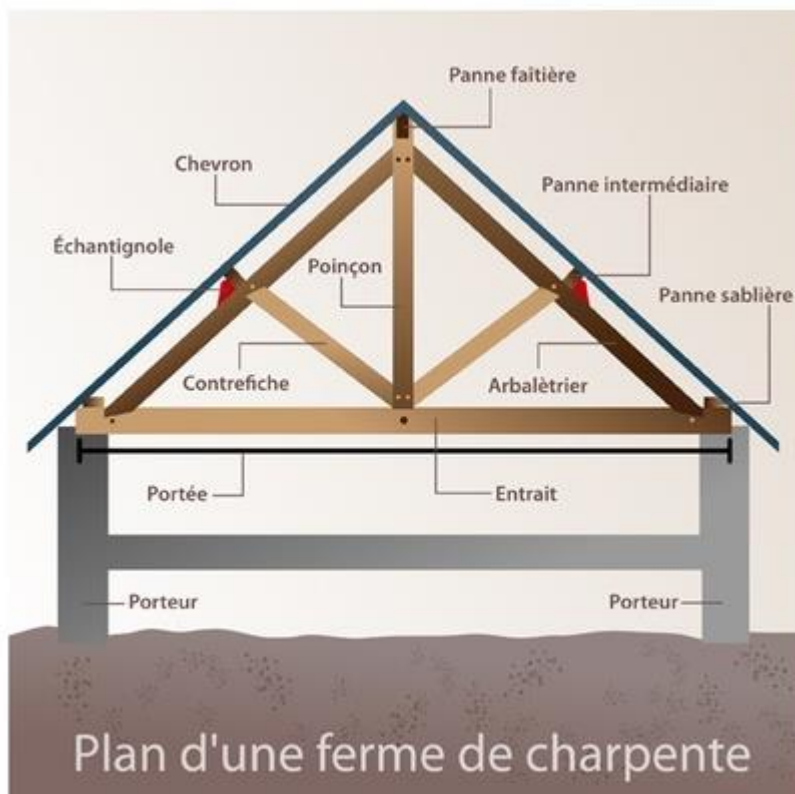
6. LA CHARPENTE

Définition : La charpente est l'ensemble d'éléments qui supportent directement les charges de la couverture d'une construction ainsi que les charges climatiques

a) Généralités

Lorsqu'on parle de sortes de charpentes, on entend souvent la forme d'éléments principaux qui est la ferme.

Les autres éléments (pannes et chevrons) ne servent qu'en réaliser le versant de la couverture. le choix du type des matériaux résulte de l'utilisation du bâtiment .C'est ainsi que les bâtiments à grande portée exigent l'emploi des fermes moins légères et moins encombrantes. Avec l'évolution de la technologie de la construction des bâtiments dont les toitures sont de grande portée et de forme compliquée à conduit à la réalisation des charpentes en treillis de grandes dimensions et plus complexes .



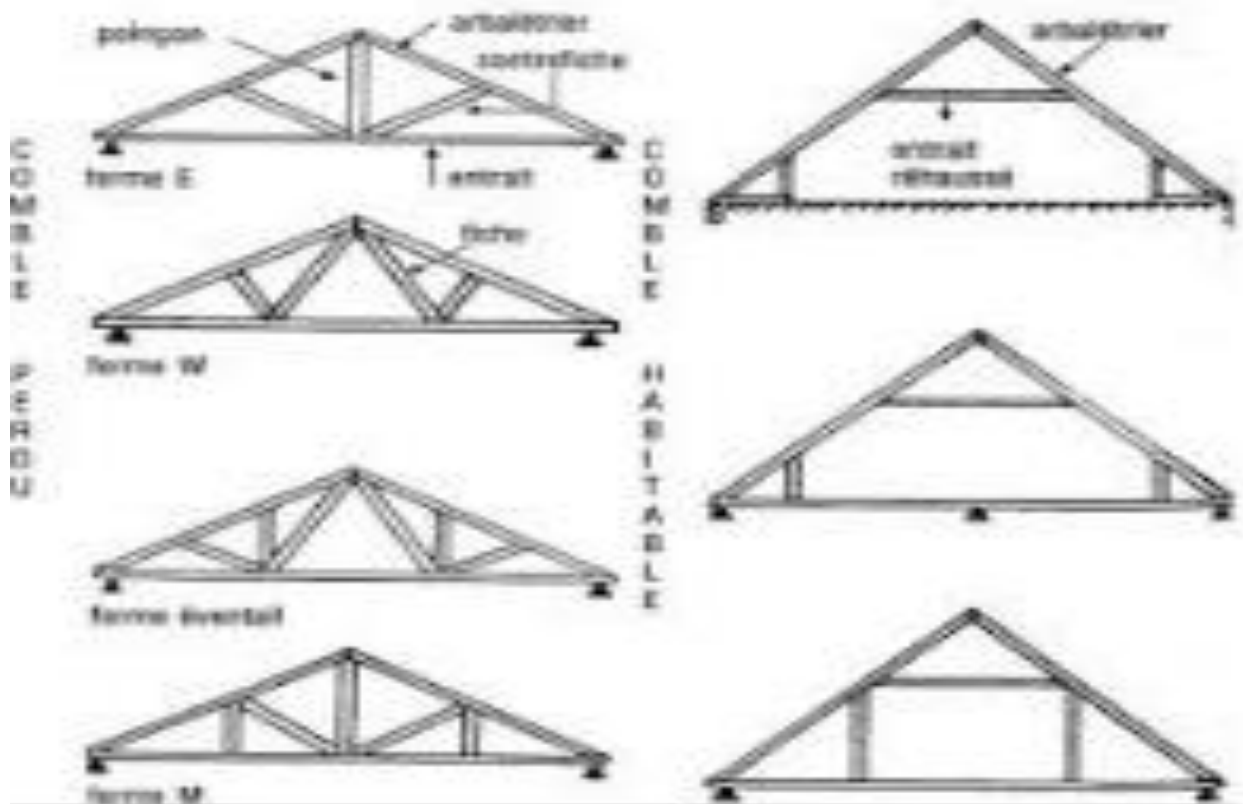
b) Sortes de fermes :

Il existe différents types de fermes que l'on peut reconnaître à leurs formes. Le choix se fera selon les critères suivants :

- utilisation ou non du comble ;
- portée ;
- débord de toiture ;
- pente du toit ;
- poids de la couverture ;
- poids des plafonds.

Vous trouverez dans le tableau ci-dessous un récapitulatif des différentes fermes de charpente et leurs utilisations :

1. Fermes simples

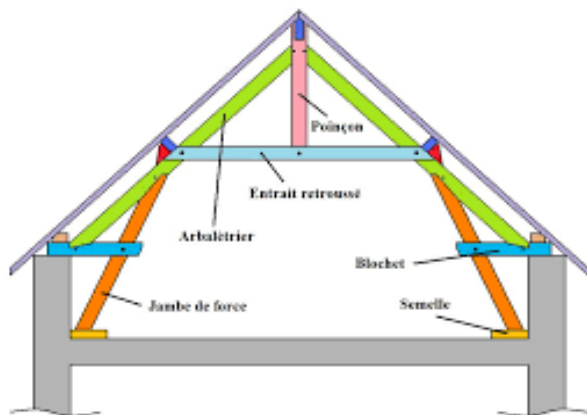


Parmi celles-ci ; on distingue :

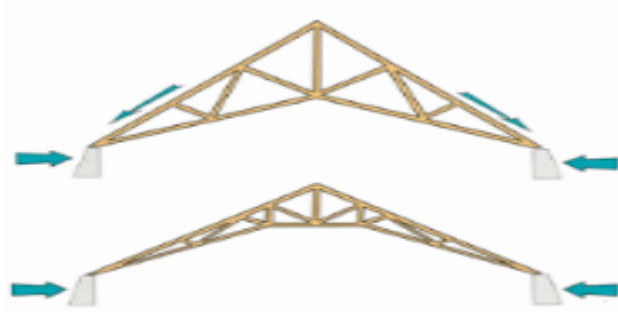
- Fermes simple sans pannes, constituées par :
 - Deux arbalétriers
 - Un entrant
 - Un poinçon qui soutient entrant en son milieu pour éviter le fléchissement de la ferme,
- Ferme simple à panne intermédiaire,
- Ferme simple à deux pannes intermédiaires,
- Ferme simple à plusieurs pannes intermédiaires.

2. Ferme à entrain retourné :

Les fermes à entrain retourné ont pour but, la création d'un espace habitable dans ces courbes ou l'augmentation de la hauteur libre sous la charpente du hangar que l'on appelle "*étage sous comble*".



3. Ferme à la Polonceau :



C'est un type de ferme auquel on fait recours lorsqu'il est en présence de grande portée .elle peut être complètement en métal mais jamais en bois.

On distingue 2 sortes :

- Ferme à la Polonceau à une bielle
- Ferme à la Polonceau à trois bielles

La première se caractérise par un arbalétrier armé d'une bielle de deux tendeurs et d'un tirant reliant les pieds d'une bielle. La deuxième est utilisée lorsqu'on a à parcourir une grande portée et que l'on doit placer plus d'une panne sur l'arbalétrier, on dispose d'une bielle sur chaque panne.

4. Ferme en appentis :

Il s'agit d'une ferme à une pente. On assure l'invariabilité des angles entre différentes pièces en reliant l'arbalétrier au mur par une contre flèche et au poteau par un aissellier. La pièce verticale qui relie la tête de l'arbalétrier et l'entrait est appuyé au mur à fin de repartir sur une grande étendue de la poussée du vent.

Les fermes en appentis sont en fait des demis fermes à deux versants symétriques. Leurs abouts reposent sur un appui ; mur ou poteau et l'autre extrémité s'accroche sur le mur d'une construction adjacente.

5. Fermes en sched :

Les fermes en sched sont mieux indiquées dans les bâtiments industriels par leur facilité de répartition assurant ainsi une grande portée ainsi que par leur possibilité de supporter le vitrage sur un de leurs pans assurant ainsi une bonne répartition de l'éclairage dans l'usine.

Le point le plus délicat dans la réalisation des fermes en sched est celui de rencontre entre deux arbalétriers ou l'on doit prévoir et construire un chéneau servant à l'évacuation des eaux pluviales. D'autre part, lorsque l'arbalétrier supporte une panne intermédiaire, celui-ci est soutenue par une contre fiche prenant appui au pied du pan vitré.

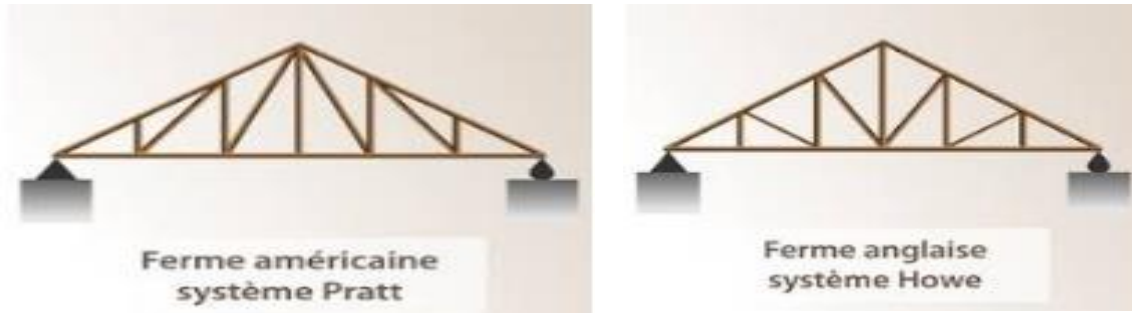
Dans le cas de plusieurs pannes intermédiaires, leurs points d'appuis constituent des nœuds où se croisent en plus des pannes, des montants et des diagonales (contre-fiches).



6. Ferme anglaise ou à réseaux :

Elle s'emploie souvent pour des portées comprises entre 15m et 20m et en treillis. L'entrait qui constitue la membrane inférieure de la construction de la ferme, ses éléments sont soustraits aux dangers de flexion et on peut déterminer leurs sollicitations par des méthodes graphiques (Cremona).

La ferme américaine quant à elle, se diffère de la ferme anglaise par la direction des diagonales et la ferme belge est caractérisée par les montants qui sont perpendiculaires à l'arbalétrier.



CONTREVENTEMENT DES FERMES DE LA CHARPENTE

La poussée du vent soufflant dans le plan des fermes est normalement reprise par ce dernier. Par contre celle du vent soufflant dans l'autre plan n'est reprise par aucun élément et provoque une rotation des fermes autour de l'axe reliant leurs points d'appui.

Pour contrecarrer cette poussée, on installe des liens de faitage entre la panne faitière et le poinçon et les liens de sablière, celle-ci étant aux poteaux.

L'écartement séparant 2 fermes consécutives est variable entre 3m à 5m.

L'écartement entre deux chevrons est variable entre 0,40m à 0,50m.

a) la sollicitation normale dans la charpente

Les sollicitations dépendent des éléments ci-après :

1) le poids propre de la couverture qui comprend : les matériaux de couverture

- ✓ Tuiles mécaniques : le poids varie 40kg/m^2
- ✓ Tuiles romaines : le poids varie 50kg/m^2
- ✓ Tuiles canal : le poids varie 62kg/m^2

Pour une couverture normale, on prendra une valeur moyenne de 45kg/m

2) L'ossature du bois : 350kg/m^2

- Linteaux : 4kg/m^2
- Chevron : 9kg/m^2
- Pannes : 9kg/m^2

Couverture + ossature en bois = 75kg/m^2 et poids propre de la ferme : 20kg/m^2

Pour comprendre les contraintes qui agissent sur chaque pièce constituant une ferme, il est nécessaire de considérer les arbalétriers seuls liés entre eux aux faitages.

La charge P normale au sol, se décompose en deux forces :

L'une F1 tangentielle au rampant, l'autre F2 normal au rampant.

La somme algébrique des forces tangentielles au rampant se décompose aux appuis en 2 forces concourantes F3 et F4 qui tendent à écarter les murs.

On élimine ces contraintes en déformant un système triangulaire indéformable par la jonction d'un entrain qui absorbe les contraintes latérales.

Il travail en traction par voies de conséquence, les arbalétriers seront soumis à un effort de compression et à un effort de traction.

L'effort de flexion des arbalétriers est rempli par les contre fiches. Ces derniers travaillent en compression et le poinçon en traction.

En conclusion, dans une ferme à contre fiches, l'entrain et le poinçon travaillent en traction, l'arbalétrier et la contre fiche travaillent en compression.

Remarque : au moment de l'assemblage, une attention particulière doit être portée aux jointes suivantes :

- Accrochage de la charpente au reste de la construction
- Protection des charpentes en bois contre les insectes par imprégnation des insecticides
- Usage du bois le plus sec possible.

CHAPITRE II. LE SECOND ŒUVRE

Généralités

Il est difficile de fixer les limites des travaux faisant partis du second œuvre dans la mesure où celui-ci tend à couvrir les domaines de plus en plus varies suivant l'évolution des techniques.

D'après la nature des matériaux utilisés et la qualification des ouvriers dans l'exécution des travaux du second œuvre, on peut situer les ouvrages du bâtiment entre autre les murs et les planchers dans le second œuvre.

D'autre part, le fait qu'on attribue aux travaux du second œuvre le rôle d'assurer la stabilité du bâtiment.

On classe certains ouvrages du bâtiment dans l'un ou l'autre cas qui seront considérés comme ouvrages du second œuvre :

- La couverture,
- La menuiserie,
- Les enduits,
- Les équipements sanitaires,
- Les installations électriques, etc

II. 1. LA COUVERTURE.

Définition et rôle : la couverture a pour rôle la mise hors d'eau du bâtiment des eaux pluviales en particulier et la réalisation de l'aspect architectural désireux.

La couverture participe aussi dans la stabilité des éléments de la charpente (chevron, panne et ferme). Les matériaux employés pour réaliser la couverture sont nombreux et le choix de l'ensemble d'entre eux est fonction du lieu de production de ces matériaux.

Les principaux matériaux utilisent comme couverture :

- Les tuiles de diverses formes,
- L'ardoise,
- Tôles ondulées en amiante-ciment
- Tôles ondules galvanise de différents épaisseurs
- Bacs autoportants (en amiantes –ciment)
- Verre armée ondulée
- Dalle pleine recouverte d'une étanchéité multicouche.

La couverture englobe tous les matériaux imperméables disposés au recouvrement pour assurer l'étanchéité maximum.

Pour y arriver, il faut tenir compte :

- L'action du vent sur la toiture et situation géographique
- La souplesse de la charpente
- La déformation possible de la charpente exige l'emploi de couverture de petites dimensions ce qui permet à adapter aux déformations en assurant toujours l'étanchéité.

II.1.1. QUALITES REQUISES D'UNE COUVERTURE

- Une bonne imperméabilité à l'eau
- Une bonne résistance mécanique : aux surcharges mécaniques, aux chocs et à la circulation des personnes pour l'entretien.
- Une bonne résistance aux agressions chimiques et atmosphériques
- Une bonne résistance aux feux
- Un poids suffisant pour assurer une bonne stabilité au vent.

II.1.2. CLASSIFICATION

On peu effectuer le classement de matériaux de couverture suivant le critère de durabilité, de la taille et de l'origine.

C'est ce dernier critère qui semble le mieux connu.

a) Origine naturelle

On distingue : la pierre, le bois et l'ardoise

b) Origine artificielle

On distingue :

1. Élément en argile cuite ou tuile (plusieurs formes : plate, gothique, hexagonale, losange, demi-cercle, canal, à emboîtement (addition de canal +canal),...).
2. Les éléments métalliques :
 - a) Couverture en plomb facile à donner la forme voulue notamment quand il s'agit de l'ornement, résiste bien à la corrosion des atmosphères car à sa surface, l'oxydation de l'air forme une couche appelée "Platine"
 - b) Couverture en cuivre : caractérisé par une longue durée. Sa dilatation est moins élevée que celle du zinc et de l'aluminium.
 - c) La couverture en Zinc : couramment utilisée car le zinc a un prix modéré .on l'emploie en grande nappe plane pour les toits terrasse ou feuilles ondulées.
 - d) Les toiles ondulées en fer: même rôle que le zinc dont l'oxydation est forte jusqu'à la percée .pour sa protection, on la galvanise et en la recouvrant d'une couche de zinc obtenu en trempant la feuille dans le zinc fondu.
 - e) Couverture en aluminium : très légère et permet l'exécution d'une grande surface. L'aluminium en feuille se pose comme le zinc en feuille.
3. Élément en matières plastiques :

On distingue :

- plaque ondulées en amiante ciment (plusieurs dimensions)
- bacs autoportant en amiantes ciment (avantage de réduire le nombre de fixation et de mains d'œuvre, autorise de faible pente de portée sans support intermédiaire, offre une bonne résistance mécanique et étanchéité.

POSE DES MATERIAUX DE COUVERTURE.

a) Élément en argile.

Pour les tuiles creuses, elles reposent sur les voligeages grâce à leur poids propre .elle coule le risque de glissement .C'est pourquoi on leur donne une faible inclinaison.

Pour les tuiles plates : elles se posent à joint croise, ce qui entraine l'emploi d'une demi tuile, elles se recouvrent sur les 2/5 de la surface, elles sont fixées par clouages.

Pour les tuiles mécaniques, elles sont conçues de manière à réduire le strict minimum de recouvrement.

Pour les tuiles mécaniques à emboitement, en plus de recouvrement, on a un emboitement latéral entre les tuiles.

b) Éléments métalliques

Pour les tôles ondulées, elles se posent en direct sur les pannes en commençant par le bas et en partant du coté oppose au vent dominant.

Elles se fixent aux pannes au moyen de clous ou vis pour que l'eau ne pénètre pas par les trous, on assure l'étanchéité en interposant sur la tête de la vis une rondelle plastique suivie d'une autre rigide en fer. En cas de pannes métallique, on emploie des crochets pour fixation des ces tôles.

Remarque : percer les trous le haut l'onde pour fixer une tôle et le recouvrement longitudinal est d'une onde complète tandis que celui transversal est de 20cm.

c) Éléments plastiques.

Pour les bacs ondules en amiantes ciment, elles se posent en direct sur les pannes en partant de la direction opposée aux intempéries .le recouvrement longitudinal est de 15 cm pour une inclinaison de 10^0 à 20^0 et de 20cm pour une inclinaison de 3^0 à 10^0 . Il faut fermer le recouvrement avec du mortier.

NB : -il faut utiliser les planches pour circuler sur le toit pour ne pas écraser les ondes de la tôle et lors de la fixation des vis au crochet, éviter d'enfoncer l'onde de la tôle .

4. Toiture terrasse

La toiture terrasse est le plancher du dernier niveau qui sert de support des éléments constitutifs d'un toit.

Le système d'étanchéité devient l'élément essentiel de la toiture .les toitures terrasses peuvent être ou non accessibles.

Le plancher terrasse sépare le milieu intérieur et le milieu extérieur :

On parle de :

- Terrasse à pente nulle quand $i < 1\%$,
- Terrasse plate quand $1\% < i < 5\%$,
- Terrasse rampant quand $5\% < i < 15\%$,
- Toiture inclinée quand $i > 15\%$.

Rôle essentielles d'une toiture terrasse

1) Elle assure la protection contre :

- La vapeur d'eau en provenance locale d'où le risque de condensation et d'humidité,
- La pluie, la gèle ou la neige, le soleil, le bruit et des vibrations.
- La chaleur due à la différence de température entre l'intérieur et l'extérieur.

2) Elle supporte la masse propre des matériaux constitutifs et les surcharges d'exploitation.

3) Elle doit permettre la circulation en toute sécurité sur terrasse.

Éléments constitutifs d'une toiture terrasse :

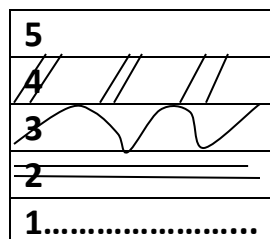
- **Plancher support** : soumis non seulement aux charges d'exploitation et climatiques mais aussi aux efforts dues aux variations thermiques pouvant engendrer les fissurations.
- **Forme de pente** : son but est de permettre l'évacuation des eaux de pluie qu'elle doit diriger vers les descentes.

- **Isolation thermique et pare vapeur** : a pour rôle d'économiser l'énergie, d'éviter les condensations et de diminuer les sollicitations mécaniques sur les ouvrages.

L'isolant se place soit en plancher de support et la forme de pente soit entre la forme de pente et l'étanchéité.

Types d'isolant thermique :

- ✓ Polystyrène admis sur tous support mais sensible aux charges et à la chaleur.
 - ✓ Polymethane qui est un très bon isolant mais sur les supports flexibles.
 - ✓ Mousse phénolique qui est admis sur élément porteur en béton.
 - ✓ Mousse de verre qui est imperméable à la vapeur et admis sur tout élément porteur avec asphalte.
- **Revêtement d'étanchéité** :
Les revêtements sont de deux types ;
 - ✓ Etanchéité asphalte qui se réalise en deux couches.
 - ✓ Etanchéité multicouches à plusieurs feuilles d'étanchéités collées entre elles par des enduits identiques.
 - **Protection** : elle peut être une couche de gravillon de 4cm roulée sur 2cm de sable ou dalle en pierres ou en béton armé préfabriqué de (0,5 x 0,5)m posé sur une couche de sable de 2cm.



- (1) Support (élément porteur)
- (2) Forme de pente
- (3) Isolation thermique
- (4) Etanchéité
- (5) Protection (couche de gravillon)

Principales conditions à remplir

- a) Etanchéité de la toiture terrasse nécessite :
 - L'obtention d'une couche superficielle imperméable réalisée avec les matériaux durables
 - Pose d'un revêtement de protection

- L'écoulement des eaux en surface, leur réception et leurs évacuations,
- L'accessibilité pour l'entretien.

La pose de couche d'étanchéité peut se faire pour collage de panneaux isolant par une charge bitumineuse à recouvrement supérieur au joint ou par feuilles de matériaux synthétique posées et collées indépendamment.

b) Le rôle porteur exige :

- Un plancher résistant en béton arme reposant sur les murs des façades et des autres, la masse propre des éléments. On prévoit qu'il ya d'autres charges par m^2 ,100kg pour la terrasse non accessible ,175kg pour la terrasse non accessibles et 500kg pour les terrasses publiques

c) La constitution d'un écran protecteur constitue :

- Un isolent thermique suffisant et un isolent acoustique conforme. Cette protection ne doit pas nuire à l'étanchéité qui peut reposer sur un complexe isolent .Ainsi, le constructeur doit réaliser un support résistant, stable, forme de pente et avec isolation disposée rationnellement.

II.2. LE PLAFOND

Généralités.

Le plafond est un ouvrage horizontal porté par le plancher pouvant être enduit de plâtre constitué de plaques (unalite, triplex, éternité), des bacs de forme en u (en aluminium, en amiante ciment) ou de bois

Rôles essentiels du plafond :

- Rôle esthétique, il cache les éléments porteurs,
- Isolation thermique et acoustique
- Support de canalisation des câbles.

Sortes de plafond :

- 1) *Plafond en enduit de plâtre* (il peut être en enduit sur des lattes clouées sur des solides, le plâtre est pose en deux couches en veillant à le faire pénétrer entre les lattes)

2) *Plafond en plaques planes* (celui-ci est principalement en éternité, les dimensions de 2,00m x 1,00m et 1,20m x 1,20m. il est compose de fibrociment. L'unalite est un matériau le plus utilisé par rapport à l'éternité grâce à sa flexibilité et facilite de transport).

3) *Plafond de bacs autoportants(en aluminium, en zinc et en éternité)* : ces bacs sont posés sur des murs et éliminent certains travaux classiques comme supports supérieurs à 3,5m, mais un support intermédiaire est nécessaire.

II. 3 LES HUISSERIES.

1. Généralités.

Il s'agit des ouvertures pratiquées dans les murs dans le but de donner du jour, de ventilation ou de permettre un passage.

Sous cette dénomination, on trouve les fenêtres et les portes

La création d'une ouverture dans un mur en vue de la pose d'un élément de fermeture entraine l'exécution de certains détails .ces détails sont identiques pour les fenêtres que pour les portes a la seule différence que dans le cas d'une porte métallique *l'allège supprimée* est remplacée par *le seuil*.

Les dimensions des huisseries de forme en générale rectangulaire sont définies par leur fonction et certaines considérations esthétiques.

En langage de construction, les dimensions se donnent toujours dans l'ordre longueur-hauteur.

Ex : fenêtre de 150-180 correspond à 150cm de largeur et 180 cm de hauteur

2. Les portes

La porte est un élément ayant pour rôle :

- ✓ De fermer un passage et de permettre la circulation libre à l'intérieure du bâtiment,
- ✓ D'assurer l'isolation thermique et acoustique,
- ✓ De contribuer à améliorer l'aspect décoratif d'un bâtiment,
- ✓ D'Assurer la résistance au feu (porte métallique)

Une porte est constituée de deux parties essentielles :

- Un dormant (partie fixe dans la maçonnerie)
- Un ou plusieurs ouvrants appelés battants fixes aux dormants par des organes de rotation (paumelle, pivot) ou de glissement (rails ou glissières).

La porte est conçue en fonction de l'importance de l'ouverture, de l'emplacement ainsi que la fonction qu'elle est appelée à remplir.

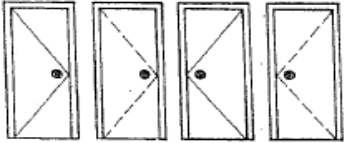
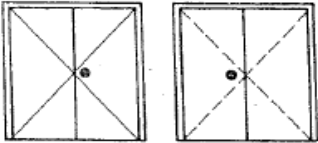
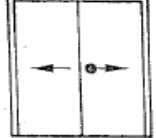
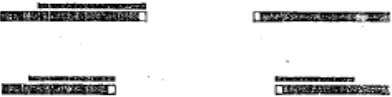
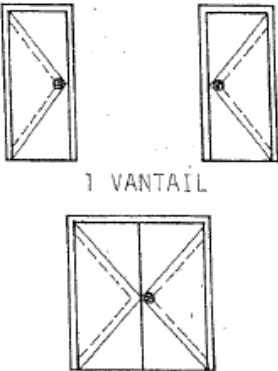
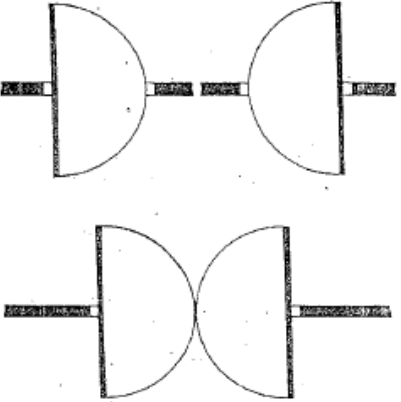
Types de portes : une porte se désigne par :

a) Son emplacement :

- Portes extérieures placées dans les murs de façades (entrée et sortie)
- Portes palières (ferment l'accès du palier des escaliers d'un immeuble)
- Portes intérieures ou de communication (isolant les pièces d'un bâtiment).

b) Son mode de fermeture :

- Porte battante dont les organes de rotation sont placées sur le montant du dormant. Elle peut être simple ou double
- Porte alternative dont les organes de rotation à double effet et le cadre dormant n'a pas de feuillure de battement (employée pour les lieux publics)
- Porte coulissante à ouverture latérale
- Porte coulissante à ouverture verticale
- Porte basculante,
- Porte tournant à tambour (avec 2,3,4 vantaux).
- Etc.

	SYMBOLES* SUR LES ELEVATIONS	REPRESENTATION SUR LES PLANS
OUVRANT A LA FRANÇAISE	 Traits continus fins pour les portes qui s'ouvrent en poussant. 1 VANTAIL	 MURS EXTERIEURS ET DE REFEND
	 Traits interrompus fins pour les portes qui s'ouvrent en tirant. 2 VANTAUX	 CLOISON
COULISSANTE	 Le point désigne le vantail qui se manoeuvre en premier. 1 VANTAIL	
	 Les flèches indiquent le sens d'ouverture des vantaux. 2 VANTAUX	
VA-ET-VIENT	 Double symbole pour représenter les deux modes d'ouverture. 1 VANTAIL	

* Ces symboles figurent dans l'ancienne édition (Février 1953) de la norme NFP 24-101.

3.2 Fenêtres.

Rôle d'une fenêtre.

Définition : En réalité le terme fenêtre désigne l'ouverture ou aussi la baie pratiquée dans un mur extérieur tandis qu'une croisée désigne l'ouvrage qui ferme la baie (ouverture ou fenêtre).

Rôle d'une bonne croisée :

- ✓ Permettre un bon éclairage
- ✓ Avoir une même durée de vie que le gros œuvre
- ✓ Avoir une bonne résistance aux intempéries et au feu
- ✓ Etre facile à manœuvrer, nettoyer et entretien
- ✓ En position fermée, elle doit assurer l'étanchéité à l'eau et à l'air, laisser pénétrer au maximum la lumière, elle doit assurer aussi une isolation thermique et acoustique.
- ✓ En position ouverte, elle doit assurer une vision, en cas d'incendie elle doit permettre l'évacuation rapide et elle doit être la moins encombrante

4. Types de croisées

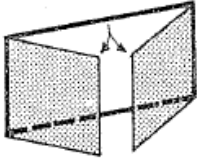
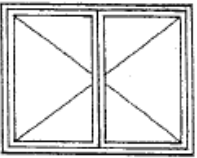
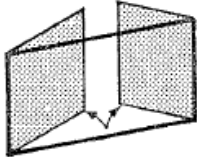
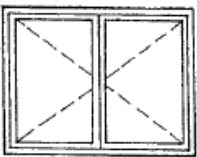
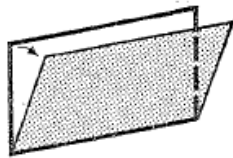
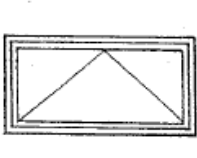
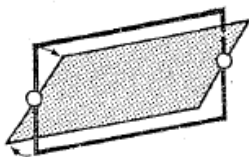
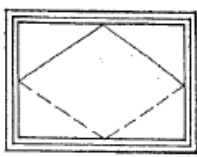
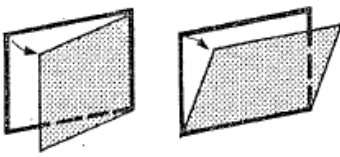
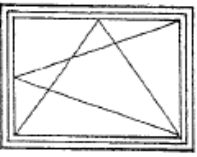
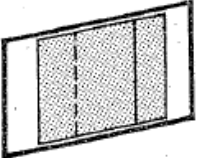
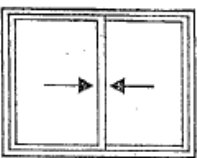
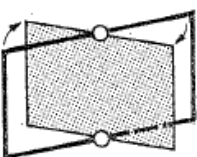
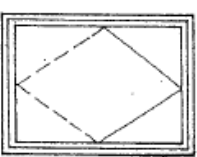
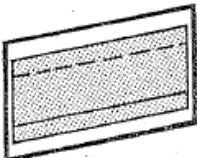
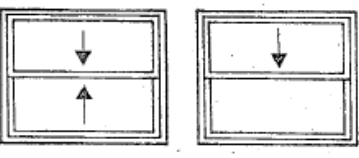
Les croisées peuvent être classées soit selon la position des battants soit selon le type de châssis fixe (dormant) soit selon le mode d'ouverture.

Selon ce dernier critère, on distingue :

- a) Croisées ouvrant vers l'intérieur par rotation autour de l'axe vertical
- b) Croisées ouvrant vers l'extérieur
- c) Croisées pivotantes autour d'un axe vertical
- d) Croisées pivotantes autour d'un axe horizontal
- e) Croisées basculante vers l'intérieur et vers l'extérieur autour d'un axe horizontal
- f) Croisées à ouvrant coulissant (vertical et horizontal)
- g) Croisées basculantes avec bras de support bas (haut) et glissière à la partie basse (vers intérieur ou vers extérieur)

1. Principaux types :

NFP 24-101

	PERSPECTIVE SCHEMATIQUE vue à l'intérieur de la pièce	SYMBOLES SUR LES ELEVATIONS
A LA FRANÇAISE		 Les traits continus fins représentés sur les vantaux signifient que l'ouverture se fait vers l'intérieur.
A L'ANGLAISE		 Les traits interrompus fins signifient que l'ouverture se fait vers l'extérieur.
A SOUFFLET		 Les traits continus fins signifient que l'ouverture se fait vers l'intérieur.
BASCULANTE		 La moitié supérieure du vantail bascule vers l'intérieur (traits continus fins), l'autre moitié vers l'extérieur (interrompus fins).
OSCILLO-BATTANTE		 Fenêtre combinant deux modes d'ouverture : à la française et à soufflet.
COULISSANTE		 Les flèches horizontales précisent le sens d'ouverture de chaque vantail.
PIVOTANTE		 La moitié droite du vantail pivote vers l'intérieur (traits continus fins), l'autre moitié vers l'extérieur (interrompus fins).
A GUILLOTINE		 Les flèches verticales précisent le sens d'ouverture des vantaux.

II. 4. LES EQUIPEMENTS SANITAIRES

Généralités :

Les équipements sanitaires englobent les installations de plomberie et les installations de traitement des eaux usées (E.U) .

Les installations des de plomberie permettent :

- En tout point du bâtiment et sans pollution, une alimentation en eau potable et une évacuation des eaux usées et des eaux pluviales.
- Inaccessibilité dans les locaux de l'air vicié provenant des égouts et du système d'écoulement lui-même.

Cette installation sanitaire doit être commode, robuste, silencieuse, esthétique et économique.

Il est donc impérieux de choisir les appareils adéquats et une mise en œuvre soignée faute de quoi on s'expose aux risques suivants :

- ✓ Corrosion tant interne et externe des matériaux de l'ouvrage
- ✓ Rupture des ouvrages par des efforts physiques
- ✓ Les bruits causés par des tuyauteries
- ✓ La pollution de l'eau et de l'air
- ✓ Moins de résistance au feu en cas d'incendie.

Quant aux installations de traitement de traitement des eaux usées, elles visent la diminution de la charge polluante de l'eau et d'une valeur moins dangereuse dans un environnement où elle est fixée.

Les eaux usées comprennent :

- Les eaux ménagères provenant de l'évacuation des appareils ménagers
- Les eaux vannes provenant des W.C et des urinoirs
- Les eaux pluviales.

Les installations sanitaires font l'objet d'une installation des textes normatifs, c'est ainsi que certains principes de bonne pratique doivent être intériorisés, on doit prévoir sur les plans d'architecture l'emplacement des appareils sanitaires, les réseaux d'alimentation en eau potable et d'évacuation des eaux usées.

1. ALIMENTATION EN EAU POTABLE

Elle se fait par branchement au réseau public, un compteur doit être installé à l'amont du réseau du distributeur de la main à fin d'évaluer la quantité d'eau fournie.

Le nombre d'appareil à installer dépend de besoin en eau et des habitants de la maison. Ces besoins sont fonctions :

- Du confort intérieur exige
- Du degré élevé d'une hygiène,...
- Du nombre d'appareil sanitaire
- Du mode de vie des occupants qui utilisent les appareils à temps plein

Par ailleurs les risques cites plus hauts courus par les appareils du réseau doivent être prévenus.

La corrosion : pour éviter ce risque la qualité de l'eau doit être assurée et son degré d'acidité doit être compris entre 7,2 et 7,4.

Si le degré d'acidité est inférieur à 7, l'eau est acide et corrosive.

Rupture des tuyaux : elle peut provenir des efforts extérieurs dus aux changements de direction et aux efforts intérieurs soit les surpressions provoquées par les fermetures brusques des robinets soit des coups de bélier.

Pour résoudre ce dernier problème, on recommande d'utiliser des robinets à fermeture progressive en un ballon anti bélier.

Les bruits dans les tuyaux résultant des chocs de l'eau.

Le choc de l'eau contre des obstacles et frottement à l'interface du tuyau, entraîne les bruits à l'intérieur du tuyau. Pour le prévenir on recommande de :

- Prendre une section suffisante du tuyau
- Prendre des tuyaux a parois intérieurs lisse,
- Eviter des changements brusque de directions et les diminutions brusques des sections.

La pollution de l'eau et de l'air.

La pollution peut être due à l'introduction des corps étrangers dans les tuyaux non étanches et à la montée de l'air vicié des canalisations.

Pour résoudre ce problème, il faut monter un appareil en siphon. La pollution peut également se produire quand on a des canalisations à faible pente, c'est pourquoi, il est recommandé d'adopter une pente ni trop faible ni trop grande.

La vibration des tuyaux.

On recommande les mesures suivantes :

- Revêtement des canalisations par des matériaux amortissant (mousses)
- Fixer les canalisations aux murs et aux cloisons de manière solide.

Quelques débits de base des appareils sanitaires

- Appareils de cuisine
 - évier : 12l/min
- Appareils de salle de bain
 - lavabo : 6l/min
 - baignoire : 20l/min
 - douche : 10l/min
 - W.C avec réservoir de chasse : 6l/min
 - W.C avec robinet : 9l/min
- Appareil de lavage.
 - machine à laver : 20l/min
 - robinet d'arrosage : 40l/min

Quelques valeurs courantes des diamètres des tuyaux d'alimentation

Pour -l'évier : $\phi 10\text{mm}$

- Baignoire : $\phi 10\text{mm}$
- lavabo et douche : $\phi 10\text{mm}$
- W.C : $\phi 8\text{mm}$
- salle de bain avec baignoire : $\phi 14\text{mm}$ à 16mm
- salle de bain avec douche : $\phi 12\text{mm}$
- poste d'arrosage : $\phi 16\text{mm}$

NB : Lorsque la pression disponible au branchement dépasse une certaine valeur, il faut installer un réducteur de pression ramenant celui-ci à la valeur requise.

Lorsque la pression est basse, il faut installer un dispositif qui permet de la ramener à la valeur requise. Ce dispositif s'appelle détendeur ou régulateur.

4.3 EVACUATION DES EAUX.

L'évacuation des eaux concerne les eaux à la sortie des appareils sanitaires, soit branchées aux réseaux d'alimentation en eau potable ainsi que les eaux pluviales.

Toutes l'installation d'évacuation doit répondre aux exigences suivantes :

- **Adéquation des canalisations en matériaux influent (PVC ou en Béton),**
- **Une capacité suffisante de la conduite pour évacuer l'eau pouvant contenir les matières solides**
- **Eviter les engorgements (diamètre et débit doivent se correspondre),**
- **Une étanchéité parfaite pour empêcher la pénétration des gaz dans les locaux habités**
- **Un niveau sonore le plus faible possible.**

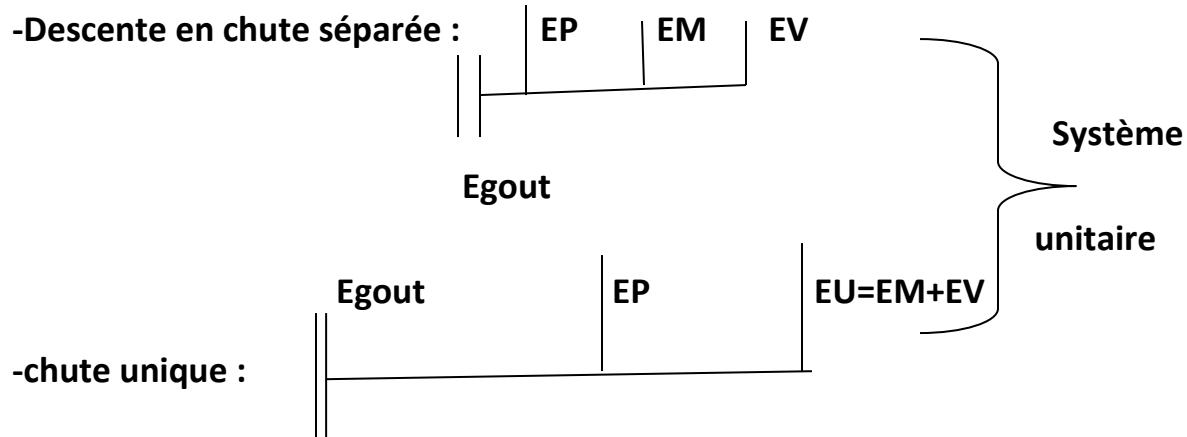
Selon la provenance des eaux, on distingue :

- **Une colonne de chute : c'est une canalisation verticale qui évacue les eaux fécales vers les égouts.**
- **Une colonne de charge : c'est une canalisation verticale qui évacue les eaux ménagères vers les égouts.**
- **Une colonne de chute unique : les eaux fécales et ménagères évacuées par une même canalisations vers les égouts.**

Les colonnes sont munies d'une ventilation primaire, c'est une partie haute de tuyauterie se prolongeant au dessus des parties les plus élevées de la maison en les mettant en communication libre avec l'atmosphère.

Les eaux vannes sont rejetées soit dans un égout public soit dans un puits perdus après traitement.

Schéma de principe d'évacuation



EP= eau de pluie, EM= eau ménagère, EV = eau vanne et EU= eau usée

Un système séparatif consiste à réserver un réseau d'évacuation des eaux usées domestiques et un autre réseau d'évacuation des eaux pluviales,

Alors que le système unitaire consiste à réserver un réseau d'évacuation des eaux usées et des eaux pluviales en même temps. Ce système d'évacuation concerne les réseaux publics d'évacuation.

Réseau individuel de collecte

Ces appareils sanitaires sont munis d'un siphon pour éviter le retour de mauvaises odeurs dans les locaux. Les raccordements se font en tuyaux PVC dont les diamètres sont les suivants : lavabo, douches, baignoire ϕ 12 à 40mm.

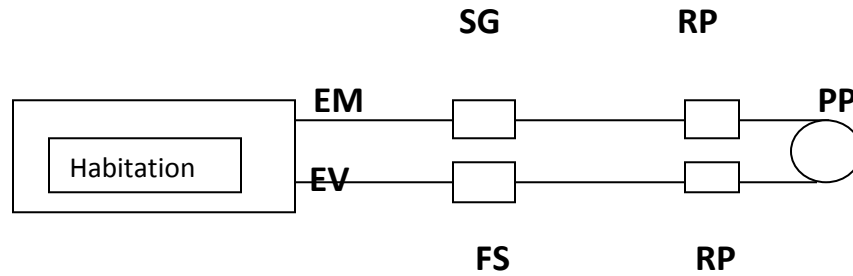
Le réseau de collecte se jette dans les regards après un cheminement plus ou moins long ou l'on doit prévoir les pentes suffisantes $\geq 0,5\%$.

A partir des regards, les eaux se dirigent vers le système de traitement.

Système individuel de traitement.

- Les eaux vannes sont épurées dans la fosse septique puis au puits perdu
- Les eaux ménagères sont envoyées directement dans le puits perdu après avoir passé dans un bac dégraisseur car les lessives sont néfastes au travail des bactéries (les eaux ménagères ne contiennent pas des matières solides)
- Les eaux de pluie forment un réseau à part.

Schéma d'assainissement individuel



FS : Fosse septique, SG : ségrégation de graisse, RP : regard de prélèvement,
PP : Puits perdu.

4.3.1 FOSSE SEPTIQUE.

Définition : une fosse septique est un appareil destiné à la collecte et à la liquéfaction des matières excrémentielles contenues dans les eaux vannes.

Elle comprend trois compartiments dont le volume est dans le rapport 2/1 pour deux compartiments et 2/1/1 pour trois compartiments.

$V_1 + V_2 \geq 3\text{m}^3$ (pour FS à deux compartiments) $V_1 + V_2 + V_3 \geq 4\text{m}^3$ (FS à 3 compartiments)

- *Pour les FS à deux compartiments leurs volumes sont calculés comme suit :*
 - ❖ De 0 à 6 unités $\rightarrow 3\text{m}^3$ minimum et par une unité supplémentaire on doit ajouter $0,5\text{m}^3/\text{unité}$.

Exemple : pour 12 unités $\rightarrow 3\text{m}^3 + 0,5\text{m}^3 \times 6 = 6\text{m}^3$ et le rapport des volumes est toujours 2/1. Pour dire qu'on aura $4\text{m}^3/2\text{m}^3$

- *Pour une FS à trois compartiments leurs volumes sont calculés comme suit :*
 - ❖ De 0 à 4 unités $\rightarrow 4\text{m}^3$ minimum et par unité supplémentaire on doit ajouter $1\text{m}^3/\text{unité}$.

Exemple : pour 12 personnes $\rightarrow 4 \text{ m}^3 + 1 \text{ m}^3 \cdot 8 = 4 \text{ m}^3 + 8 \text{ m}^3 = 12 \text{ m}^3$ et le rapport est 2/1/1 qui donne $6 \text{ m}^3 / 3 \text{ m}^3 / 3 \text{ m}^3$.

Principe de fonctionnement d'une fosse septique

Suivant le nombre d'habitant (usagers), les normes donnent le volume de la fosse septique et le nombre de compartiments .les FS doivent respecter les exigences suivantes :

1. Permettre une bonne répartition des matières en suspension à fin qu'elles soient traitées par des microbes de la FS. ces microbes on les appelle anaérobies qui signifie des microbes se développant en l'absence de l'oxygène.
2. Etre muni d'une ventilation et une chambre de visite,
3. La FS doit être étanche,
4. Leur capacité doit être telle que les matières n'y restent pendant 8 à 10 jours
5. La FS doit être placé en un endroit accessible,
6. Elle être vidée périodiquement (1 ou 2 fois l'année)

S'il existe des urinoirs, les urines diluées devraient être rejetés dans l'un des derniers compartiments.

Les orifices de passage du liquide du premier et second compartiment se passent dans le tiers central de la zone du liquide clair.

La hauteur du liquide varie de 120cm à 180 cm et peut être réduite à partir du second.

La couverture de la FS doit comporter des orifices permettant leur visite et leur nettoyage. Ces orifices auront avantageusement une section de 100*70 cm.

4.3.2. UN PUIT PERDU

Définition : un puits perdu peut être une fosse filante ou une rigole souterraine des eaux traitées par une FS .

La capacité d'absorption de ce dispositif dépend de la nature du terrain rencontré.

On peut admettre que le débit d'un PP est de 40 à 160 l/j par 1 m² de surface des parois. Pour ce qui conserve l'épandage souterrain, la longueur minimale doit être de 40mm, tandis que d'une manière générale, on compte 40 à 25 m/hab.

a) Rôle d'un puits perdu

Son rôle est de rejeter les eaux usées traitées par la FS à la nappe phréatique en traversant une couche de sol filtrant finalisant ainsi l'épuration des eaux usées.

Il est à signaler le danger lorsqu'on est en présence d'un sol trop perméable qui laisse passer l'eau non entièrement épurée se déversant dans la nappe phréatique au risque d'infecter les eaux de la nappe phréatique (pollution de la nappe).

Quelques étapes de sa réalisation

- Creuser un trou profond allant de 3 à 10 m et diamètre variable de 0,9 à 1,5 m
- Remplir le trou de moellons lavés,
- Couvrir le puits perdu de terre végétale.

NB : la partie supérieur d'un PP est maçonnée entre 0,6m à 1m de hauteur pour soutenir le mur et servant un appui de la couverture supérieure d'un PP

Quelques valeurs usuelles des diamètres des conduites

- Tuyaux de trop plein pour lavabo et baignoire : $\phi 25\text{mm}$
- Tuyauterie de raccordement pour lavabo ayant jusqu'à 5l de contenu et au plus de 50cm de longueur : $\phi 30\text{mm}$

- Tuyaux de raccordement pour lavabo plus grand : $\phi 40\text{mm}$
- Tuyaux pour W.C a chasse : $\phi > 100\text{mm}$
- Tuyaux de descente des eaux pluviales pour une surface $> 25\text{m}^2$ de toiture : $\phi 70\text{mm}$
- Tuyaux de descente des eaux pluviales pour balcon et surface de toiture $\leq 25\text{m}^2$: $\phi 50\text{mm}$
- Tuyaux de descente pour eaux usées : $\phi \geq 70\text{mm}$
- Toutes canalisations souterraines : $\phi \geq 100\text{mm}$

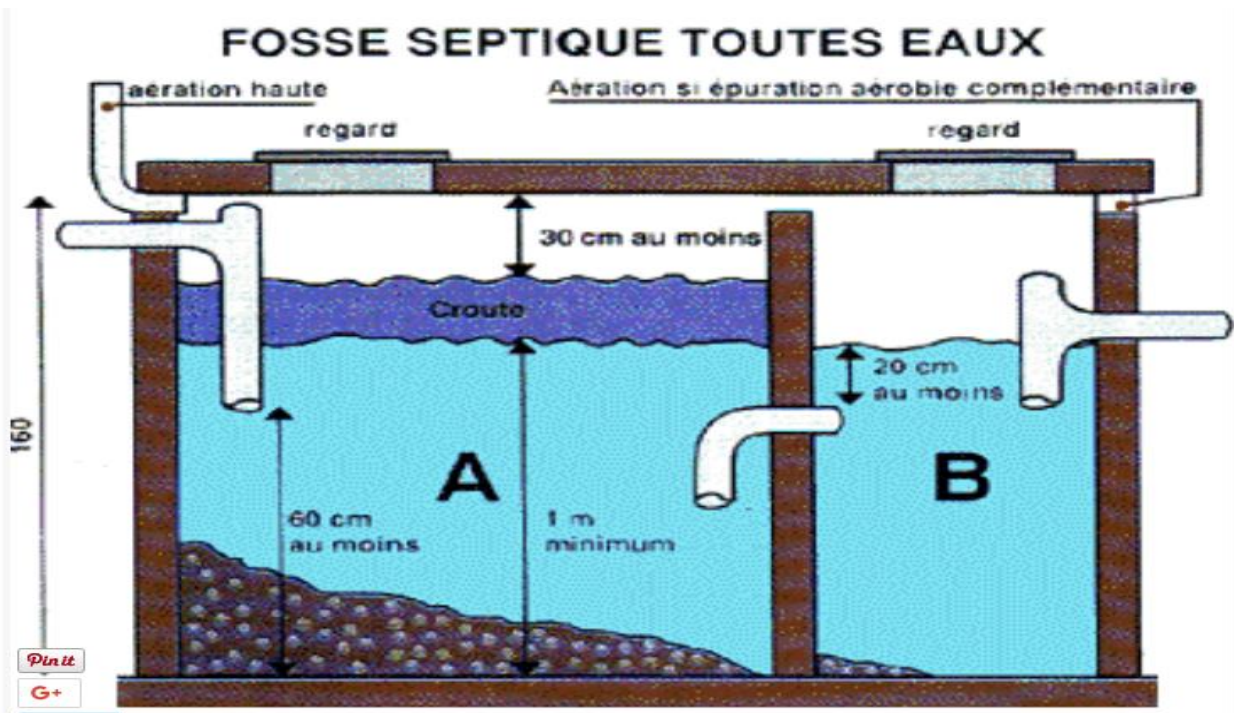
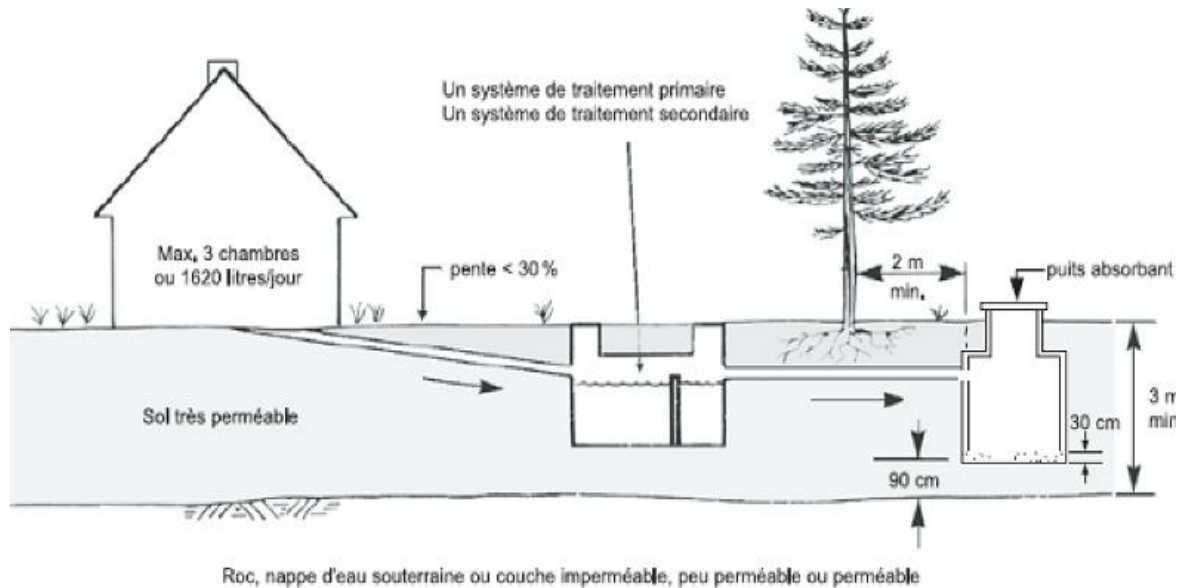


Schéma de la fosse septique à deux compartiments

FONCTIONNEMENT DE LA FOSSE SEPTIQUE ET PUIT PERDU



CHAPITRE III. PLANNING DES PROJETS DE CONSTRUCTION

III. 1. Planning des travaux de construction

Le planning des travaux de construction est établi par le maître d'ouvrage à fin de coordonner dans le temps, les actions des diverses entreprises participantes à une construction. Le planning d'avancement est destiné à permettre la coordination de divers corps d'états.

Il permet de définir la durée et l'échelonnement des phases de la construction. L'établissement d'un planning suppose pour chaque entrepreneur désigné :

- ✓ La prévision du délai d'approvisionnement des matériaux, produits œuvrés, éléments préfabriqués.
- ✓ La décomposition des travaux en opérations élémentaires s'intercalent entre les opérations des autres corps d'états
- ✓ La prévision du temps d'exécution de chaque opération élémentaire en fonction des disponibilités élémentaires.

En connaissance de ces éléments, il est possible de coordonner différents corps d'état et d'éviter les temps morts.

Un planning soigneusement établi permet de fixer les délais d'exécution à faire figurer de différentes pièces de marché.

On distingue trois catégories de planning :

1. Planning sommaire au début,
2. Planning semi-raffiné,
3. Planning raffiné.

Les différences entre ces 3 planning doivent être élucidées dans la suite à l'exemple du planning c'est-à-dire à l'exemple de l'établissement du déroulement des travaux.

1. Planning sommaire ou brut

Il est effectué pendant la phase initiale du projet, par exemple au cours de l'étude de faisabilité quand il s'agit d'établir un horaire pour un déroulement de l'ensemble du projet avec ses phases essentielles de préparation et d'exécution. Il est le plus souvent un planning à long terme.

Des détails surtout au niveau de l'exécution de projet n'intéressent pas et ne peuvent pas être fixés.

Il se fait de préférence dans la perspective du maître de l'ouvrage et ne traite que des événements des activités qui peuvent être influencés par lui :

Les unités de temps utilisés dans ce cadre de planning sommaire ou brut sont en général *des mois et des semaines* ; calendrier suivant l'importance et le détail total du projet. A ce niveau, les postes des activités ne sont pas trop détaillées (on a par exemple : installation du chantier, terrassement, gros œuvre, second œuvre, Finition).

2. Planning semi-raffiné

Il s'effectue par exemple au cours de la préparation de l'offre en vue de l'estimation du cout par l'installation du maitre de l'ouvrage concernant la préparation prévue des différents travaux en détails d'une construction donnée.

Ce planning n'englobe le plus souvent que des traits de l'ensemble du déroulement du projet.

Il se limite en tout cas à la phase d'exécution et ne s'occupe pas de la phase de l'étude .il est plus raffiné que le planning brut puisqu'il ya plus d'informations à ce moment.

D'autre part, le degré de finesse reste toujours limite car l'entrepreneur ne sait pas encore si le marché lui sera confié, de garder le minimum du planning pour ne pas trop investir dans un travail auquel il ne sera jamais payé.

Les unités de temps utilisés dans ce cadre de planning semi-raffiné sont les dates et les mois avec des activités détaillées (comme par exemple : mur du sous-sol, plancher du cave, mur de façade de RDC,..).

3. Planning raffiné

Il est utilisé après adjudication du marche en vue de la préparation travail .c'est à ce moment où le déroulement de l'exécution des travaux doit être fixé de façon détaillée et définitive dans la mesure du possible.

Le planning dans ce cadre de la préparation du travail a pour but de donner au chef de chantier des détails d'exécution comme base d'orientation pour le contrôle des travaux et l'utilisation des ressources.

Signalons que les prévisionnels d'utilisation de main d'œuvre, de matériel, de consommation des matériaux et d'autre moyen de la gestion de chantier sont établis sur base de planning raffiné des travaux.

Egalement les planning séquentiels (planning des travaux se répétant plusieurs fois pendant un projet de construction)font partie du planning raffiné.

Pour la préparation initiale du travail, on planifie en jours du calendrier et en jours du travail, parfois même en heures.

2.1. Diverses méthodes de présentation de planning.

La forme matérielle du planning varie selon :

- Le type de chantier considéré,
- L'objet de la synthèse à visualiser (activités personnelle, matériels, matériaux)
- La qualification de l'utilisateur (Ir, chef de travaux, chef de chantier, chef d'équipe,...)
- Le rôle particulier qu'il doit jouer :
 - ✓ Simple calendrier prévisionnel,
 - ✓ Diagramme d'ordonnancement,
 - ✓ Graphique de lancement,
 - ✓ Courbe d'avancement, de tableau ou contrôle,

L'échelon du planning :

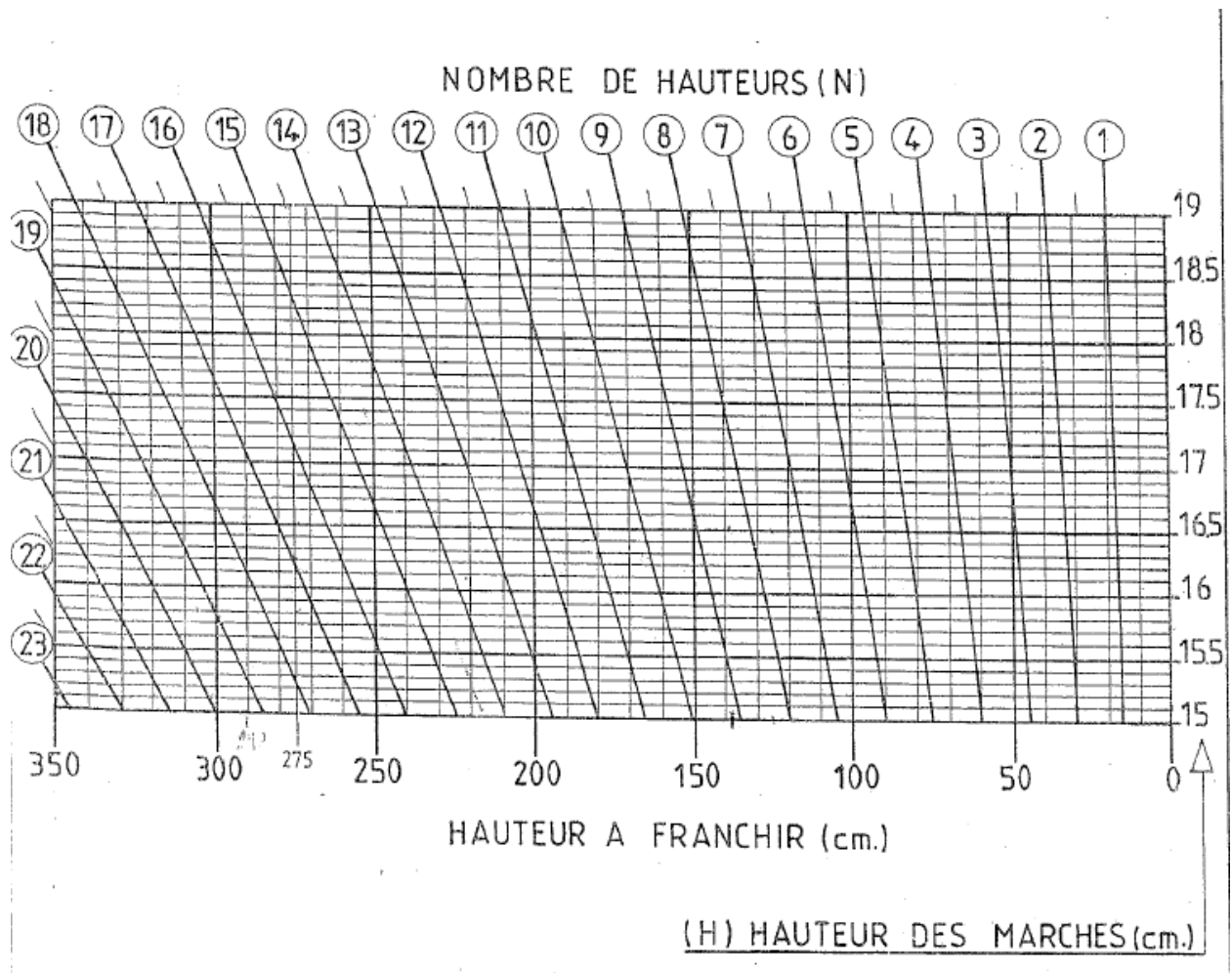
- Avant projet,
- Etablissement des dossiers d'appel d'offre,
- Préparation de l'offre,
- Préparation initiale et contrôle du travail,

Les méthodes de présentation du planning dans le cadre des constructions sont :

- Planning classique à barre (GANTT)
- Planning basé sur le chemin critique (PERT)
- Graphique géographique
- Diverses combinaisons des méthodes ci-haut.

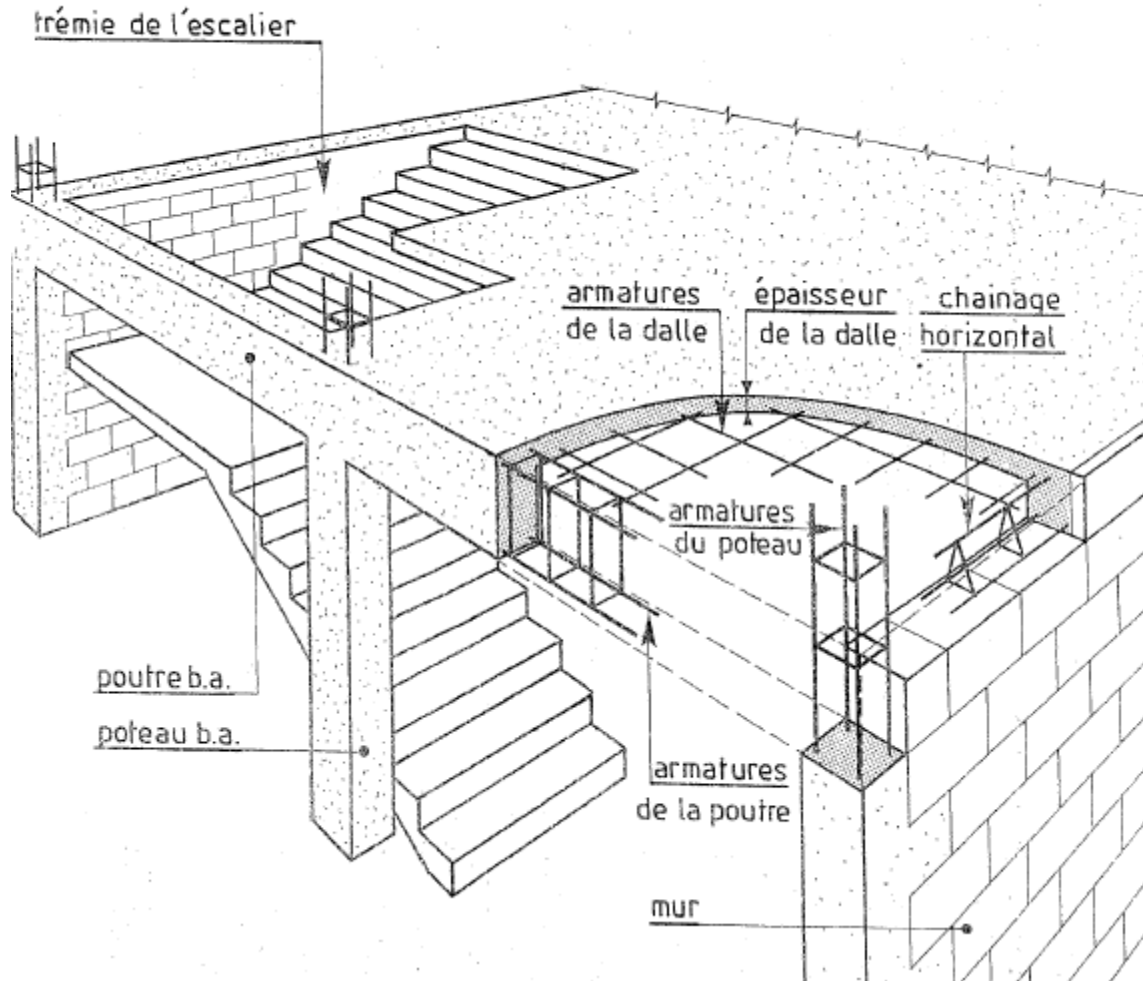
ANNEXES

1.abaque pour calcul des escaliers



2 .plancher à dalle pleine

3.1. TERMINOLOGIE :



Références Bibliographique

1. Le bâtiment : G. Band
2. Technologie du bâtiment, gros œuvre : Renaud et F. Litertie
3. Fabrication du bâtiment second œuvre : Gérard Karsenty
4. Memotech du génie civil
5. Technique du bâtiment 3^e et 4^e édition : Daniel et Michel
6. Construction des maisons industrielles : Henry Renauld
7. Initiation au dessin du bâtiment 2^e édition : Prof. Gérard Calvat