

Notion d'établissement d'un projet de Bâtiment

GENERALITES

Notion de projet :

L'élaboration d'un projet de Bâtiment, nécessite l'intervention d'un certain nombre de spécialistes, de techniciens et d'hommes de l'Art.

I - Les intervenants dans la construction :

Les principaux intervenants dans la construction d'un Bâtiment sont généralement :

- ✓ le Maître d'ouvrage et /ou le Maître d'ouvrage délégué
- ✓ le Maître d'œuvre (Architecte)
- ✓ le topographe - géomètre
- ✓ le laboratoire
- ✓ le Bureau d'études technique
- ✓ le Bureau de contrôle technique
- ✓ l'entrepreneur

1- Le Maître de d'Ouvrage :

Le maître d'ouvrage est le propriétaire du projet, il peut être une personne physique ou morale, une Administration de l'état, privé ou autre.

Le maître d'ouvrage est considéré comme la personne chargée de mettre en place le budget nécessaire aux investissements, de désigner les prestataires de service chargés des études et de contrôle des travaux.

On distingue alors :

Les M.O publics :

L'Etat et ses établissements (MET- AL OMRANE - ONEP etc. ...), les collectivités locales

Les M.O privée :

Les promoteurs, les constructeurs privés, un particulier qui bâtit pour lui-mêmeetc.

Les principales missions du M.O sont à titre indicatif :

- ✓ Offrir les moyens financiers pour la réalisation du projet ;
- ✓ Offrir le terrain nécessaire pour la construction par (acquisition - bailetc.
- ✓ Gérer et rémunérer les prestataires de service (il est généralement le payeur)
- ✓ Définir les constituants de l'ouvrage (programme physique)
- ✓ Réceptionner l'ouvrage en fin de travaux
- ✓ L'exploiter ou le céder à qui de droit

2- Le maître de l'ouvrage délégué :

Lorsque le M.O n'a pas les qualités (moyen humain et compétence) pour assurer, les tâches qui en découlent de l'exécution et qu'impliqueront le métier, il peut dans ce cas confier ces attributions à d'autre soin (le Maître d'ouvrage délégué). Cette délégation est faite par le moyen d'une convention définissant tous les exigences et les engagements mutuels ; le MOD devient alors par cette convention, l'interlocuteur unique de tous les intervenants.

3- Le maître d'œuvre :

Le Maître d'œuvre est définit comme étant un homme de l'art appelé, Architecte auquel le MO fait appel pour diriger et piloter un projet.

Les principales missions de l'Architecte sont à titre d'exemple :

- ✓ Vérifier que le programme physique du projet est réalisable, compatible avec le terrain à bâtir aussi bien sur le plan technique que sur le plan réglementaire. (*urbanistique*)
- ✓ Conception de l'ouvrage (plans, dessins, devis, description des ouvrages, respect de la réglementation en vigueur, CPS, estimation, détailsetc.).
- ✓ Procédure de demande d'autorisation de construire auprès des services compétents ;
- ✓ Etablissement des dossiers d'appel d'offre DAO et des dossiers de consultation des entreprises DCE, en vu de lancement des marchés travaux par le M. d'ouvrage.
- ✓ Diriger et conduire les travaux conformément au CPS, règles de l'art, normes en vigueur et respect du budget.
- ✓ Prise des attachement des travaux en vu de règlement de l'entrepreneur ;
- ✓ Assister le MO dans les réceptions des ouvrages

4- Le topographe - géomètre

Les principales missions du topographe sont :

- ✓ Clôturer et border la parcelle du terrain (plan parcellaire)
- ✓ Procédure d'enregistrement du terrain auprès des services des cadastres et de la conservation foncière ;
- ✓ Etablissement du plan coté et qui devra indiquer les courbes de niveau et devra être le reflet exact du terrain naturel quelque soit la nature et la densité de la végétation pouvant le recouvrir et quelques soit la nature du relief .Ce plan devra tenir compte de tous les obstacles rencontrés tels que :
Construction, voies de communication, arbres et poteaux, oueds, falaises, éboulis
Puits, lignes téléphoniques, réseaux de toute sorte, égouts, électricité, ...etc.
La pente générale du terrain devra être donnée .L'origine de toutes les côtes sera
Le Zéro du NGM (niveau général du Maroc)

5- Le Bureau d'études Technique ou L'Ingénieur conseil :

La construction fait appel à des techniques de plus en plus complexes et qui ne peuvent être maîtrisées que par des spécialistes en la matière.

A cet effet, le Maître d'ouvrage, sollicite nécessairement des spécialistes pour la réalisation des études techniques, notamment celles relatives au :

- ✓ Béton armé de la structure porteuse ;
- ✓ Electricité ;
- ✓ Plomberie - évacuation et assainissement ;
- ✓ Acoustique et sonorisation ; (*lot spécialisé*).
- ✓ VRD ;
- ✓ Charpente en bois ou métallique ;
- ✓ Climatisation et chaufferieetc.

On distingue deux catégories de spécialistes de l'ingénierie :

5 - a : Le Bureau d'études techniques (BET)

Le BET est un organisme chargé d'étudier la structure porteuse des différentes parties de l'ouvrage d'un Bâtiment.

On trouve de différentes catégories de BET :

- BET indépendant
- BET intégré dans l'entreprise
- BET du Maître d'ouvrage

5 - b : L'Ingénieur conseil

L'Ingénieur Conseil, uni ou pluridisciplinaire exerce soit en profession libérale (particulier) soit dans sous forme de société ou appelé aussi groupement on cite à titre d'exemple :

- l'Ingénieur conseil : de structure (BA- charpente)
- l'Ingénieur conseil : en équipement technique (électricité -thermiqueetc.)
- l'Ingénieur conseil : spécialisé (Sonorisation, géotechnique, acoustiqueetc.)

6- Le laboratoire :

assermenté

le laboratoire est un organisme agréé , voire même assermenté par l'Etat, spécialisé dans les études et les essais sur les sols , les essais sur le Béton , sur les matériaux , expertise des bâtiments,etc .

7- l'organisme de contrôle (BCT)

Le Bureau de contrôle ou appelé aussi le contrôleur technique a pour mission essentielle, de contribuer à la sécurité et à la prévention des ouvrages dans les différentes étapes de réalisation, son avis et aussi indispensable vis-à-vis des compagnies d'assurance.

L'intervention du BCT s'effectue à deux stades :

- Stade ^{moment} ~~conception~~ ^{des études}, examen critique et vérification des calculs et des études ainsi que Leur visa
- Stade exécution des travaux, il s'assure de l'exécution correcte des ouvrages, le respect des plans visés et les exigences techniques reg issants les normes en vigueur

8- L'entrepreneur ou l'entreprise

L'entrepreneur est considéré comme partenaire du Maître d'ouvrage dans la construction, c'est lui à qui le M.O confie la réalisation du Bâtiment en mettant en évidence, tous les moyens humain (ouvriers , technicien et autres) et les moyens matériels (engins , matériaux , échafaudage , coffrage , outilsetc) .

II - les Documents du projet

➤ Les plans d'architecture qui comprennent essentiellement :

- ✓ **Le plan de situation** au 1/5000 ou 1/10.000 ; *l'emplacement / au plan d'implantation du*
Il doit visualiser l'orientation du bâtiment, les points de repère du terrain, les voies publiques *terres*
les voisinsetc ; *par rapport à nord*
- ✓ **Le plan de masse** au 1/500 ou 1/100 ;
Il doit comporter l'implantation des ouvrages, les courbes de niveau, les cotations, le
Nombre de niveau, les bâtiments existants.etc ;
- ✓ **Les plans des différents niveaux** *→ RDC + étage 2^{ème} etc (bataillon, pont, semelle, etc m² sur face etc*
Vu en plan des différents niveaux (S-Sol, RDC, étage courant, terrasse) ;
- ✓ **Les Façades**
Se sont les vues en élévation de toute l'enveloppe extérieure du bâtiment, on ne représente
que les façades comportant des ouvertures ou des ouvrages particuliers ;
- ✓ **Les Coupes**
Se sont des coupes visualisant la hauteur du projet elles sont dans le sens horizontal ou
longitudinal du plan ;
- ✓ **Les détails**
Se sont des détails à l'échelle 1/20^{ème} nécessaires à la réalisation des ouvrages particuliers
(Acrotère, appuis de fenêtre, arcade.... etc.
- ✓ **Les plans de calpinage** *motif de pose de décoration*
Ils reflète le mode de pose des revêtement (carreaux, GP, Faux plafondetc)

➤ Les plans de béton armé qui comprennent :

- ✓ **Les plans de coffrage**
Se sont des plans qui ont pour but de définir les ouvrages en béton (largeur, longueur,
hauteur) des semelles, longrines, chaînages, poteaux, poutres,etc ; on distingue :
 - les plans des fondations,
 - les plans de la superstructure (poutres - poteaux - planchers)
 - les détails des ouvrages complexes et particuliers
- ✓ **Les plans du ferrailage ou nomenclature des aciers**
Les plans de ferrailage sont des plans d'exécution des éléments en BA, ils ont comme fin,
De définir d'une manière précise, la forme, la disposition, le nombre, le diamètre, la longueur,
L'espacement et la nature des aciers. *meuble*

➤ Les plans des lots techniques :

- les plans d'assainissement des regard et buses (Profil en long et en travers) ;
- les plan de plomberie - évacuation des eaux usées - eaux vannes et eaux
Pluviales ;
- les plans d'électricité (tubage - câblage - foyers lumineux- prise de courant et
Schémas du tableau électriques)
- installation de climatisationetc

➤ Les plans topographiques qui comprennent :

Le plan de situation, un extrait du plan d'aménagement de la ville le plan parcellaire et Le plan côté.

➤ Les documents du laboratoire

Le rapport géotechnique du sol, qui doit comprendre au minimum, les informations suivantes :

- le taux de travail du sol adopté comme assise de fondations,
- le procédé des fondations et le type de semelles proposées ;
- les données parasismiques selon la loi RPS 2000 ;
- l'ancrage des semelles / au T.N ;
- Information sur les différentes couches rencontrées

le la profondeur de travail

➤ Le Cahier des prescriptions spéciales CPS

Le CPS est la base du contrat liant le maître d'ouvrage et l'entreprise, il définit clairement et avec précision, les prescriptions et les engagements réciproques entre le Maître d'ouvrage et l'entreprise. Le CPS par sa signature par les deux parties devient alors une pièce contractuelle appelée (Marché).

Le CPS contient des différents chapitres :

- Chapitre relatif aux clauses administratives qui découlent du CCAG-T (Cahier des Clauses administratives générales Travaux).
- Chapitre relatif aux Clauses techniques (CPC-CPTG-CPTP-DGA etc.), se sont des Documents illustrant et définissant par nature des travaux et corps d'état les conditions Minimales dans lesquelles les travaux doivent être exécutés pour atteindre, un niveau de Qualité acceptable.

➤ Le Bordereau des prix - détail Estimatif BDPDE

C'est un document qui donne des quantités de chaque prestation et est complété par les prix unitaires de l'entrepreneur, pour chaque nature des travaux. Il est le document de base pour le règlement de l'entreprise.

payement

➤ Le Planning des travaux

1- Définition

Le planning est la prévision dans le temps des différentes phases d'exécution d'un travail donné. C'est la décomposition des tâches en fonction des délais. Pour l'établissement du planning, il faut connaître :

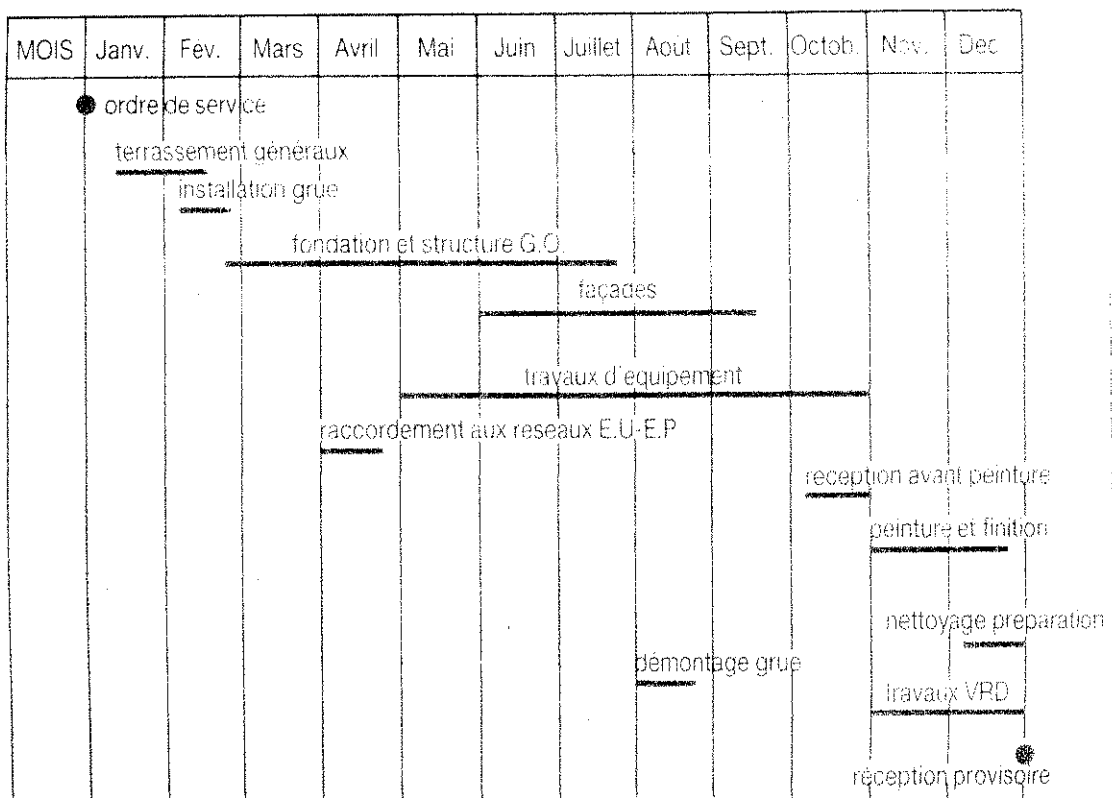
- les données techniques ;
- le délai contractuel d'exécution fixé par le marché ;
- les quantités d'ouvrage à réaliser le temps élémentaire des ouvriers ;
- les moyens de mise en œuvre

Un planning TCE est nécessaire avant le démarrage des travaux.

2- Représentation graphique d'un planning

La représentation la plus courante est celle dite **planning à barres** ou **planning De GANTT**. Le temps est compté horizontalement suivant une certaine échelle (généralement le mois ou la semaine). Les différentes opérations sont figurées par des traits ou barres dont la longueur est proportionnelle au temps d'exécution. Le planning sert à contrôler l'avancement des travaux en cours d'exécution.

PRÉSENTATION GRAPHIQUE DES PLANNINGS (planning à barres)



PRINCIPAUX OUVRAGES DE GROS ŒUVRE

OUVRAGES	CARACTERISTIQUES	MATERIAUX
FONDATIONS	Semelles continues sous murs ou semelles isolées sous poteaux	Béton armé
MURS DE SOUBASSEMENT	Murs construits au dessus des fondations jusqu'à hauteur du dallage	Gros béton – béton armé ou moellon
DALLAGE	Dalle prenant appuis sur les murs périphériques et les refends en soubassement y compris : - isolation hydrique et thermique - canalisations pour eaux vannes et usées - canalisations pour d'alimentation en eau potable - canalisation électrique noyée dans le béton	* Béton armé * isolant polystère * canalisation en PVC ou en ciment * canalisation en cuivre, TFG ou polythélène * gaines électriques
MURS EN ELEVATION	- Murs en blocs de béton pleins ou creux, ou en brique creuse, ou en en béton, hourdis au mortier de ciment ou au mortier colle. - Enduit mortier hydraulique à l'extérieure Doublage côté intérieur	* Blocs en béton ou en terre cuite * Ciment et chaux * Doublage isolant
STRUCTURE EN ELEVATION	Poutres, poteaux	Béton armé
PLANCHERS	Dalle en béton armé ou avec poutrelles précontraint, entrevous et dalle de compression	* poutrelles préfabriquées précontraints * entrevous en béton ou en terre cuit * BA de la dalle
CHARPENTES	* classique : pannes appuyées sur pignons et sur refends intermédiaires + chevrons ou fermes + pannes * évoluée : fermettes industrialisées	* Bois massif en sapin rouge - madriers, bastang, chevrons, voliges - ou fermettes
COUVERTURE	Selon régions : * tuiles à emboîtement ou à recouvrement * ardoises de schistes naturels	* tuile en béton ou en terre cuite * ardoises de schiste local ou d'importation

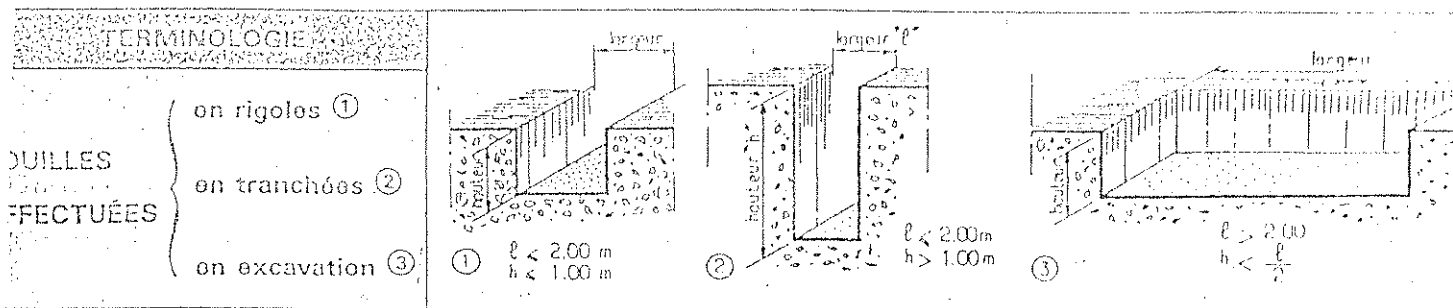
Chap I : TERRASSEMENT

1. Définition :

des terrassements des travaux qui ont pour but de modifier la nature du relief du terrain, il englobe l'ensemble des mouvements des terres destinées à régler la surface de sol.

C'est autour d'un bâtiment, ainsi que les fouilles nécessaires pour fonder la construction, se donc l'opération de déblais (enlèvement de terre) et de remblais (apport de terre ou bien réutilisation des terres provenant des fouilles à condition qu'elles soient de bonne qualité et de caractéristique acceptable.

Différents types de fouilles



Déblais =

1. Creuser une fouille pour réaliser une fondat^o, cave, canalisation enterrer et aménagement d'extérieur

2. Remblais = comblet une tranchée au dessus d'une canalisation, remplir le vide contre un mur de sous sol, mise à niveau de la plateforme du bâtiment par terre de déblai ou apport de TV (tout venant).

Outre les mouvements de terre relatif au décapage de la terre végétal qui constitue une mauvais assise pour les ouvrages a bâtiment ainsi ceux relatif au réglage et à la mise a niveau définitif déterminer par un nivellement préparer les fouilles ont une profondeur notable par rapport à leur surface ou à leur largeur

2 - Classement en terrain.

t Les terrains sont classés par leurs difficultés de terrassement et leurs nature (-) d'où le matériel et engin à utilisé.

Désignation	Nature / sol	Caractéristiques.
- terrain ordinaire	terre - sable - gravier	facile à la pelle.
- terrain semi-compacte	Argile - pierre - cailloux	picoche ou pic.
- terrain plastique	Argile mou, glaise compacte	Difficile à enlever
- terrain franche		Par picoche et pic.
- terre compacte	calcaire, gypse	Nécessité d'élévat ^{rs} de moyen pneumatique
- masse compacte	Roche	

u - À noter que les matériaux constituant le sol augmentent le volume après extraction, et le phénomène de foisonnement qui dépend de la nature des matériaux rencontrés et qui diminue le volume dans le temps.

x - Pour déterminer le volume ^{de terre} transporter, on multiplie le volume extrait par le coefficient de foisonnement du même matériau

Nature	Poids spécifique	foisonnement
l'argile	1700	0,72
la glaise	1600	0,83.
gravier	1850	0,89.
le calcaire	2500 - 2800	0,57 - 0,60
la roche	1900 - 2400	0,74
Sable	1700	0,89
la terre	1600	0,80.

3 - Différent type de terrassement.

a) Généralités :

- On distingue les terrassements à l'air libre avec ou sans exposé
- les terrassements en galerie, en souterrains ou en puits,
 - les terrassements sous l'eau.

b) Type des fouilles pour les Bâtiments.

- cas de mur de pour les bâtiments sur le bon sol
- surville plant sol b-1 - fouille en rigole. $l < 2,00m$ et $h < 100cm$ (1,00 m)
- constitue respand b-2 - fouille en tranchée $l < 2,00m$ et $h > 100cm$.
- b-3 - fouille en plein masse ou en excavat : $l > 2,00m$, $h < l/2$
- b-4 - Décapage $l > 2m$ et $20 \leq h \leq 40cm$.

c) Réalisations des fouilles.

Pour réaliser les fouilles, il faut d'abord passer par l'opération de piquetage et implantation (planimétrie et altimétrie) et détermination du niveau de référence en procédant après à mettre en place des chaises en bois sur lesquels on rapporte les axes et les distances portés sur le plan de fondation (distance entre axe) de poteaux en suite une fois l'implantation est vérifiée par l'architecte et le BÉT (maîtrise d'œuvre et qui est toujours sanctionnée par un PV de réception d'implantation, le chef de chantier procède alors au tracé de la sol, tracé de semelle, longrine et tous les ^{éléments} ~~éléments~~ en BA et briques entendant suivant le plan de coffrage de fondation.

a. Décapage.

C'est l'opération qui consiste à l'enlèvement de la couche superficielle sur une profondeur (~~variable~~) généralement variable 20 à 40 cm.

Cette couche est souvent constituée de la terre végétale, ce terrassement de très faible profondeur mais elle couvre toute la surface du projet avec un débordement de chaque dimension en

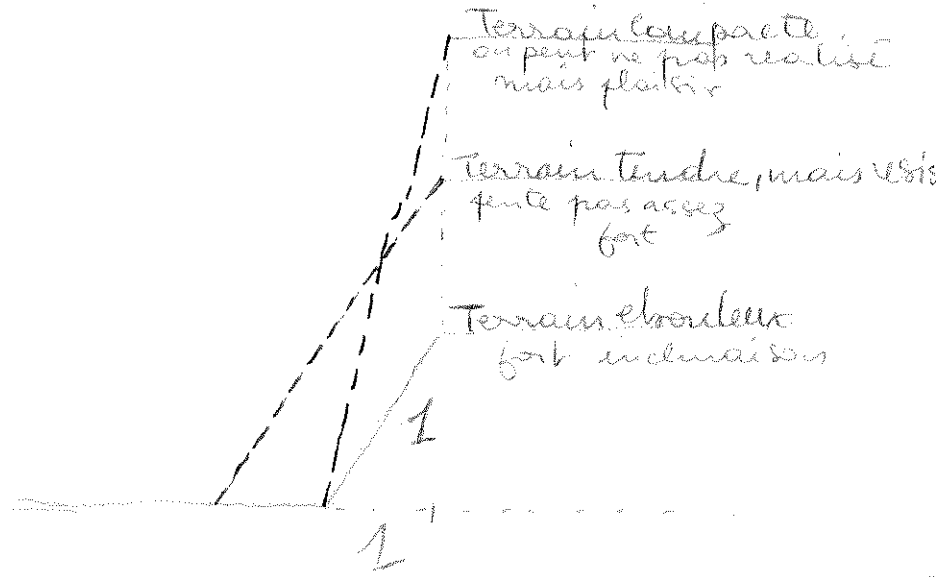
50 et 80 cm :

- 50 cm pour l'aire de travail pour bâtiment sans sous-sol
- 80 cm ^{dans le cas} de bâtiment avec sous-sol (pour l'ouverture des adacs)

1/3 dans le cas de terrain compacte (Roche, solide).

Ce pente correspond approximativement au pente du T.N.I.
Le blindage est généralement réalisé par des panneaux de bois (palplanches) ^{ou des plots} contre fort de bois étaiés.

Ex: blindage horizontale
blindage verticale.
VOIR FIGURE.



Generalement, si la hauteur de maçonnerie est supérieure à 1,00 ^{fourille en rigole} on doit substituer un gros béton ou un béton cyclopeu.

ÉTAIEMENT

Lorsqu'il existe des immeubles adjacents (mitoyens) et pour éviter la déformation de ceux-ci au cours des travaux de terrassements, il est nécessaire d'étayer cet immeuble, les étais s'appuient sur le mur par des calles en bois dur et penant appuyés directement sur le sol.

1- Fouilles en Rigole

Les fouilles en rigoles sont exécutées pour la réalisation de semelles sous murs ou sous voiles (semelle continue ou filante) ou la réalisation de mur de soutènement périphériques, le coulage de béton peut être exécuté en plein fouille ou bien à l'intérieur de coffrages étayés sur le parois de la fouille.

d) - Fouille en tranchée

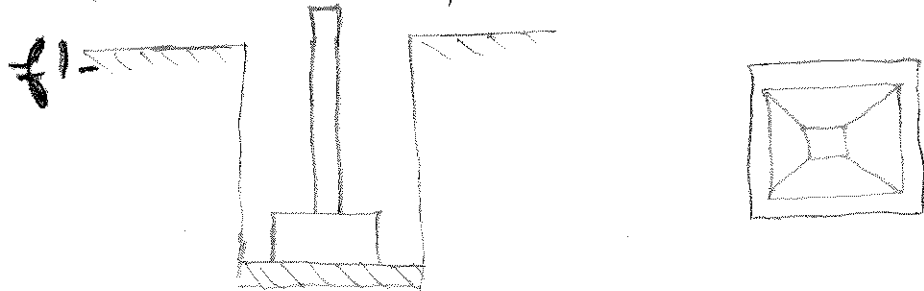
Les fouilles en tranchées sont nécessaires pour la mise en œuvre d'une profondeur de terminées ou câble téléphonique

Ces sont des fouilles exécutées (généralement) pour les canalisations enterrées. Ils peuvent se présenter sous différents profils en travers ou des profils en long en fonction de leur largeur et de leur profondeur

Ex: Pour $h = 1.50\text{ m}$, $L_{\text{minimale}} = 0.60\text{ m}$.

e) - Fouille en trou

Ce sont des fouilles généralement exécutées par la mise en place des massifs en fondation ponctuelle notamment pour les semelles isolées sous poteaux ou sous piliers ou massifs en gros béton.



f) - Fouille en puits

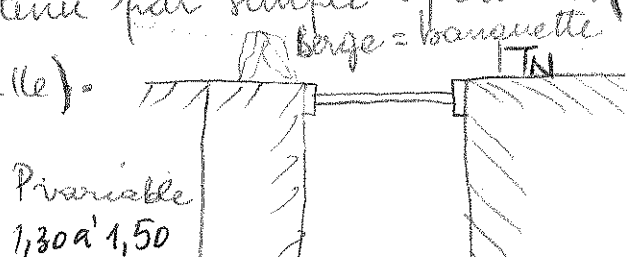
Les fouilles en puits sont réalisées pour l'exécution de fondations profondes.

Ex: f puits en gros béton ou pieux.

d) Fouille en tranchée (suite)

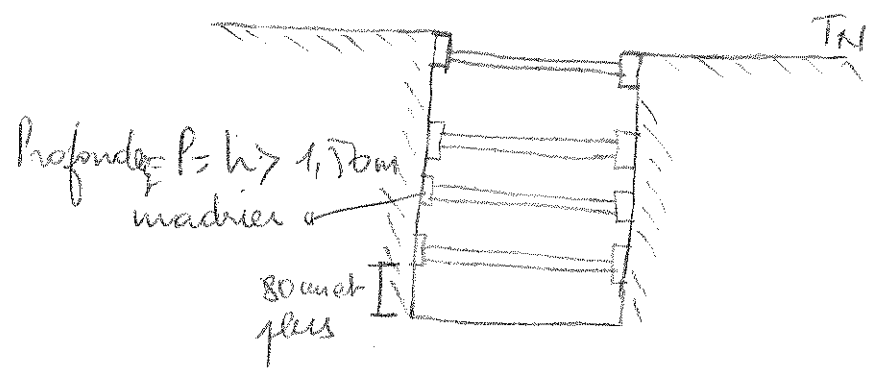
Les terrassements à parois verticales nécessitent une précaution particulière si le sol est sableux, il est possible d'atteindre les profondeurs variables sans avoir besoin de blindage à condition que les berges ne subissent aucune surcharge ni action de l'eau, ni vibration.

La sécurité est obtenue par simple opération (pose de blindage en tête de la fouille).

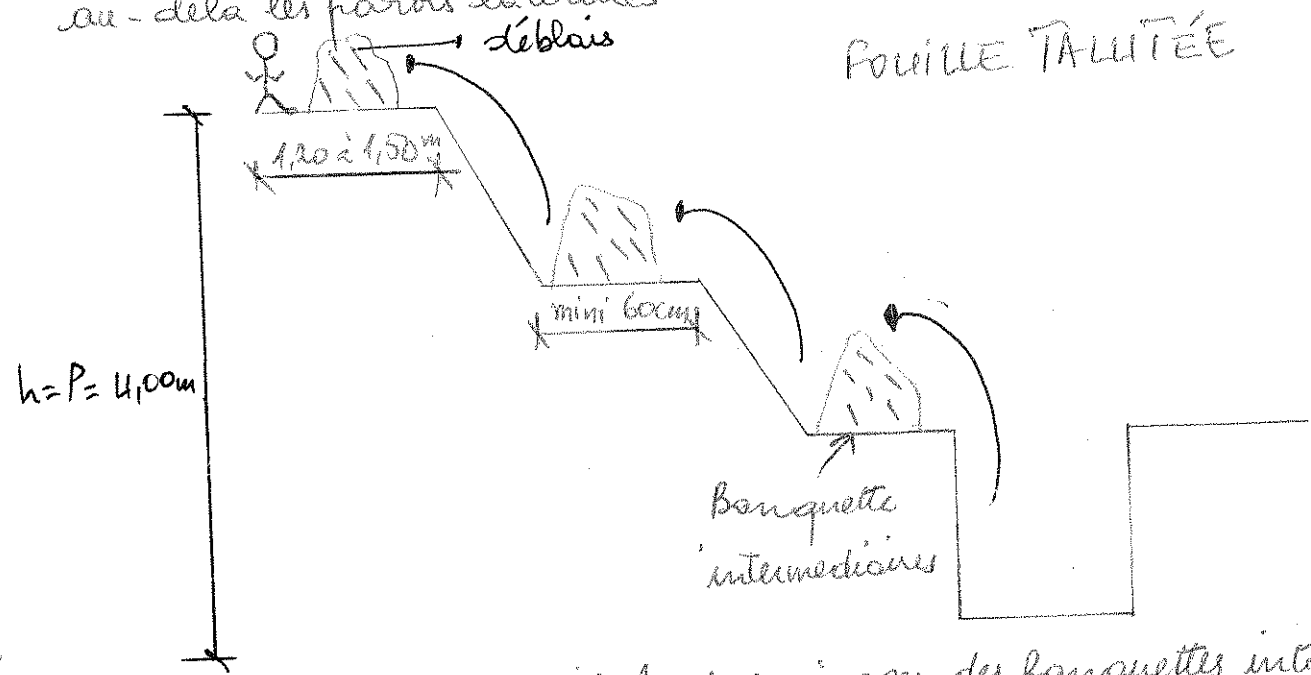


✓ Pour les profondeurs ^{plus} importantes, le boissage devient impératif ou indispensable, les parois verticales servent dans ce cas d'appui au plateau qui sont maintenant plaqué au parois par raison de étréoussion ou bien d'entretoise.

Il s'agit de leur part le blindage. Ces accessoires travaillent à la compression.



Dans un terrain peu stable et afin d'inter un boissage, elle est possible sur une profondeur (possible) n'excédant pas 80cm d'obtenir les parois verticales au-delà les parois latérales doivent des talus.



Pour les fouilles profonds il faut envisager des Banquettes intermédiaires pour l'évacuation de déblais et circulation des ouvriers. Leurs largeurs doivent être suffisant pour éviter tous remblais des terres extraits.

terrassements dont certains ramènent à l'eau.

Pour creuser dans un sol saturé d'eau plusieurs dispositifs peuvent être envisagés dont on cite :

- 1) assèchement des fouilles (pompage direct) et rabattement.
- 2) Rabattement

L'assèchement des fouilles s'effectue soit par :

- a) - pompage direct
- b) - Rabattement de la nappe.

1) Pompage direct : on utilise pour se procurer des pompes de relevé de hauteur manométrique (HTM).

$HTM =$ hauteur d'aspiration + distance de refoulement. Voir polycoq (dernière page ; fig à gauche).

2) Rabattement de nappe : (abaissment du niveau de la nappe).

La présence de la nappe d'eau à un niveau très élevé par rapport au fond de fouille ne permet généralement pas l'assèchement par pompage direct (fort débit) et surtout lorsque elle couvre une grande surface. Dans ce cas on a recouru à la méthode de rabattement de nappe, c'est à dire l'abaissement du niveau par pompage dans une série de points filtrants périphériques (puits filtrants). voir fig

Le Drainage (suppression des excès d'eau).

Le drainage est une opération qui consiste à protéger les eaux de ruissellement et d'infiltration grâce à une tranche de drainage.

Cette opération est nécessaire voire même indispensable en particulier dans le cas d'un terrain de pente ou accidenté (construction d'une montagne, colline). Il est réalisé au pourtour du bâtiment, en utilisant des talus des fouilles, le remplissage des drains s'effectue par une succession par couche des cailloux succédée par une couche de gravillons (golet) la dernière couche généralement de la terre végétale.

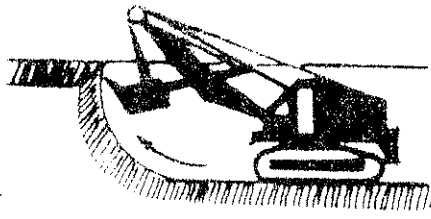
- réalisation des fouilles (comproment).

- Après piquetage, implantation, traçage, les fouilles peuvent être

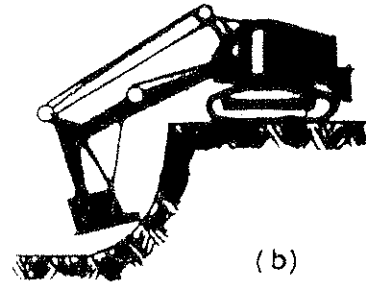
réalisées ou exécutées soit :

- * manuellement s'il s'agit de faire ~~une~~ ^{faible} le volume de terrassement ou de travaux difficile en utilise de pique ou de marteau piqueur.
- * mécaniquement avec des engins de terrassement (engin et matériel de terrassement, voir polycopie -).

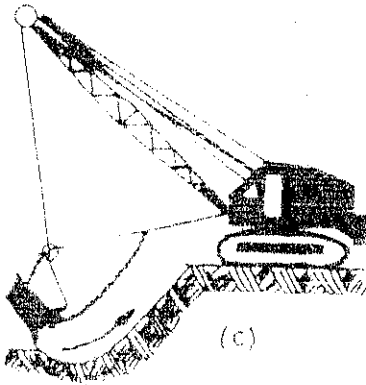
ENGINS ET MATERIELS DE TERRASSEMENT
D'UN CHANTIER DE BATIMENT



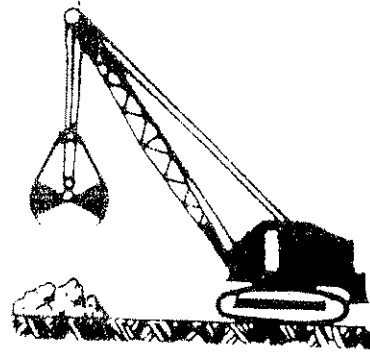
(a)



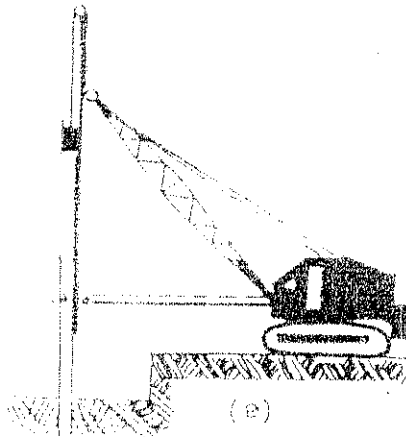
(b)



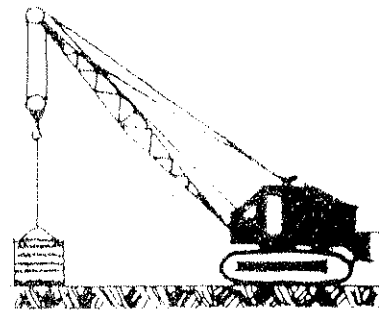
(c)



(d)



(e)



(f)

Fig (1)

(a) : Travaille en butée

(d) : En Benne preneuse

(b) : En retrofouilleuse

(e) : pour battage des pieux

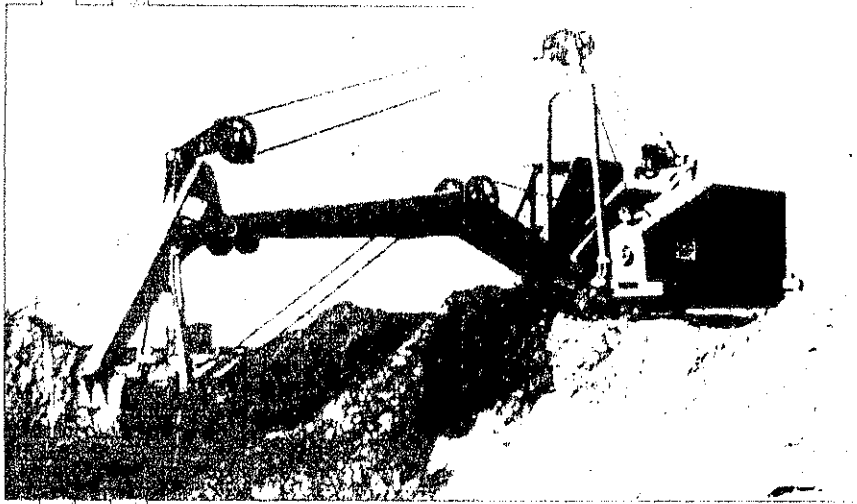
(c) : En dragline

(f) : Prouvent aussi jouer le rôle de grue

LES PELES (Mécaniques ou hydraulique)

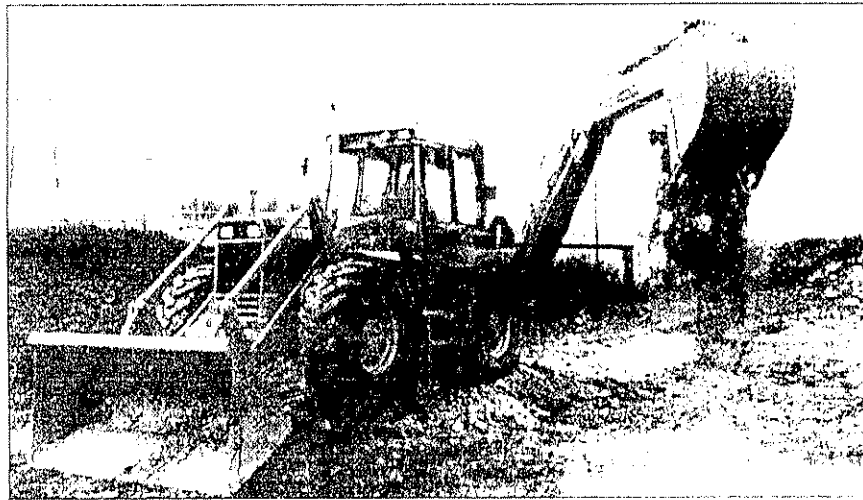
CHARGEUSES PELLETEUSES

Photo 2



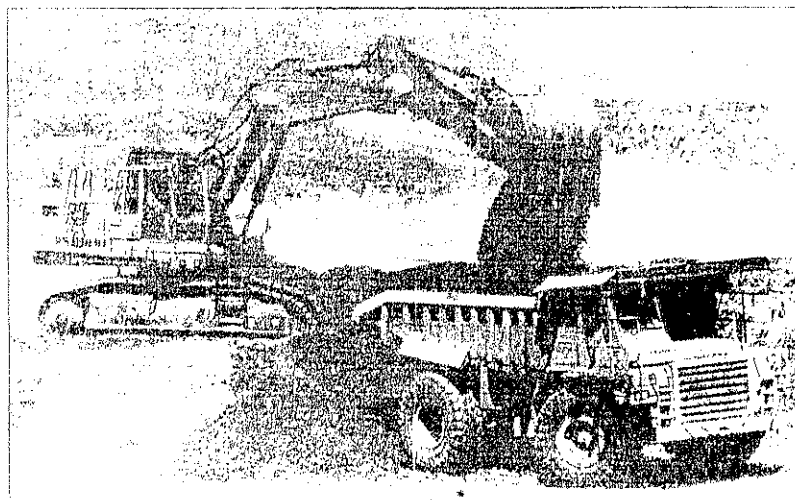
Site Rafinérielle

Photo 3



PELLE CHARGEUSE

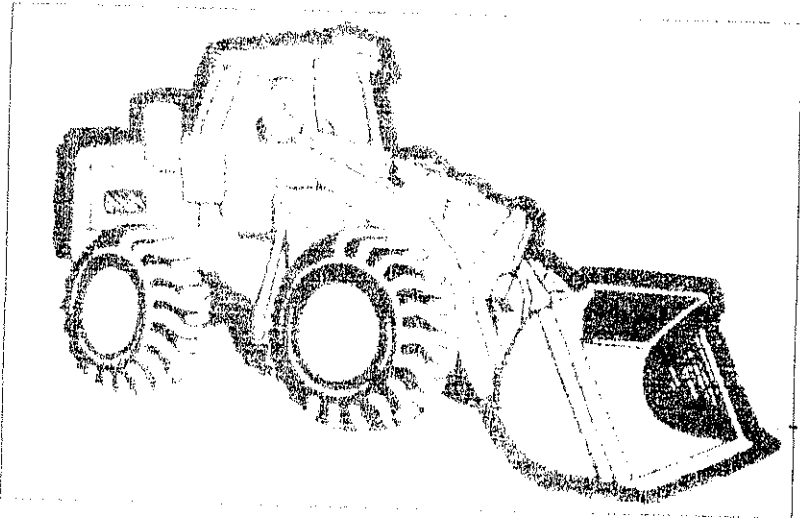
Photo 4



CHARGEUSE SUR CHENILLES

Cléo Jean 2004 roues motrices de 570 à 1500 litres

Photo 5



TRACTEURS – BOUTEURS

Photo 6

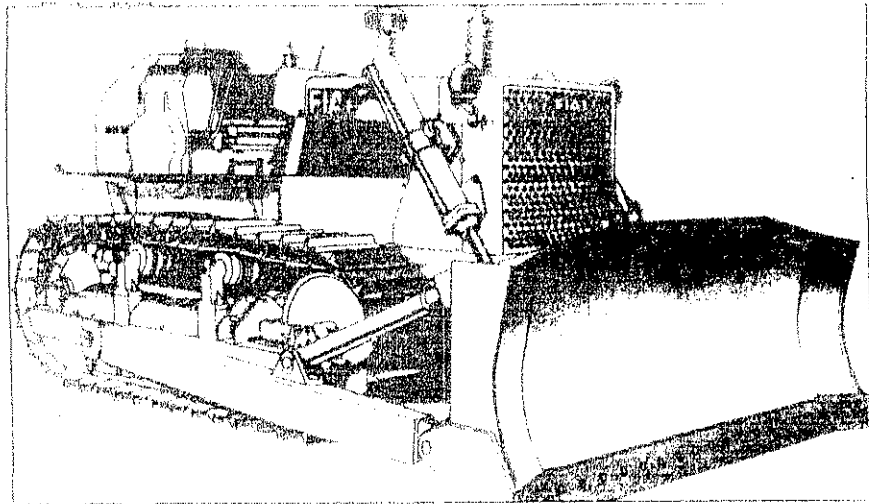
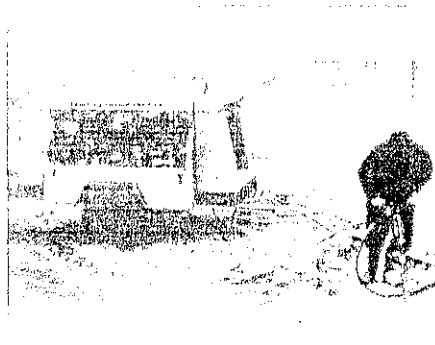
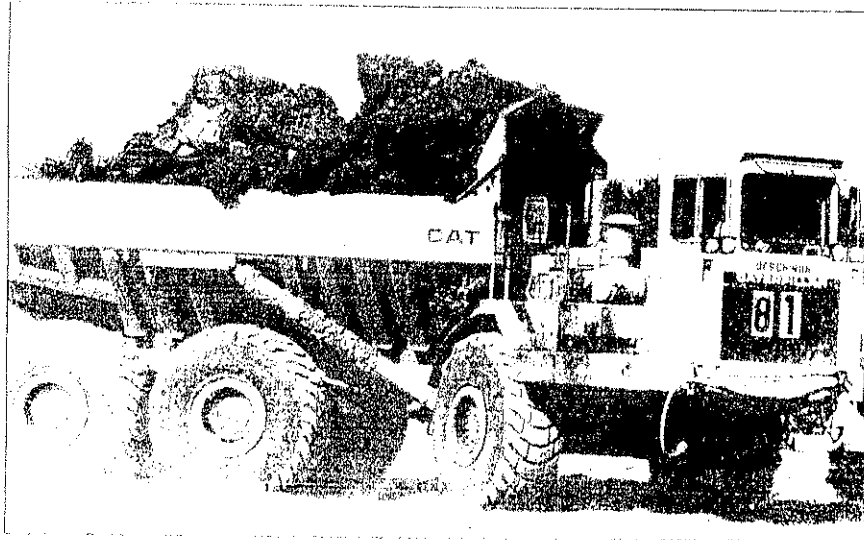


Photo 7



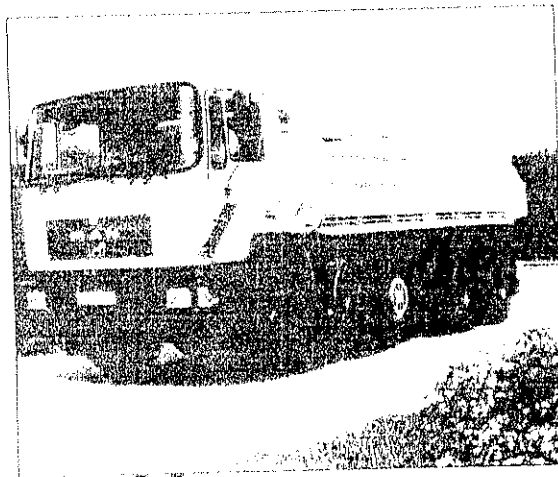
LES ENGINS DE TRANSPORT

Photo 11



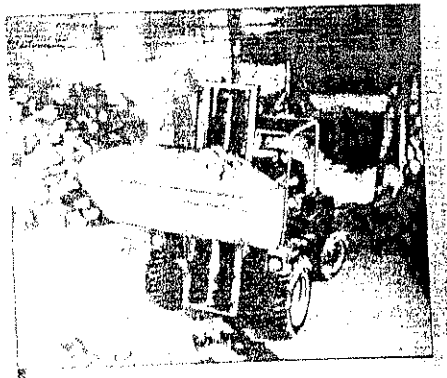
Tombereaux

Photo 12



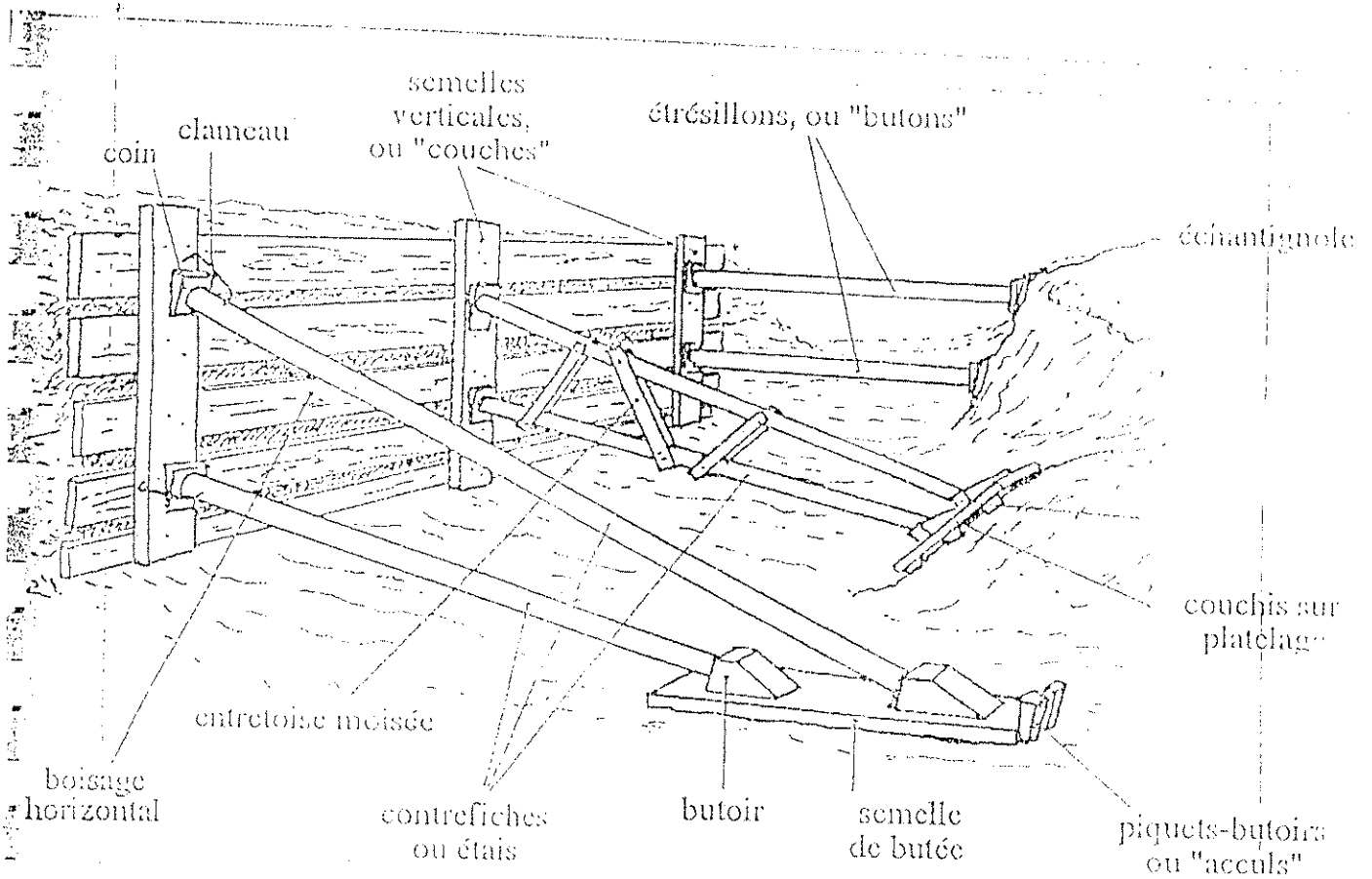
Camion

Photo 13

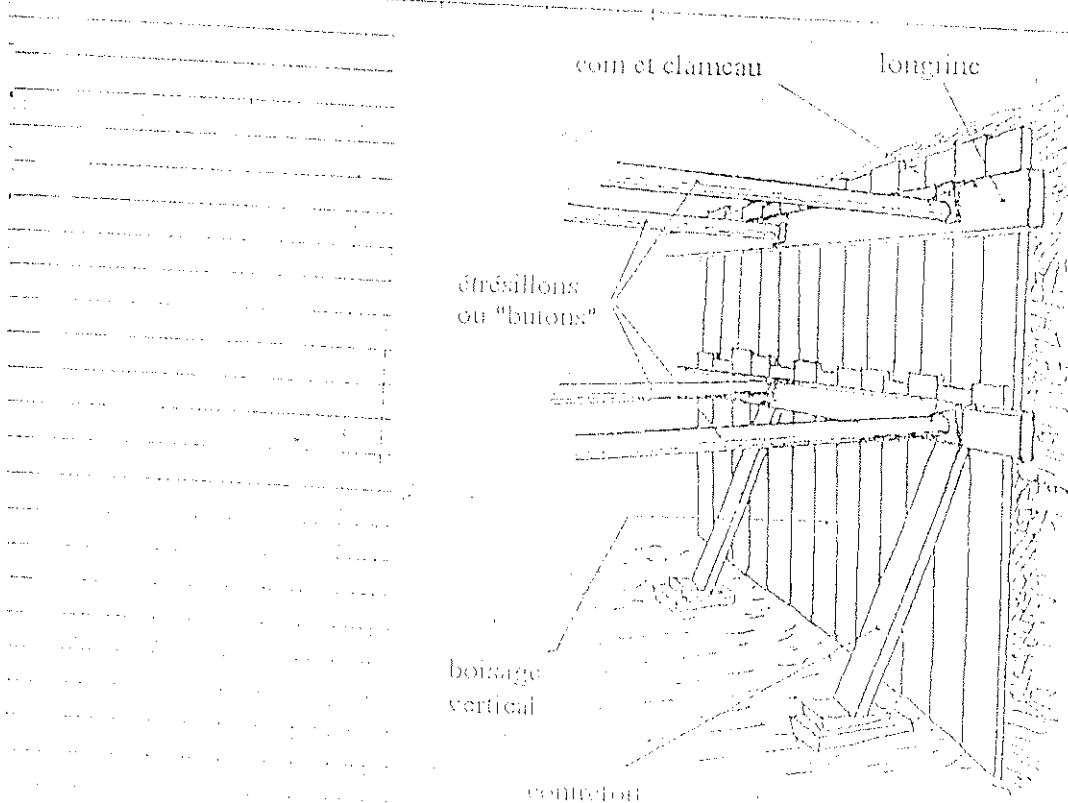


charge en Vrac

Blindage et Boisage

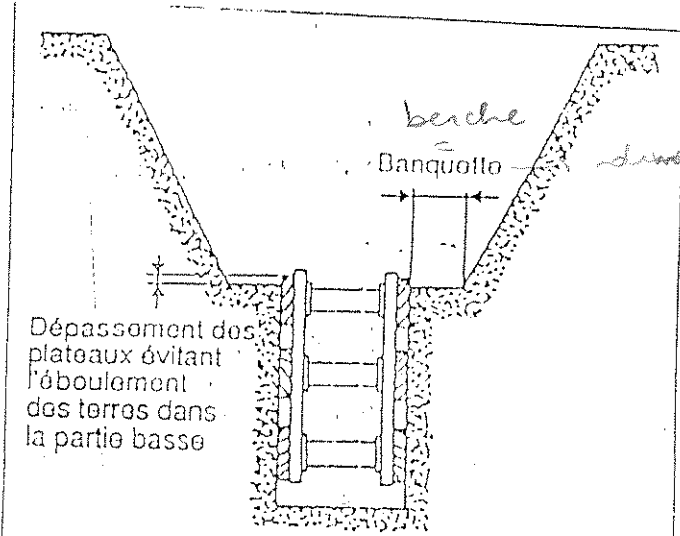


Blindage à Boisage Horizontal avec madrier espace
à sol 22 sans compacte

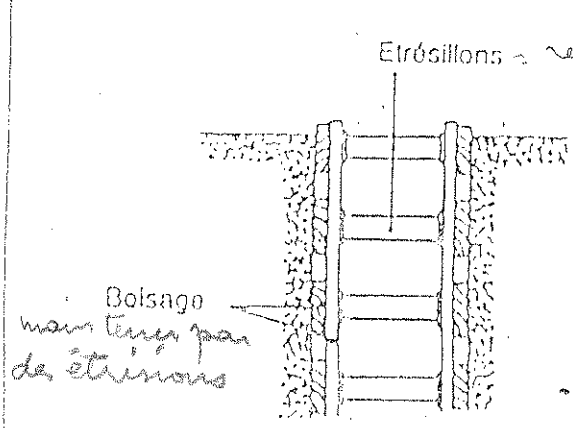
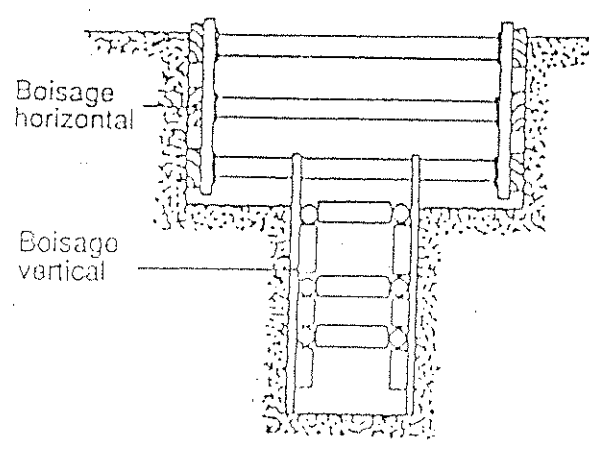


Blindage à Boisage Vertical avec de panneau
sol très mauvais -> panneau jointif

Etalement des fouilles



*dimension min qui se doit
garder au bout
de la fouille*



*réglable par la longueur
de fouille*

Rabatement et Pompage D'une nappe phréatique

Le rabattement de nappe est l'opération qui consiste à forer, au pourtour d'une zone de terrain aquifère que l'on veut assécher, une série de puits filtrants (pointes filtrantes), par lesquels on pompe l'eau pour la rejeter à distance.

La technique de rabattement de nappe est surtout utilisée pour les fouilles, lorsque le niveau trop élevé de la nappe est gênant pour les travaux (Voir Rabattement ill. 1).

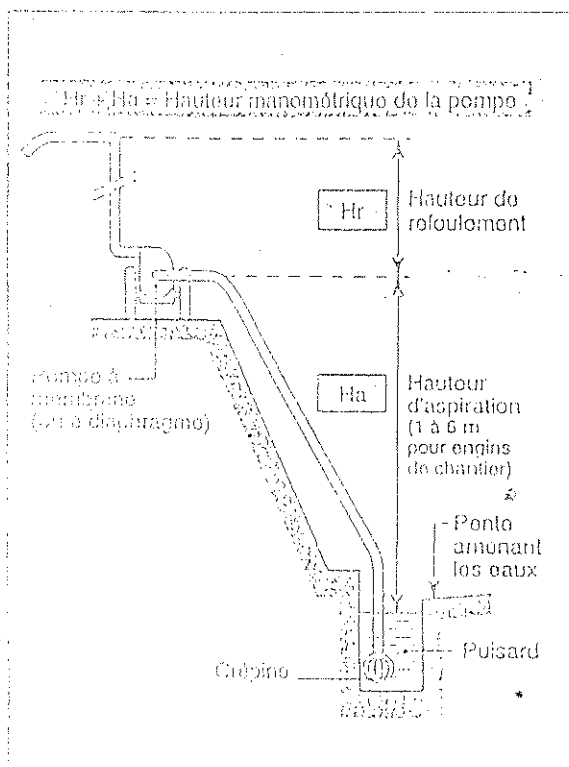
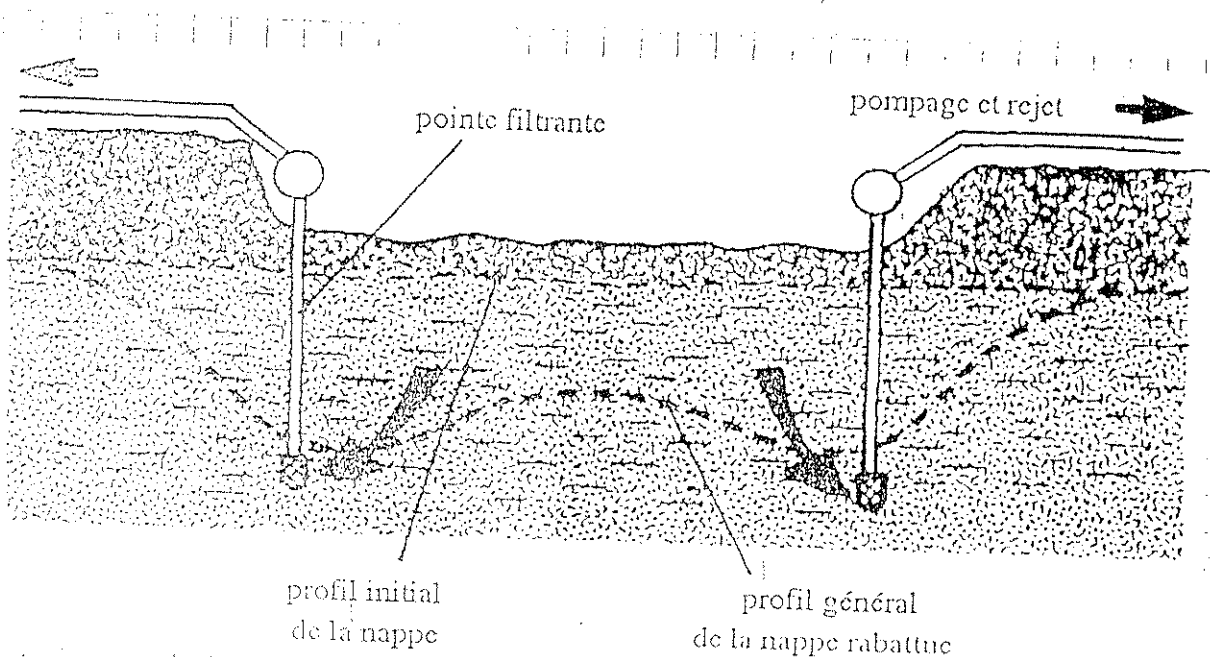


Figure 8 - Schéma d'une installation de pompage.

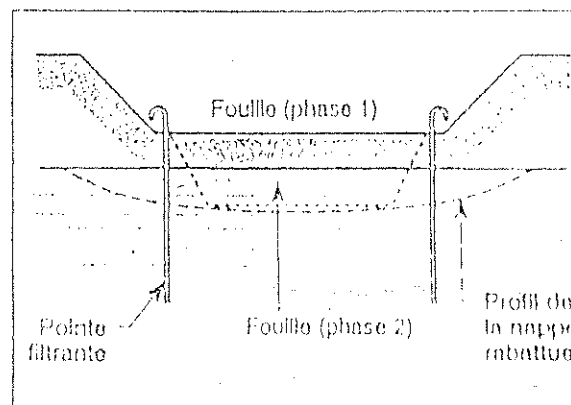


Figure 9 - Principe du rabattement de nappe.

1) Définition

Les fondations sont des éléments porteurs d'un bâtiment, situées dans la partie inférieure en dessous du niveau du plancher bas de la construction, et qui sont en contact avec le sol. Elles ont la faculté de répartir et transmettre à celui-ci, le poids du bâtiment.

Les problèmes des fondations d'immeuble Bas, sont facilement résolus par les techniques actuelles, à condition de connaître au préalable, la nature du sol et ses caractéristiques.

Les sondages effectués sur le terrain et l'étude indiquent :

- Le niveau de la nappe phréatique;
- La circulation d'eau à l'intérieur du sol.
- La nature géotechnique du sol.

Les essais au laboratoire sur les échantillons prélevés sur le site, permettent, l'identification et la portance du sol. Ces informations sont consignées sur un rapport de synthèse appelé **Rapport géotechnique**. Ce rapport utile pour l'ingénieur, pour dimensionner les fondations et en général la structure porteuse et permet aussi le choix et le mode de fondations, définit clairement :

- Le taux de travail de sol (la portance);
- Le sol à adopter comme assise de fondation,
- Proposition de mode de fondation,
- Les données parasismiques du site.

Le choix final des fondations est dicté par le prix de revient, tout un mettant en évidence, l'enjeu sécurité et stabilité de l'ouvrage.

2) Différents types de fondations

Un bâtiment doit être en état d'équilibre statique par rapport au sol sur lequel il est fondé, les actions qui s'appliquent sur le bâtiment doivent être à tout moment en équilibre ($\Sigma F_{ext} = 0$) telle que:

- Son poids propre (charges permanentes ou de service)
- Les effets dus aux (vent, neige, variation de température)
- Les surcharges (les charges d'exploitation)

En retient alors que, les fondations transmettent ou sol les charges qui y sont appliquées à savoir

- Les charges permanentes
- Les charges d'exploitation
- Les charges climatiques.

En revanche, elles reçoivent, les réactions du sol d'où le choix convenable des fondations.

Dans le domaine de la construction, on distingue trois types de fondations :

- **Les fondations superficielles;**
- **Les fondations profondes;**
- **Les dallages.**

2.1- les fondations superficielles

Les fondations sont dites superficielles, lorsque le bon sol d'assise est à faible profondeur et que la résistance (portance) est satisfaisante. Ce type de fondation est relativement accessible par des moyens courants de terrassement ($H = 1,00$ à $4,00$ Max).

On distingue deux types de fondations superficielles :

- ✦ **Les semelles**
- ✦ **Les radiers**

2-1-a : Les Semelles

a-1 : les Semelles continues

Ces semelles sont disposées en continu et sont réalisées sous mur, voile en BA ou sous poteaux

a-2 : les Semelles isolées

Ce sont des Semelles à surfaces carrées, rectangulaires ou circulaires; elles sont généralement situées sous des points concentrés (ponctuels), des Poteaux. Lorsque ces derniers sont voisins, on exécute une semelle commune pour les deux. Les semelles isolées peuvent prendre de différentes formes.

a-3 : les Semelles excentrées

Ce type de semelle est réalisable sous contrainte de mur existant ou mur mitoyen. Se sont des semelles qui n'ont qu'un seul **empattement** appelé aussi **débord**; les charges sont excentrées, d'où leur nomination (semelles excentrées). Dans ce cas, l'axe du poteau diffère de celui de la semelle, ce décalage est appelé : **Excentrement = e**. Pour équilibrer les efforts transmises au sol on a recours à des poutres perpendiculaires aux semelles, il s'agit de **poutres de redressement = PR**, et qui ont pour but de transmettre les efforts résultants de l'excentrement de la semelle.

a-4 : Fondation à poutre échelle *Dans le cas*

C'est l'opération qui consiste à creuser à l'aplomb d'un mur extérieur, des tranchées de 0.50 à 1.00 m de profondeur et dont le remplissage est réalisé soit :

- En gros béton ou béton cyclopéen coulé en pleine fouille ;
- En maçonnerie de moellon sur béton de propreté avec ou sans chaînage inférieur *dans le cas de mauvais sol*

Dans ce 2^{ème} cas, on réalise une arase étanche pour s'opposer aux remontées d'eau par capillarité.

2-1-b : les radiers

Un radier partiel ou général est un plancher renversé qui supporte l'ensemble du poids du bâtiment, réparti les charges sur une surface importante, ce qui permet de construire sur un terrain à faible portance (**de 0.5 à 1.5 bars**); c'est une solution onéreuse, mais résout le problème des tassements et les rendent homogènes. Il diffère du dallage courant par son épaisseur et son rôle porteur (**épaisseur entre 20 et 35 cm**). Il constitue aussi un chaînage pour les points d'appuis. Le radier prend appui sur les murs et les piliers de la structure et est soumis à la réaction du sol.

On retient alors, que la fondation par radier général est adoptée dans les cas suivants :

- Si les dimensions des semelles (filante ou isolés) en longueur deviennent importantes, par contrainte du mauvais sol,
- Des charges très importantes de la construction et du voisinage des poteaux.

Le radier est de réalisation facile et simple, il s'agit d'une dalle en BA d'épaisseur courante entre (20 à 35 cm) posé sur assise en TV compacté de granulométrie de **(0/40 ou 0/60)** avec isolation en feuille de polyane.

Les charges transmises par les murs sont périphériquement répartis ce qui rend les abords fixes sur le support alors que le milieu se déforme sous l'effet de la pression. On a donc un diagramme de sollicitations renversé entre les murs. Ce qui nous amène à placer les armatures ou partie supérieure du radier.

2.2- les fondations profondes.

Lorsqu'il n'est pas possible de fonder par des semelles superficielles en raison de la nature du sol et de l'importance des charges, il faut absolument chercher une autre solution, cette solution consiste à chercher le bon sol résistant mais souvent situé à plusieurs mètres de profondeur et par conséquent, réaliser des fondations assez profondes.

On distingue deux types de ces fondations :

- a) Fondation semi profondes (Puits)
- b) Fondations profondes (Pieux)

*Colonne de béton
sans armature*

2.2 (a)- fondations semi profondes.

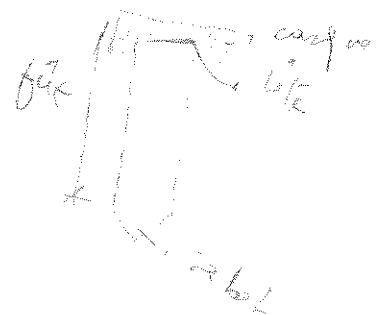
Lorsque les profondeurs à chercher pour atteindre un sol résistant ne dépasse pas 8 m, on fonde par des fondations semi profondes appelées aussi "**Puits**". Ces puits qui peuvent prendre de différentes formes sont généralement non armés et sont réalisés en (GB ou B. cyclopéen) coulé en pleine fouille. Toutefois, la surface d'appui dépend du godet utilisé et varie en général de (60x120) cm à (120x140) cm. La partie supérieure du puits en GB et munie d'une galette armée appelée **Tête de Puits** qui a pour but de transmettre les charges concentrées au GB.

a-1- Caractéristique du Puits

Section et formes

Carré, rectangulaire ou circulaire et cela, selon :

- * Le mode de forage (percussion - rotation)
- * Le matériel utilisé (bonne preneuse ou Tarière)
- * La nature du terrain (blindage ou non)



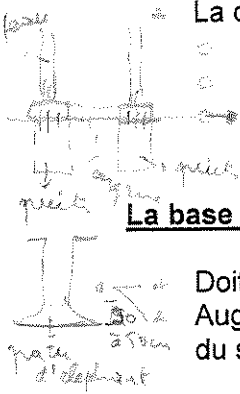
Dimensions.

- * Les cotés du puits varient de 1,00 à 1,50 m
- * Le diamètre également de 1,00 à 1.50 m .
- * La profondeur ≤ 8,00m max
- * La distance entre axe des puits varie de 4 m à 8 m et dépend :
 - o Des efforts à supporter
 - o De la section du puits
- * Des sections des longrines qui relient les têtes des puits et qui servent à supporter les murs et à transmettre les charges aux puits

écartement, entre axe

La base du puits

Doit être ancrée de 20 à 50 cm dans la couche du sol considéré résistant. Augmente la surface portante par un procédé dit en "**patte d'éléphant**" sous réserve que la cohésion du sol soit satisfaisante. (voir schéma des différents puits).



Certain constructeur ont développés des techniques permettant économiquement, de remplacer le béton du puits par le principe de substitution de matériau de qualité technique meilleure et bien compacté in situ. C'est la technique dénommée. "**Fondation par puits ballasté**".

a-2- Extrapolation du puits = barrettes.

La technique du puits est limitée notamment par le rayon d'action des Engins de terrassement. Afin d'étendre cette technique, des engins spéciaux ont été industrialisés. Ces engins permettent la réalisation des fouilles de petites sections (largeur 50 à 120cm) (jusqu'à plusieurs dizaine de mètre) de profondeurs on parle alors de "**barrettes**".

La fouille est bétonnée immédiatement après creusement et des dispositions de stabilisation des terres des parois verticales sont à prévoir. On utilise généralement des "**boues**" spéciales, (**Boue bentonique**). Mélange de l'eau et de la bentonite (**de fort benton, ville des états unis USA**) est qui est une argile colloïdale provenant des cendres volcaniques à limite de liquidité élevée, gonflant au contact de l'eau, elle forme une boue qui est stable au repos, et devient liquide par agitation (**on dit qu'elle possède des qualités thixotropiques**) utilisée par le forage de puits. (gens)

NB : jusqu'à 25 fois son volume initial, et ceci d'une façon réversible. Elle à la faculté d'exercer une poussée hydrostatique équilibrant les poussées des terres, elles remplacent tout boisage et étaieiment des parois de la tranchée.

Les Barrettes permettent de reporter les charges de fondation directement sur un bon sol, suivant un schéma d'exécution similaire à celui des puits.

La totalité des charges est transmise par la Base de la Barrette. Les dimensions courantes des Barrettes sont de l'ordre de (2,50 x 1,00 cm). Elles peuvent être groupées afin d'augmenter la capacité portante. **La capacité portante d'une Barrette peut atteindre plusieurs centaines de Tonnes** elles permettent la fondation d'ouvrage très lourds.

Exemple : Tour Montparnasse à Paris est fondé sur des barrettes descendues à 62 mètres de profondeurs dans la craie. *→ roche très dure.*

2.2 (b)- fondations profondes.

Lorsque le sol résistant est situé à plus de **8.00 m** de profondeur, on a généralement recours à des fondations profondes" par des "Pieux". (Sol de 15 à 30 bars).

Les pieux sont la solution technique la plus commode lorsque le bon sol recherché est à une profondeur très éloignée. Au-delà d'une certaine profondeur, les moyens mécaniques habituels ne sont plus opérants et il faut donc par force de contrainte d'utiliser du matériel spécial. La mise en œuvre des pieux, est plus facilement adaptable à des conditions variables et enfin, les techniques de pieux, autorise, dans de nombreux cas, l'utilisation de forces de forttement latéral.

travaux souterrains
Le principe de pieux est de concentrer les charges pour des points singuliers, où l'on met en œuvre des ouvrages spéciaux, et de les transmettre vers le sol d'assise d'une résistance meilleure, on retient que la trame d'infrastructure doit être en concordance avec la répartition de l'ossature en élévation, afin que les points de descente de charge coïncident avec les points d'implantation des pieux. Les Murs chargés et les poteaux doivent reposer directement sur une infrastructure capable de transmettre correctement les charges aux fondations

Dans un tel cas, c'est essentiellement, la technique de mise en œuvre qui est importante et détermine les différentes catégories de pieux et leur mode de fonctionnement.

On retiendra deux catégories principales de pieux :

- 1)-les pieux Battus
- 2)- les pieux forés

2.2. b.1 -les pieux Battus

Ce sont des pieux préfabriqués en béton moulés d'avance stocké, et enfoncés dans le sol sous pression. Ils peuvent être aussi en bois massif ou en acier. Ils ont une section carrée sur toute ou une partie de la longueur (la base comporte un sabot métallique). ces pieux sont enfoncés dans le sol à l'aide d'une "Sonnette" muni d'une masse frappante appelée "Mouton", le battage est continu jusqu'à l'obtention de la résistance recherchée, la base du pieux qui pénètre dans le sol peut être de forme arrondie ou muni d'un "sabot" en fonte ou en acier Moulé, elle peut être aussi frettée. C à d fortement armé par des cadres ou cerces d'espacement très rapprochés. Pour éviter l'endommagement de la tête du pieu on prévoit un Casque de Battage provisoire.


NB : La technique des pieux ne peut être utilisés que lorsque les conditions favorables de battage sont réussies.

- Sol exempt de rognons calcaires,
- Nombre important de pieux à mettre en place,
- Constructions existantes assez éloignées du terrain à construire.
- Terrain relativement plan.

a- Pieux à tubes battus

Ce sont des pieux coulés sur place, ils descendent jusqu'à **30 ml**, mais "ébranlent" le voisinage est traversent difficilement les couches rocheuses.

Ils sont des tubes métalliques battus dans le sol, ces tubes sont fermés à leur extrémité par une plaque métallique ; le bétonnage est exécuté à l'intérieur du tube avec ou sans armatures, par couche

 1.00

successives suffisamment comprimés. Parfois on récupère le tube au fur et à mesure du coulage du béton. Le levage du tube doit être contrôlé et se fait progressivement de manière à laisser en permanence au fond du tube ^{une} garde ^{de} suffisante (du béton) pour que l'eau de la nappe ne puisse pénétrer dans le tube d'une part et pour que la terre ne puisse se mélanger avec la masse du béton en cas de mauvais sol.

NB : contrairement à l'aspect lisse du pieu préfabriqué le pieu moulé remplit toutes les infractuosités du sol, ce qui permet d'augmenter les effets de frottement latérale.

2.2. b.2 -les pieux forés *

Ce sont des ouvrages mis en place à l'intérieur d'un trou réalisé préalablement par la technique de forage l'étape de forage constitue la partie la plus spectaculaire de la phase de réalisation des pieux. Les engins ou machine utilisables sont multiples et leur nature différent d'un terrain à l'autre.

Les plus couramment employées sont soit des tarières (pour les sols relativement tendres) soit des machines à Roto percussions (pour les terrains compact et rocheux).

à l'axe et axialement
La réalisation d'un pieu foré nécessite un tubage progressif du sol. Deux grandes actions sont mises en jeu simultanément :

- fonçage du tube d'une part; et forage du sol d'autre part, ces deux actions sont réalisés au moyen d'une benne preneuse (haveuse) (battage mécanique d'une roche verticalement), d'un Trépin ou d'une pompe à gravier, selon la consistance du terrain. Le tube est mis en place par fonçage au fur et à mesure de la réalisation de la fouille.

NB : les tubes dont le Ø intérieur est de 40 à 80 cm, ont une longueur de **150 cm** leur assemblage s'effectue par filtrage suivant l'avancement du havage.

Après atteinte de la couche d'assise recherchée, il est possible d'introduire, contrairement au tube battu moulé, des armatures métalliques en cerces préalablement façonnées, et le béton est mis en œuvre par des bennes spéciales conçues à cet effet.

Terminologie

○ Tête de pieu

La partie de contact entre le pieu en béton et le poteau qui est censé y être appuyé, se fait à l'aide d'un dé en béton, appelé "Tête de pieu" duquel sortent des fers en attente pour le coulage du poteau

Pour les pieux préfabriqués on peut être amené, en fonction de la charge à supporter, à battre deux ou plusieurs pieux à proximité les uns des autres

La tête du pieu est alors dans ce cas plus importante (rectangulaire ou triangulaire); elle permet de résoudre les problèmes posés par l'excentrement des charges.

○ Longrine

Dans le cas où les charges (réparties ou ponctuelles), sont à transmettre horizontalement aux puits ou aux pieux, on exécute des longrines (poutres) reliant les "Têtes de ces derniers ; elle sont réalisées en BA légèrement ou fortement armé, selon l'importance des charges.

Conclusion :

Finalement et à la lumière de tous ce qu'on a vu, la conclusion générale qu'on peut tirer , c'est que dans le domaine de la construction, des diversités de techniques ; sont disponibles pour résoudre le problème de fondations d'un ouvrage. Toutefois, le choix s'effectue au regard d'arguments techniques (qualité du sol et du bâtiment à construire), et économiques (coût relatif des différents solutions possibles).

2-3 : Les dallages

Pour construire la plancher bas du 1^{er} niveau d'un bâtiment, il faut connaître d'abord,

- o La nature du sol;
- o Son relief (nivellement);
- o La profondeur de la nappe d'eau;
- o Les événements éventuels qui peuvent se produire (séisme, crue, glissement..... etc.)

Dans tout les cas deux solutions sont possibles :

- a) **Dallage sur terre pleine**
- b) **Plancher sur vide sanitaire**

2-3-a : Dallage sur terre pleine

gravas (déchets de brique)

La terre pleine, est un apport de matériaux disposés sur le sol du TN qui va servir d'appuis ou d'assise du dallage. Elle peut être constituée de cailloux, pierres, de gravier, de sable mélangé ou non, elle ne doit contenir ni gravas, ni impureté (matière organique) ; c'est un matériau sélectionné ayant de bonnes caractéristiques physiques et mécaniques.

Ce matériau doit être posé par couches successives de **20 cm** environ et doit être compacté, sur lequel on procède à la pose d'une couche isolante étanche (**film de polyane**) ou (**polystyrène de 20 mm**) ; de même il faut l'aménagé pour éviter les effets de poinçonnement, par un sable de 5 cm d'épaisseur ou par du béton maigre. La hauteur minimale de la terre pleine varie entre **15 et 20 cm** ; ce complexe recevra alors un dallage en béton (**épaisseur 8 cm minimum**), dosé entre **300 à 350 kg/m³** légèrement armé par treillis soudés ou HA T6 espacement maximal **20 cm**, généralement posés dans la partie supérieure moyennant des cales de **2.5 à 3 cm** d'épaisseur.

2-3-b : Vide Sanitaire

enrobage

mauvais sol

Dans le cas de sol gonflant (argile) , on évite toujours que le dallage ou le plancher bas d'un bâtiment soit en contact avec le sol , c'est pour cette raison qu'on laisse un vide (un espace) entre le sol et le plancher , cet espace est appelé « **vide sanitaire** » ou **cave**. Il doit être convenablement aéré pour permettre l'évaporation de l'humidité du soubassement.

Le rôle du vide sanitaire est multiple :

- Il permet de reporter les charges du bâtiment sur les fondations ;
- Il évite les remontées de l'humidité vers le bâtiment ;
- Il permet, à condition d'une hauteur de vide suffisante (**60 à 80 cm**), de disposer les canalisations Visitables.

2-4 : Les Longrines

Les Longrines ont pour rôle de liasonner les points singuliers (poteaux), de porter les murs et servent aussi soit :

- de supporter le plancher du vide sanitaire ;
- de limiter le dallage sur les rives du bâtiment ;

il sépare les parties d'un p. dallage périphérieurement

Les longrines sont réalisées en BA, elles sont soit coulées sur place, soit préfabriquées et elles ont une section rectangulaire.

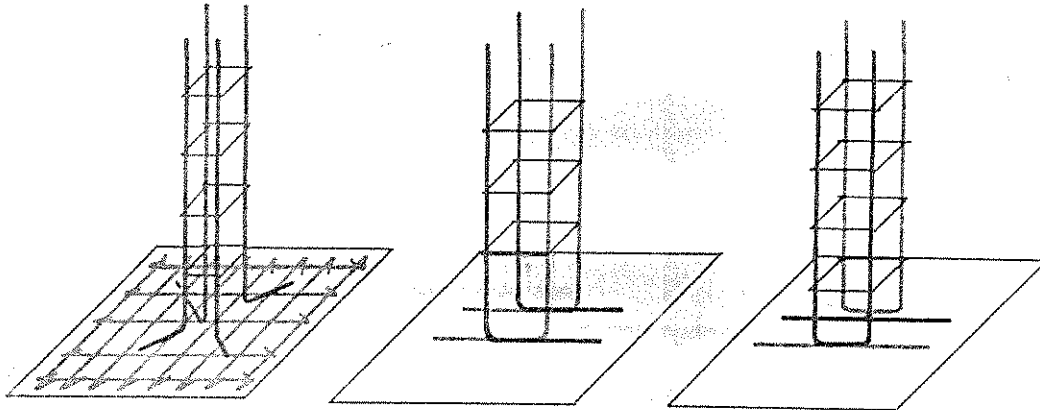
- dallage solidaire

- dallage sec

Dispositions constructives

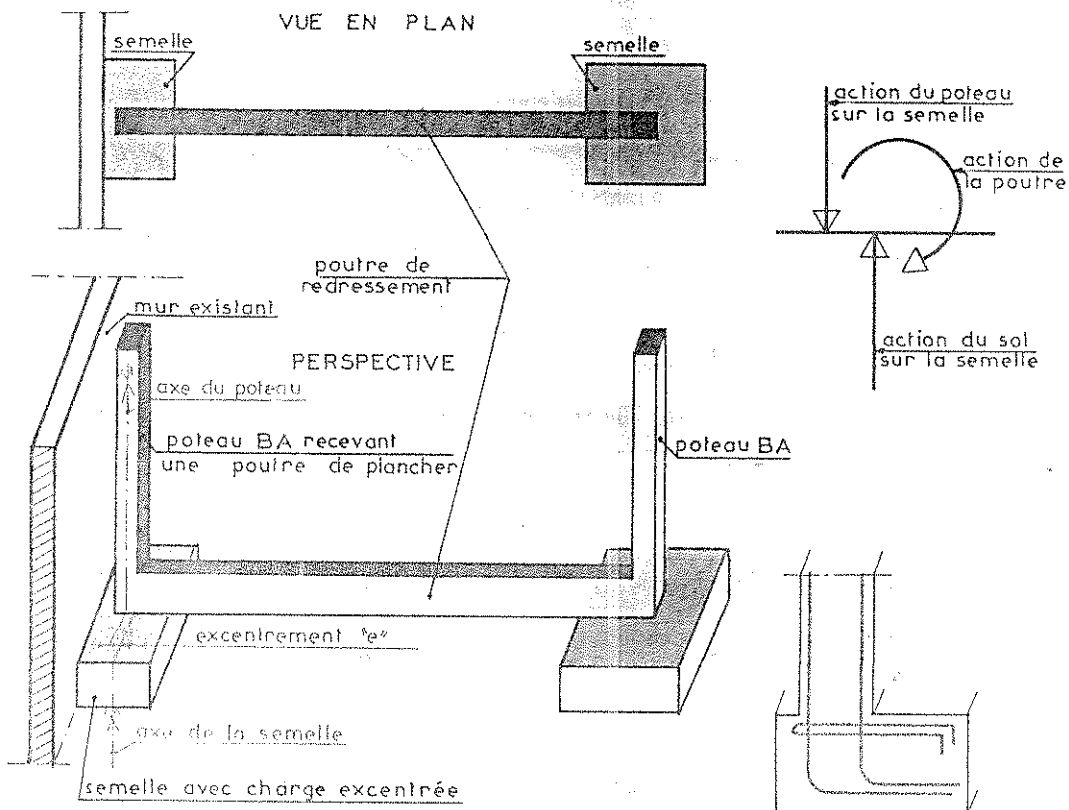
Cas rencontrés ②⑨ à ③③

JONCTION POTEAU-SEMELLE



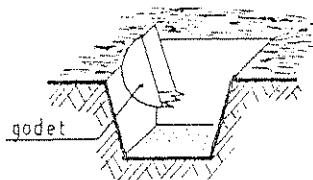
autres dispositions (quadrillage semelles non représenté)

②⑨ Liaison d'un poteau isolé avec la semelle



③① Semelle isolée recevant un poteau situé contre un mur

La semelle est dite « excentrée » par rapport à la charge.



⑫ Crousement à la pelle



⑬ Équipement en benne preneuse

Foreuse hydraulique des sols
DELMAG - RH 155
(Document DELMAG.)

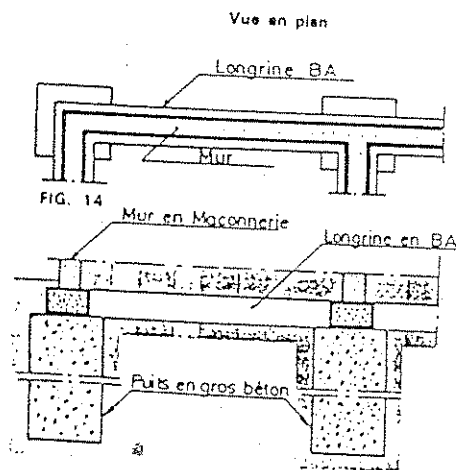
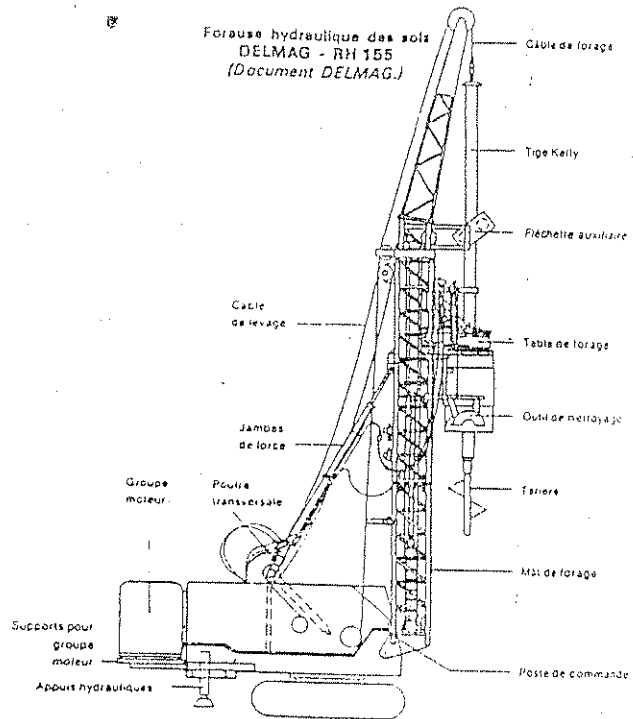


FIG. 15
Coupe verticale.
Les têtes de puits sont reliées par des longrines.

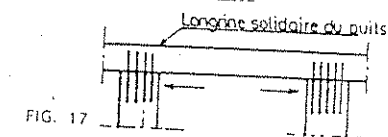
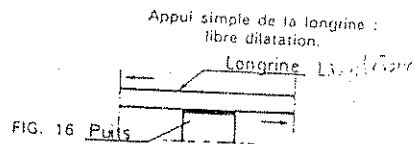


FIG. 17
Encastrement de la longrine sur la tête de puits : efforts de flexion sur le corps du puits.

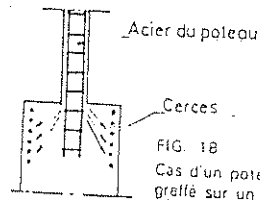


FIG. 18
Cas d'un poteau greffé sur un puits.

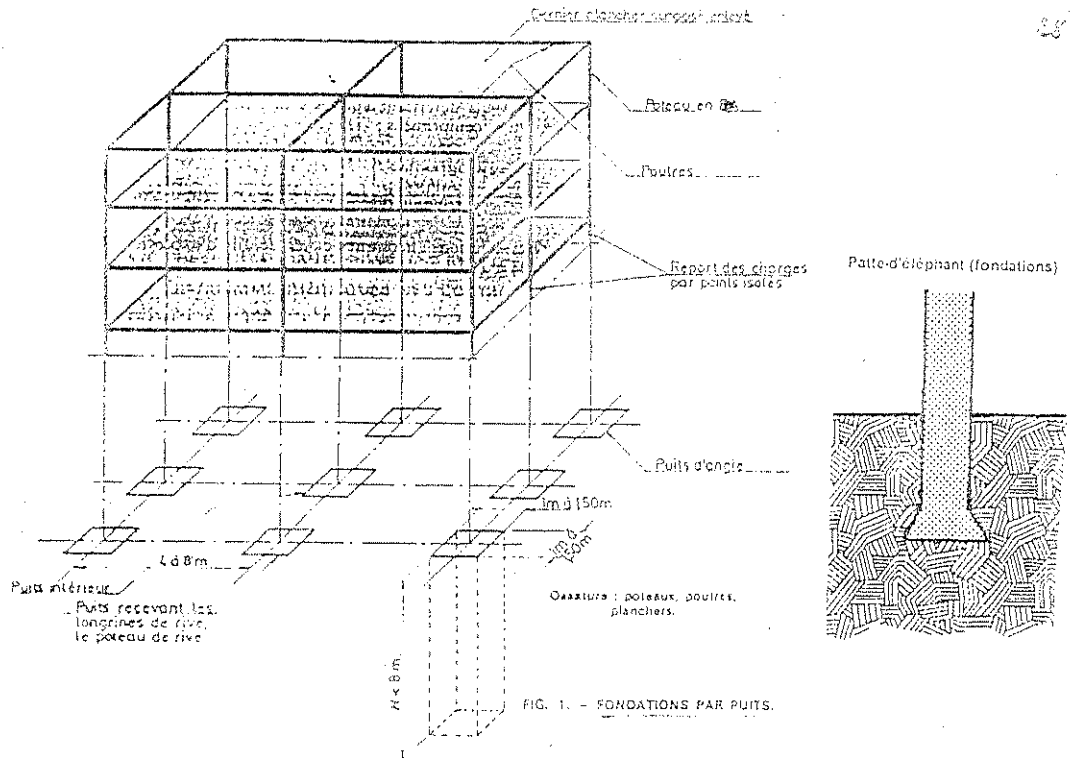


FIG. 1. - FONDATIONS PAR PUITS.

FIG. 13. - Bétonnage en terrain inohdé.

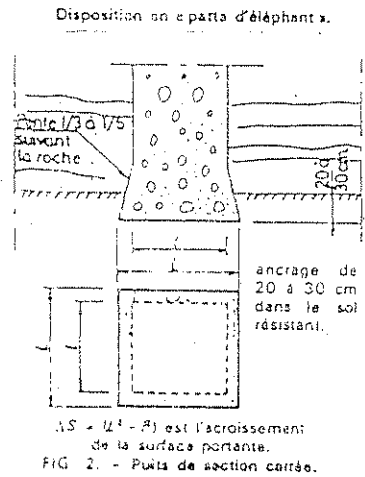
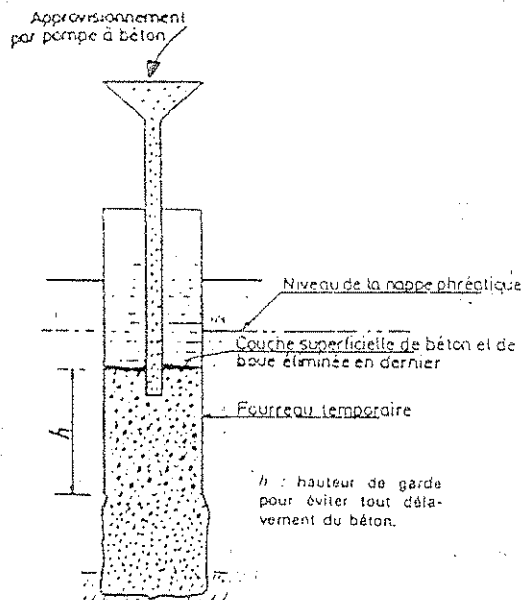
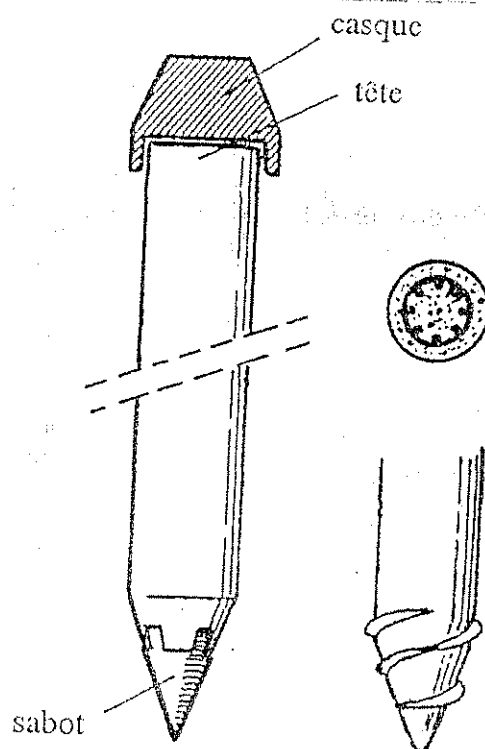


FIG. 2. - Puits de section carrée.

D'autres systèmes de mise en place existent. On citera notamment le vibro-fonçage consistant à appliquer une charge importante sur le pieu tout en le faisant vibrer de façon importante. Cette technique, très utilisée dans les sols pulvérulents est simplement une des variantes disponibles dans le panel de solutions de mise en oeuvre des pieux préfabriqués.

Pieux battus préfabriqués, à sabot et à vis



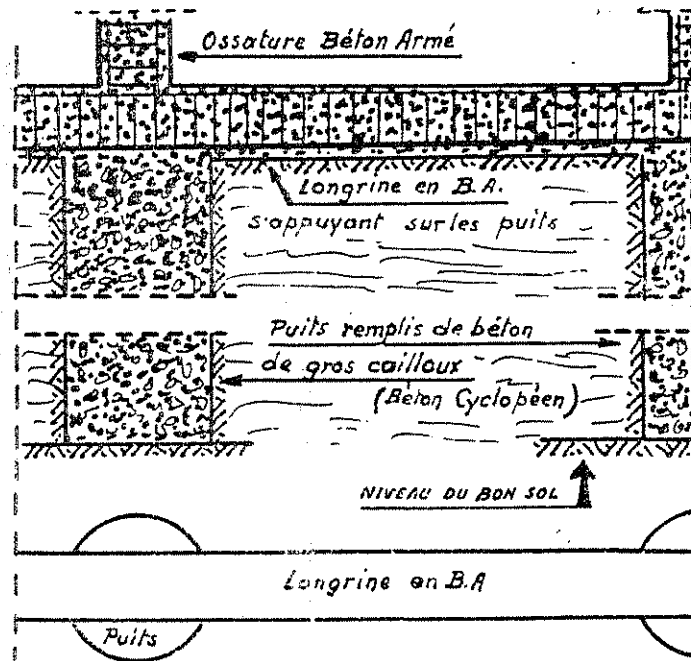


FIG. 9-8. — Fondations sur puits.

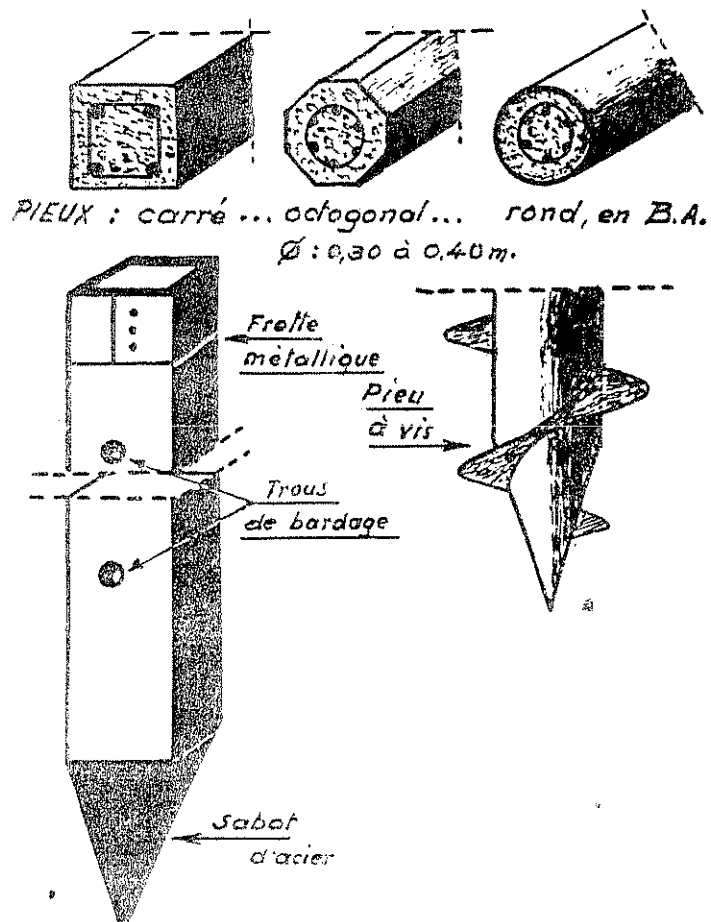
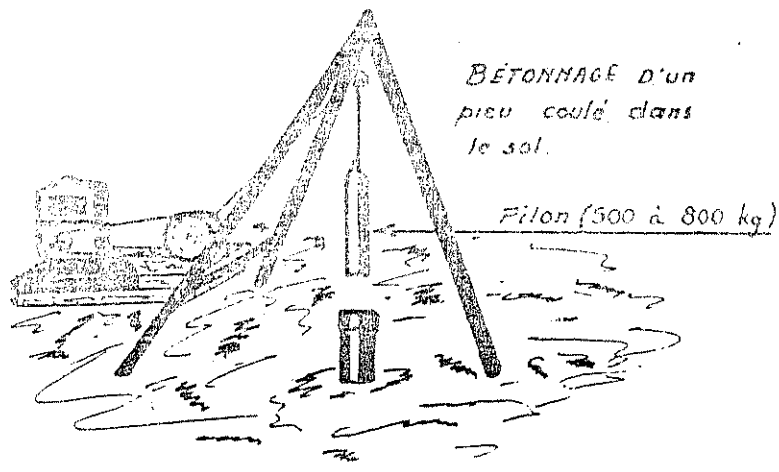


FIG. 9-10. — Les fondations sur pieux.
Les pieux préfabriqués.

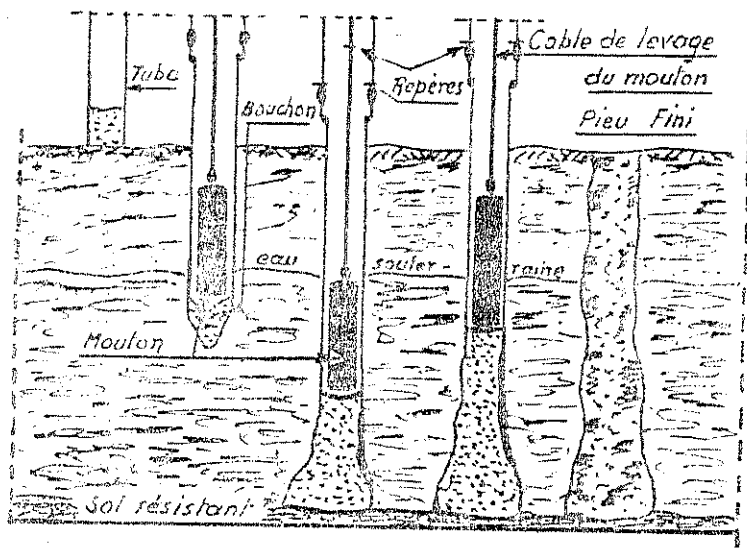
7



Doc. : FRANKL.

Fig. 9-13. — Les fondations sur pieux.

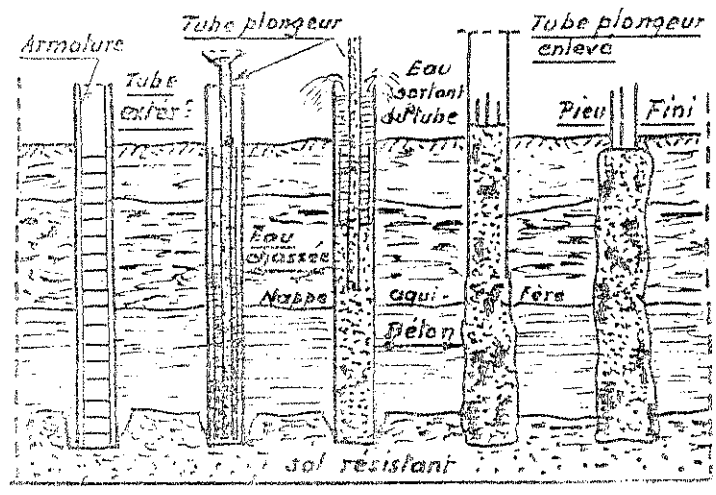
EXEMPLE DE PIEUX MOULÉS ET COULÉS DANS LE SOL



Doc. : FRANKL.

Fig. 9-12. — Fondations sur pieux.
Pieux système Frankl en béton non armé.

Pieux système FORUM en béton armé
(Bétonnage en terrain aquifère)



Doc. : FRANKL.

EXEMPLE DE MACHINES DE FORAGE ET DE BATTAGE

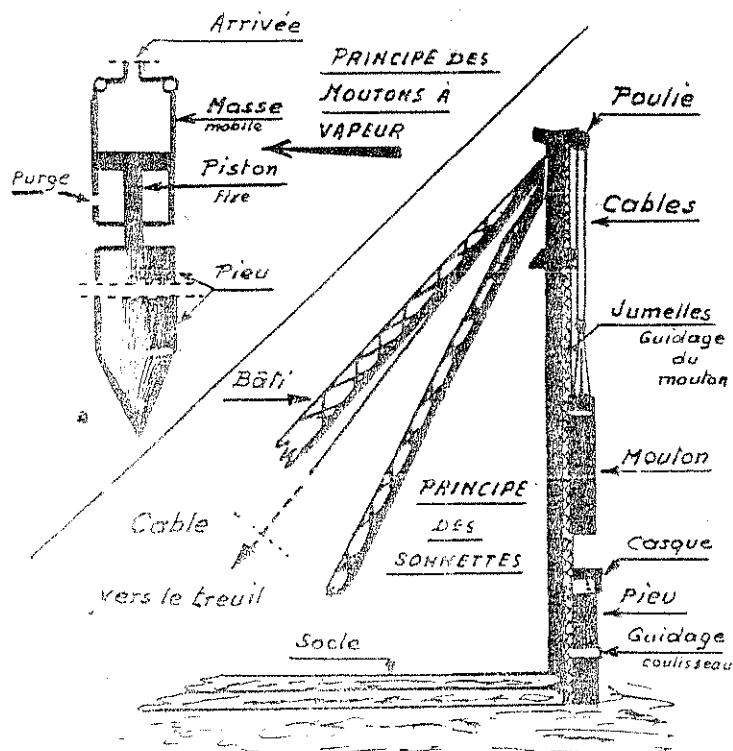
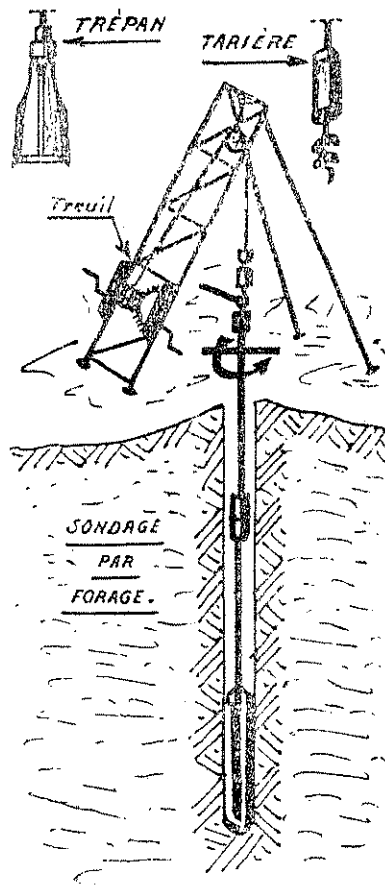


Fig. 9-11. — Les fondations sur pieux.

L

Pieu moulé par pilonnage du béton sous tube coffrant

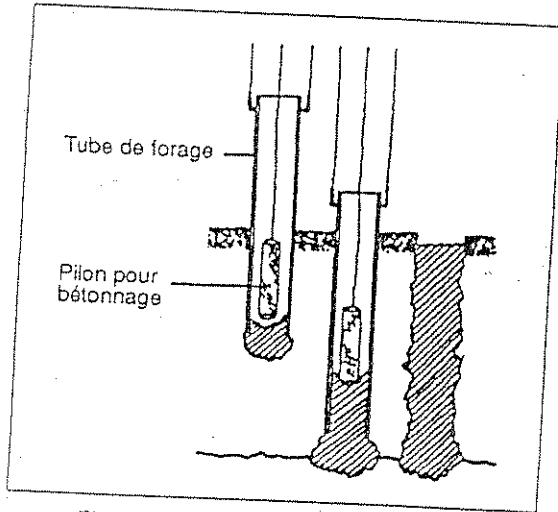
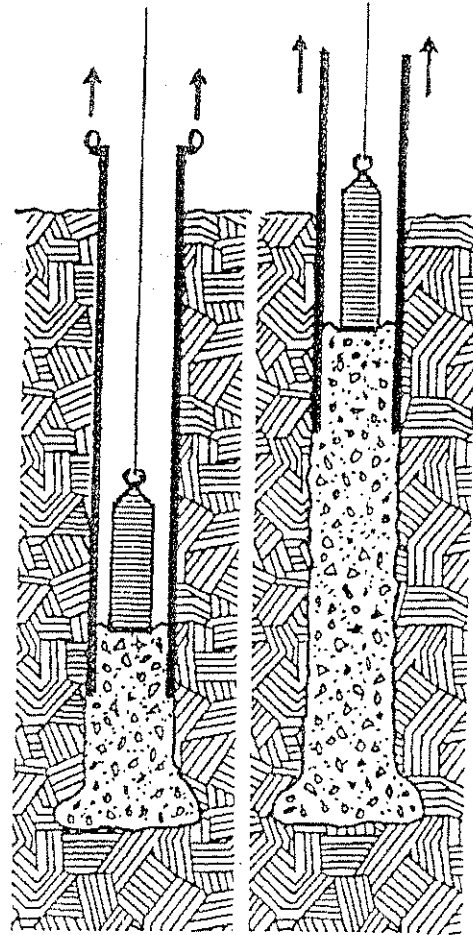
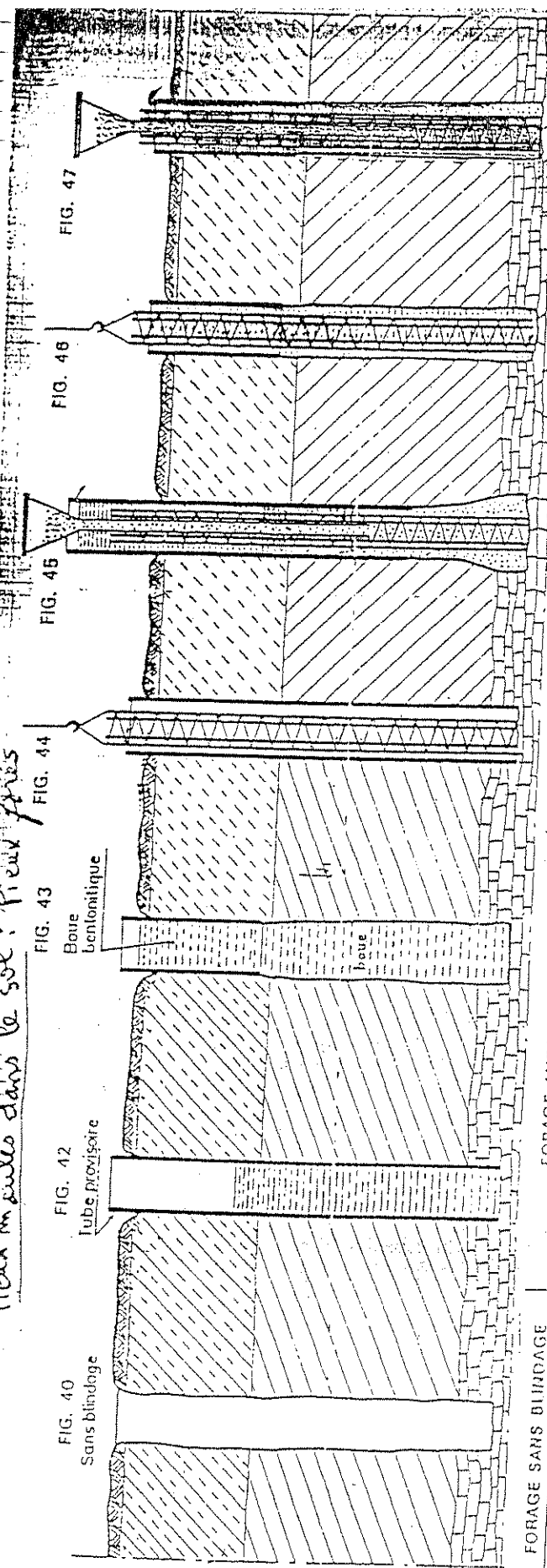


Figure 21 - Pieux moulés dans le sol :
fonçage et bétonnage.

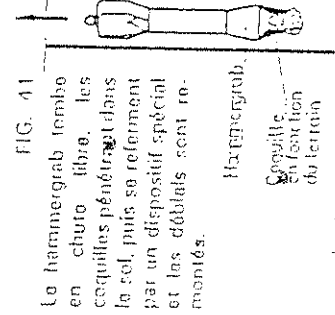


Pieux implantés dans le sol : Pieux préfabriqués



FORAGE SANS BLINDAGE

Terrains cohérents sans eau, la tenue du terrain n'est due qu'à sa cohésion.
 Outilingage : Hammergrab, trépan, tarières relatives.



FORAGE AVEC BLINDAGE

Métallique (tube provi. solée).
 Terrains cohérents ou pulvérents avec eau.
 Le terrain est maintenu par la pression hydraulique croissante avec la profondeur.
 Outilingage : Hammergrab, trépan, soupapes, tarières, lanço.

Le terrain est maintenu par la pression hydraulique croissante avec la profondeur.
 Outilingage : outils de forage à circulation directe ou inverse.

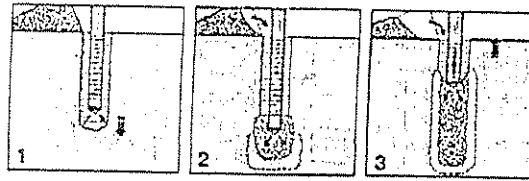
ARMATURE

Pieux travaillant en compression simple : aciers seulement en tête de pieux pour assurer le reprise.
 Pieux travaillant en compression accompagnée de flexion, ou pieux soumis à des efforts de traction : aciers longitudinaux avec câbles.
 Pieux supportant une ossature métal : tête de poutre treillée.

BÉTONNAGE

Dosage : 200 à 400 kg/m³ de béton
 Mise en place et tube plongeur pour éviter la ségrégation.
 Vibration pour obtenir des caractéristiques mécaniques constantes sur la hauteur du pieu.
 Garde suffisante pour le relevage ou l'up-provisoire, pour éviter le délavage du béton et assurer sa continuité.

Colonnes ballastées

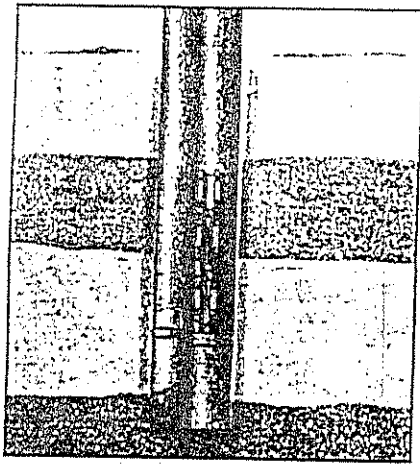


Cette technique est utilisée dans les sols cohérents tels limons et argiles. Soletanche Bachy a récemment mis au point la machine SolVibro[®], spécialement conçue pour les colonnes ballastées. Le dispositif de forage est composé d'un tube prolongé en partie basse par un vibreur électrique ou hydraulique. Ce dispositif est foncé dans le sol à l'aide du vibreur et crée ainsi une empreinte en refoulant le terrain jusqu'à la base du massif à consolider. L'introduction latérale du ballast à la base du vibreur est réalisée soit gravitairement soit à l'aide d'une pompe à graviers.

Ce remplissage est effectué par couches successives tout en maintenant la vibration afin de compacter le ballast et de continuer à refouler le sol. Dans certains cas particuliers, il est possible de procéder à un remplissage complémentaire de coulis bentonite-ciment simultanément à la mise en place du ballast à l'aide d'un tube latéral.

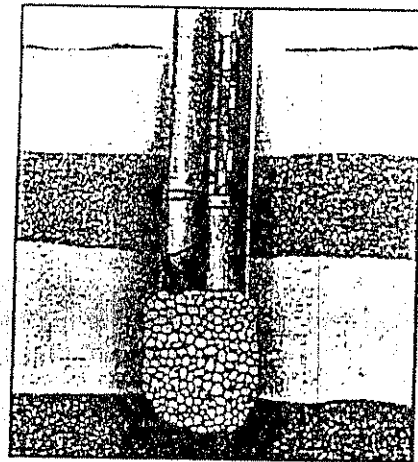
L'ensemble de ces opérations est réalisé par passes remontantes sur la totalité de la hauteur de terrain à consolider.

Colonnes Ballastées Sèches (gravier introduit en pied de vibreur ; Système "Bottom Feed")



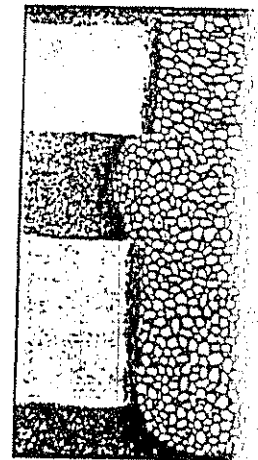
Pénétration

Le vibreur pénètre par vibration et refoulement. Une pression d'air est maintenue en permanence.



Installation

Colonne ballastée réalisée par introduction de gravier par un tube distinct jusqu'au pied du vibreur. Une pression d'air est maintenue de manière permanente.

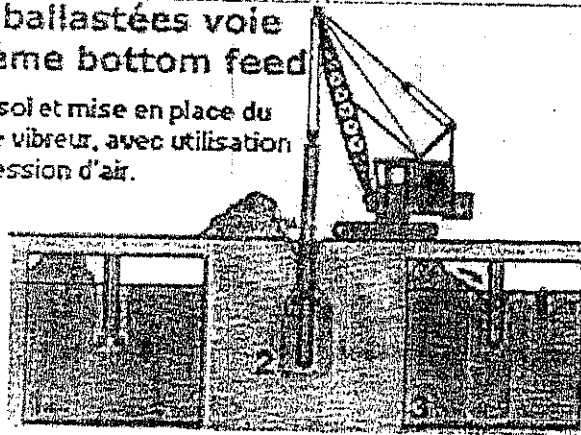


Colonne terminée

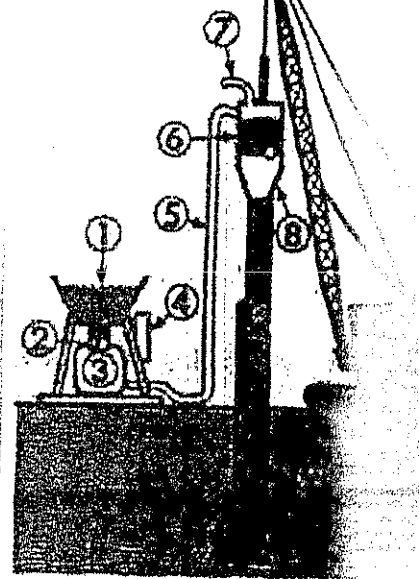
La surface est nivelée et éventuellement refouillée.

Colonnes ballastées voie sèche système bottom feed

Refoulement du sol et mise en place du gravier en pied de vibreur, avec utilisation d'un sas sous pression d'air.

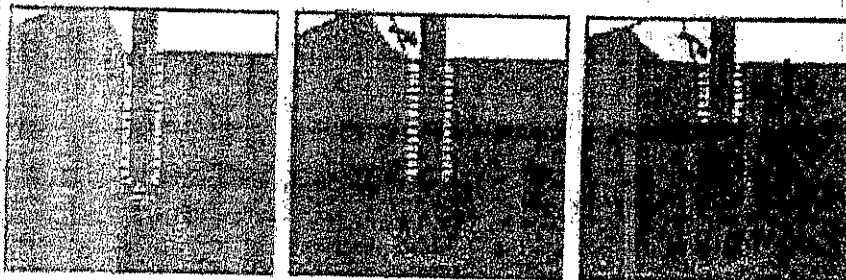


Colonnes ballastées voie sèche système "bottom feed"



Refoulement du sol et mise en place du gravier en pied de vibreur avec utilisation d'une "pompe à gravier".

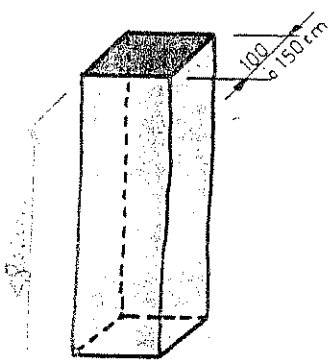
Colonnes ballastées voie humide



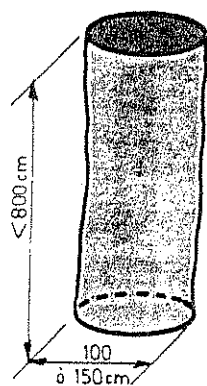
Lançage à l'eau et mise en place du gravier en tête de vibreur.

Les fondations par puits

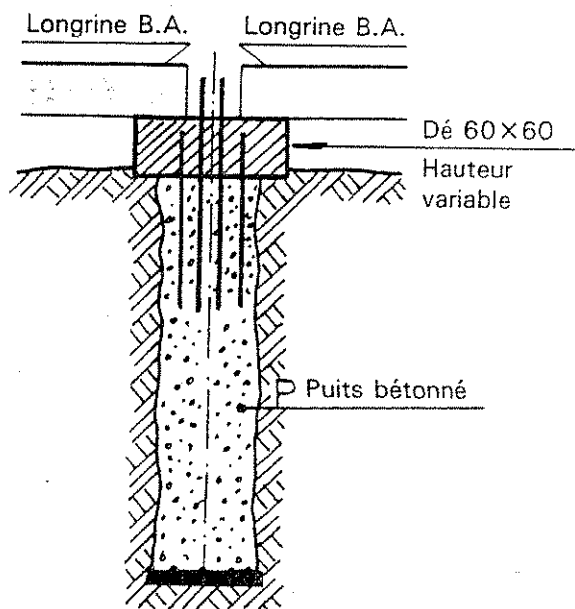
UN Puits EN BÉTON, armé ou non, rassemble à un gros pilier ① ② et ③ et transmet les charges au sol de fondation.



① Puits : section carrée

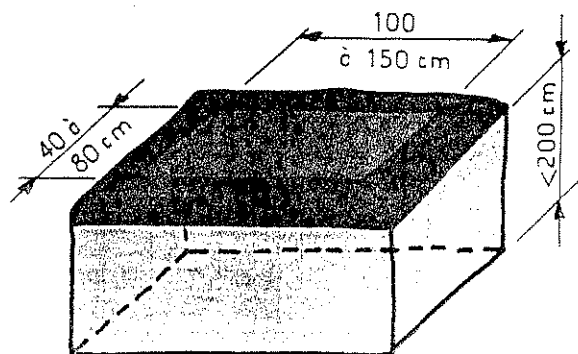


② Puits à section circulaire



③ Puits bétonné

UN PLOT EN BÉTON ④ assure le même rôle. Elle s'apparente à une semelle carrée ou rectangulaire massive, en gros béton, moyennement armé ou peu armé.



④ Plot : section rectangulaire

Semelles continues classiques et semelles isolées

1 - SEMELLES CONTINUES CLASSIQUES

- Ce sont des semelles épaisses, très rigides dans le sens transversal.
- La hauteur « H » est généralement plus grande que le quart de la base « B » :

$$H \geq \frac{B}{4} \quad (14)$$

- Ce type de semelle est le plus répandu. (90 % des fondations réalisées).

■ Principe de fonctionnement sous l'effet des charges verticales (15) et (16).

ANALOGIE :

Supposons un bonhomme chargé et jambes écartées (15).

- ▶ Les charges du mur sont transmises dans l'épaisseur de la semelle par un faisceau de *bielles de compression*

→ Béton comprimé

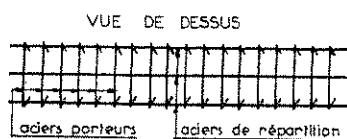
- ▶ Plus les bielles sont inclinées, plus elles tendent à étirer le béton à la partie inférieure au niveau des aciers

→ Acier tendu

■ Conclusions pratiques :

- ▶ les aciers principaux porteurs (17) sont placés :

- dans le sens transversal de la semelle,
- à la partie inférieure pour reprendre les efforts de traction précédents.

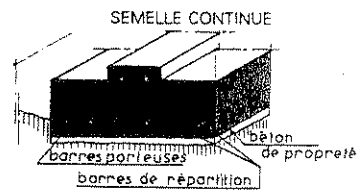


(17)

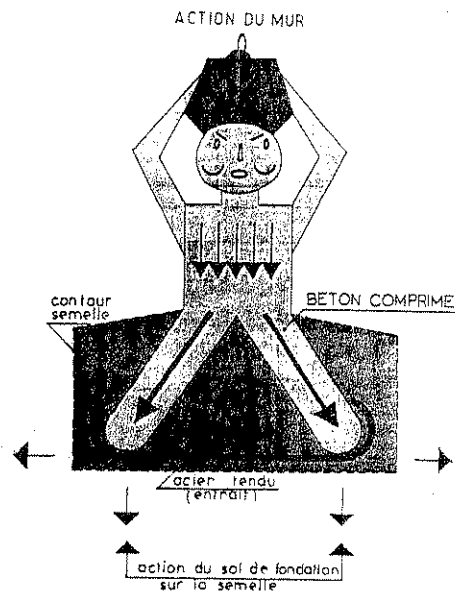
- ▶ Les aciers de répartition servent à raidir la semelle dans le sens de la longueur. Ils sont placés sur les aciers transversaux.

- ▶ La section des aciers (17) (18) varie suivant :

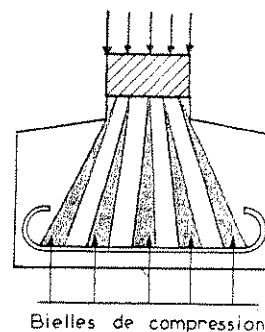
- la charge par mètre de mur,
- la section de béton.



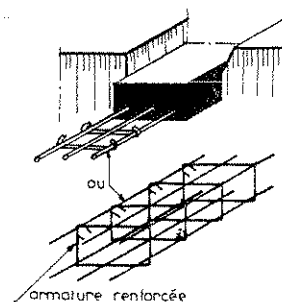
(14)



(15)



(16) Schéma de principe



(18) Armatures classiques des semelles continues

2 - CAS DE SEMELLES LARGES ET DE FAIBLE ÉPAISSEUR

- La semelle est flexible si l'empattement « B » est grand vis-à-vis de la hauteur « H ».

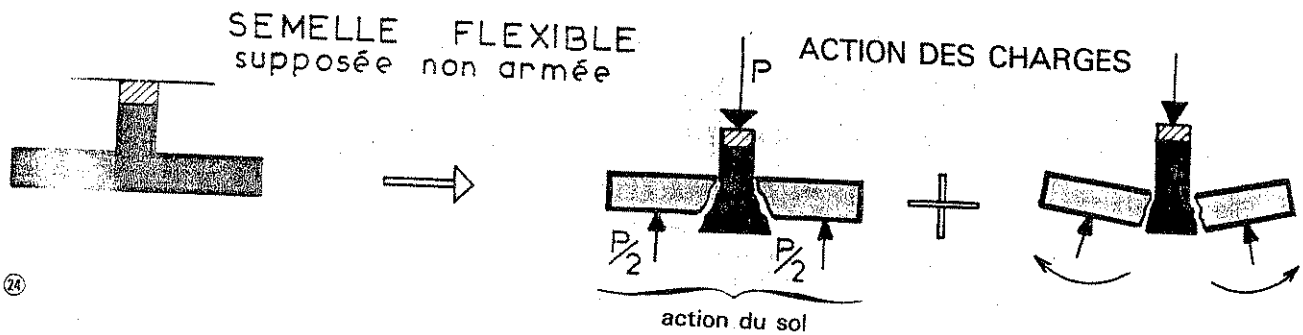
EXEMPLE :

$$\text{si } H \leq \frac{B}{4}$$

- Elle est parfois utilisée pour obtenir des pressions plus faibles sur le sol en augmentant la surface portante.

■ PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT ②④ et ②⑤

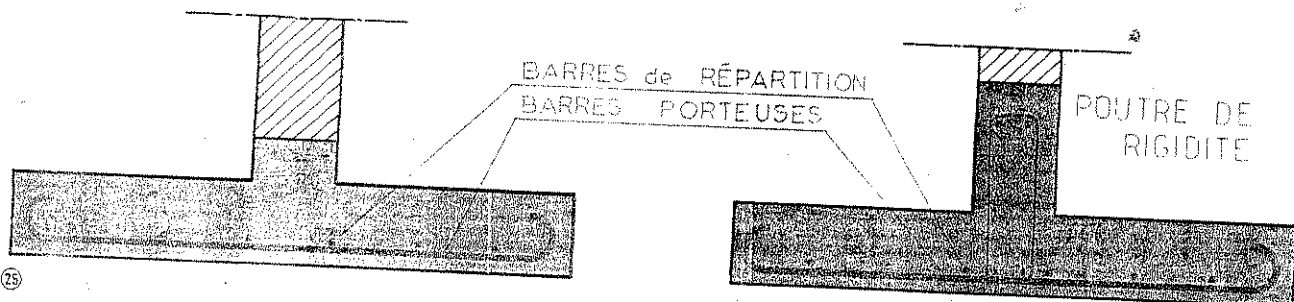
Essai : Semelle non armée transversalement



- CONSTATATION ⇒ poinçonnement + rotation
- CAUSE ⇒ cisaillement vertical + flexion

NOTA : les deux phénomènes se passent simultanément.

■ SOLUTION ②⑤ :



REMARQUE :

5. Variantes d'exécution des dallages

5.1. Objectif particulier recherché : réduire les risques d'infiltration d'eau au niveau supérieur du dallage

☐ Variante n° 1 : se reporter à la figure 11.

Moyens utilisés :

- arase étanche, en mortier hydrofugé, d'épaisseur 5 cm, située immédiatement sous le niveau inférieur du dallage, dans l'épaisseur du mur;
- décaissé sur tout le périmètre de la dalle obtenu lors du coulage à l'aide du planche de coffrage disposé à plat et qui sert de guide pour dresser le béton de surface.

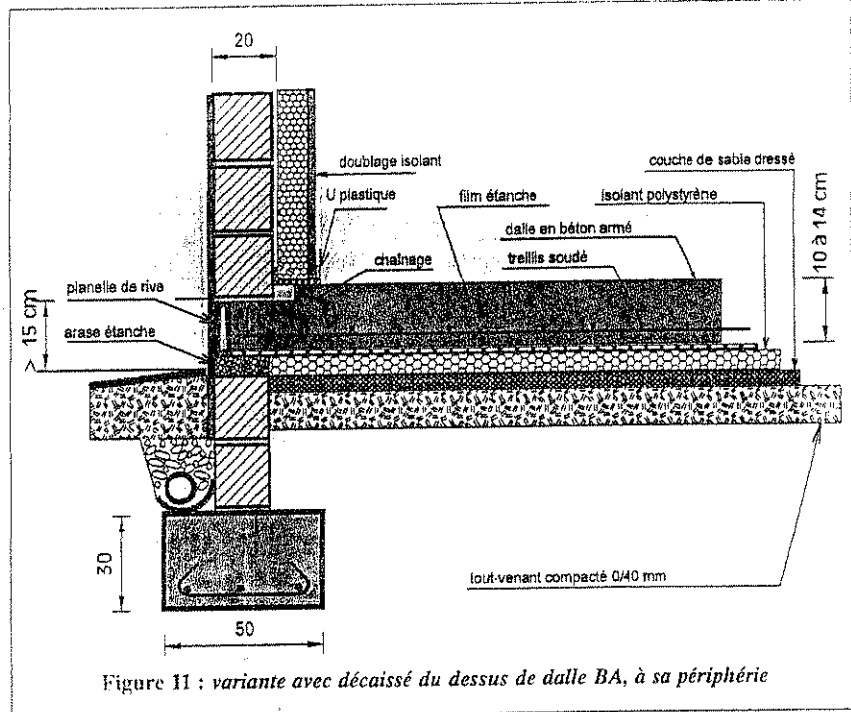


Figure 11 : variante avec décaissé du dessus de dalle BA, à sa périphérie

☐ Variante n° 2 : se reporter à la figure 12.

Moyens utilisés :

- arase étanche sous la dalle BA;
- coupure étanche au-dessus de la dalle dans l'épaisseur du mur avec doublage.

Remarque : Un profil plastique, peu onéreux et facile à mettre en place, est recommandé pour emboîter le doublage isolant.

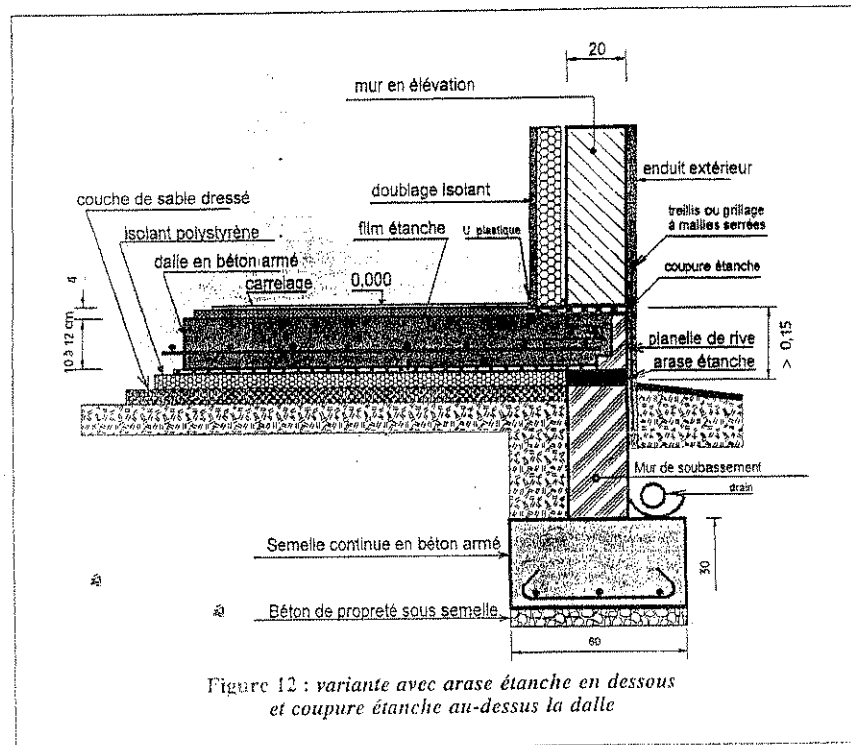


Figure 12 : variante avec arase étanche en dessous et coupure étanche au-dessus la dalle

Chap III: LES PAROIS.

I - Les Murs.

1 - Définition

2- Les murs sont des ouvrages verticaux du gros-oeuvre qui doivent obligatoirement répondre à 2 conditions :

a - condition de résistance

ms Ils doivent être de caractéristiques mécaniques ^{bien déterminées} pour supporter :

- Leurs poids propres
- Les charges permanentes appliquées à la structure portante (plancher, poteau, paroi ^{révêtu} etc...)
- Les surcharges d'exploitation (mobilier, personnes etc...)

2) b - Condition d'habitation et de confort.

ms Ils doivent assurer la protection contre les intempéries (pluies, gel, neige, chaleur etc...)

- La protection contre les bruits et son (isolat^o phonique)
- La protection contre les variations de température (chaleur, vent)

ms - Les murs peuvent être porteurs ou le remplissage.

→ Les murs porteurs
Les murs porteurs doivent être choisis pour supporter les charges provenant du plancher ou charpente.

ms → Les murs de remplissage.
Le mur de Remplissage sont souvent réalisés par des cloisons qui viennent remplir les espaces entre les éléments porteurs (plancher, poteau, paroi etc...)

ms Il joue encore le rôle de séparateurs des espaces intérieurs (ajonction d'intérieur). Ces 2 types de murs contribuent aussi à la stabilité c-à-d à l'équilibre du bâtiment pour l'empêcher de se déformer sous l'effet de charges intérieures et extérieures.

2. Choix et designations des murs.

Les différents types d'un mur sont désignés par leurs positions on distingue alors :

a). Les murs de façade

Ce sont des murs qui constituent généralement l'enveloppe extérieure de la construction. On cite :

- Les façades principales, les façades arrières et les façades latérales

b). Les murs de refend.

Ce sont des murs intérieurs porteurs destinés à supporter des planchers ou dalles, il sépare l'espace intérieur dans le sens horizontal et vertical (largeur et longueur) d'où l'appellation de refend transversale et longitudinale.

c). Les murs en long pan.

C'est un mur extérieur situé dans le sens de la longueur du bâtiment avec peu ou pas d'ouverture.

d). Les murs en gouttereau.

Le gouttereau est un mur extérieur supporté par le gouttière.

En général, ce le long pan

e). Les murs de clôture

C'est un mur qui limite la propriété et sert parfois de mur de soutènement en cas de différence d'un niveau d'un terrain.

f). Murs de pignon

Un mur de pignon est un mur de façade qui contient des ouvertures sans aucune importance et dont la partie supérieure ou les formes de comble a une ou plusieurs pentes.

g). Murs de tous-sol

C'est un mur extérieur enterré ou semi-enterré pour réaliser le cave, le garage, ou parking souterrains. Il a le rôle de supporter le plancher et de soutenir le terre ou le remblai.

h) - Murs de souffre.

Ce est un mur qui soutient le marche d'escalier.

i) Murs de soutènement

Ce un mur dont la fonction de s'opposer ou pousser de terre.

j) Murs mitoyens

Ce un mur qui sépare deux propriétés jumelles

k) - Murs d'acrotère

Ce un mur construit au dessus de la terrasse inaccessible

l) - Murs bahut

Ce un mur de faible hauteur ne masquant pas la vue

m) - Murs aveugle

Ce un mur est dit aveugle lorsqu'il ne contient ni ouvertures, baie.

n) - Murs de soubassement

Ce un mur qui supporte le plancher bas d'un bâtiment

o) - Mur habillé

Ce une maçonnerie recouverte par une menuiserie légère (contre plaque) ou par un isolant similaire (polystyrène).

3 - Techniques de constructions.

3-1 - Bâtiment à murs

Ce mode de construction qui a été longtemps classique en bâtiment; consiste en la réalisation d'une enveloppe d'épaisseur variable en maçonnerie (brique, pierre, moellons) ce un bâtiment dit à un mur. Les fonctions de clôture est résistante sont tout les assurés par ces types de murs.

3-1-a - Les murs traditionnels.

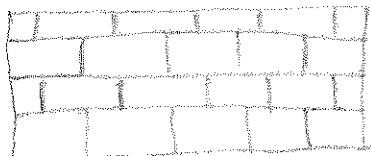
Les murs traditionnels sont constitués par un assemblage à joint de mortier de bloc plein ou creux de béton ou de la terre cuite ou aussi de la pierre naturelle.

Bien que les matériaux employés possèdent des caractéristiques technologiques différentes.

Les principes généraux de mise en oeuvre reste identique et qui peuvent être résumé :

Les matériaux doivent être posés de manière à recevoir les forces qu'ils sont tenues à supporter perpendiculairement au lit de pose.

Les joints disposés dans le plan de force et doivent être décalés d'axe afin d'assurer une parfaite cohésion de mur et de permettre la répartition uniforme de charge.



L'espace rempli par le mortier entre 2 bloc doit être constant au tassement réguliers.

On distingue 2 type de mur traditionnel :

→ **Mur simple** : Il est constitué d'une seule paroi enduite ou brut, cette paroi est dite simple. si il est constitué d'un seul matériau principal (ex : moellon, brique, pierre de taille, bloc en béton ou aggloméré). (Il est dit composé)

Si il est constitué de plusieurs matériaux principaux solidarisés par un mortier ou béton (ex : moellon + béton banché, brique pleins ou brique creuse)

→ **Mur à double paroi** : Ce type de mur est constitué de 2 parois distinctes de \varnothing séparées par une lamelle qui peut être laissée vide de co ou rempli par un isolant : ex : (brique pleins + voile en BA, brique pleins ou brique perforée). Ces 2 parois sont d'épaisseurs sensiblement égales ou d'épaisseurs nettement différents (ex : cas de mur avec doublage).

(brique creuse de 1 cm, brique creuse 5 cm + carreaux en plâtre)



II. Les Façades.

1. Définition

Les façades sont des murs extérieurs d'un bâtiment qui assure les fonctions principales d'éclairage, d'aération et de protection contre les effets des agents extérieurs atmosphériques.

On distingue de différents types de façades

2 - Types de façades.

2-a - Façade portées

Elles sont le plus souvent réalisées en maçonnerie (béton banché, pierre, agglomérés, moellons), la partie portées de ces façades concernent principalement les éléments verticaux comme les murs (trumeaux) entre les poutres.

2-b - Façades portées

Dans ce cas, les parties pleines des murs trumeaux et allèges reposent sur les rives de dalle ou plancher ou bien sur le poutre de la structure. Elles sont généralement réalisées en matériaux légers que la façade portées (béton léger, élément de menuiserie etc...).

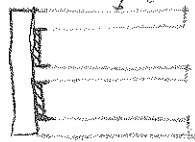
La partie pleine située en partie haute de baie constitue le linteau ou franchissement.

2-c - Façades lourdes.

C'est des façades en maçonnerie.

2-d - Façades légères.

Ce type de façade se réalise à base de produit variés, les châssis en bois ou métallique qui constitue l'ossature de éléments intégrés peuvent être interrompus à chaque niveau (discontinue) de plancher. on dit alors qu'il s'agit d'un panneau de façade, au contraire s'il passe en continu devant le plancher, il constitue alors un rideau et leur fixation se fait (assurée) dans l'épaisseur de dalle.



2-e - Façades coulées sur place.

C'est des façades en béton banché, couramment coulé dans des coffrages de hauteur de l'étage ou coulées. Ils peuvent être portées ou portées sur des planchers.

2-f - Façades préfabriquées

Façades préfabriquées peuvent être préfabriquées soit par des allèges, soit par des panneaux complets, les éléments préfabriqués sont solidarisés avec les têtes des murs et les abouts (rive).

Façades en maçonnerie.

Le mur de façade, surtout pour les façades principales sont généralement épais ou double, on distingue 4 principaux type de mur en maçonnerie, suivant les procédés adoptés pour résoudre le pb d'étanchéité à la pluie et à l'isolation contre la chaleur. Ex: voir polycope N° 1. (Mur de façade).

III - PAROIS INTÉRIEURES NON PORTÉES.

1 - Définition

Les P.I.N.P ont pour but de séparer verticalement une succession de volumes partiels, le volume intérieur d'un niveau du coté.

Ces parois sont dénommées les cloisons.

La réalisation de ces parois a évolué dans le temps par la production industrielle d'éléments finis qui réduisent, voire même écartent l'endossement industriel et permet de gagner du temps et des économies notables (importants) de productivité des et finalement une propreté soulignée dans le lieu de travail.

2 - Classification de cloison selon leur destination

* cloison de distribution

Ces sont des cloisons destinées pour les pièces sèches (séjour, chambre) pièce humide (cuisine, salle d'eau (wc, douche etc...)).

① cloison séparative sont des cloisons placées généralement entre les logements ou les logements et la circulation commune. Des dispositions particulières sont prises en compte pour ce type de cloison quant au comportement de feu et à l'isolation phonique et thermique.

② cloison de doublage: c'est une cloison située devant les faces intérieures d'un mur de façade pour constituer une capture de capillarité ou la protection d'un isolant ou il joue les deux rôles.

Classification de cloison selon leur usage ou on distingue :

Cloison fixe : C'est une cloison conçue pour rester en place d'une façon permanente dans le temps et dont les éléments constitutifs nécessitent alors de la mise en oeuvre.

Cloison démontable : Pour ce type de cloison, les éléments constitutifs sont livrés à pied-oeuvre fini ou semi-fini, leur montage s'effectue sans détérioration remarquable, ils sont réutilisables et facilement adaptables sans sous réserve de remplacement de pièce complémentaire (boulon, petit matériel de fixation).

Cloison amovibles : Les éléments constituant cette cloison se déplacent dans un système fixe solidaire (panneau mobile, cloison accordéon, repliable ou articulée).

MATÉRIAUX MANUFACTURÉS

a) - Éléments à enduire

Ces éléments nécessitent d'une enduits et son :

- ① les briques en terre cuite, les agglos (de ciment creux ou plein)
- ② les carreaux de Machefer (béton + granulats ferreux)

b) - Éléments à parements lisse assemblable.

Ces éléments possèdent de rainures, tenons, mortaise ou clavette qui donnent une position précise et offre la possibilité de surseoir (se passe, inter, au) à l'endroit de finition.

ÉLÉMENTS AYANT LA HAUTEUR DE L'ÉTAGE

a) - Pannaux simple.

Ces éléments se composent d'un seul matériaux unis à leur épaisseur d'utilisation (panneau de plâtre, plaque de béton cellulaire) exp: ~~durorex~~, durorex, diporex.

b) - Pannaux composite fabriqués à l'usine.

Ils sont réalisés par collage de plaque de parement sur ou les 2 d'une (parois) âme homogène.

↳ Parements : Plaque de plâtre contourné à bord mince ep (10, 13, 15 mm)

U - ame = mousse rigide expansée, polyuréthane ; P.V.C
~~claycoll~~ Kleycoll.

- mousse semi-rigide, polystyrène expansé.
- placomur.
- Réseau alvéolaire, papier kraft imprégné de résine
- placopan

Complexe isolant

- Complexe isolant thermique fabriqué en usine par thermocollage d'un polystyrène expansé entre 2 plaques de plâtre dont l'une peut être pare-vapeur.

Ex: nom commercial: placomur.

U - cloison composée de 2 plaques de plâtre à peindre à bord longitudinal mince, reliée entre elle (plaque) par un réseau alvéolaire en carton spécio

Ex: placopan

c) - Panneau composite réalisé sur chantier

Ce panneau peut-être obtenu par assemblage de plaque de part et d'autre d'une ossature bois ou métallique fixé sur son contour.

Ex: placostyle placostil

MAÇONNERIE

1 - Définition

La maçonnerie est un ouvrage composé de matériaux (brique, pierre, aggl moellons etc...) unis ou solidarisés par un liant hydraulique (plâtre, ciment), le plus souvent dans le but de construire un mur.

2 - Terme Généraux d'Appareillage.

VOIR POLYCOPE

- 1 - panneresse = face d'une brique ou d'un matériau de forme parallélépipédique en béton ayant la face vue = la surface intermédiaire entre la plus grande et la plus petit.
- 2 - parement = bloc en béton ou en pierre taillé formant l'épaisseur du mur.
- 3 - brette = brique ou pierre dont la plus grande dimension est \perp à la face du mur.
- 4 - Carreau = pierre qui a plus de largeur au parement (face vue) que de la queue dans un mur.

P = parement = Sur face apparente d'un ouvrage, face de pierre de taille avant d'être poli ou ravalée.

L - Face de lit ou lit de pose = joint séparant deux assises (assise = ensemble d'éléments d'une couche)

A - Face de lit ou lit d'attente = joint ou surface devant recevoir l'assise suivante.

J - Face de joint = face perpendiculaire à l'époque de la pierre faisant du joint virtuel.

D - Face de derrière = face arrière d'un mur ou d'une pierre.

Q - Queue = la plus grande dimension de la brique ou d'une pierre

H - Hauteur d'assise = la hauteur de l'ensemble des éléments d'une couche.

3 - Différents éléments de Brique

VOIR POLYCOPE pages 7 et 8.

a) - Brique

↳ Brique creuse: superficie de trou supérieur à 40% de la section totale

↳ Brique creuse à bitume de joint = le joint de mortier appliqué sur la brique est interrompu par le décrochement par des alvéoles centrales ainsi les infiltrations d'eau

↳ Brique de parement = Toutes briques posées en façade pour donner un aspect architecturale. Elles peuvent être pleines ou perforées.

↳ Brique perforée = Superficie de trou inférieur à 40% de la section totale de la brique.

↳ Brique réfractaire = Brique résistante au feu. (dans le cheminée, habillage du ^{du} cheminée, cuisine)

b) - pierre

pierre appareillée = ce une pierre taillée sur toute la surface

pierre artificiel = Agglomérée en forme de porphyre dont la surface visible (vue) (parement) est traitée en aspect pierre (ciment pierre)

pierre reconstituée = Béton dont le liant est généralement du ciment blanc et dans l'agrégat est sélectionné par sa blancheur (grain de marbre) et son dureté

pierre de taille = pierre calcaire appareillée de dimension régulière apte à constituer des murs finis sont nécessités de ~~de~~ l'une de la définition

Le Moellons est un bloc de pierre de calcaire de petite dimension. livré soit brut, soit équarri et plus ou moins taillé. Il est utilisé pour construire un mur en pierre maçonné (subsèment - mur de façade d'une maison individuelle - mur de clôture).

Désignation des Moellons.

- ⊕ Moellons bruts ou bloqués

Non taillé, une forme, non équarri, employé couramment en blocage dans le mur ou ferronnage.

- ⊕ Moellons iboussinés ou épinés

taillé grossièrement

- ⊕ Moellons assisés.

Calibré à l'épaisseur d'un mur.

- ⊕ Moellons plats (posé sur son lit).

posé sur son lit, c'est-à-dire la face de pose.

- ⊕ Moellons lités

Ces faces de lit sont taillées grossièrement.

- ⊕ Moellons équarri.

taillé sous forme de parallélépipède rectangle

4) - Maçonnerie de pierre.

a) - Maçonnerie de moellons.

Les Moellons sont des pierres naturelles qui peuvent être brut, de forme irréguliers ou taillé selon l'aspect recherché.

Ils doivent avoir un poids inférieur à 10 kg afin de permettre leurs manipulations.

Les pierres employées sont divers (ex: calcaire, granite, grès, par exemple). Une faible qualité d'isolation thermique, celle-ci nécessite généralement un doublage ou une épaisseur marquée. Autrement, elle offre une parfaite isolation acoustique. L'épaisseur est en fonction de la pierre utilisée mais dans tout le cas.

Les Moellons sont posés sur leur lit de carrière à bain soufflant de mortier est tassé au marteau pour que le mortier reflue. La largeur de joint variable de ce type de maçonnerie ne doit pas dépasser 4 cm, les espaces plus larges (faits en 2 moellons) se sont ren-

par des écarts en quinze.

a-1) Maçonnerie de moellons tête

Dans ce cas les moellons peuvent être disposés suivant des assises régulières avec des joints de 3cm maximum d'épaisseur.

Pour assurer cette forme assez régulière, les pierres sont taillées par un marteau appelée "tête". Voir POLYCOPE.

a-2) Maçonnerie de moellons parementés

Cette maçonnerie est réalisée avec des pierres de forme de géométrie régulières dont la face apparente a reçu une taille bien déterminée dans le but de rendre son aspect plat, uni, ferme et agréable. Ce moellon employé est appelé "Rustique" du fait qu'ils sont été appareillés ou parementés avec un marteau sous forme de pioche dont le tranchant est dentelé "sous forme de dent".

b) Maçonnerie en ~~terre crue~~ brique terre cuite

Les briques en terre cuite s'obtiennent par montage d'un mélange de certains argiles + sables fins suivant un dosage adéquat.

Après moulage dans de moule sous forme de parallépipédique rectangle on procède alors cuisson à une température proche de 1000°.

- Argile à 700°C se désagrége et devient terre cuite

- L'oxyde de fer des argiles dans la teinte de brique.

- suivant la mode utilisée, 3 types de brique sont obtenus (brique pleine, brique creuse, brique perforée et claustra).

- L'isolation thermique de mur en brique est parfait :

- les briques en terre cuite sont généralement employées sur les murs des façades et les cloisons intérieures

- la brique pleine est employée pour les murs porteurs

- les murs en brique perforée offre une meilleure résistance à la compression et une bonne isolation acoustique.

- les briques creuses sont plus légères et des dimensions plus grandes permettant, la réalisation d'une mur particulièrement isolant, par contre les résistances à la compression est faible, leur destination est généralement le remplissage et le doublage de la maçonnerie moins isolantes.

Quelques numéros en sup

- Brique pleine : Longueur égale 23 cm, largeur = 11,15 cm, épaisseur, 5,5 et 6 cm.
- Brique creuse :

TROUS	LONGUEUR (cm)	LARGEUR (cm)	EPAISSEUR (cm)
3	30	13,5 ou 19	4,5 ou 5
6	30	13,5 ou 19	6,5 ou 7
8	30	19	9,5
12	30	13	15

Dans la pratique, les maçonneries sont exécutées avec des briques pleines ou creuses de forme parallélépipède permettant une mise en oeuvre régulière avec joint d'épaisseur constante (de 5 à 6 mm) plus ou moins de 5 à 6 mm.

Mise en Oeuvre.

Pour réaliser une maçonnerie en brique en terre cuite, on procède comme suit :

- ↳ tremper les briques dans l'eau pendant environ 1/2 heure ^{avant la} dans le but d'éviter l'absorption de l'eau de gachage du mortier.
- ↳ humidifier l'assise de pose de la 1^{ère} rangée.
- ↳ étayer une couche de mortier à l'aide de la truelle de façon à obtenir un joint d'environ 10 mm.
- ↳ Enduire les faces latérales de la brique et la poser dans sa place définitive à la plombs du cordon d'alignement en la pressant à la main dans le mortier jusqu'à ce que se devine le reflet de part et d'autre.
- ↳ Au fur et à mesure du montage de la maçonnerie, on doit vérifier les ^{conditions} www.GenieCivilPDF.com

- 2 au minimum pour
- la verticalité par ~~de~~ fil à plomb.
- L'horizontalité au moyen d'un niveau de maçon.

Terminologies techniques.

- **Ragrément**: ragréer = éliminer en fin de compte, tous les défauts et toute les irrégularités ainsi que tous les particules non désirés. C'est une opération qui consiste en fin de travail de donner un aspect convenable au face vue, ou procédant si rebouche au nettoyage de partie poreuse.
- **Jointement**: C'est une opération qui consiste à remplir les joints par du mortier avant la prise ^{du durcissement}, on le serrant avec la truelle pour éliminer les vides des joints et étaler ceux-ci afin de renforcer l'étanchéité des joints et leurs redressement. Pour donner à l'œil un travail d'aspect agréable et de parer de tout dispersion de matière.

c1. Maçonnerie en béton

Le béton résultant du mélange dans des proportions bien définies de sable, d'agregat, de ciment et de l'eau et parfois un adjuvant, constitue un matériau ^{offrant} au final d'excellentes caractéristiques de compression, sa densité de 2,4 lui donne une bonne isolation phonique tandis que son isolation thermique est faible. L'ajout d'adjuvant hydraulique apporte au béton de qualité remarquable :

Ex: imperméabilité et étanchéité pour un hydrofuge étanche.
L'emploi de la maçonnerie en béton est limitée au ouvrage de fort sollicité ainsi à ceux exposés à une humidité.

La Maçonnerie en béton convient pour les murs intérieurs dans le contre terre (mur de soutènement) et implique la pose d'une isolation ou d'un doublage.

Ex: voile en BA dosé à 350 kg ^{m³} de ciment, 350 l de sable et 1000 l de la gravette (10/15) et G2 (15/20).

des matériaux et la maitrise en série & force principales :

- coffrage
- bétonnage.

1) Coffrage : opération traditionnelle pour travaux non répétitifs ou pour mur de faible hauteur, utilise de panneaux standard.

2) Pour un gain de temps, on peut s'abstenir le coffrage par des banches en bois ou métal.

3) Les banches sont de sorte de coffrage unitaire constitué de deux panneaux parallèles unis par un boulon ou des étréouilles à recastement égale à l'épaisseur du mur à réaliser. Les banches sont déplacées au fur et à mesure de l'avancement de travail. Le béton employé est généralement de béton maigre 300 à 350 kg/m³.

Armatures = - enrobage minimal 2,5 cm.
- armature minimale du côté extérieur pour limiter les fissurations.

Choix entre les différents types des Maçonneries

Le problème de choix ne peut s'opposer qu'entre utilisation

1) Pour la maçonnerie en moellons, ce une opération distictive et pour le voile en BA, c'est une exigence de stabilité. d'esthétique.

d) - Maçonnerie de terre crue.

2) Au Maroc, on dénombre 3 techniques de mise en oeuvre du matériaux terre L'Adobe, le BTC, (brique en terre comprimée) et le pisé.

3) Les différentes techniques sont utilisables selon les régions, les coutumes et l'habitude de populations d'une régions données. De même la pratique de différentes techniques est fonction aussi de disponibilité de bases dans chaque régions ainsi que le mode de vie et de capacité financière des utilisateurs.

ADUBE.

- Cette technique consiste à mettre en forme à l'étape plastique une terre fin
suffisamment argileuse à l'aide de moule en bois de forme parallélépipédique
et de faire sécher les produits obtenus au soleil. Lors de sa pertification, la terre
est souvent mélangée à de fibre végétal qui viennent renforcer la structure
du produit et minimisent sa fissuration au cours de son séchage, la technique
de mise en oeuvre d'adobe s'apparentent à celle de maçonnerie courant.
Les structures de maçonnerie d'adobe sont très sensible à l'eau, ils ne peuvent
rester apparent

BTC

La technique du BTC nécessite ~~de la~~ l'utilisation soit une presse manuelle, soit
pour comprimer de la terre sableuse et argileuse mélangé à une faible
quantité d'eau. Les blocs peuvent aussi être stabilisé par un liant
hydraulique (ciment et chaux) (4 à 8%) ajouté au matériau terre retenue. Les
BTC ont l'avantage d'être réguliers dans leur forme et leur
dimension. ~~Et il a été~~

Pisé

La technique du pisé consiste à compacter de la terre graveleuse
et argileuse mélangé à une faible quantité d'eau dans de
coffrage à l'aide en bois avec un compactage à l'aide d'un
pilon ou d'une dame mécanique.

Le décaissage de couche de terre compacté successivement les uns au
dessus des autres est multiplié et état de production sur place de
structure en pisé appelée **Banchée de pisé** Les autres parties
des ouvrages sont réalisés par juxtaposition et superposition
d'autres banchées réalisées de la même façon après déplacement et
positionnement du coffrage (banche).

La technique du pisé s'adapte plus au structure linéaire tel qu'
les murs de clôture et devient lourde voir ^{difficile} à utiliser lorsqu'
l'ouvrage ^{à construire} ~~com~~ porte ^{de structure} ~~est~~ beaucoup de baie.
Les études effectués par des chercheurs, sur la construction en
pisé en abrité une remarque suivant:

- faible coût (matériau ~~bon~~ et matériel simple)
- une économie de structure soit (de bois ou en BA) puisqu'elle

- une bande en terre minimum une mètre au mètre
 - du murs supérieurs ou égale à 40 cm.
 - une meilleure résistance au feu.
 - une bande adaptation ~~à~~ dans zone aride et semi-aride
- Toutes fois, il ne faut pas nier que la Technique des pisés offre moins ^{permette} de la construction, la conception de ouvrages par rapport au construction en aggrès ou en B.T.C.
- Donc, permettant un contrôle permanente aux niveaux de la fabrico ou des élévations d'une murs, ou plus la possibilité d'intervenir à tout moment pour remédier les erreurs dus à une mauvaise mise en oeuvre
- Il est donc clair que les pisés est une technique qui présente aux avantages importante. Cependant, il demande un savoir-faire et un bon ~~maîtrise~~ maîtrise de ce type de Cot :
- plan précis et simple.
 - Une équipe des travaux qualifiés.
 - Une bon coordination entre membre de l'équipe
 - Une précision de mise en oeuvre surtout lors de la mise en place des banches.
- Avant de commencer un projet des Constructions en terre d'une manière générale, les enjeux suivants doivent être tenue :
- prospection et enquête sur les terrains (zone d'entraîn)
 - Avoir une idée l'étendue de la surface à exploiter et riche en matériaux convenables.
 - Estimer les volumes des terres disponibles et les comparées aux volumes exigés par le projet.

A- Caractéristiques communes pour la granulométrie

- Il consiste à déterminer le pourcentage de composant suivant
- gravier : élément de $d > 2 \text{ mm}$.
 - sable : " " " " $0,02 \leq d \leq 2 \text{ mm}$.
 - limon : " " " " de ϕ $0,002 \leq d \leq 0,02 \text{ mm}$.
 - argile : élément de $d < 0,002 \text{ mm}$.

ou dit qu'une terre est très bonne pour construire en pisé s'il présente de caractéristique suivante :

- % de gravier non nul (2 à 10 %).
- % de sable entre (32 et 58 %).
- % de limon " (8 et 16 %).
- % d'argile " (8 et 26 %).

B - Matériel des mises en oeuvre et des préparations des té

B.1 - Matériel

La production d'un pisé de bon qualité nécessite un matériel adéquat et facile à manipuler. Généralement pour le pisé traditionnel, surtout dans la région du nord, les outils utilisés sont très simples et peu coûteux. Il se compose

- d'une bêche et d'un psoir (voir fig. polycope).

Les outils utilisés dans la préparation de la terre sont aussi très simples (voir fig.).

- Tamis, bacs de volume connus (soit 25 - 50 - 75 - 100) pour dosage de terre
- des seaux des volumes connus (5 - 10 - 15 et 20 l) pour dosage de l'eau de gachage.
- des pelles, des arrosoirs, des râteaux, palais et brochette.
- balance pour baser le liant hydraulique.
- bassin de 1 m^3 ou plus pour éteindre la chaux.
- couffin pour mise en place du pisé.

C. - Surprenant un univers.

C.2 - Fondation - Soubassement - Talus - Pavement.

C.2.1.1 - Fondation

Les structures en pisé sont très sensibles au effet de l'eau et aussi au tassement différentiel du sol sur lequel repose la structure, en effet la terre elle même si elle est stabilisée en matériaux gros

Des fondations bien conçues ne permettent de subir des sollicitations élevées de traction, flexion ou usaillement. Dans ce cas on doit estimer avec précision et la capacité du sol de charge admissible

C.2.2-A - Type de fondation

Les fondations peuvent être exécutés sous formes des semelles filées selon la

3 type de fondations sont recommandés :

- maçonnerie de moellon (voir Fig 1)

Ils sont utilisables si il est économiquement intéressant de se procurer de la pierre et si l'on dispose de la main d'œuvre à brigue acceptable. Les moellons sont boudés ou au mortier terre stabilisé à 8 à 10% de ciment

- béton cyclopien (voir fig)

La mise en oeuvre du BC est :

- Couler une couche de béton correctement confectionné à une épaisseur de 10 cm.

- Disposer les pierres toutes ou les manipulant de manière à ce qu'elles soient solidement encastrées dans le béton.

- Couler la 2^{ème} couche de béton pour envelopper complètement la pierre en le dépassant de 3cm minimum.

- Operation à répéter jusqu'à la hauteur voulue ou calculée. Pour la fondation, une mur en pisé est généralement de 81

- Massif en béton armé (voir fig)

Cette technique est usuel en bâtiment, mais elle ne peut être envisagée lorsque la nature du terrain ne permet pas d'autre solution (dosage de 350 kg/m³ de B.A).

contre l'eau.

Des barrages verticaux des parements et des barrières horizontales peuvent être pratiquement à leur efficacité et leur continuité; on verra plus pratiquement

- Gran Verticaux

3 couches EAC + enduit battu + enduit hydrofuge + badigeon

- Gran Horizontale

- Les plus utilisées sont les feutres bitumineux et chape imperméable

- badigeon imperméable c-a-d

C-1-2-Soubassement (voir fig)

Les soubassements sont réalisés en maçonnerie en moellon au mortier stabilisé à 8% de ciment. Ils doivent avoir la même épaisseur du mur en pisé qu'ils reçoivent. Afin de le protéger contre le rejaillement et le ruissellement des eaux, les soubassements doivent avoir une hauteur minimale (afin de le protéger) Hm.

Hm = au-dessus de sol entre 20 à 50 cm. selon la pluviométrie de

Région :

- Région sèche → Hm = 20 cm.

- Région à pluviométrie moyen → Hm = 30 cm.

- Région à forte pluviométrie → Hm = 50 cm.

Ils doivent être surmontés d'une coupe de capillarité, pour les pièces à haut humidité (cuisine, sanitaire, etc) les murs du soubassement auront une hauteur de 1m.

Cette disposition technique permet d'éviter des agressions de l'eau et résout les pb de fixations des appareils sanitaires (Robinette)

C-1-3 Talus (voir fig).

Le sol entourant la construction sera spécialement aménagé - les fouilles dégagées par creusement de fosses réservées en fondations seront réemployées par couche successives correctement damées.

- La pente du talus sera de l'ordre de 3cm par mètre. Il permet l'évacuation rapide des eaux des surfaces et limite le ruissellement et la stagnation des eaux au

drainage des eaux de ruissellement et les eaux acheminées par des vacuateurs

C-1-4-pavement

C'est tout similaires à ceux courants, il y a peu de disposition de ~~parties~~ particulières à prendre. Le pavement est constitué d'un sol plus ferme, les différentes couches qu'il le constitue en haut et en nature selon:

- les charges appliquées,
- le sol choisi
- la forme à réaliser

- chape de 2 à 4 cm d'épaisseur
- carrelage 5 à 8 cm " "

= Un dallage

Il est à noter que les pavements ne travaillent pas comme les murs une ^{fois} figure du fait de charge, dont le pavement ^{est} dans ce cas ramené au mur et non plus y être encasté.

C.2- MURS.

Fondation

C.2-1- Epaisseur

Généralement le rapport entre la hauteur et l'épaisseur du mur en pisé est à peu près égale à 10. Ainsi le mur de 50 cm d'épaisseur peuvent être montés jusqu'à 5,00 m. Pour le coté dont la hauteur est inférieure à 5,00 m, il ne sert à rien de diminuer l'épaisseur en dessous de 40 cm, car le pisé seraient gêner dans leur mouvement.

Les valeurs suivants sont recommandés :

- hauteur : 3,20 à 4,00 m.
- épaisseur :
 - façade et pignon, 50 à 60 cm.
 - cloison et refend, 40 cm.

du mur de maçonnerie de socle ou de parement
Les encadrements seront en matériaux résistants (brique de terre cuite ou mortier de terre stabilisée) à 30% de ciment ou de la chaux.
Pour éviter les fissures entre jonction prise (cadre) on prévoit un traitement de encadrements après séchage complet de la banche.

20 - La banche constituant l'allège doit être stabilisée pour éviter les fissures de la partie liant le mur et l'allège. Sous l'act des charges ponctuelles transmises par le jambage, l'ensemble linteau + fenêtre doit être protégé contre l'eau de pluie par une pièce au dessus du linteau servant de rejet d'eau incliné à 30% par rapport à l'horizontale et de faible dimension. Ex: heile

Les recommandations suivantes doivent être suivies (voir polycop)

C-2-4. Plancher et toiture.

Les planchers peuvent être en B.A ou en terre, on doit veiller à ce que chacune de ces parties aillent les caractéristiques suivantes:

- a - sol et ou revêtement

- Doit être résistant, agréable à la vue et au contact au plan et facile à entretenir et étanche.

b - la charpente

- La charpente doit être capable de supporter les charges (mobiles ou, résiste au effet de poinçonnement
- transmettre les charges au mur d'appuis.

c - le plafond.

le plafond doit être agréable à la vue, meilleure raccordement ou scellement entre planches et élément porteur afin d'éviter toute désordre dûe au charge verticale exercée sur le support.

BARDAGE MÉTALLIQUE.

1 - Définition

on désigne par bardage métallique une paroi extérieure ou intérieure constituée d'assemblage de plaques ^{métalliques} nervurées de grande dimension fixées sur l'ossature portante.

Ce type de paroi est souvent utilisé pour la réalisation de façades de locaux industriels (appelés atelier, usine, dépôt) ou d'usage collectif (salle de sport, piscine etc...).

Les plaques métalliques (tôle d'acier ou aluminium) réelles par les nervures sont protégées contre la corrosion et les intempéries. Ce bardage permet la réalisation d'une isolation phonique et

thermique, ils sont des poids plus faibles que les éléments maçonnés et en générale, ils ne sont pas pris en compte dans le calcul de la structure portante (il ne contribue pas dans la stabilité de l'ouvrage).

Par leur simplicité et la diversité de produit offert dans le marché, leur caractéristique géométrique (plans, ondulés, nervurés etc...) ils sont particulièrement adaptés à la modernisation de l'esthétique industrielle surtout pour les couleurs.

~~deux~~ type

2 - Type

Les bardages sont classés en deux catégories essentielles :

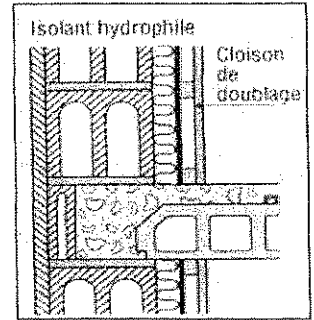
- 1 - bardages simples plots
 - 2 - bardages doubles plots
- bardage composite
- bardage macheflots monoblocs.
- 2-a bardages simple blocs.

Indépendamment de leurs caractéristiques mécaniques, les murs de façade sont définis par la résistance qu'ils offrent à la pénétration de la pluie combinée avec le vent pendant des durées plus ou moins longues. Cette pénétration d'eau dépend de plusieurs paramètres tels que le **type de mur**, la **situation** et la **hauteur** de la construction et l'**exposition** de la façade.

Les 4 types de murs :

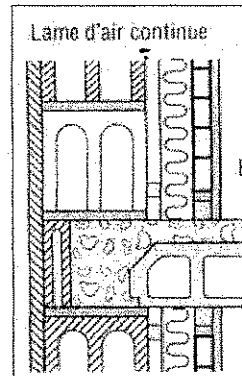
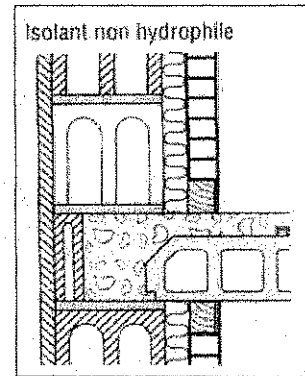
Les murs de Type I :

Ne comportent aucun dispositif pouvant s'opposer au cheminement de l'eau au travers du mur tel qu'un revêtement étanche en face extérieure et une coupure de capillarité dans son épaisseur. L'isolant, dans ce cas, peut être hydrophile, c'est à dire absorbant l'eau.



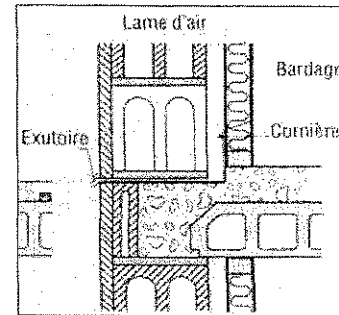
Les murs de Type II :

sont sans revêtement étanche coté extérieur mais comprennent dans leur épaisseur une coupure continue de capillarité qui peut être soit des panneaux isolants non hydrophiles comme du polystyrène expansé ou de la mousse de polyuréthane (**Type II a**), soit une lame d'air continue (**Type II b**).



Les murs de Type III :

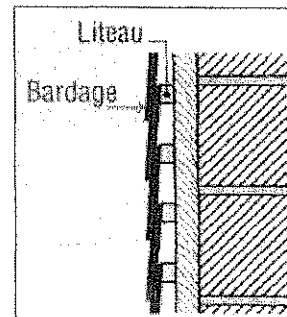
sont aussi sans revêtement étanche coté extérieur mais sont doublés intérieurement par une seconde paroi séparée de la première par une lame d'air continue à la base de laquelle sont prévus des dispositifs de collecte et d'évacuation vers l'extérieur des eaux d'infiltration éventuelles.



Les murs de Type IV :

sont étanches à l'eau grâce à un revêtement étanche dérivé des techniques de couverture situé à l'extérieur de la paroi.

La conception des murs de Type I, II a, II b et III est fondée sur le principe qu'une certaine quantité d'eau, plus ou moins importante peut au bout d'un temps plus ou moins long traverser la maçonnerie et qu'il faut l'arrêter et la rejeter avant qu'elle n'atteigne le parement interne. Au contraire, dans le mur de Type IV, l'eau ne peut pénétrer dans le mur protégé extérieurement par un revêtement étanche.



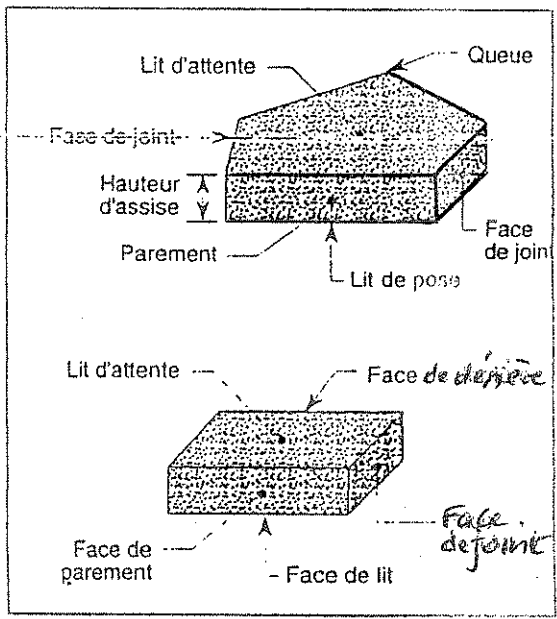
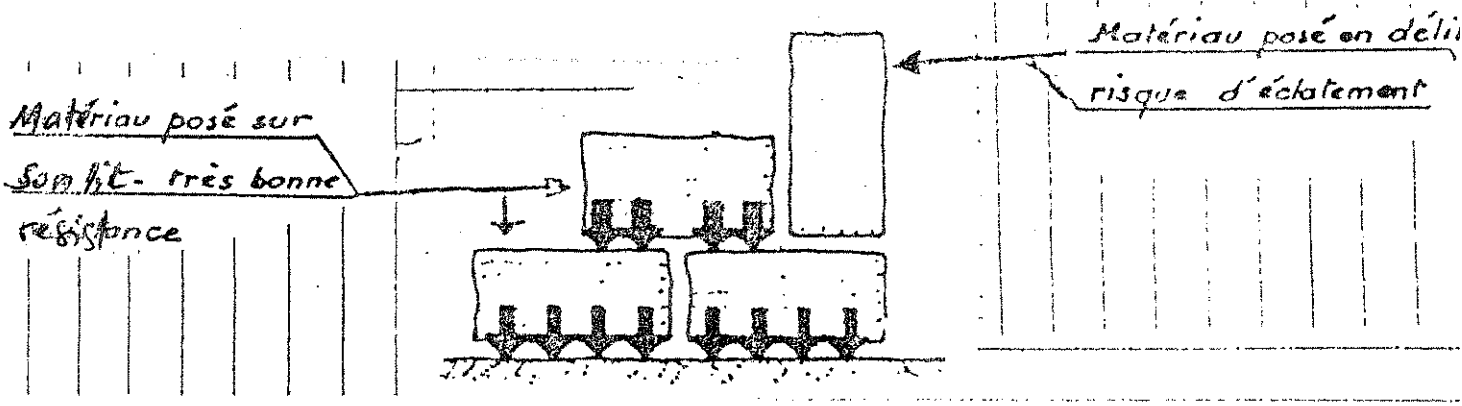
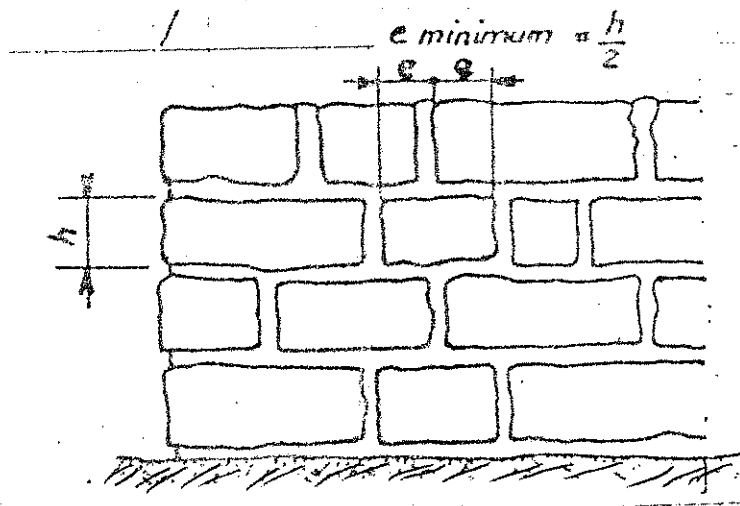


Figure 57 - Moellon : désignation des faces et des lits

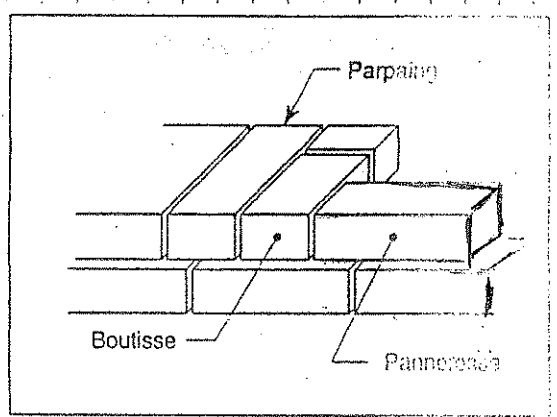
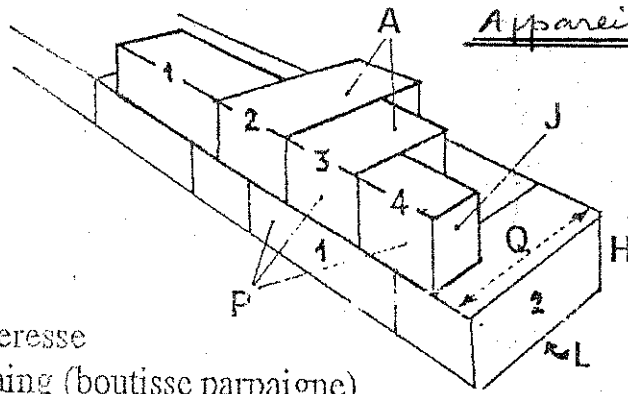


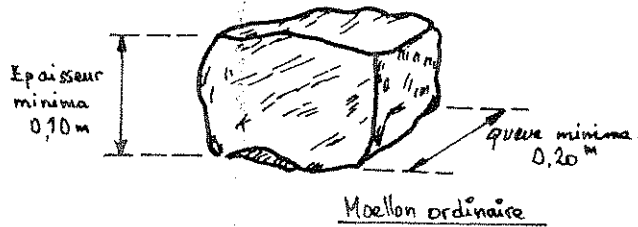
Figure 58 - Mur de maçonnerie de moellons



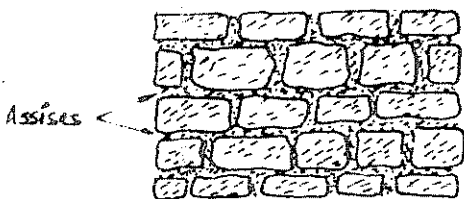
Appareil = termes techniques

- 1 - Panneresse
- 2 - Parpaing (boutsisse parpaing)
- 3 - Boutisse
- 4 - Carreau

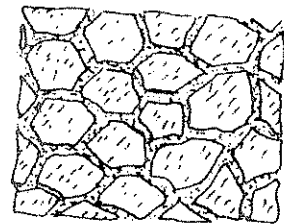
- P - Face de parement
- L - Face de lit, ou lit de pose
- A - Face de lit, ou lit d'attente
- J - Face de joint
- D - Face de derrière
- Q - Queue
- H - Hauteur d'assise



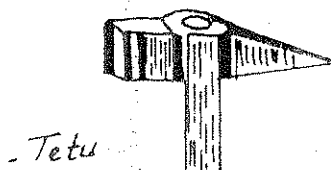
Mur en moellons têtus



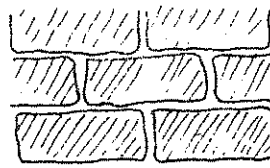
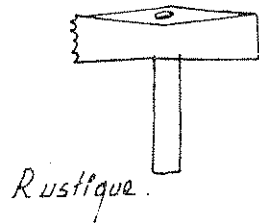
- Moellons têtus assisés.



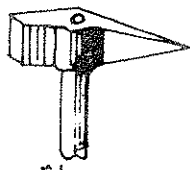
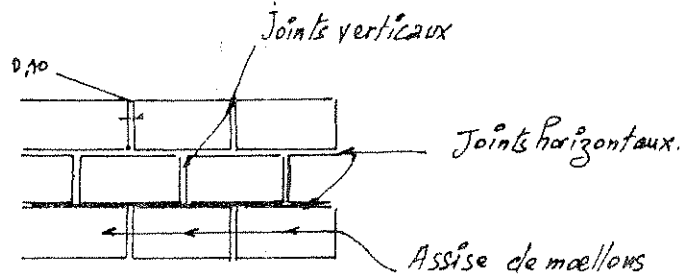
- Joints incertains (opus incertum)



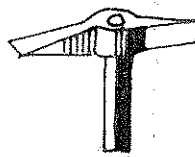
Mur en moellons rustiques



Moellons rustiqués



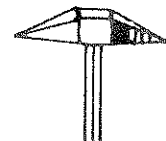
fetu



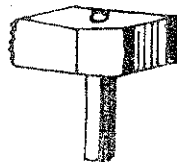
plaque



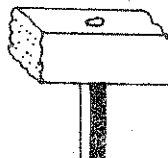
masse



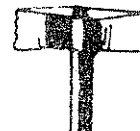
pic



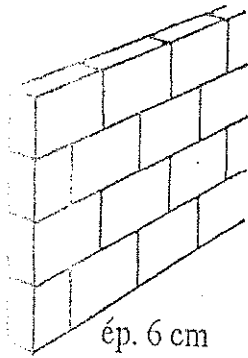
Lava



baïchette

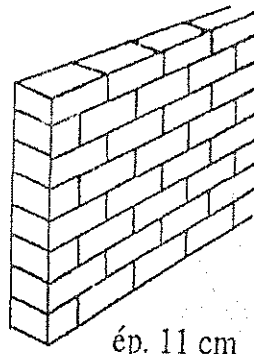


rustique



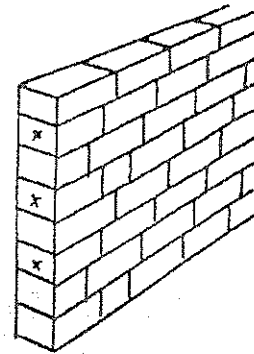
ép. 6 cm

gabarillage (sur chant)

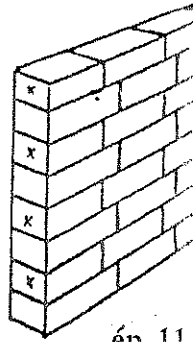


ép. 11 cm

assises réglées
"à la grecque"



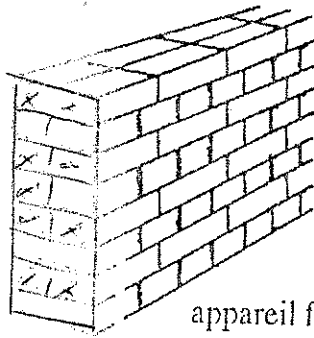
appareil incliné



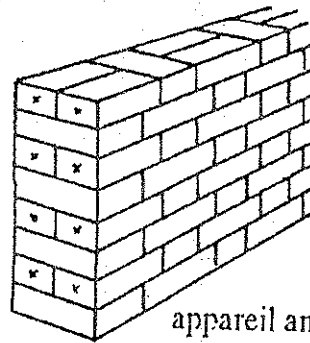
ép. 11

quart-panneres

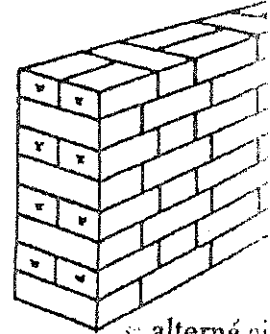
NB - Les briques marquées d'une croix sont des briques recoupées aux 3/4 de leur longueur



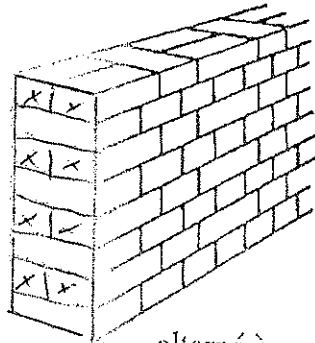
appareil français
(ou flamand)



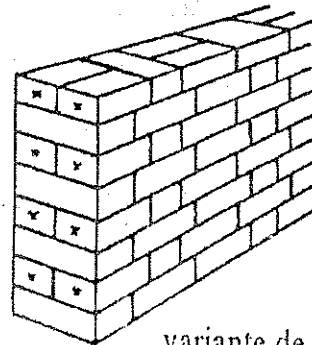
appareil anglais (ou
hollandais)



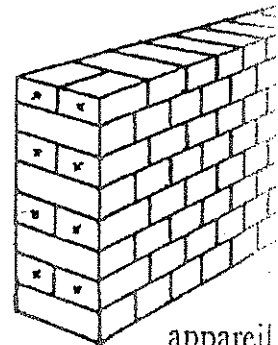
alterné si



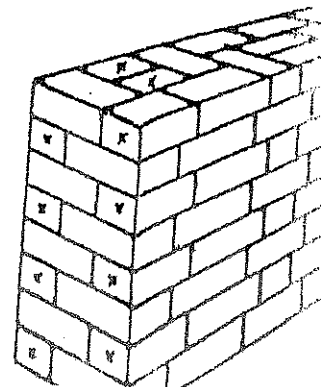
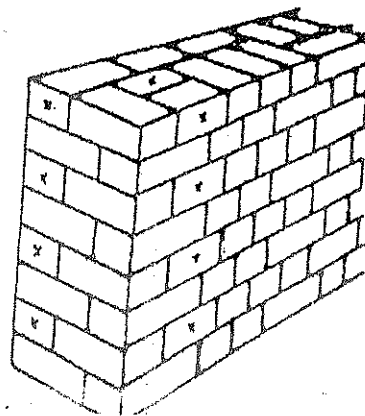
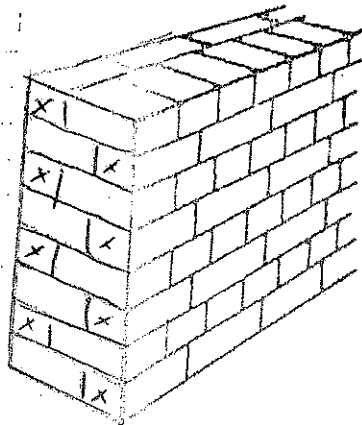
alterné à rangs de
boutisses

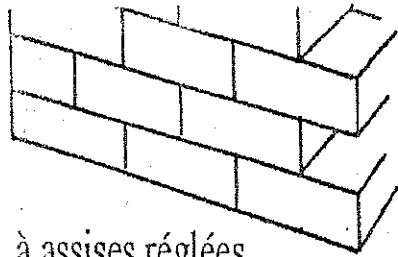


variante de
l'appareil anglais

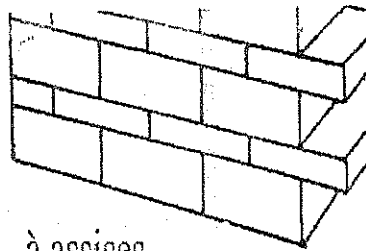


appareil
boutisse

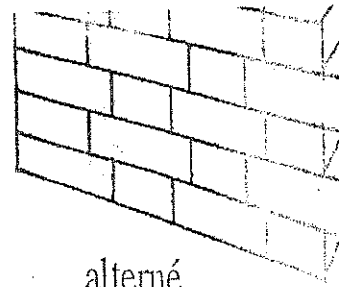




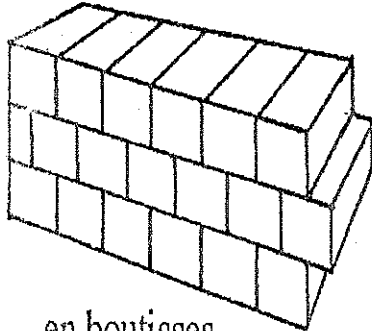
à assises réglées



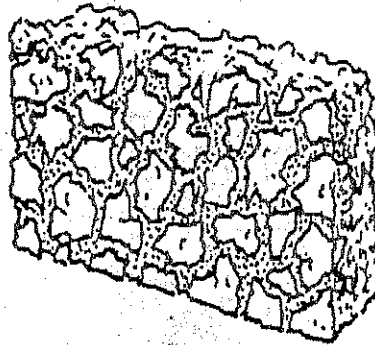
à assises irrégulières réglées



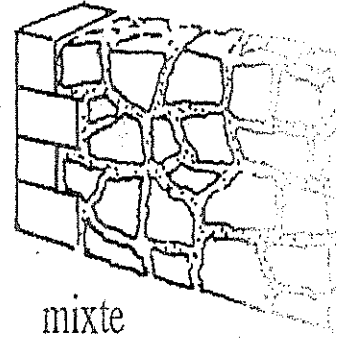
alterné



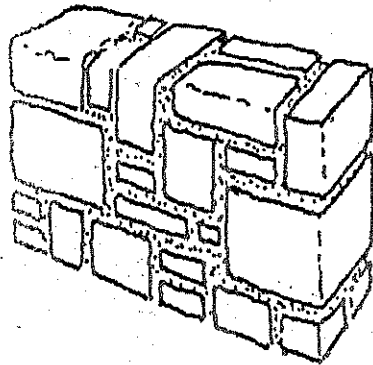
en boutisses



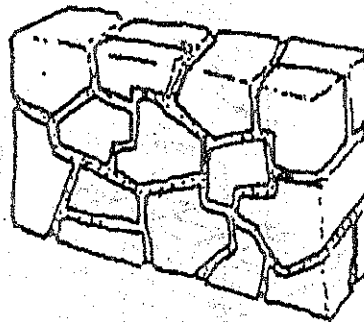
opus incertum



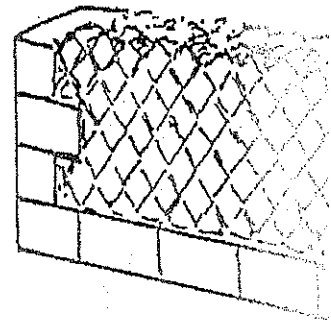
mixte à mosaïque brouillée



mosaïque moderne



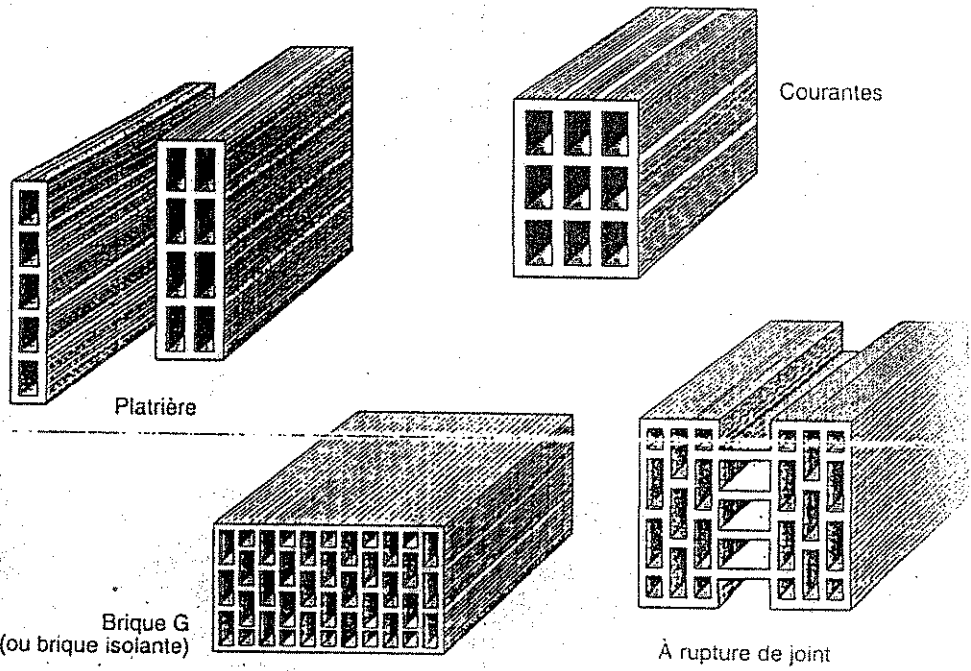
polygonal à décrochements



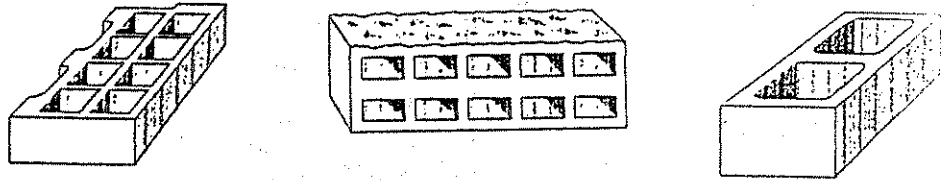
réticulé

Appareil de mur en brique et pierre naturelle

a Briques creuses



b Briques de parement



c Parpaings

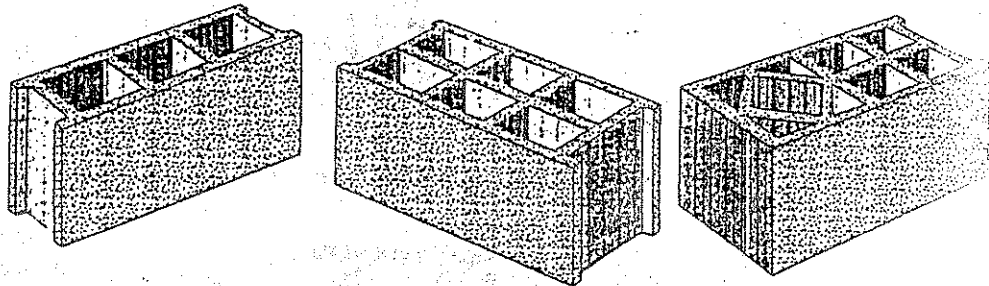
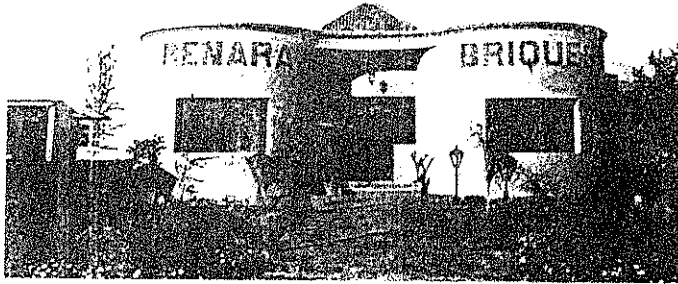


Figure 56 – Principaux éléments creux manufacturés pour murs.

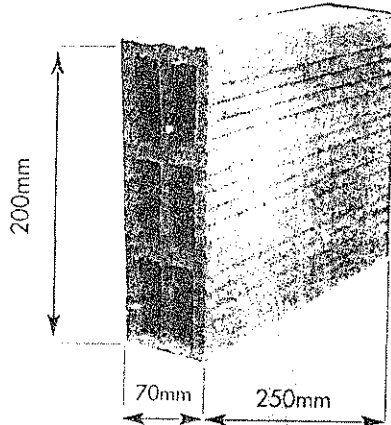
MENARA BRIQUES



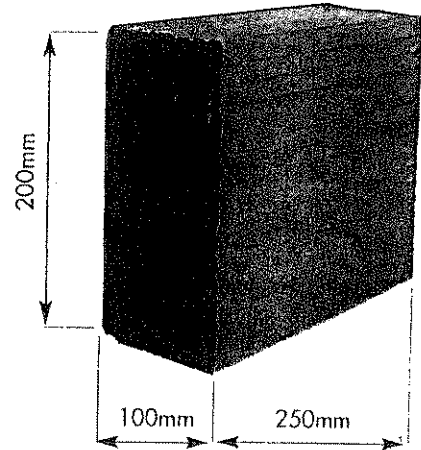
Route de Casa à Km11
Tél.: 044 31 38 35/31 38 22
Fax : 044 31 32 29
Marrakech

NOUVELLES PRODUCTIONS

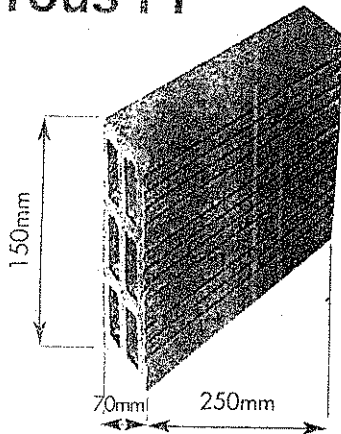
6 Trous GF



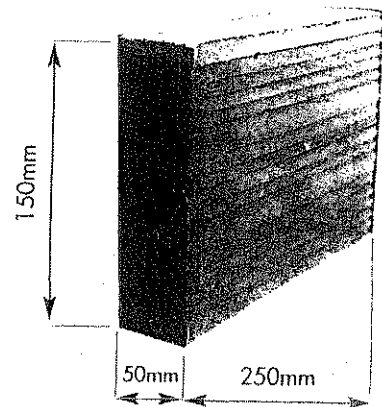
8 Trous



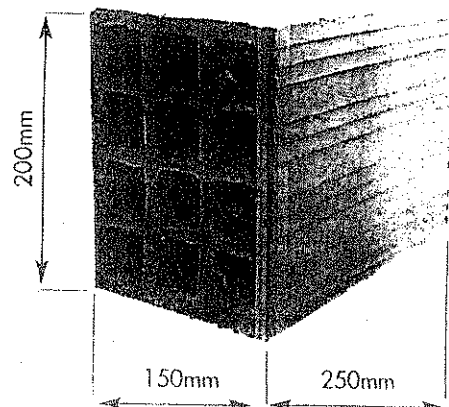
6 Trous PF



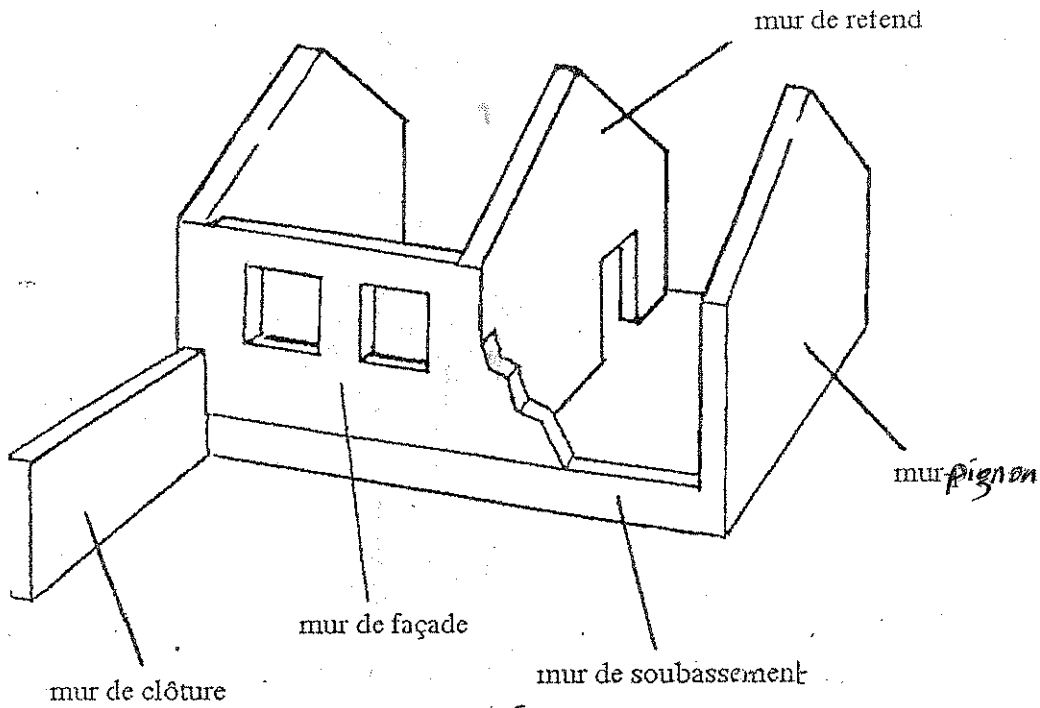
3 Trous



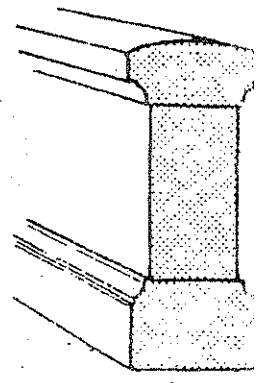
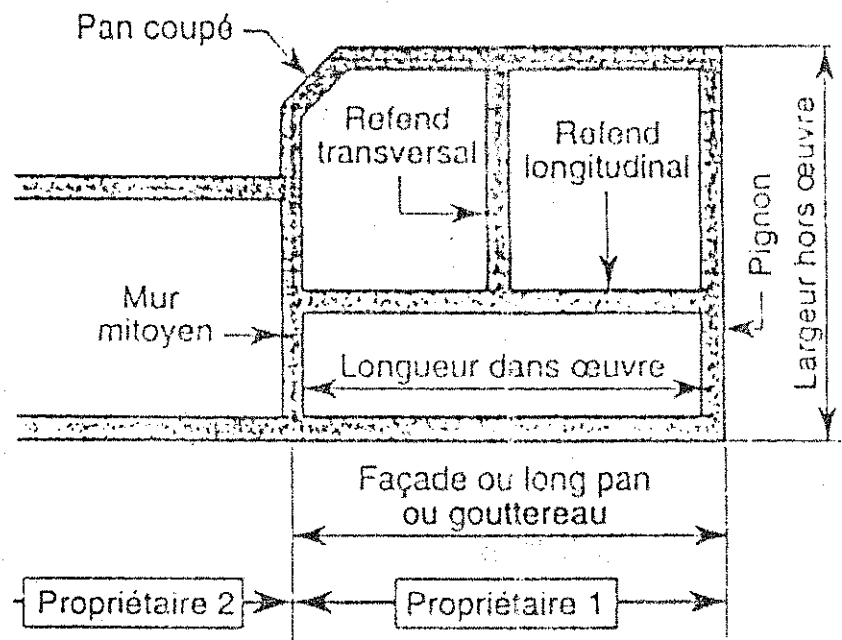
12 Trous



M. M



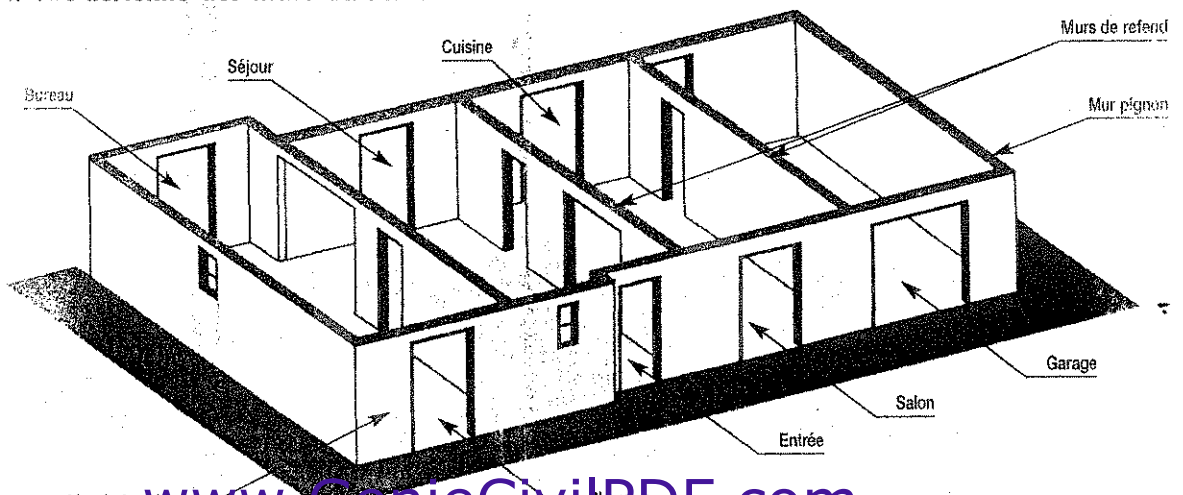
Désignation des murs par leur position



Mur Bazook

Figure 49 - Positions des différents murs.

1. Vue aérienne des murs du rez-de-chaussée



3.4. Aperçu des murs porteurs

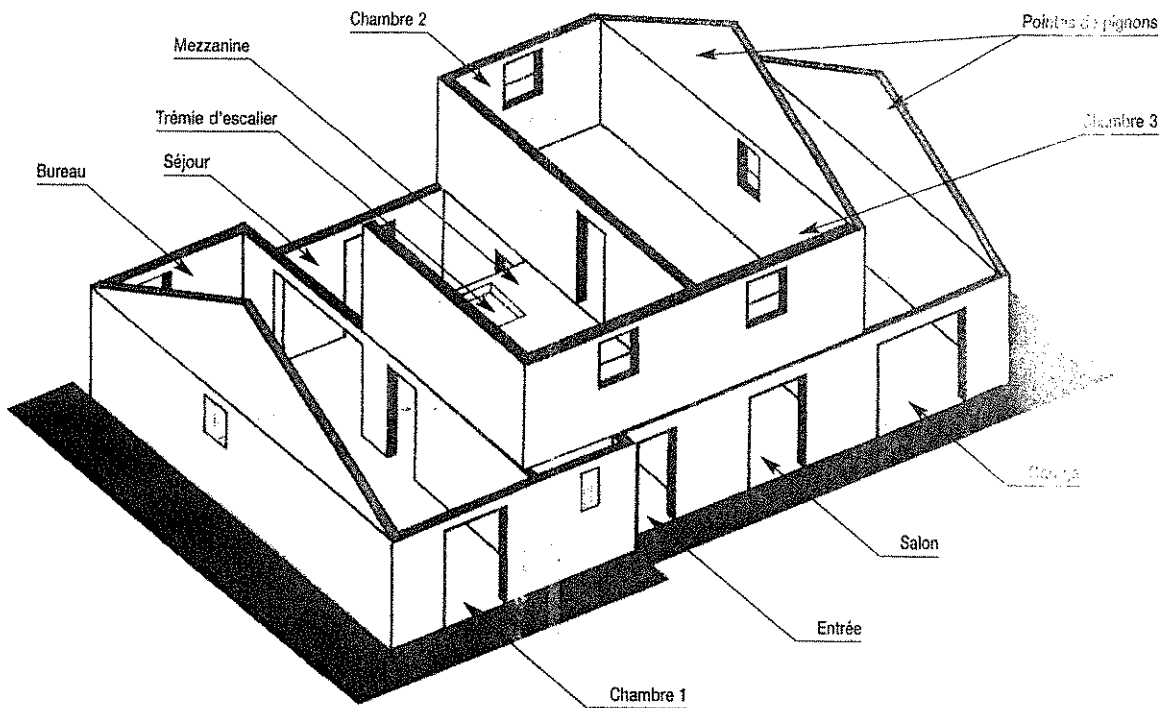


Figure 6 : visualisation des murs porteurs

- Murs porteurs du rez-de-chaussée : ils portent le plancher en béton armé de l'étage.
- Murs de l'étage : en façade, en pignon, en refend.
- Pignons maçonnés porteurs de la charpente.

Remarque : Le décalage des toits apparaît sur la vue en perspective en façade principale (fig. 1).

3.5. Murs traditionnels extérieurs des maisons d'habitation

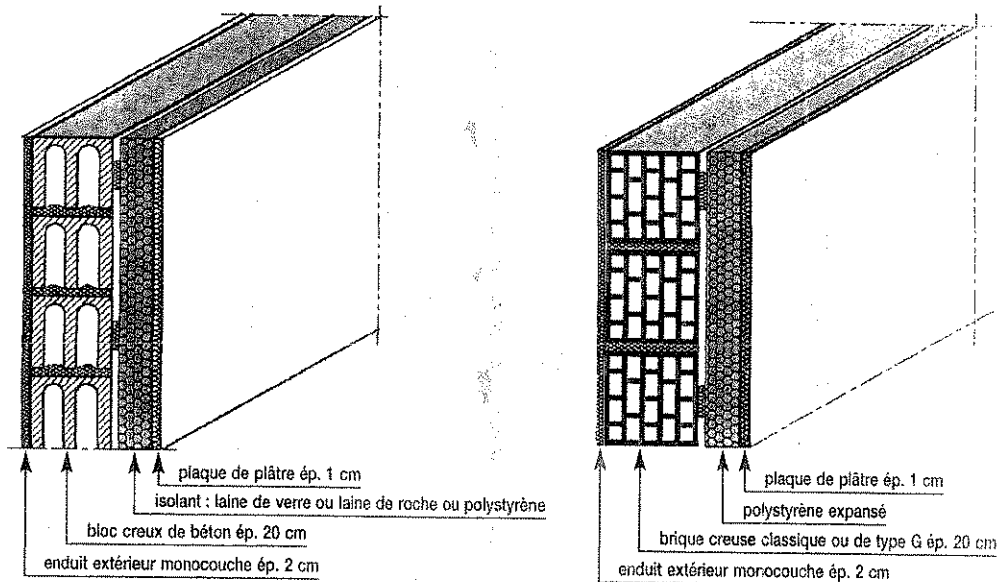
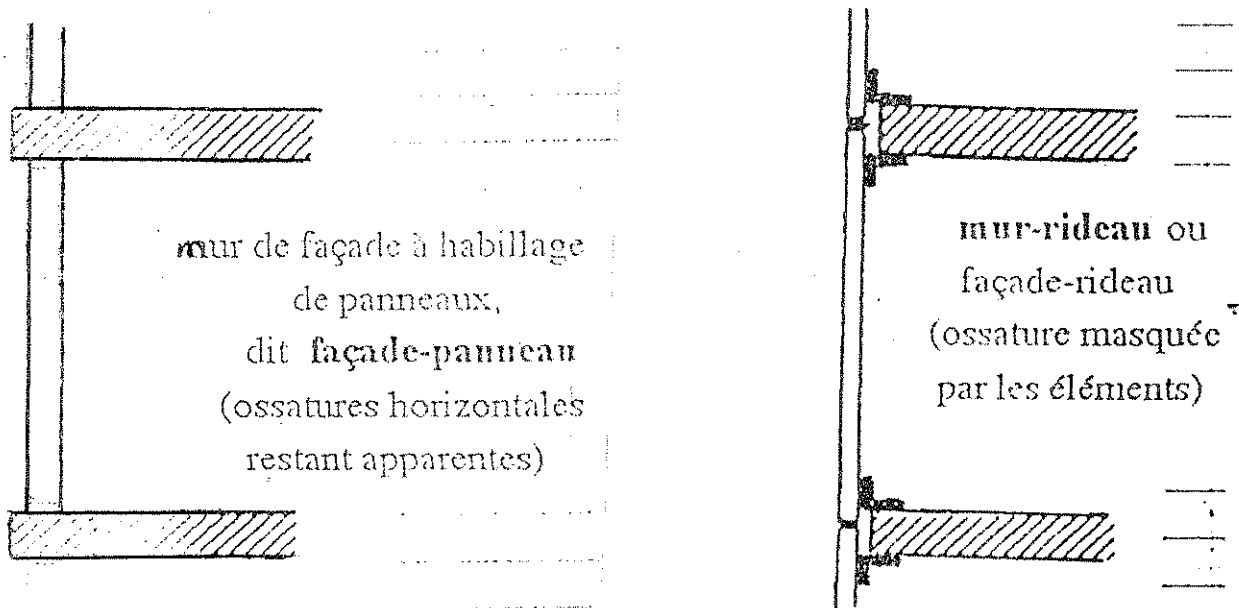


Figure 7 : enduit + bloc + doublage isolant

Mur de Façades



Mur de doublage

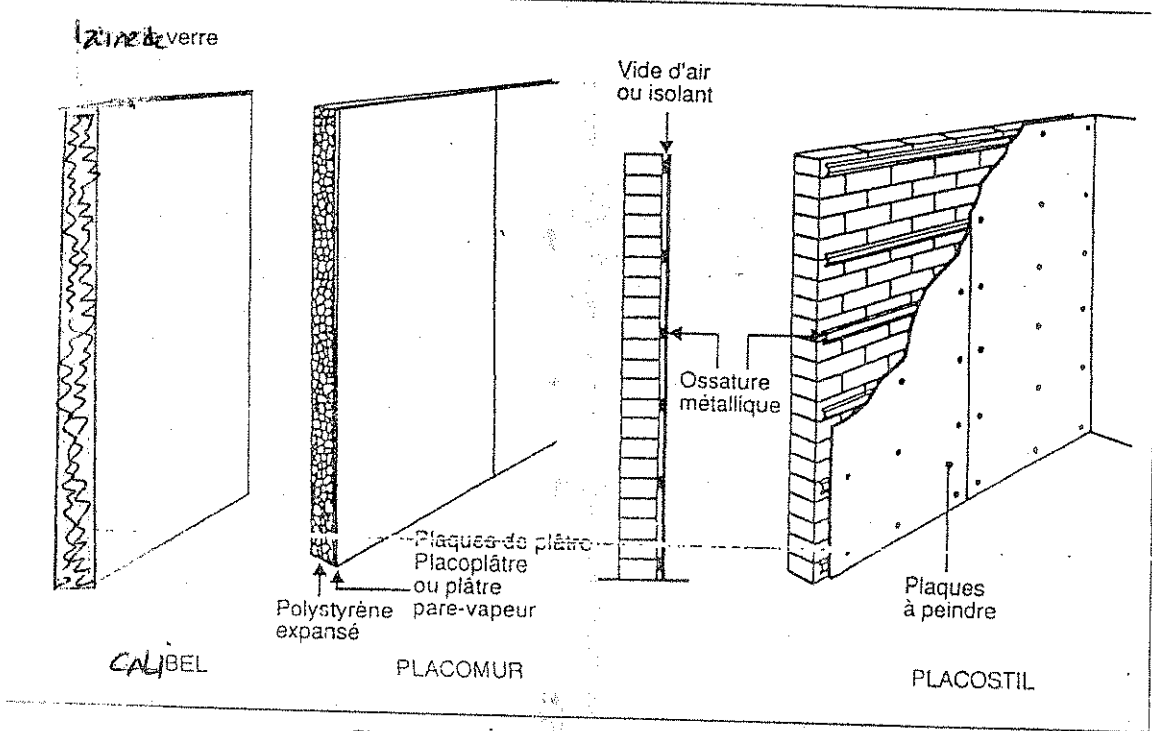
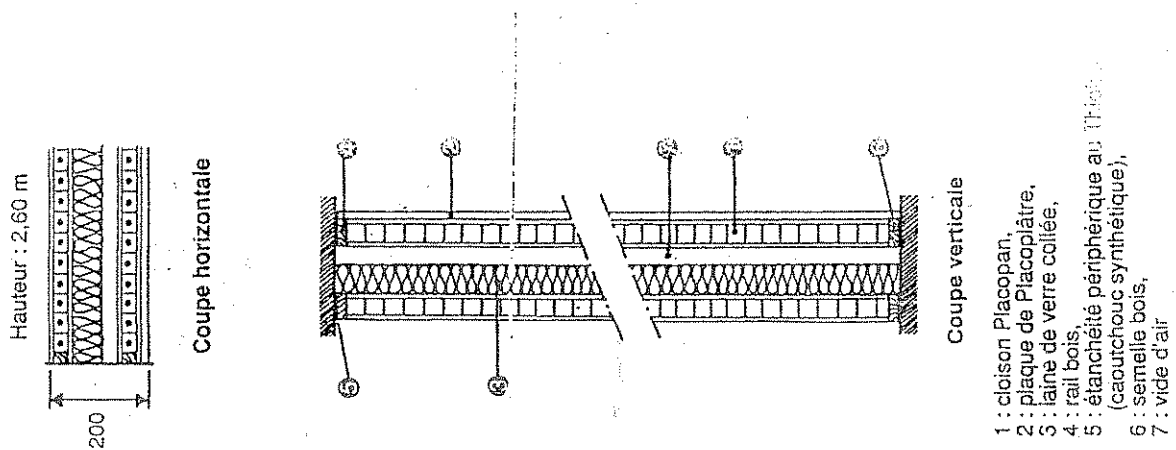


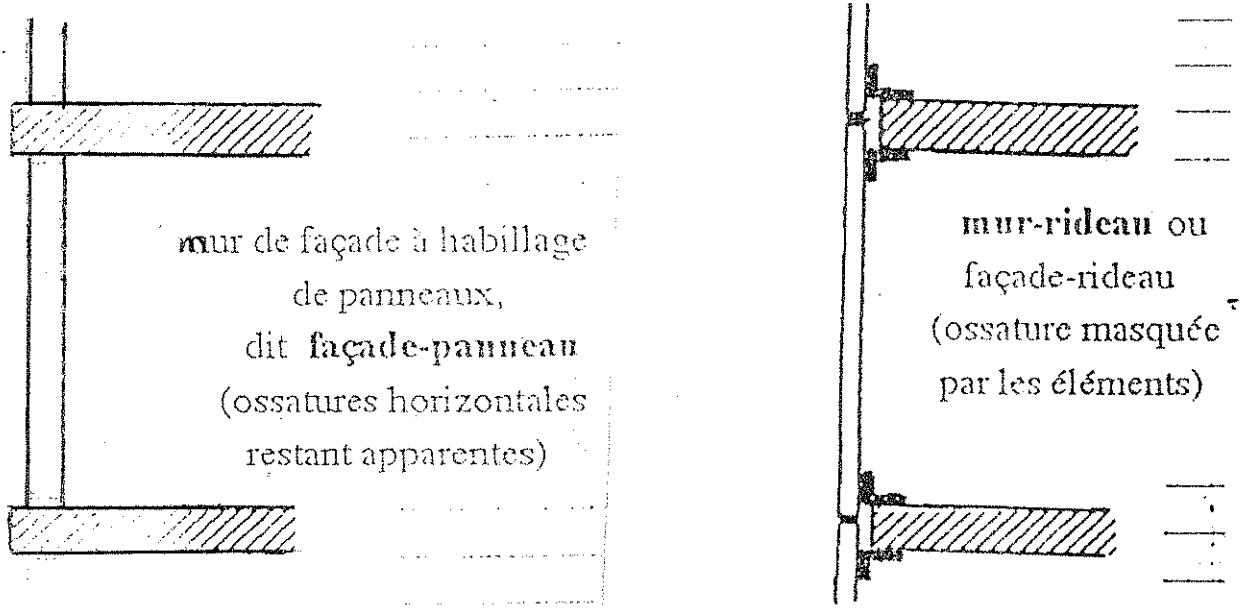
Figure 54 - Éléments de doublage intérieur.



- 1 : cloison Placopan,
- 2 : plaque de Placoplâtre,
- 3 : laine de verre collée,
- 4 : rail bois,
- 5 : étanchéité périphérique au Thielok (caoutchouc synthétique),
- 6 : semelle bois,
- 7 : vide d'air

Figure 55 - Exemple de composition d'une cloison séparative.

Mur de Façades



Mur de doublage

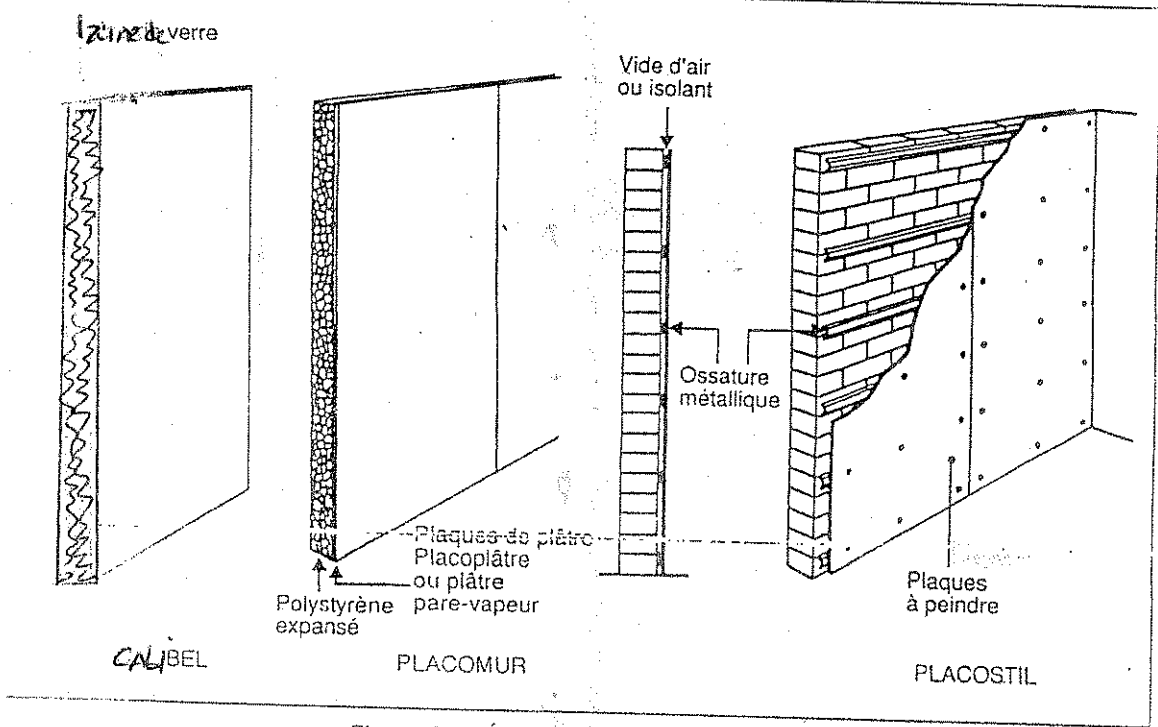


Figure 54 - Éléments de doublage intérieur.

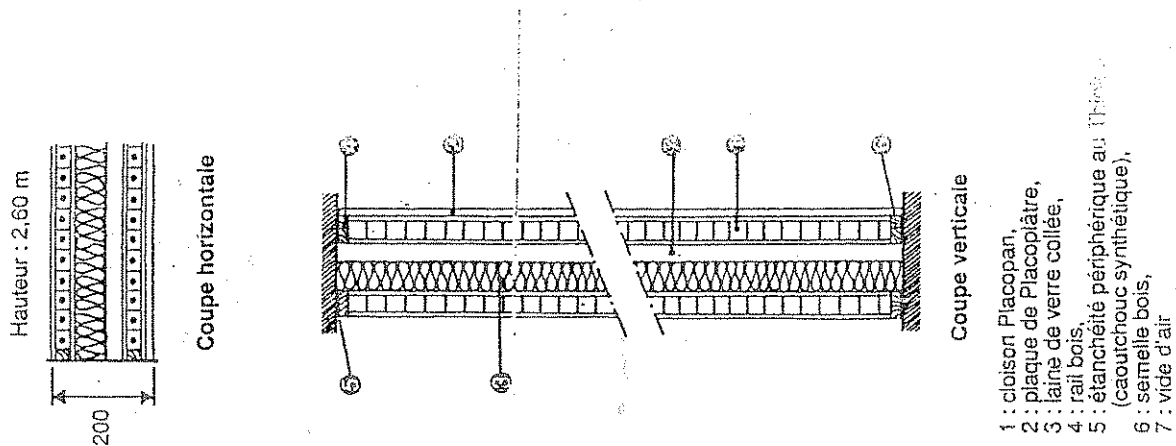
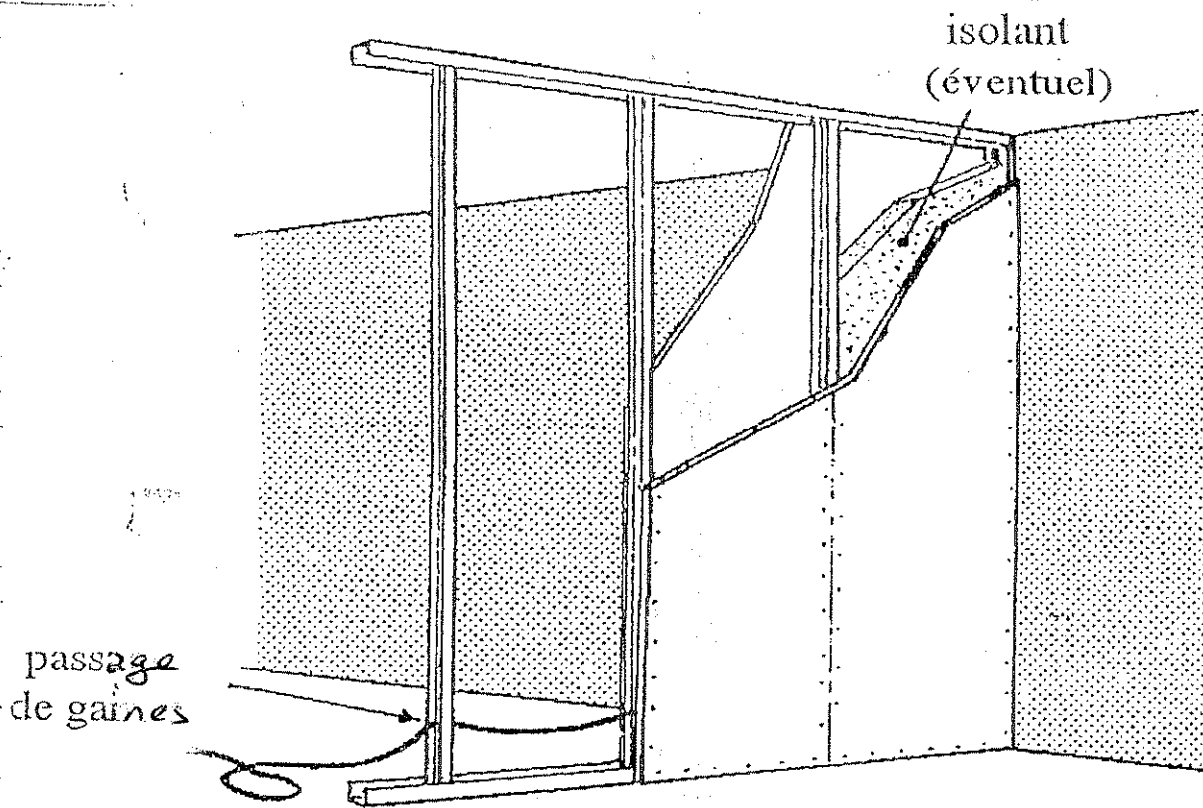
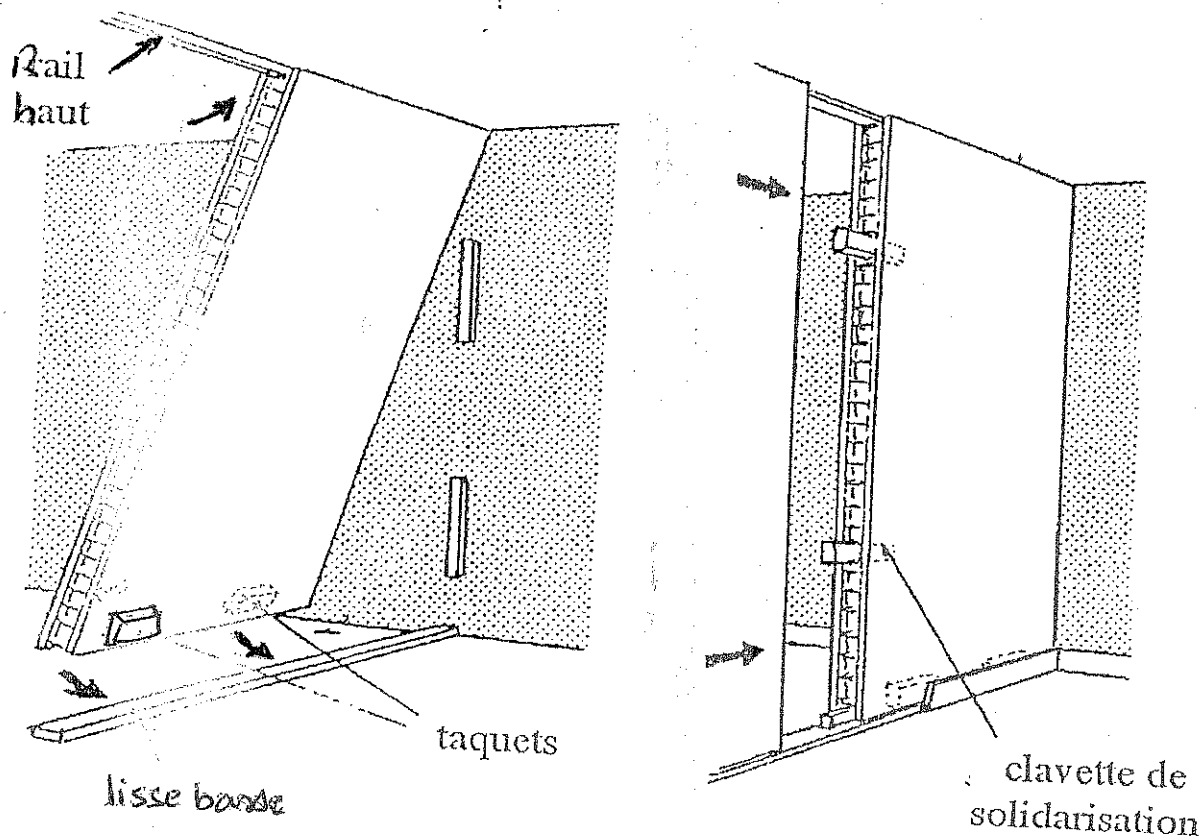


Figure 55 - Exemple de composition d'une cloison séparative.

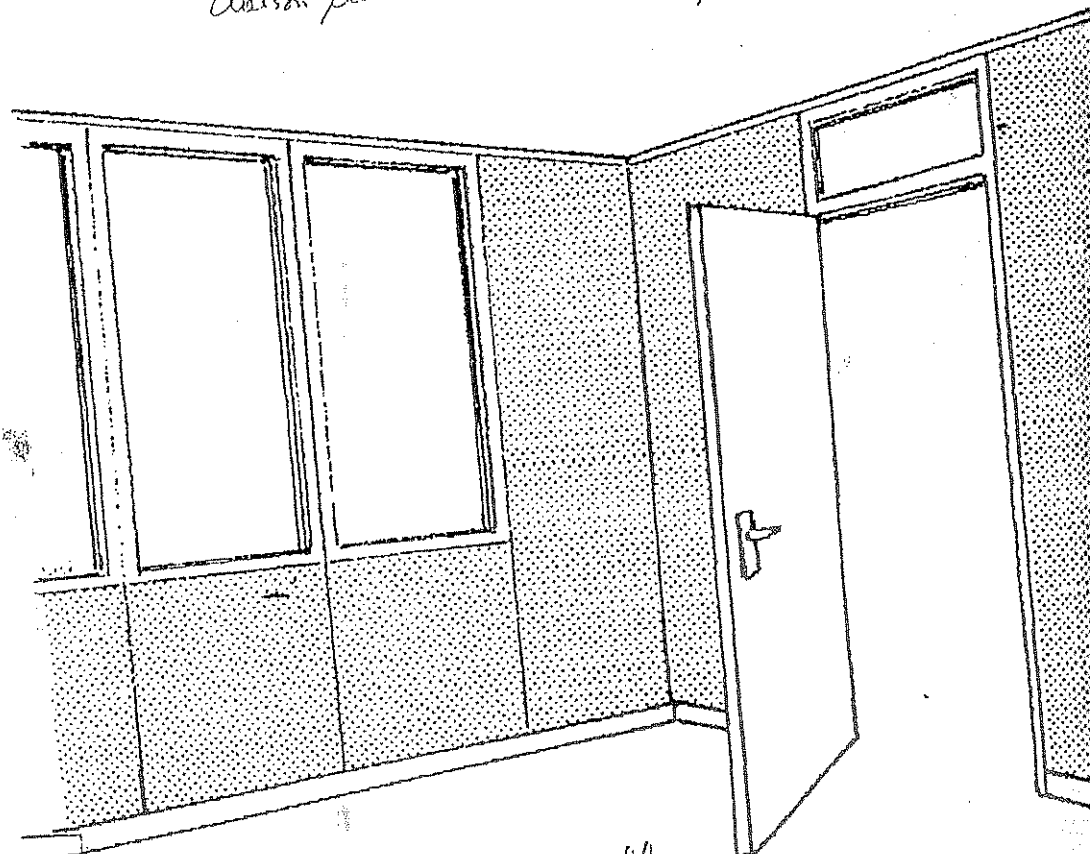
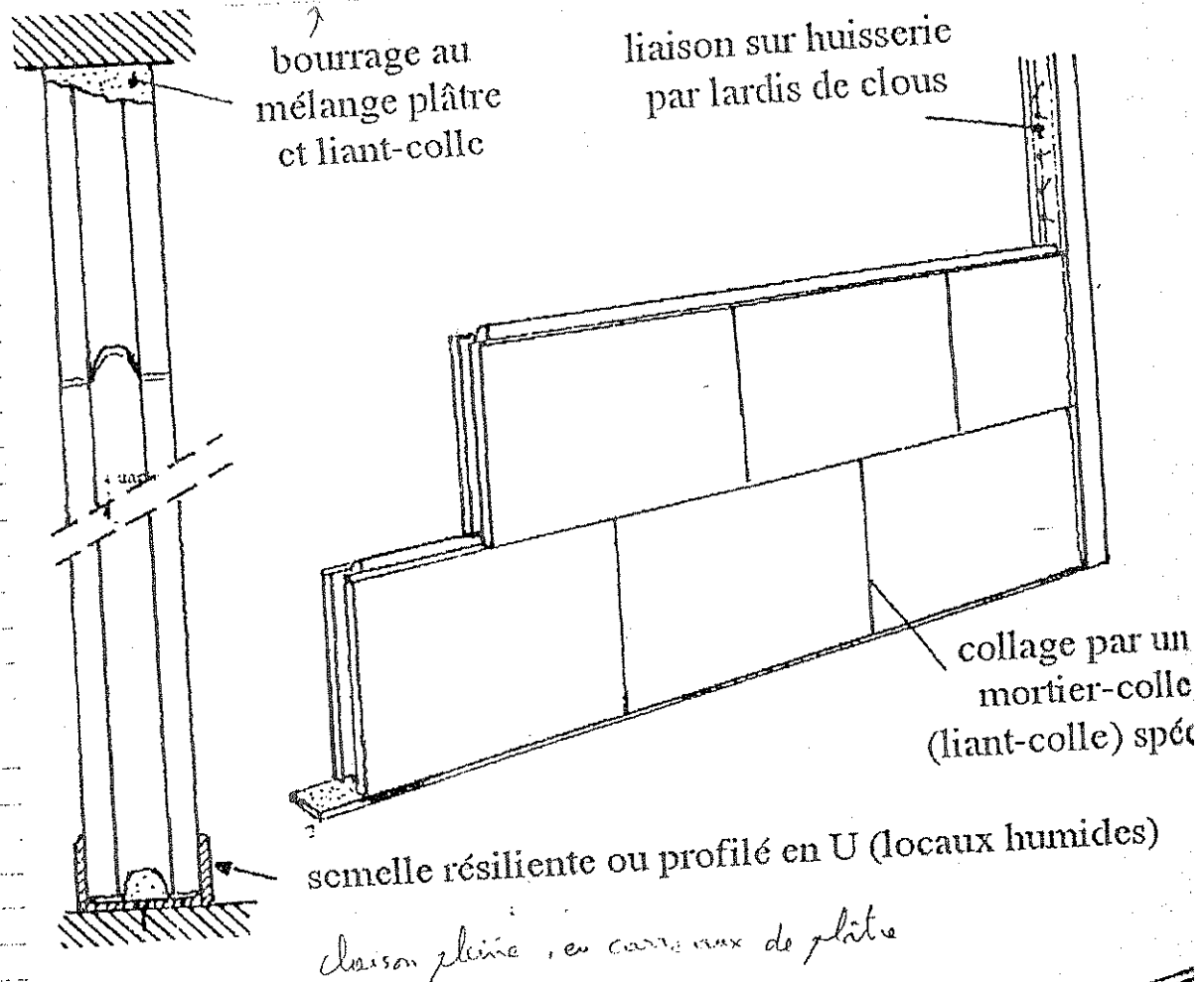


à parements rapportés sur ossature (métal ou bois)



cloison sèche, à parements en panneaux ou plaques

remplir le vide par
étanche.
recouvrir avec un matériau étanche



▷ Outils de travail

Les principaux outils à utiliser pour la préparation des mélanges et la mise en œuvre des adobes sont représentés dans la figure suivante :

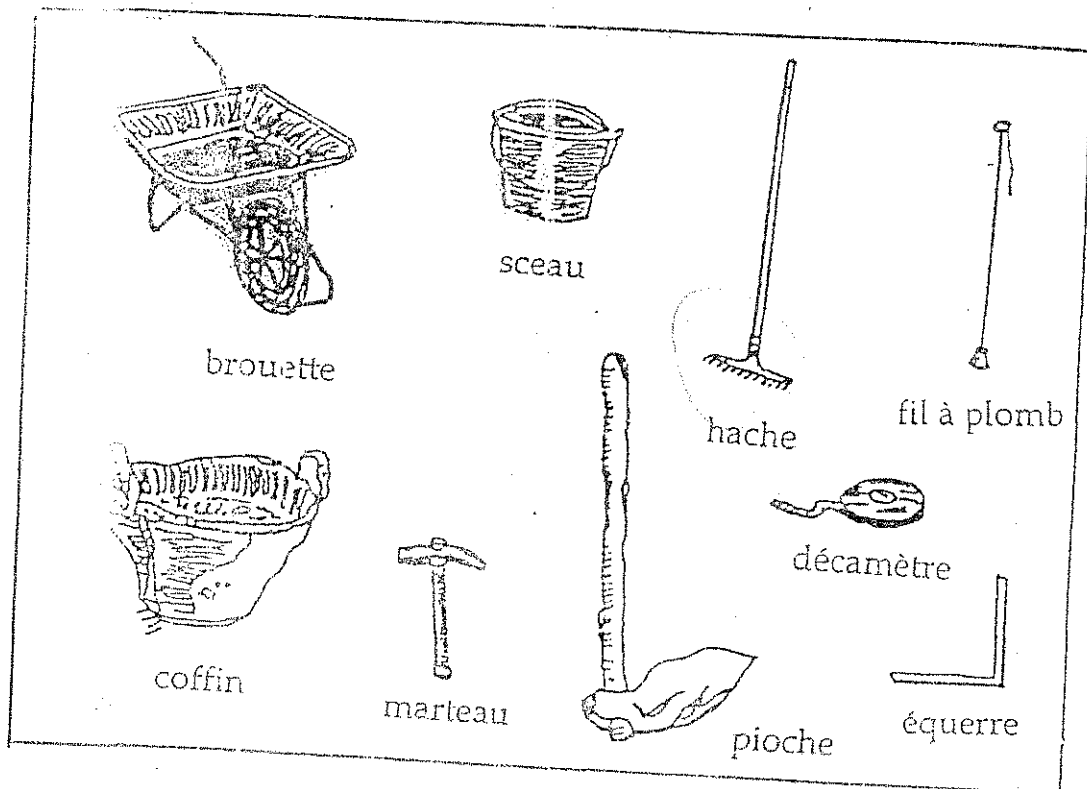


Figure 2 : Outils de travail

Matériel pour fabrication des Adobes

I-MATERIEL

> Moules

Les moules : sont généralement en bois, de forme rectangulaire ou carrée.

Leur surface interne doit être lisse pour éviter l'adhérence de la terre et donner un bel aspect aux briques tout en facilitant le nettoyage.

Il est aussi pratique de mouiller les moules ~~par l'intérieur~~ pour faciliter le démoulage.

Les dimensions des moules les plus répandues sont :

- Forme carré : $30 \times 30 \times 10 \text{ cm}^3$
- Forme rectangulaire : $40 \times 20 \times 10 \text{ cm}^3$

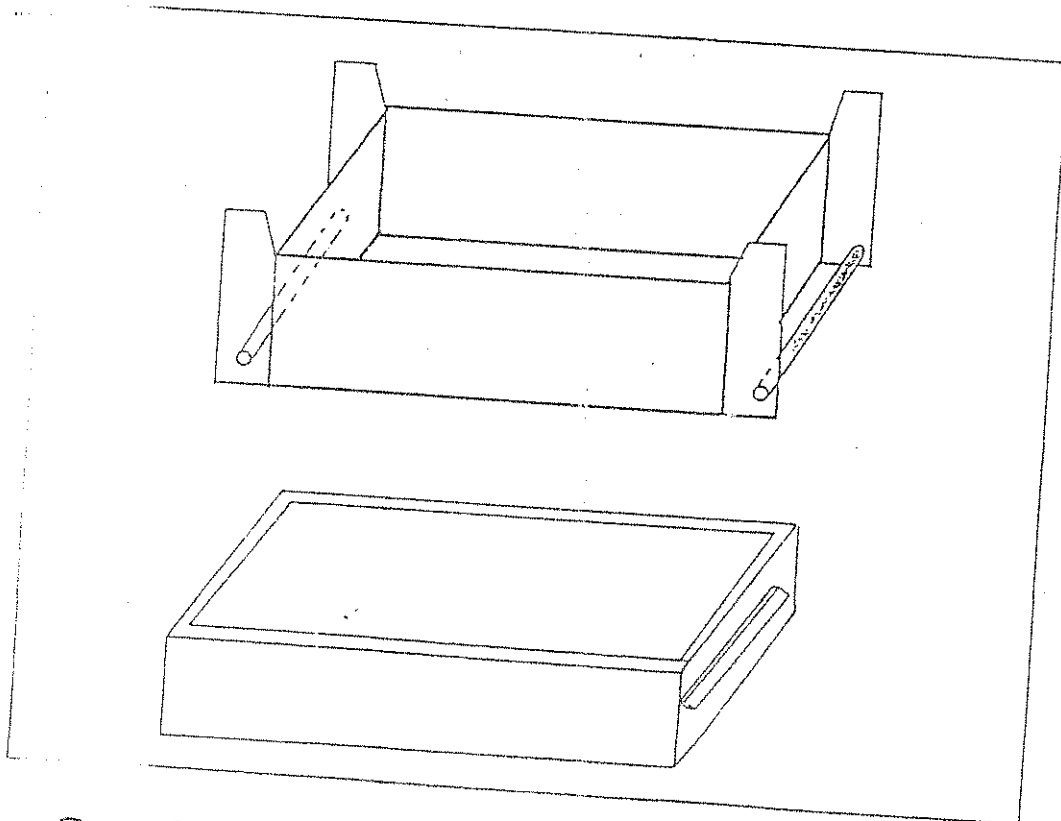
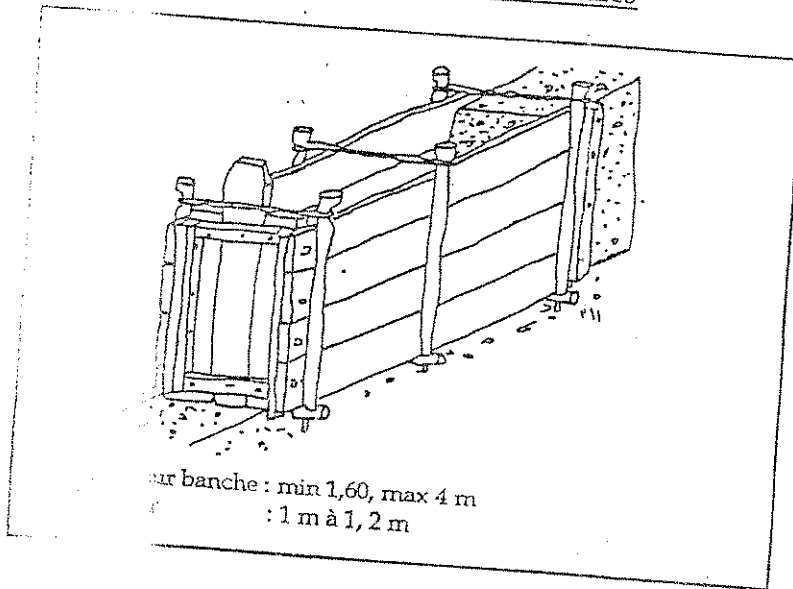


Figure 1 : Les moules utilisés pour la production des adobes

I- MATERIEL

La construction en pisé nécessite le matériel suivant :

a- techniques traditionnelles



inconvénients :

- montage lent.
- présente de trous de clé (1) propice aux dégradations

Fig n°1 : Banche traditionnelle

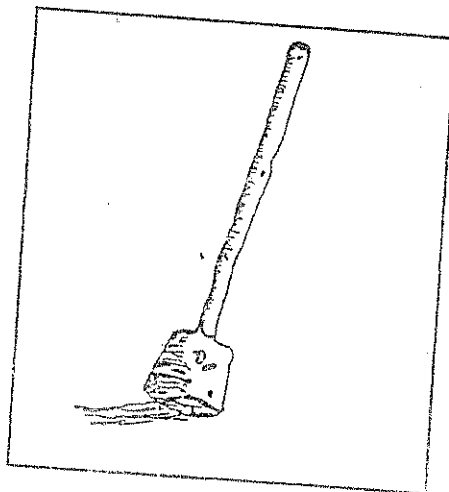


Fig n°2: PISOIR traditionnel

Mur en Pisé

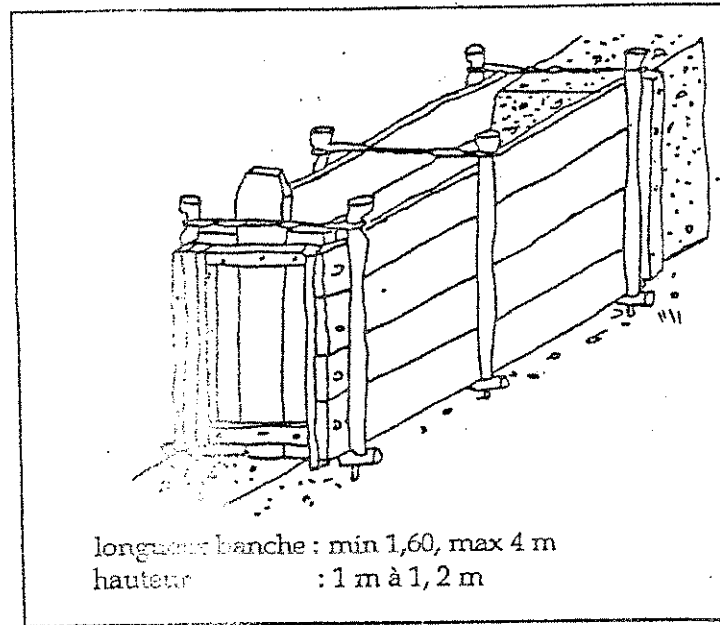
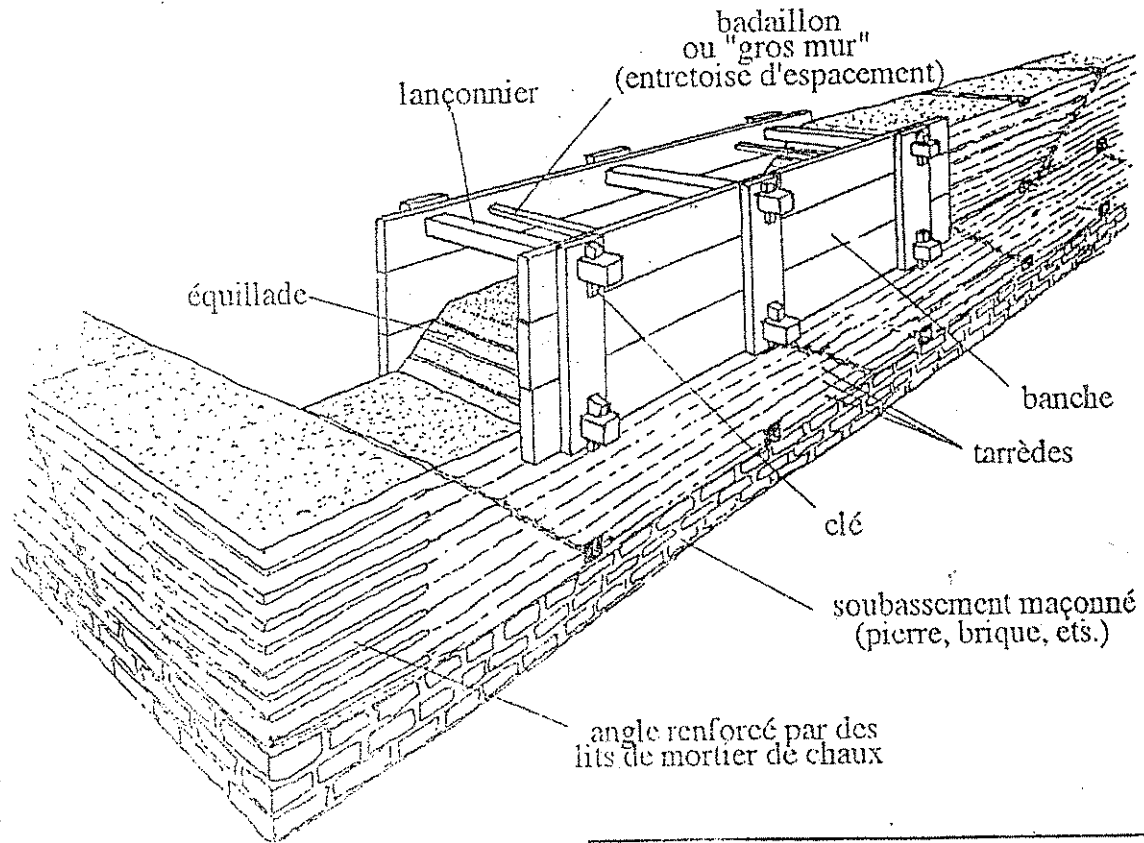


Fig n°1 : Banche traditionnelle

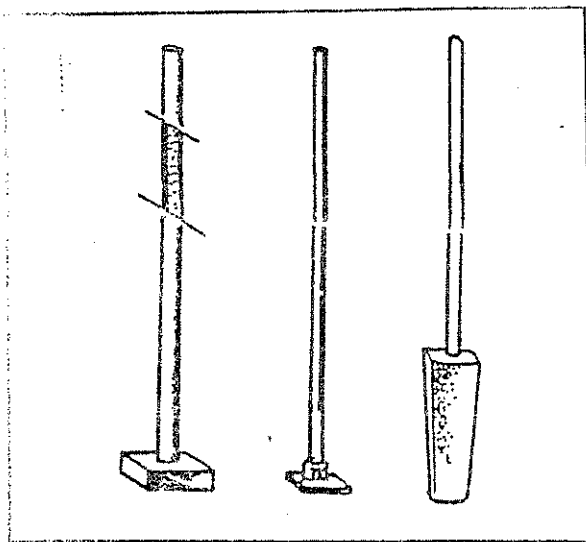
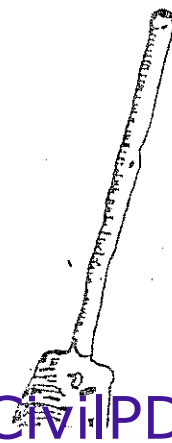


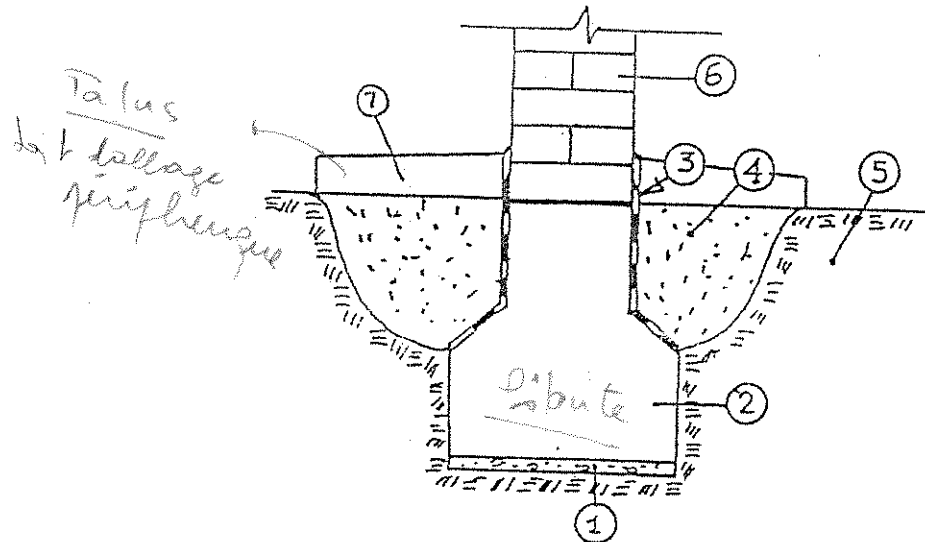
Fig n°4 : Pisoir moderne avec dame métallique et manche en bois

Fig n°2: Pisoir traditionnel



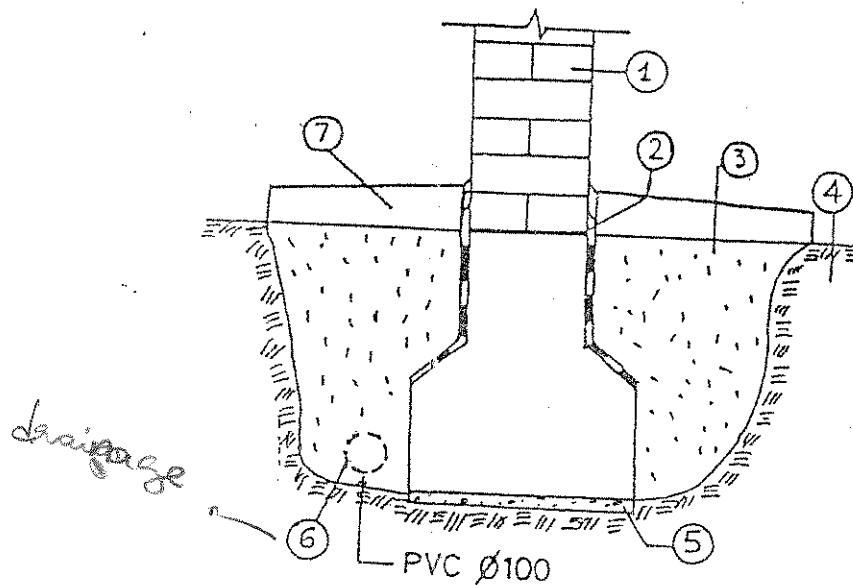
FONDATION

Solution 1



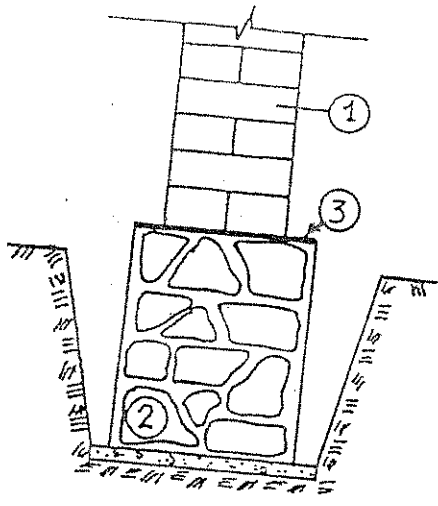
- ① béton de propreté ② fondation ③ enduits bitumineux ④ remblais
 ⑤ terrain naturel ⑥ maçonnerie en adobe ⑦ trottoir périphérique
dallage périphérique ou Talus

Solution 2



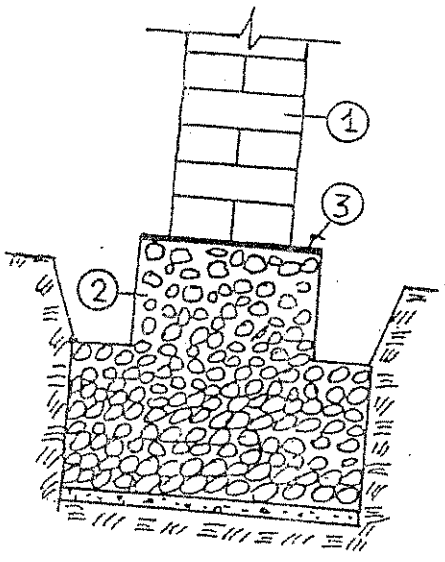
- ① maçonnerie en adobe ② enduits bitumineux ③ remblais ④ terrain naturel
 ⑤ béton de propreté ⑥ drainage ⑦ trottoir périphérique

Figure 10 : Les systèmes de protection contre la remontée capillaire



① blocs d'adobe ② maçonnerie de moellons ③ étanchéité

1. Maçonnerie de moellons



① blocs d'adobe ② béton cyclopéen ③ étanchéité horizontale

2. Béton cyclopéen

Figure 9 : Les différents types de fondation

VIII- TOITURES

On distingue 4 types de toitures.

- * Toiture plane traditionnelle.
- * Dalle en béton armé classique.
- * Voûte.
- * Voûtain.
- * Coupole.

a- Toiture plane traditionnelle

Ce sont des planchers inaccessibles légers constitués de solives comme éléments porteurs surmontés par des roseaux, de la terre fortement armée de paille et une couche de terre stabilisée à la chaux. L'étanchéité est assurée par un film plastique (figure n°40).

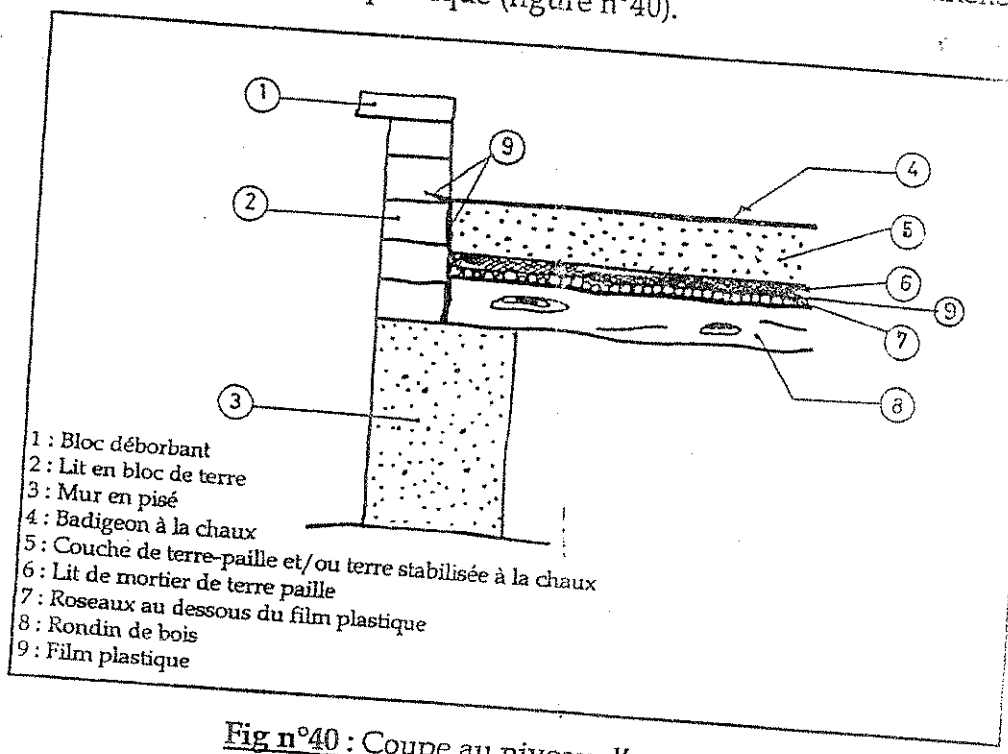
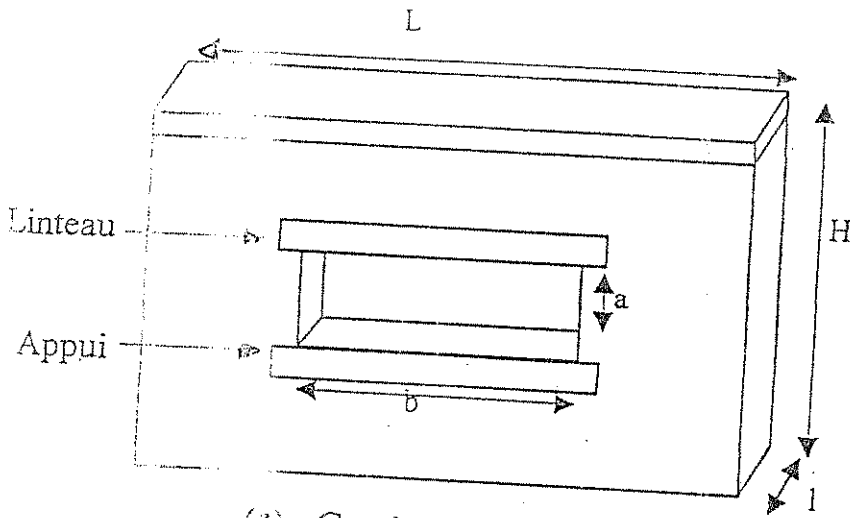


Fig n°40 : Coupe au niveau d'une toiture

La distance minimale entre deux baies situées sur le même mur est au moins égale à 1,00 m.
 La distance minimale entre 2 baies situées sur le même plan horizontal 65 cm → min



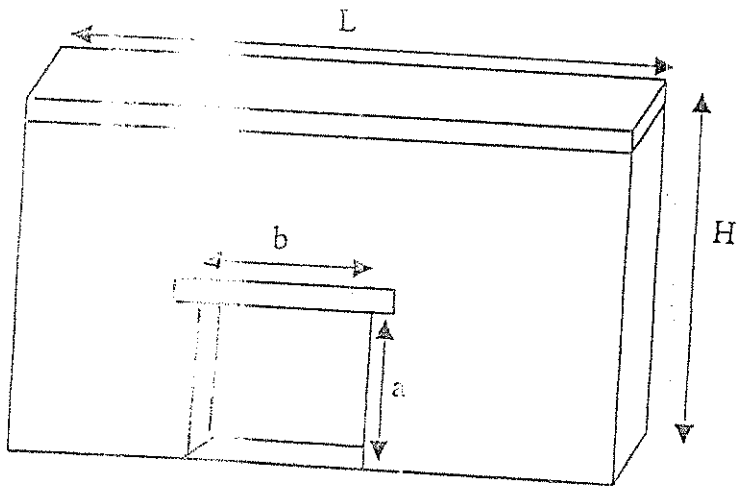
(a) : Cas des fenêtres

$$S_v = a \times b$$

vide

$$S = L \times H$$

$$S_v/S \leq 25\% \rightarrow 1/4 \text{ de surface}$$

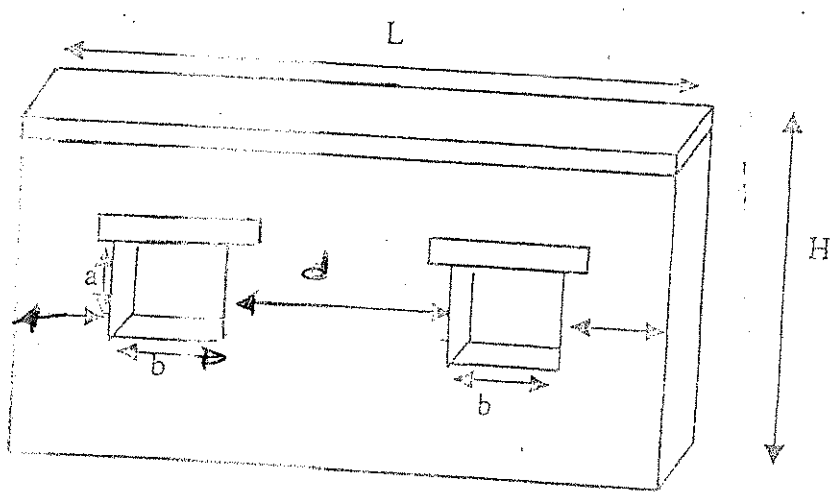


(b) : Cas des portes

$$S_v = a \times b$$

$$S = L \times H \rightarrow \text{toiture de mur}$$

$$S_v/S \leq 30\%$$



(c) : Cas de la contiguïté

$$d/L \approx 20\%$$

Figure 14 : Optimisation des ouvertures et de la contiguïté

I - Les planchers

1/ Définition

Les planchers constituent la structure horizontale porteuse des bâtiments et séparent deux niveaux d'habitation.

Les planchers reposent sur les murs de façades et de refend, les poutres de rive ou les poutres intérieures ; leur conception et leur procédé de mise en œuvre doivent assurer, les fonctions suivantes :

a) Fonction porteuse. *(primordiale)*

- Résistance aux charges permanentes ou fixes.
- Résistance aux charges d'exploitation ou mobiles.
- Transmission des charges aux murs ; poutres, piliers.
- Ils constituent un support rigide et stable pour les revêtements appliqués.
 - En face supérieure (carrelage, granito, moquette...)
 - En sous face, (enduit, plâtre, plafond suspendu) *par plafond.*

Ils permettent aussi l'ancrage des balcons en B.A.

b) Fonction protection

- Isolation phonique entre étages habitables (bruit aériens, voix, musique, bruit de pas).
- Protection contre l'incendie (matériaux isolant inflammables).
- Isolation thermique (échange de chaleur).
- Isolation contre l'humidité (vide sanitaire).

c) Autre fonctions

- Les planchers déterminent les niveaux des bâtiments ;
- Ils constituent des aires de stockage ; ou de circulation intérieure,
- Ils permettent le passage par des Trémies ou ouvertures, pour les escaliers, les ascenseurs, les conduits de fumée, de ventilation, des vides ordures, et des gaines techniques (passage des canalisations, câbles électriques.....etc.).

d) Quelques évaluations des surcharges adoptées.

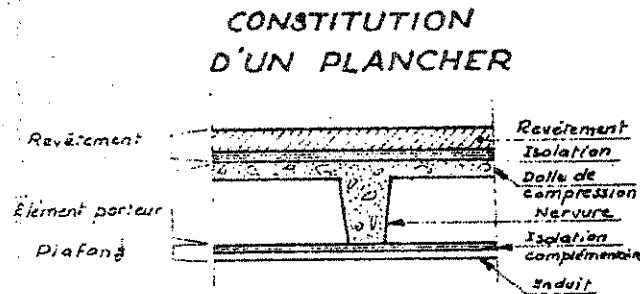
- | | |
|--------------------------------------|-----------------------|
| Plancher à usage d'habitation | 175 kg/m ² |
| Plancher à usage de bureaux | 200 kg/m ² |
| Plancher à usage de classes | 250 kg/m ² |
| Plancher à usage de commerces et ERP | 500 kg/m ² |
- ERP = Etablissement recevant le public *(cinéma, théâtre, etc...)*
recevant

e) Les charges permanentes.

Sont : (le poids propre + cloisons + plafond + revêtement).

2/ Composition d'un plancher

Le plancher est constitué de trois (03) éléments principaux :
Le revêtement, l'élément porteur et le plafond.



3/ Dispositions constructives du plancher.

Dans un plancher on constate :

Une compression en Haut et une traction en Bas → {Flexion du plancher}

Donc le plancher doit résister à la flexion, il est assimilé à une poutre dans son dimensionnement.

Principe :

Le béton travaille à la compression.

Les aciers travaillent à la flexion *traction*

Donc les aciers seront placés dans un plancher dans la zone tendue (en Bas).

Le plancher peut être réalisé en bois ou en métal ou en BA

Ex: (dalle pleine ou nervurée) ou (béton précontraint)

3-1 : Plancher en bois

Ce type de plancher est généralement utilisé dans les villas, et les habitations privées et non dans les bâtiments à étages multiples. L'avantage du bois réside (بكمين) dans la simplicité de sa mise en œuvre, la facilité de façonnage et de son faible poids propre, de même le bois offre une excellente isolation thermique et phonique, et il constitue alors un plancher économique. Par contre son emploi n'offre qu'une faible protection contre l'humidité et par conséquent entraîne sa pourriture.

Composition

Un plancher en bois est composé d'une ossature constituée par des solives (Madrilles porteuses), disposées dans le sens de la plus petite portée, posés sur chantier directement sur le mur porteur ou sur les poutres principales. (*partie de rive*)

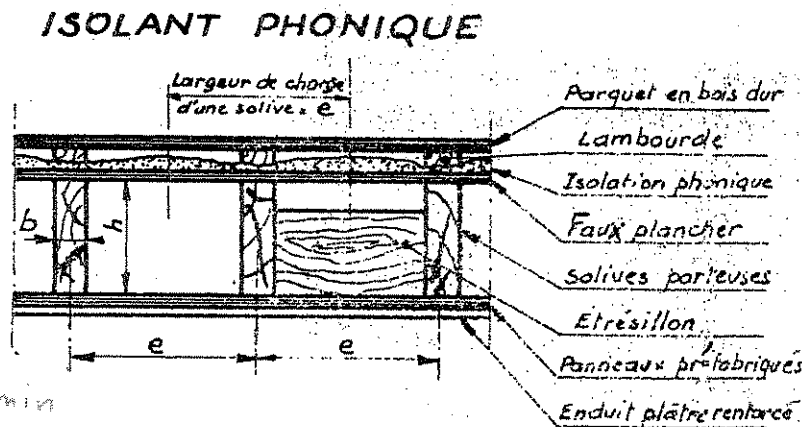
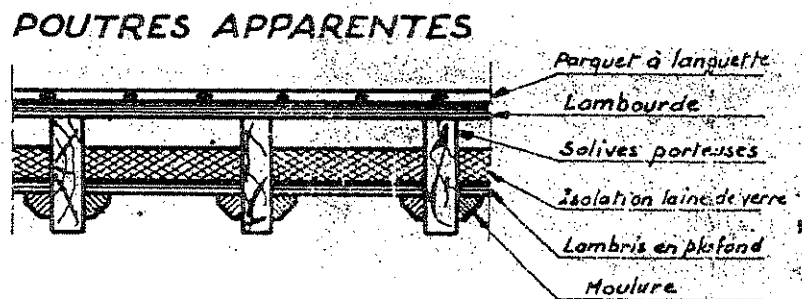
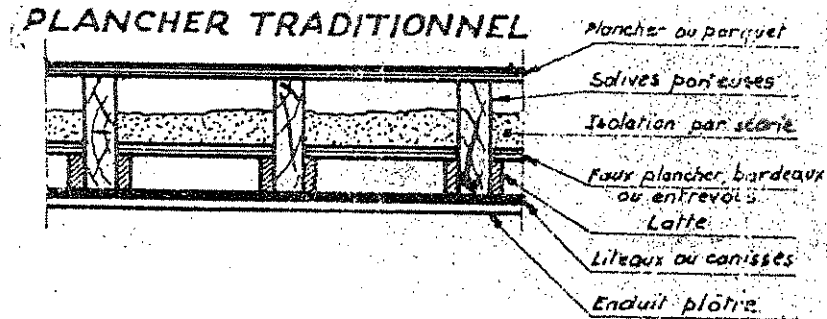
La portée maximale des solives est fonction des dimensions de celles-ci (section), leurs résistances et des charges à supporter.

La portée des solives varie généralement entre 4,00 m et 5,00 m.

L'écartement des solives dépend du type du revêtement choisi (généralement un parquet); il varie entre 30 cm et 60 cm.

Le poids d'un plancher bois est estimé entre 100 kg et 150 kg/m² selon le type du bois et du revêtement utilisés.

Schéma illustrant le plancher bois.



0,30 m → min
0,60 m → max

CARACTÉRISTIQUES

L'écartement e des solives peut varier de 0,30 à 0,60 m. Pour éviter une flèche importante choisir une hauteur h égale au 1/20 de la portée L et le rapport $\frac{b}{h} = \frac{1}{3}$. Le poids au m² d'un plancher bois est estimé de 100 à 150 kg suivant le type.

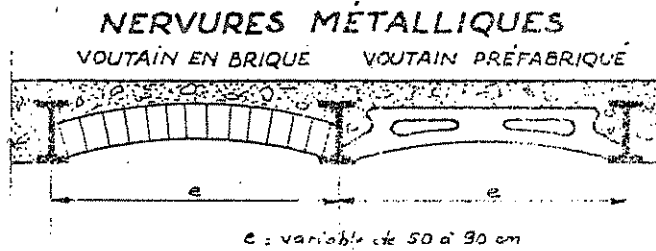
NB : pour éviter une flèche importante, choisir une hauteur $H = 1/20$ de la portée L et $b/H = 1/3$

3-2 : Plancher métallique

Les planchers métalliques sont employés dans les Constructions industrielles. Ces planchers sont bien adaptés aux grandes portées et aux charges. Ils présentent d'excellentes solutions pour les bâtiments d'activité industrielles et les bâtiments de grandes surfaces (bureaux, hypermarchés, ateliers...etc.). Pour ces planchers il est indispensable d'envisager une protection contre la corrosion et l'oxydation (peinture spéciale et traitement spécial).

Composition

Les planchers métalliques sont constitués de poutrelles en profilés aciers (IPN) entre lesquelles viennent se placer les Hourdis qui peuvent être des éléments en terre cuite, en béton pré-moulé ou bien réalisés sur place.



3-3 : Plancher en BA

3-3-1 / Plancher traditionnel

Ce sont des planchers réalisés totalement sur place :

Dalle pleine ; dalle nervurée ; dalle corps creux et nécessitant un coffrage et un étaielement.

3-3-1-a : Dalle pleine.

Une dalle pleine est un panneau horizontal porteur en BA, d'épaisseur variable entre **10 et 20 cm** qui prend appui sur les murs porteurs ou poutres. Elle est réalisée sur un coffrage jointif recouvrant toute la surface ; le ferrailage est simple et facile à poser, de même pour le béton.

La dalle pleine offre l'avantage d'être dans presque tous les cas, le système le plus économique pour les portées n'excédant pas **4.00 m**. Par conséquent, elle présente un système lourd et des difficultés pour le passage après exécution, des conduites et des canalisations,

Ce qui nous force à tracer à l'avance et avec précision sur le coffrage, l'emplacement exact de ceux-ci avant d'être introduits définitivement dans la masse du béton.

L'importante masse du béton favorise l'absorption des bruits mais ne présente qu'une faible isolation thermique. Dans ce cas, une étude et un choix minutieux doivent être accordés aux types de revêtement et de plafond de point de vue isolation et confort.

NB :

Les aciers porteurs (principaux) posés en bas et parallèles à la plus petite portée

Les aciers de répartition (secondaires) posés sur les aciers porteurs et sont parallèles à la plus grande portée.

Les aciers sont des hautes adhérences (HA) ou treillis soudés (TS)

Ils doivent être encastrés sur les appuis avec renforcement par des chapeaux (appuis de rives et appuis intermédiaires) pour lutter contre l'effet de cisaillement, (fissuration au niveau des appuis (moment d'encastrement).

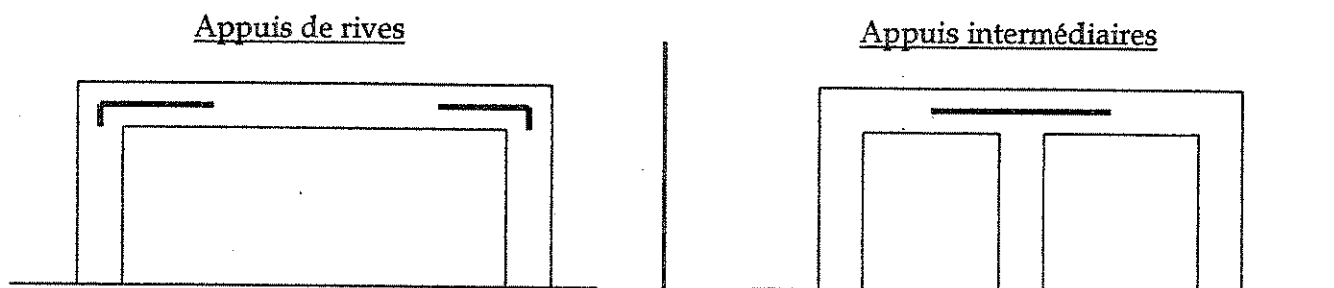
Les aciers sont prolongés au delà des appuis et doivent avoir un crochet pour assurer l'adhérence parfaite au le béton

dans

Recommandations techniques

- ☛ Epaisseur de la dalle.
 $e =$ entre $1/35$ et $1/30$ de la portée
- ☛ Espacement entre aciers ne doit pas dépasser :
 - 3 fois l'épaisseur de la dalle ni 33 cm pour les aciers porteurs.
 - 4 fois l'épaisseur de la dalle ni 45 cm pour les aciers secondaires ou de répartition.
- ☛ La section des aciers secondaires doit être au moins :
 $A_{sec} \geq 1/4 A_{port}$.
Avec A_{sec} = section totale des aciers secondaires
Avec A_{port} = section totale des aciers porteurs.
- ☛ La longueur des chapeaux de part et d'autre de chaque appui intermédiaire est comprise entre $1/4$ et $1/5$ de la portée L de la dalle.
- ☛ L'enrobage C , minimal doit être au moins égal au diamètre des aciers ou aux valeurs suivantes :
 - $C \geq 4$ cm = pour ouvrages ou voisinage de la mer
 - $C \geq 2$ cm = pour ouvrages courants
 - $C \geq 1$ cm = pour locaux couverts et sans condensation*cr 5 cm = présence de la neige*

Ex : Longueurs des chapeaux sur appuis



3-3-1-b : Plancher Nervuré

Quand les charges sont trop importantes, et la portée trop longue (supérieure à 5,00 m), le poids mort d'une dalle pleine devient alors excessif et l'économie est remise en cause, en conséquence dans ce cas, on adopte un système allégé en réalisant une dalle nervurée.

Le béton est gardé en partie haute (comprimé), tandis que les aciers tendus sont concentrés dans la partie basse (inférieure) des Nervures. Le béton du centre et du bas de la dalle est alors éliminé en grande partie.

Toutefois, l'exécution du coffrage devient plus compliqué que la dalle pleine simple. Par contre, la qualité d'isolation phonique et thermique sont alors dans ce cas meilleures dans la dalle pleine, grâce à l'important matelas d'air obtenu par la réalisation des plafonds.

Les planchers nervurés sont constitués d'un ensemble de poutrelles posées en parallèles appelés (Nervures) et une dalle de compression en béton.

- ☛ Les poutrelles sont les ouvrages résistants du plancher, elles sont soit coulées sur place soit préfabriquées en usine.
- ☛ Les hourdis (entrevous) sont des éléments assurant le coffrage et l'isolation.

Les planchers nervurés préfabriqués permettent une économie, mais ont l'inconvénient d'être d'une exécution complexée dans le cas de plusieurs trémies (**ouverture dans le plancher**)

L'écartement Max entre Nervures (**50 à 70 cm**)

Dans le cas où il s'agit des armatures en treillis soudés (TS) ceux-ci sont usinés sous forme de panneaux ou rouleaux.

* Ils sont : TS

- constitués de ronds lisses bruts de tréfilage ;
- assemblés rigidement par soudures électriques en *maille* carrés ou rectangulaires

* Ils proviennent d'usine :

- En rouleaux standards si $\varnothing < 5 \text{ mm}$; longueur = 50m ; largeur = 2,40m
- En Panneaux standard = si $5 < \varnothing < 12 \text{ mm}$; Longueur 3 à 5m largeur = 2,40 m

* Désignation sur le plan :

Treillis soudés

T.S 4/3 150 x 300

T.S = désigne treillis soudés

4 = désigne le diamètre des fils porteurs (4 mm)

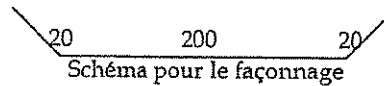
3 = désigne le diamètre des fils de répartition (3 mm)

150 = désigne l'espacement des fils porteurs (150mm)

300 = désigne l'espacement de répartition (300 mm)

Aciers longitudinaux

2 · T 10 L = 2.40



2 = nombre de barres identiques

T = classe d'acier (symbole d'acier TOR)

10 = diamètre de la barre

2.40 = longueur développée de la barre

Terminologie

Poutrelle ou Nervure = Eléments résistants de la dalle.

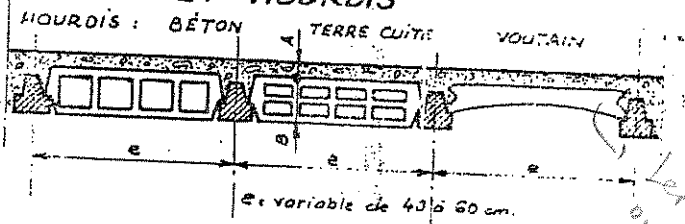
Chevêtre ou petite poutre = a pour rôle de soutenir une nervure boiteuse.

Nervure boiteuse ou raccourcie = nervure parallèle au niveau d'une trémie.

Hourdis ou entrevous = a pour rôle essentiel (coffrage - isolation thermique et phonique).

Schémas explicatifs

PLANCHER NERVURÉ EN B.A. ET HOURDIS



PLANCHER EN HOURDIS NERVURÉ

Chèvre ou petite poutre transversale destinée à soutenir une nervure boisée

Dalle de compression, élément superficiel qui assure la liaison entre chaque poutrelle ou nervure

Châssisage
Il assure la liaison efficace entre le plancher et les murs bordants

Treillis soudé ou armature de la dalle de compression

Hourdis ou entrevous, matériau de remplissage, essentiellement isolant thermique qui n'a aucune influence sur la résistance du plancher

L'importance des conduits de fumée oblige la création d'un passage appelé trémie

Nervure boisée ou nervure raccourcie par une trémie

Chapeau de rive qui réalise la réunion entre le plancher et le chaînage

Poutrelle ou nervure, c'est l'élément résistant du plancher

3-4 : Plancher à corps creux.

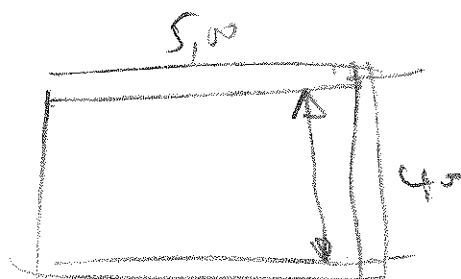
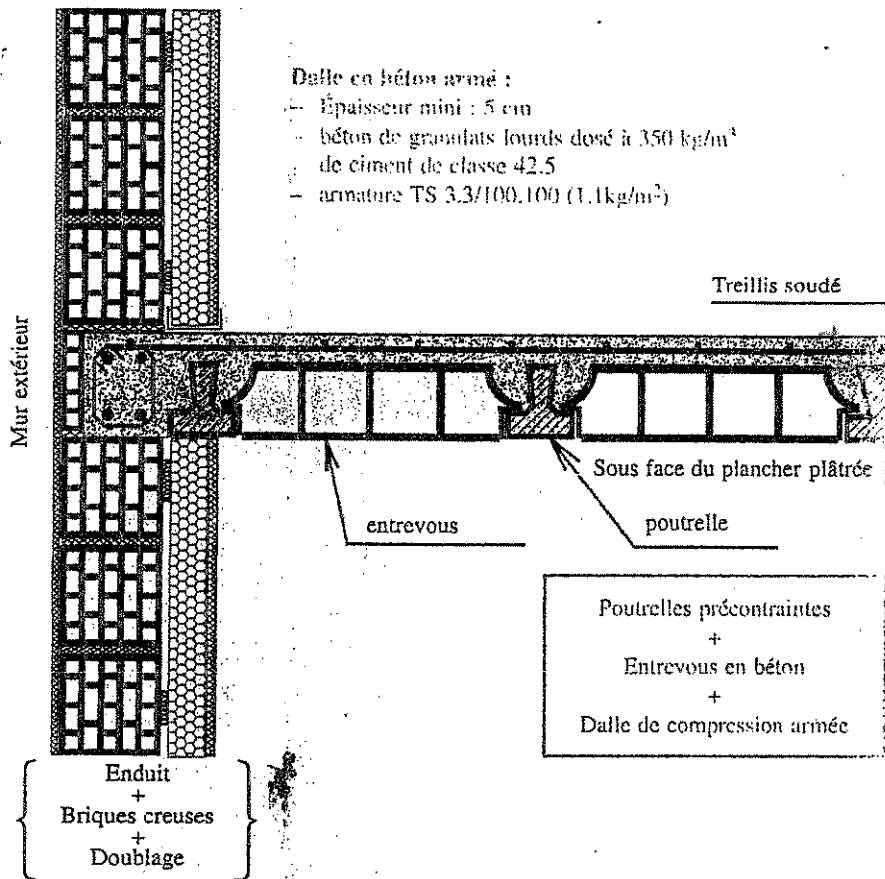
Un plancher à corps creux, est un plancher permettant, la facilité d'exécution, le gains de temps, et l'optimisation du coût, de même, il permet d'avoir une sous face plane et régulière facilitant, l'exécution des enduit simples. Les coffrages des Nervures et de dalle de compression sont obtenus par des corps creux appelés Hourdis ou entrevous.

Ils sont en béton ou en terre cuite. Ces éléments préfabriqués en usine sous formes variées constituent un coffrage définitif et non récupérable et font partie du plancher.

Procédé constructif

- **Poutrelles préfabriquées** : ce sont des éléments porteurs du plancher et qui sont constituées par des treillis en aciers et des talons en béton précontraint en forme de T renversée.
- **Table de compression** : en béton coulé sur place armé d'un treillis soudé ép ≥ 4 mm. Ce béton assure le liaisonnement entre la table de compression et poutrelles.
- Les éléments coffrant : Hourdis posés sur les talons des poutrelles assurant le coffrage de la T.C et constitue un support pour enduit et plafond.
- épaisseur totale du plancher $H_T \geq \frac{L}{22.5}$

PLANCHER PRÉCONTRAINI



Handwritten calculations and notes:

- $12 + 4 = 16$
- $16 + 5 = 21$
- $15 + 5 = 20$
- $16 + 4 = 20$
- 17.77 (circled)
- $H_T \geq \frac{L}{22.5}$
- $(15 + 5) = 20$
- $(16 + 4) = 20$
- $(15 + 5) \sim (16 + 4)$

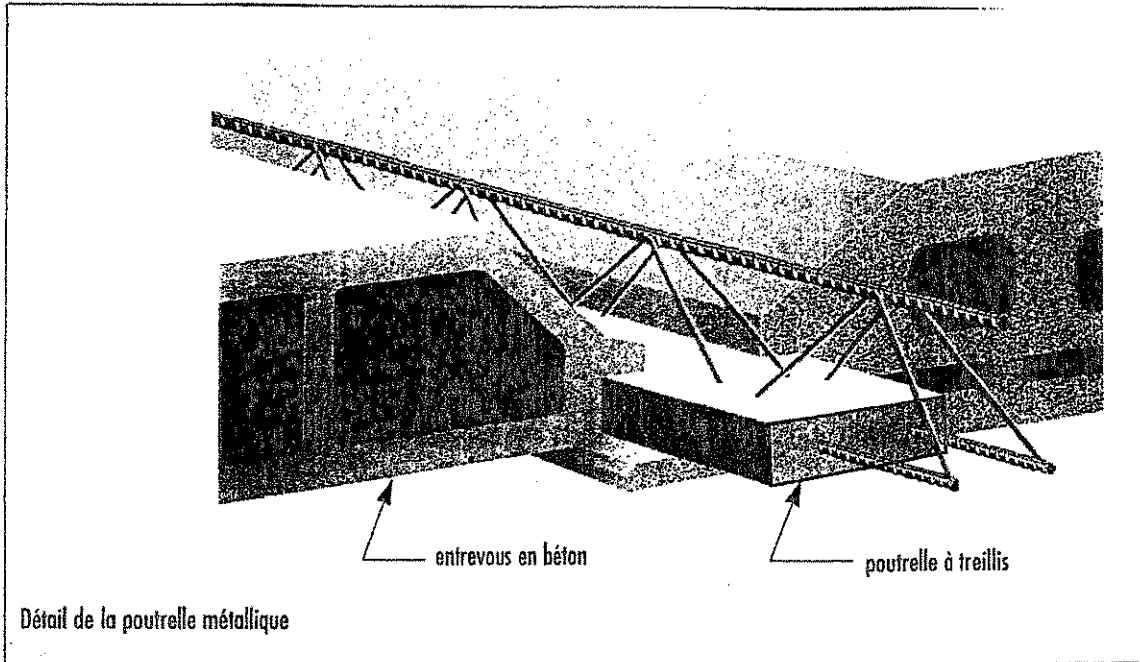
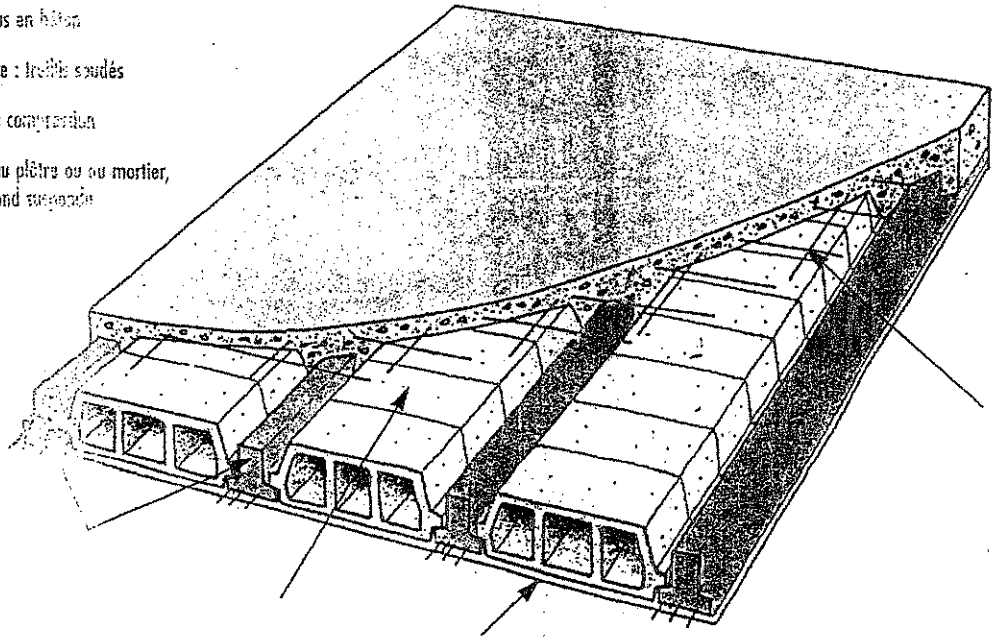
Poutrelles précontraintes

Entrevous en béton

Armature : treillis soudés

Dalle de compression

Enduit au plâtre ou au mortier,
ou plafond suspendu

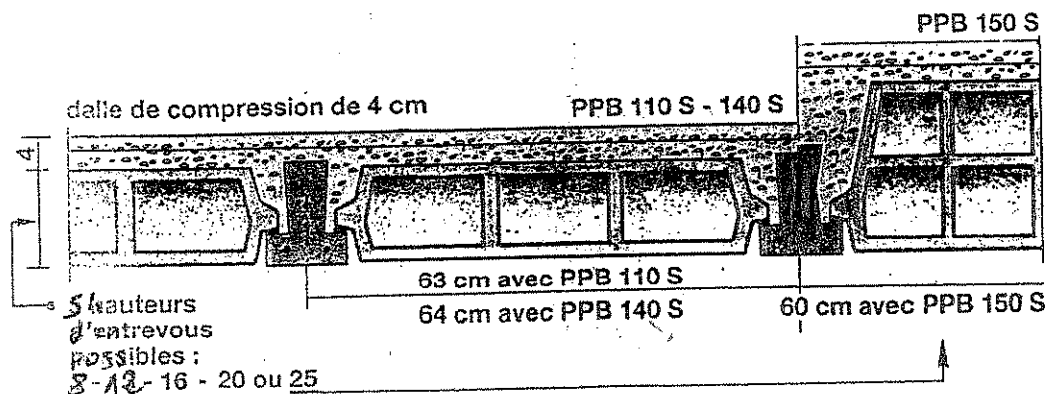


Détail de la poutrelle métallique

ÉLÉMENTS CONSTITUTIFS : PLANCHER AVEC DALLE DE COMPRESSION

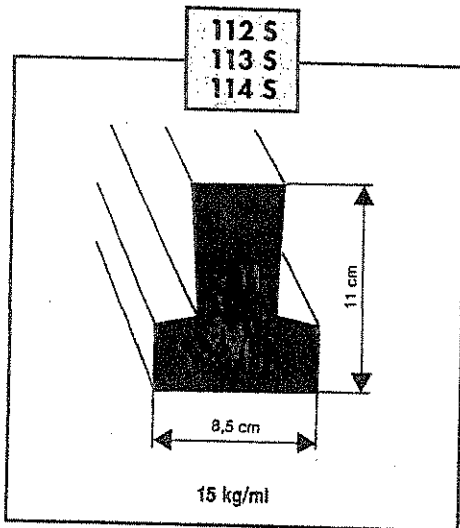
- Coupe partielle sur entrevous et poutrelles

**EMPLOIS : réalisation de tous niveaux
en maisons individuelles et bâtiments divers**



Poutrelles précontraintes par fils adhérents

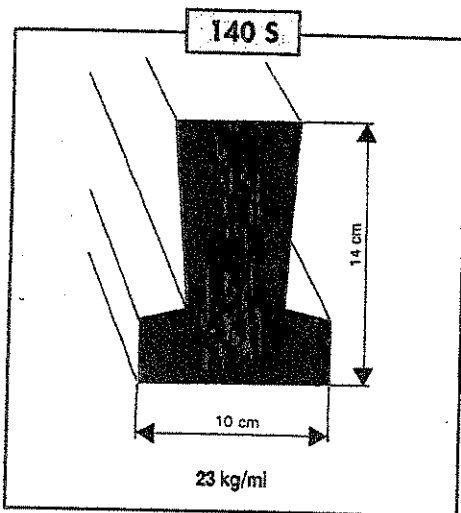
Fig. 6 – Portées courantes jusqu'à 5 m



- Poutrelles adaptées aux portées moyennes des maisons individuelles.
- Légères et maniables
Longueur de 4 m → 60 kg.

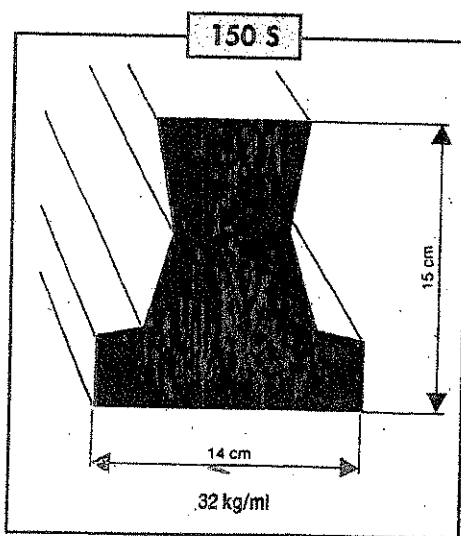
NB : le plan de pose des poutrelles et les recommandations de mise en œuvre sont donnés par le fabricant pour chaque étude de cas et chaque type de plancher.

Fig. 7 – Portées jusqu'à 7 m



- Elles peuvent être mises en œuvre
 - sans étau pour des portées de 4 m à 4,50 m; intérêt évident pour les planchers sur vide sanitaire;
 - avec un étaie central, on atteint 6 m avec un entrevous utilisé de 20 cm d'épaisseur;
 - avec une double file d'étais, on atteint 7 m.

Fig. 8 – Grande portée jusqu'à 9 m

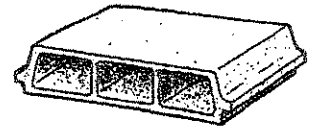


- Les poutrelles de hauteur 15 cm sont réservées aux grandes portées et aux fortes charges par mètre carré de plancher.
- Étaie en fonction :
 - soit de la portée,
 - soit des charges,
 - soit de l'effet résultant de la portée et des charges.

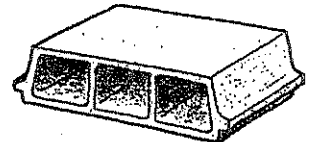
Entrevous en béton, en polystyrène



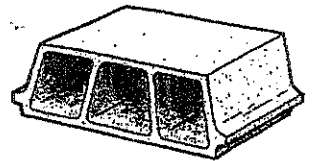
Entrevous 8 x 57 x 25 (ou 20) cm



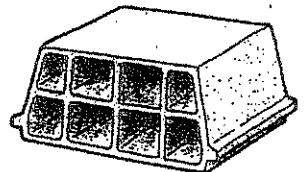
Entrevous 13 x 57 x 25 (ou 20) cm



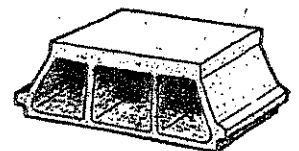
Entrevous 16 x 57 x 25 (ou 20) cm



Entrevous 20 x 57 x 25 (ou 20) cm



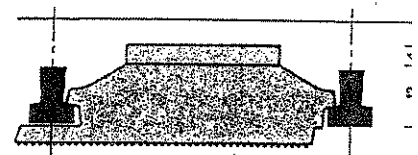
Entrevous 25 x 49 x 20 cm



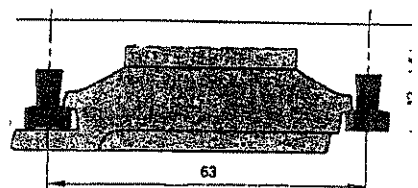
Entrevous TCI 16 (ou 20) x 53 x 20



Plaque négative : 6 x 53 ou 57 x 20 cm



Entrevous à sous-face rapportée : fibraggio VLF ou HI lattis métallique.



Entrevous à sous-face polystyrène granitée ou bouchard enduite (SFP). La sous-face est décaissée en vide sanitaire.

Quelques talons et dimensions des poutrelles.

Hauteur des poutrelles en (mm)	Largueur des talons en (mm)	Nombre de fils précontraint
110	100	2 à 4
120 -130	110	2 à 5
140 -150	120	2 à 6
170	130	3 à 8

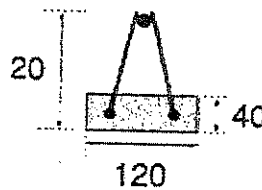
Longueur = toutes les longueurs sont possibles jusqu'à 9 m

Masse = 18 à 30 kg / ml selon la section du béton

Entraxe = 60 cm max

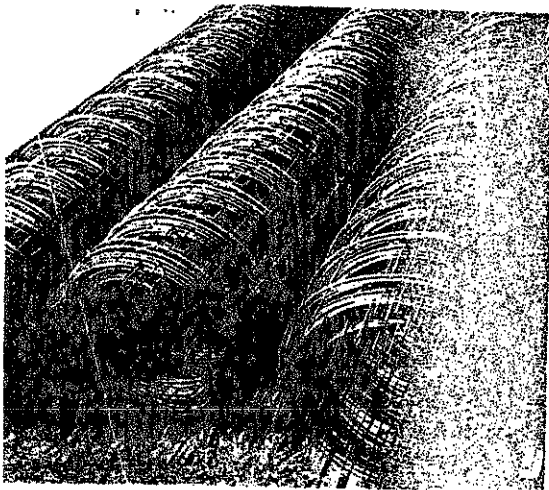
CARACTÉRISTIQUES ET MISE EN ŒUVRE

Poutrelle RECTOR TREILLIS

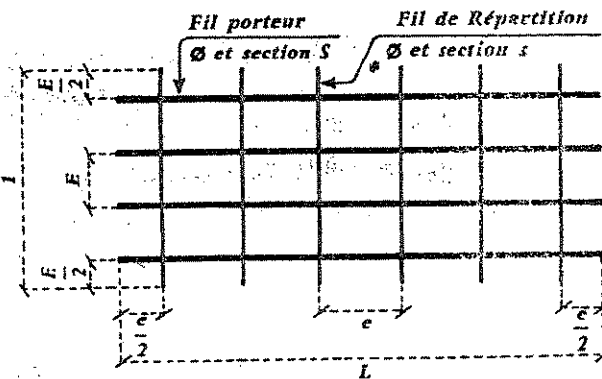


PORTEES ENTRE ETAIS	
12-4 béton	= 2,05 m
16-4 béton	= 1,90 m
20-4 béton	= 1,65 m
11-5 polystyrène	= 2,15 m

- Poids: 12 Kg/ml
- Les poutrelles RECTOR TREILLIS sont posées à l'entraxe d'environ 60 cm sur des files de bastaing dont l'écartement est donné ci-dessus.



• Rouleaux standards T.S.



⑩ Treillis soudés à mailles rectangulaires

► Résistance à la traction et utilisations :

Limite élastique	Contrainte admise	Utilisations
520 MPa $d \leq 6$ 500 MPa $d > 6$		Armature de : - dallage - planchers - murs porteurs en béton armé - éléments préfabriqués

3-5 : Plancher à pré dalle

3-5-1 : Définition

La pré dalle est une plaque en béton précontraint par des armatures adhérentes dont la surface lisse est prête à recevoir un enduit bouche pores avant peinture. Permet de franchir des portées allant jusqu'à 10 mètres.

enduit de 28 (le prétre de bouche pores)

La pré dalle est destinée à servir à la fois d'armature inférieure et de coffrage d'un plancher dalle pleine d'épaisseur généralement comprise entre 10 et 28 cm. La face supérieure de la pré dalle est rugueuse pour favoriser la reprise du bétonnage du béton coulé en œuvre et assurer le monolithisme des deux bétons.

3-5-2 : Caractéristiques

- Dimensions standards :

- Epaisseur : 5, 6, 8, 10, 12 cm
- Largeur : 2.40 m ou 2.50 m
- Longueur : jusqu'à 10 mètres

- Armatures des pré dalles :

- *acier porteurs* Fils porteurs : acier de précontrainte diamètre : 4 mm, 5 mm, 7 mm
- Fils de répartition : panneau de treillis soudés de nuance fe E 500
- Renfort d'armature en acier HA pour trémies, réservations, passage divers (conduit, gaines techniques.....etc)
- Crochets de levage incorporés sous les aciers porteurs (crochets en acier doux)

- Béton :

- Dosage : 400 à 450 kg/m³
- Résistance caractéristique du béton à 28 jours : > 40 MPa
- Sous face apparente : lisse et surface supérieure de la pré dalle très rugueuse

Avantages

- ✓ Gain de coffrage ;
- ✓ Etalement réduit
- ✓ Economie d'enduit en sous face (surface lisse)
- ✓ Intégration facile des diverses canalisations.

Fig. 1 - Prédalle avec réservation pour les conduits

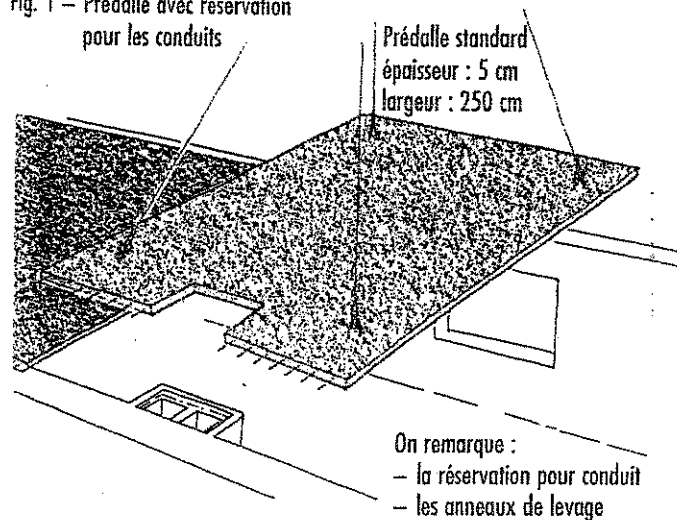
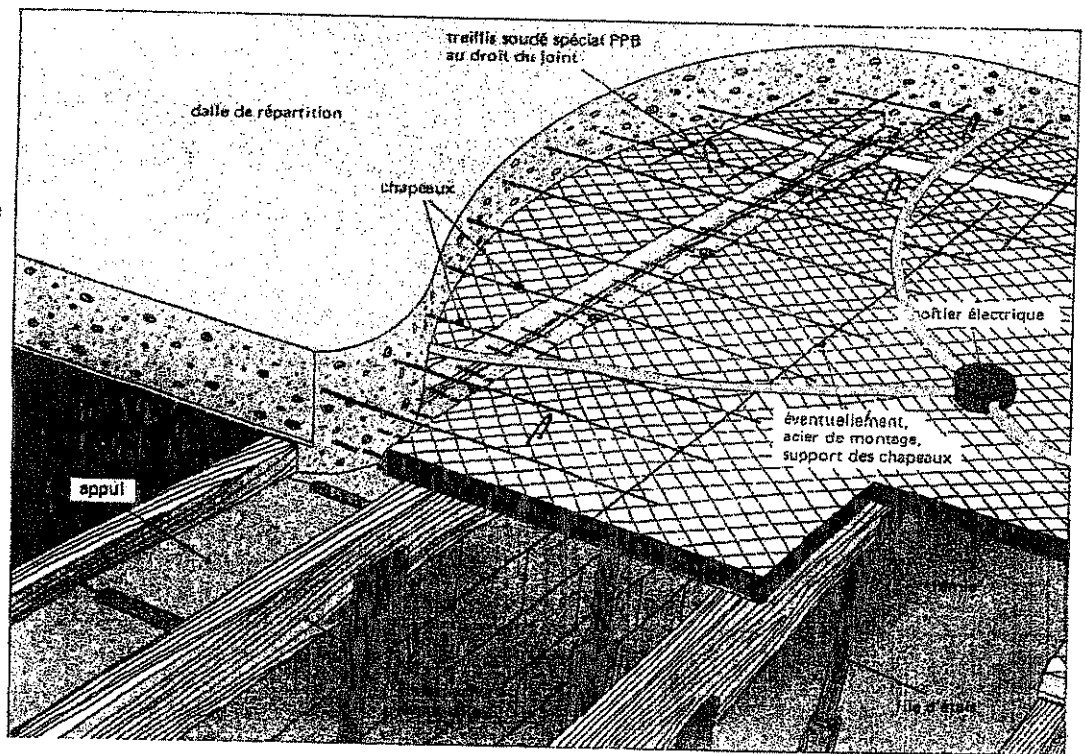
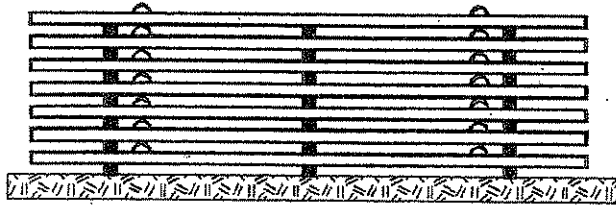


Fig. 2 – Prédalle mise en œuvre : étaie-ment, armatures par fils porteurs et treillis soudés, béton complémentaire coulé sur la prédalle



MISE EN ŒUVRE DES PRÉDALLES

4.1 Stockage sur le chantier



Aire de stockage stabilisée, horizontale, plane

Largeur > 2,50 m

Longueur suivant prédalles

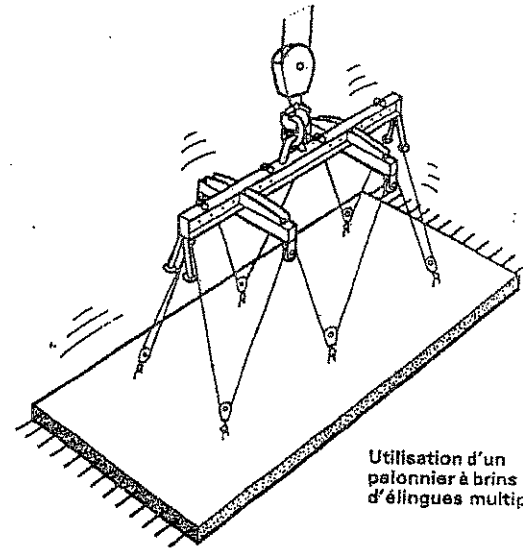
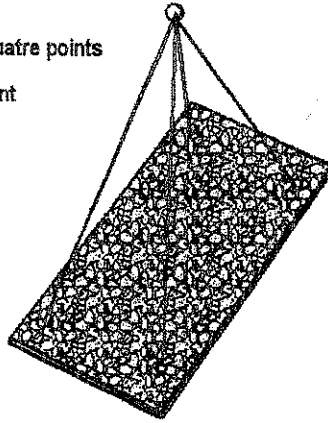
Chevrons écarteurs réguliers et alignés verticalement

4.2 Levage-manutention

Levage de pré dalle en quatre points

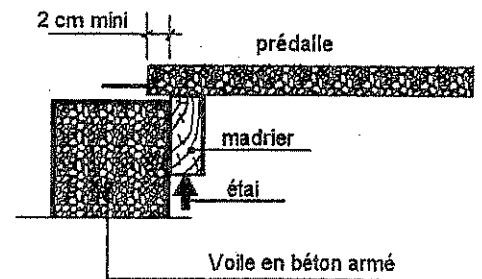
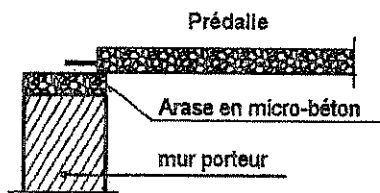
Deux brins seulement sont porteurs de la charge

Angle des élingues avec la pré dalle < 60 degrés

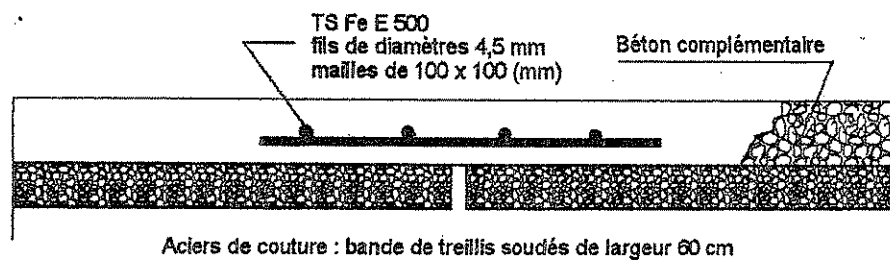


Utilisation d'un palonnier à brins d'élingues multip

4.3 Pose des prédalles sur les appuis

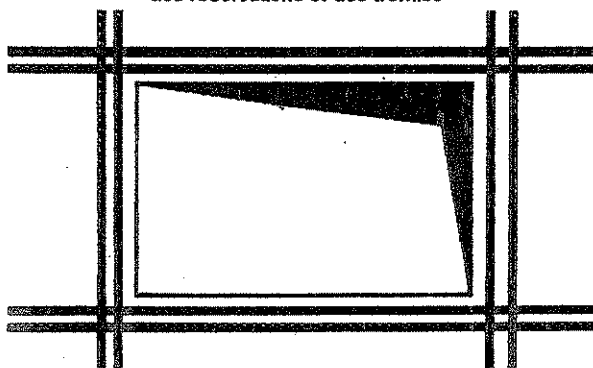


4.4 Jonction entre prédalles juxtaposées



4.5 Renforts d'armatures

Renforts d'armatures au pourtour des réservations et des trémies



II - Les Plafond

1- Définition

Un plafond est la sous face d'un plancher qui doit avoir un aspect agréable, diffuse la lumière et facile à entretenir.

2- Différents types de plafond

a) Plafond en plâtre

C'est un enduit réalisé soit sur support en béton ou hourdis pour les planchers en BA, soit sur lattes en bois ou métalliques.

Ce type de plafond présente une excellente protection contre le feu et bonne isolation thermique et phonique.

b) Plafond suspendu

Tels sont des plafonds permettant le passage des canalisations de (chauffage, électriques, ou climatisation centrale) ; entre le plancher et le plafond (ex : faux plafond en staff, isoreletc ; et sont généralement fixés au plancher par crochets, tiges ou filasse enrobé par du plâtre.

III- Les Trémies

1- Définition

Les trémies sont des ouvertures horizontales réservées dans les planchers ayant pour rôle, le passage :

- Des gaines techniques ;
- Des conduits de fumée ou de ventilation ;
- Des ascenseurs ;
- Des escaliers

2- Dispositions constructives

a- Cas du plancher dalle pleine en BA

⇒ les ouvertures de faibles dimensions nécessitent :

- une réservation par évidement du coffrage ;
- des aciers de renfort autour de la trémie.

⇒ Les ouvertures de grandes dimensions nécessitent :

- à leur périphérie des poutres ou des nervures introduites dans :
 - l'épaisseur de la dalle (poutre noyée) ;
 - apparente en sous face (retombée) ;
 - apparente en face supérieure (poutre en allège).

*dans le cas de l'absence inaccr...
ou dans le cas où l'acier n'est pas...
pas une apparence de pa...*

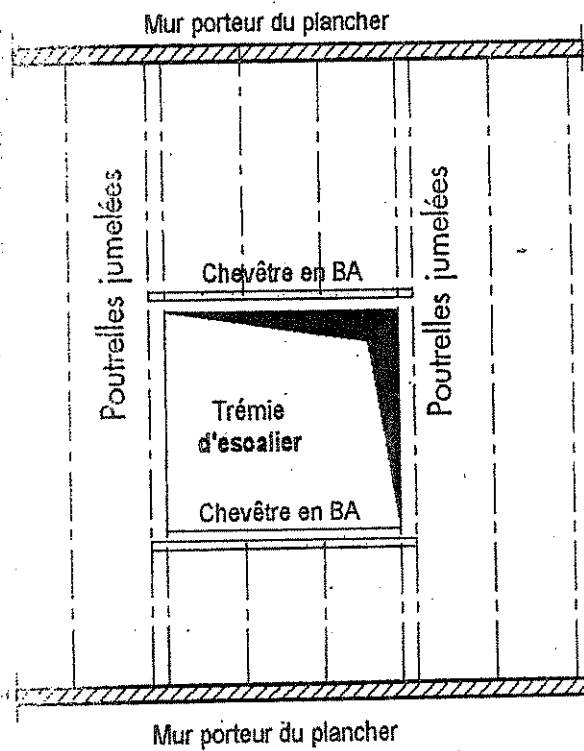
b- Cas du plancher à poutrelles

Les trémies sont renforcées à leur pourtour, par des poutres appelées **Chevêtres** qui prennent appuis sur les poutrelles principales et qui limitent la trémie ; et qui sont alors jumelées.

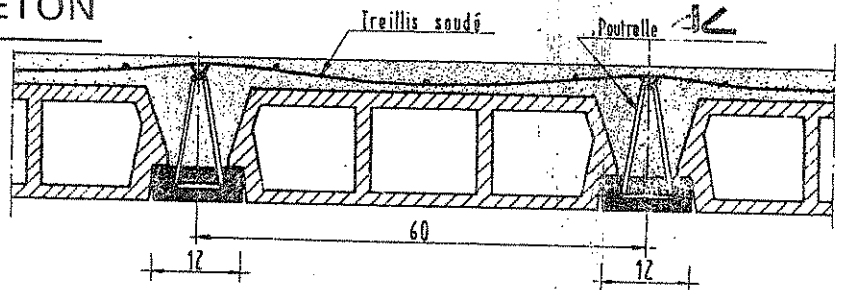
poutrelles


Schéma explicatif

TRÉMIE



PLANCHER BETON

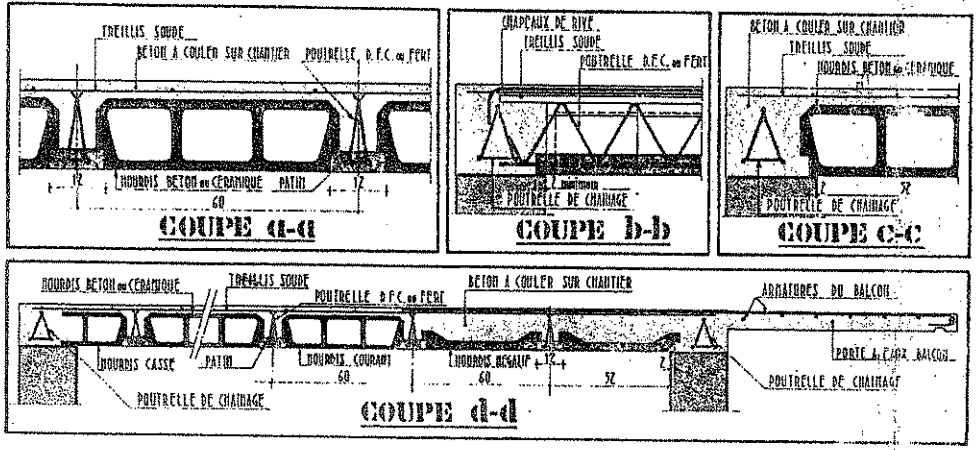
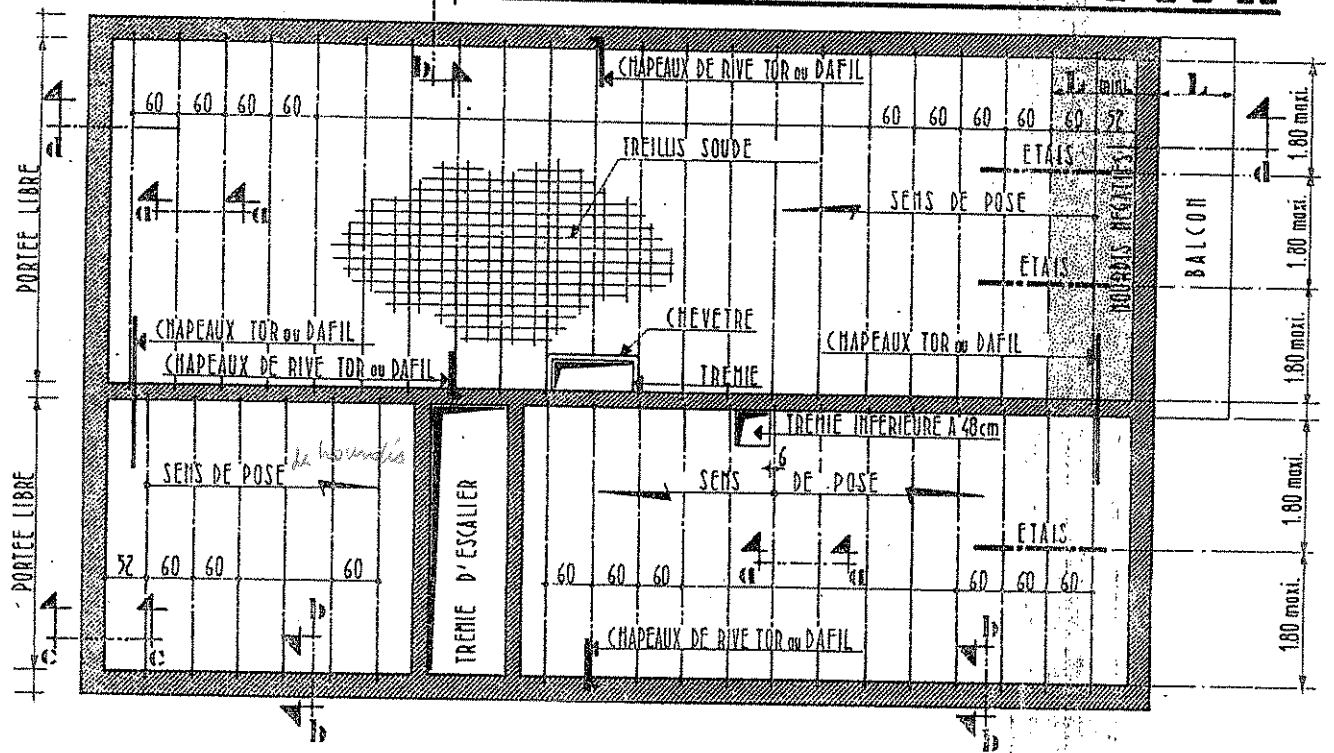


TYPE DE PLANCHER	POIDS PROPRE	VOLUME BETON COULE SUR PLACE	HAUTEUR DE POUTRELLES 
12 + 5	270 kg / m ²	51 l / m ²	12
15 + 5	285 kg / m ²	55 l / m ²	15
20 + 5	315 kg / m ²	59 l / m ²	20
25 + 5	375 kg / m ²	69 l / m ²	25

LE PLAN DE POSE EST FOURNI PAR NOS SOINS

fourni par le fournisseur du plancher

PLAN DE POSE TYPE



MISE EN ŒUVRE DU PLANCHER

1°) Etalement

Il faut tenir compte du poids propre du plancher, et des conditions particulières du chantier, telles que surcharge de service, etc.

La distance maximum entre deux files d'étais doit être comprise entre 1,60 m et 2 m.

N.B. - NE PAS METTRE DE CONTRE-FLECHE.

2°) Pose des Hourdis

Le réglage des écartements entre poutrelles se fait par la mise en œuvre préalable des hourdis d'extrémité. Il faut éviter de serrer les poutrelles. L'avancement doit se faire en chicane.

N.B. - IL FAUT RESPECTER LES BASES DE DEPART DU PLAN DE POSE.


3°) Ferrailage

Dans le cas de réalisation de plancher avec corps creux de remplissage, il est indispensable d'assurer la solidarité transversale des poutrelles en incorporant, dans la table de compression, un treillis soudé en fil clair dont les dimensions, suivant les règles CCBA 68, sont, pour un entr'axe de 60 cm, de 200/200, fil 4/3, ou de 150/300, fil 3.

N.B. - LE FIL DE Ø 4 DOIT ETRE PERPENDICULAIRE AUX NERVURES. DANS LE PREMIER CAS ET LES MAILLES 150 DOIVENT ETRE PERPENDICULAIRES AUX NERVURES DANS LE SECOND.

Dans tous les cas les aciers en chapeaux doivent être posés à une distance de 10 à 15 mm de la face supérieure du plancher fini et en tous cas :

- ③ Dans les planchers avec table de compression au-dessus du Treillis Soudé.
- ③ Dans les planchers à hourdis porteurs au-dessus de la membrure supérieure de la poutrelle.

Dans les bâtiments à murs porteurs, on doit prévoir normalement, au niveau de chaque plancher, des chaînages dans les épaisseurs des murs. On peut utiliser la poutrelle chaînage  spécialement conçue pour répondre à la règle CCBA 68 Art. 62.

4°) Bétonnage

Il faut dépoussiérer et humidifier les hourdis et la semelle de la poutrelle. Le bétonnage complet du béton de nervure et du béton de la table de compression doit être réalisé en une seule opération avec tassement mécanique.

C'est ce béton qui assure le monolithisme du plancher. Il est composé de 350 kg de ciment de la classe 325 pour 800 litres de gravillon et 400 litres de sable de rivière. La table de compression doit avoir une épaisseur minimale de 4 cm.

Ce béton doit avoir une consistance plastique.

Sa résistance doit correspondre obligatoirement à 28 jours à :

$$\sigma'_{b\ 28} = 270 \text{ bars}$$

$$\sigma'_{b} = 135 \text{ bars}$$

ESCALIERS

1. Définition

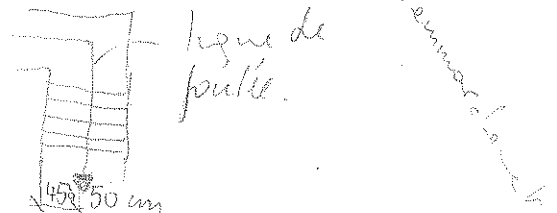
On appelle escaliers un ouvrage constitué de gradins, et qui sert selon sa position de relier deux niveaux différents d'un Bâtiment. L'assemblage de ces gradins donne ainsi un ensemble de marches appelé **escaliers** dont chaque partie d'ouvrage est définie par un terme propre.

Exemple : - Escaliers intérieurs → passage d'un niveau à un autre supérieur
Escaliers extérieurs accès à partir du TN vers le RDC. En général, les Escaliers sont des dispositions constructives permettant la liaison des différents niveaux D'un Bâtiment.

2. Terminologie

L'ensemble escaliers comprend de divers éléments constitutifs on cite :

- a) **Marche :** Partie supérieure horizontale d'un gradin où l'on pose le pied pour monter ou descendre l'escalier : largeur = 25 à 30 cm (avec nez ou pas)
- b) **Contre marche :** Partie verticale qui forme la face avant de la marche : Hauteur : 16 à 18 cm (verticale d'un gradin)
- c) **Paillasse :** Dalle inclinée en B.A supportant les escaliers et le poids des Utilisateurs épaisseur : 6 à 12 cm
- d) **Volée :** ouvrage (marche - CM- paillasse) situé entre deux paliers de repos (Succession de marches sans interruption)(ne pas excéder 20 marches)
- e) **Palier :** Dalle horizontale en B A localisée aux extrémités d'une volée (Palier départ - intermédiaire - arrivée) *même ep que la paillasse.*
- f) **Giron :** Distance horizontale entre deux contres marches mesurée sur la ligne De foulée
- g) **Emmarchement :** Largeur de l'escalier ou longueur libre de la marche mesurée à la jonction Marche et CM
- h) **Ligne de foulée :** est une ligne imaginaire représentant le trajet normalement suivi par l'utilisateur d'escaliers, elle est représentée sur toutes les vues plans ; ces points de départ et d'arrivée sont figurés respectivement par cercle et flèche. Ainsi se trouvent précisés, en même temps, le sens de la montée et le sens de rotation de l'escalier. La longueur de la ligne de foulée mesure aussi la longueur au sol et à partir de laquelle se détermine la hauteur des marches et leurs giron. La ligne de foulée est située dans les escaliers normaux de 45 à 50 cm environ de l'axe de la main courante du côté jour ; dans les escaliers qui ont moins de 90 cm de longueur la ligne de foulée est située au milieu de l'embranchement



i) Echappée : c'est la hauteur libre de passage sous une volée, un plancher ou un Palier càd : espace libre entre deux volée du même plan vertical
(Hauteur minimale = 2.00m)

j) Trémie ou cage : c'est un vide de construction réservé dans le plancher ou la Dalle pour passage des escaliers.

k) Jour ou vide : en projection au sol c'est la distance libre entre deux emmarchements de volées différentes (entre deux volées parallèles)

l) Limon : poutre crémaillère qui sert d'appui aux marches

m) Noyau : ouvrage central plein de la cage d'escaliers sur lequel viennent s'appuyer les marches (voile en BA pour escaliers droits ; Colonne pour escaliers Circulaires) *à savoir le poteau qui supporte les marches notamment circulaires*

n) Collet : partie demi circulaire du limon limitant le jour d'un escalier balancé.

o) Nez de marche : saillie réalisée au niveau du revêtement de la marche 03 cm maximum de débordement *récupération de marche, pour faire le pied*

p) Unité de passage : largeur type = ^{min} 60cm (pour passage d'une personne) en croisant une autre

q) Mur d'échiffre : mur qui borde l'escalier et lui sert d'appui et dont la partie Supérieure et rampante

3. Règles de conception d'un escalier *et de naturel*

La réalisation d'un escalier demande le respect de certains critères :

- Aspect architectural (fonctionnel et agréable)
- facile à utiliser sans fatigue ni danger – càd, une conservation de régularité de la Cadence de pas
- utilisation en toute sécurité pour cela il faut que :
 - Pour les escaliers de service commun la hauteur est de 16 à 18 cm ce-ci est valable pour tous les usagers,
 - profondeurs des marches (**girons**) permettant la pose du pied confortablement : **est de 27 à 32 cm**

N.B : Un escalier est facile à monter naturellement, lorsque chaque centimètre franchie Verticalement équivaut à deux centimètre franchie horizontalement ;

La foulée moyenne des utilisateurs : **P ≈ 64cm**, d'ou l'équilibre assuré par L'équation suivante :

$$P = 2h + g$$

h : hauteur de marche

g : Giron

P : Amplitude du pas

Brondel, admet $P = 63$ cm, qui correspond à l'ancien pas de l'infanterie de (napoléon)

Rondelet, le fait varier entre 60 et 65 cm

Actuellement il est permise à 59 cm à cause du peu de place dont dispose le constructeur et de l'économie de l'espace (pour les constructions modernes).

ce qui nous mène à limiter le giron à **25 cm** pour une hauteur acceptable de **17 cm**,

On à donc :

$$(2 \times 17 + 25) = 59 \text{ cm } \underline{\text{(formule de GABRIEL)}}.$$

Sachant que H = hauteur à monter est fixée à l'avance, la longueur de la foulée prise dans l'axe de l'embranchement, doit satisfaire aux contraintes sur h et g , en tenant compte bien entendu des possibilités offertes par la conception architecturale du lieu.

Soit :

$$n = H/h$$

avec n (nombre de ^{hauteur} marches) *CM*

Et $L = (n-1)g$

avec L (ligne de foulée) = reculement, *encombrement au*

4. Notions générales sur les Escaliers

Les escaliers peuvent être soit :

- 1- **En Bois** (chêne, iroko, hêtre, pin d'Oregonetc) et qui permet aussi d'avoir un aspect décoratif
- 2- **En métal** (acier, aluminiumetc) avec structure porteuse et marches en bois ou en tôle pliée antidérapante
- 3- **En BA**, avec revêtement en marbre, Granito, grès cérame, moquette ou revêtement synthétique .etc)

5. Différents types d'escaliers

Le classement des escaliers se fait en fonction :

- De la forme des marches ;
- De la forme de la volée ou du nombre des volées ;
- Du montage de la marche sur son support.

On distingue alors :

a- Escalier droit :

Ce type appelé aussi ' **escalier à la française** ' est un escalier à deux volées Droites, de dimensions généralement égales.

b- Escalier Balancé

Tels sont des escaliers dans ^{dont le} palier intermédiaire, une partie de leur ligne de foulée se projette au sol suivant une fraction de circonférence, le giron calculé sur la ligne de foulée est égal à **la demi somme des largeurs extrêmes de la marche.**

$$\frac{a+b}{2}$$

c- Escalier circulaire

La volée de type d'escalier s'inscrit dans une cage circulaire. Si le diamètre de la cage est important, le palier de l'étage à desservir peut être **demi circulaire**, autrement il est réduit à **un secteur de cercle**.

d- Echelle de MEUNIER

Il s'agit d'un escalier droit, sans contre marche, constitué de planches horizontales encastrées dans les limons.

a-1 : Escalier à marches droites

Ce type d'escaliers est à exécution facile et peuvent être préfabriqués, seulement il est à noter qu'ils sont longues et étroites, se qui demande assez d'espace ;

On distingue :

- l'escalier à une volée
- l'escalier à deux volées sous forme d'équerre à l'angle avec un palier de Repos
- l'escalier à plusieurs volées disposées dans le même alignement continu, avec palier de repos. Lorsque le jour est important, il est possible de réaliser un escalier

à 03 volées coupées par deux paliers de repos, de largeurs égales à l'emmarchement, dans ce cas, le jour peut servir pour loger un **Ascenseur**.

b-1 : Escalier Balancé

Les cas rencontrés pour ce type d'escaliers sont :

- à un quartier tournant, qui permet de réduire l'encorbellement de l'escalier en intégrant dans la volée le changement de direction ;
- à double quartier tournant aux deux angles d'escalier et qui a le même avantage que le précédent
- l'escalier semi circulaire qui est à doubles quartiers tournants concentriques ; dans ce cas les marches sont dites **rayonnantes** ;

c-1 : Escalier circulaire

L'escalier circulaire appelé aussi **ESCARGOL**, est un escalier dont la tenu du complexe est assuré par un Noyau central. limon

6. Méthode courante de réalisation sur chantier

➤ **Tracé**

- Tracé de l'ensemble sur le mur d'échiffre ;
- Répartir les largeurs sur une ligne horizontale ;
- Répartir les hauteurs des marches sur une ligne verticale ;
- Numérotation des marches une fois tracées, par un trait de marquage de couleur ;
- Traçage de dessus de la paillasse et des paliers s'ils existent

➤ **Coffrage**

Le coffrage concerne essentiellement les paillasses et les paliers ; il consiste à fixer et/ou mise au point des différents éléments constituant l'escalier

On a :

- **Les Raidisseurs longitudinaux**, madrillés, ceux -ci sont : inclinés suivant l'allure de la pente de la paillasse et horizontaux pour les paliers ;
- **Les Raidisseurs transversaux**, ou planches posées horizontalement tout les 50 cm d'axe en axe ;
- **Fond débordant** : Soit en contreplaqué de 15 à 19 mm d'épaisseur, soit en Planches, ils reposent sur le **platelage** précédant constitué par les raidisseurs Longitudinaux ou transversaux.

➤ **Ferraillage**

L'armature de la paillasse est constituée par des aciers longitudinaux qui sont porteurs et des aciers transversaux de répartition ;

La mise en place des armatures des paliers varie selon le mode d'appui de ce dernier ; on distingue deux cas :

1^{er} cas : le palier prend appui seulement sur un mur ou sur un plancher ;

2^{ème} cas : le palier d'escalier à deux volées parallèles s'appuie sur les deux murs Latéraux, selon le plan du ferraillage.

Déterminer la méthode de réalisation sur un chantier

4/10

Éléments principaux à retenir pour la conception d'un Escalier

Escaliers principaux

- ❖ Pente idéale pour habitation courante30°
- ❖ Hauteurs des marches16-17-18 cm
- ❖ Largueur = giron27à 32 cm
- ❖ Amplitude souhaitable = P.....63 cm
- ❖ on admet pour le calcul H = 18 cm et g= 27cm (de préférence)

Escaliers secondaires

Ex : accès à une cave, toiture ; escaliers de secours, escaliers de service, Mezzanine.....etc)

- ❖ Hauteurs des marches peut aller jusqu'à 21 cm
- ❖ Giron peut être réduit jusqu' à 21 cm

Généralités

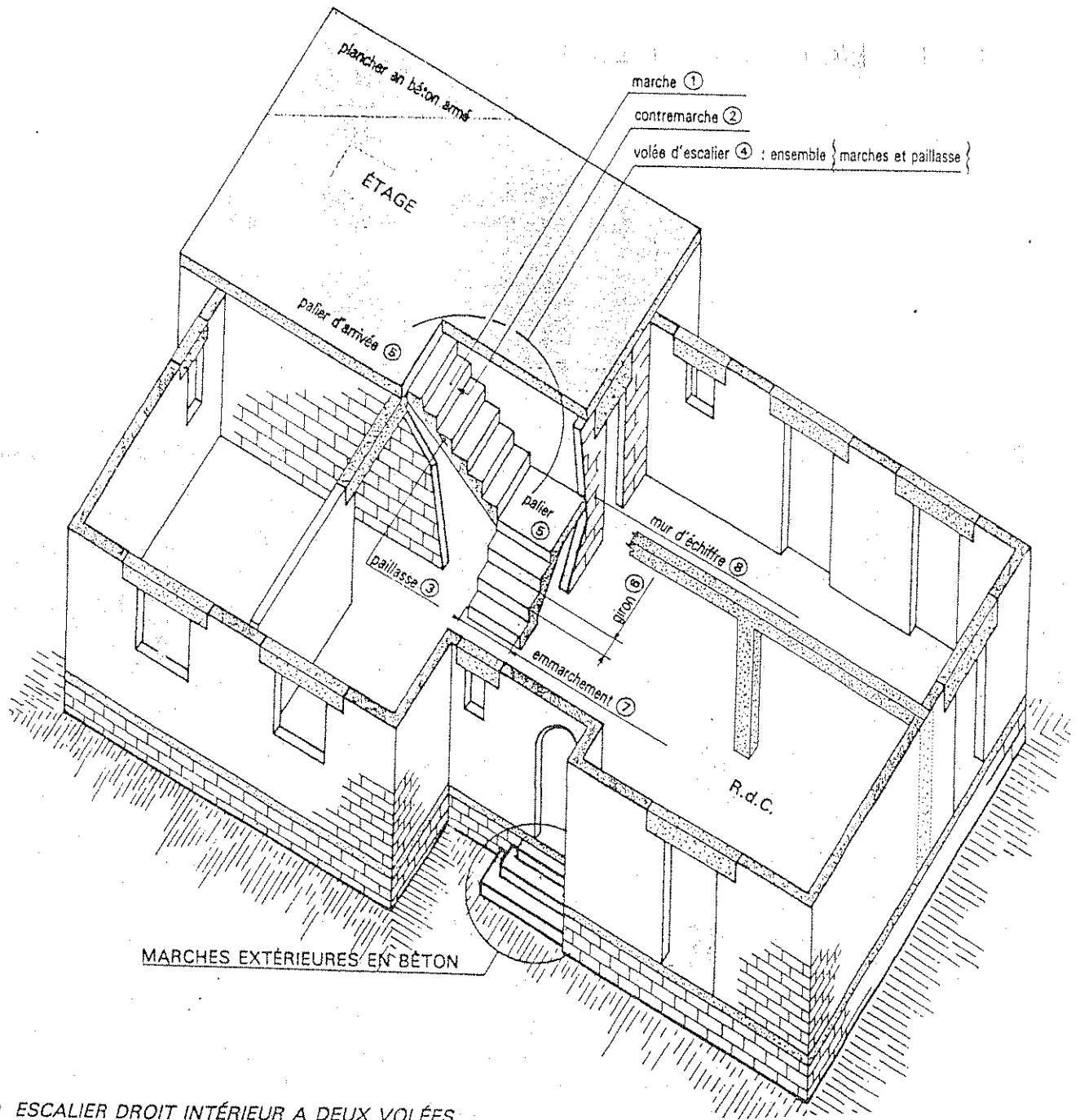
- ❖ Dans une volée, **le nombre de marches = le nombre de hauteurs moins un**
- ❖ Pour un bâtiment courant, prévoir un palier de repos après 18 marches environ
- ❖ L'échappée doit avoir une hauteur minimale de 2.10 m.
Pour une pente $P \leq 45^\circ$ on la réduit à 2.00m du fait que l'inclinaison de la personne qui monte est estimé à 10° .

Longueurs des marches recommandées pour les Habitats courants

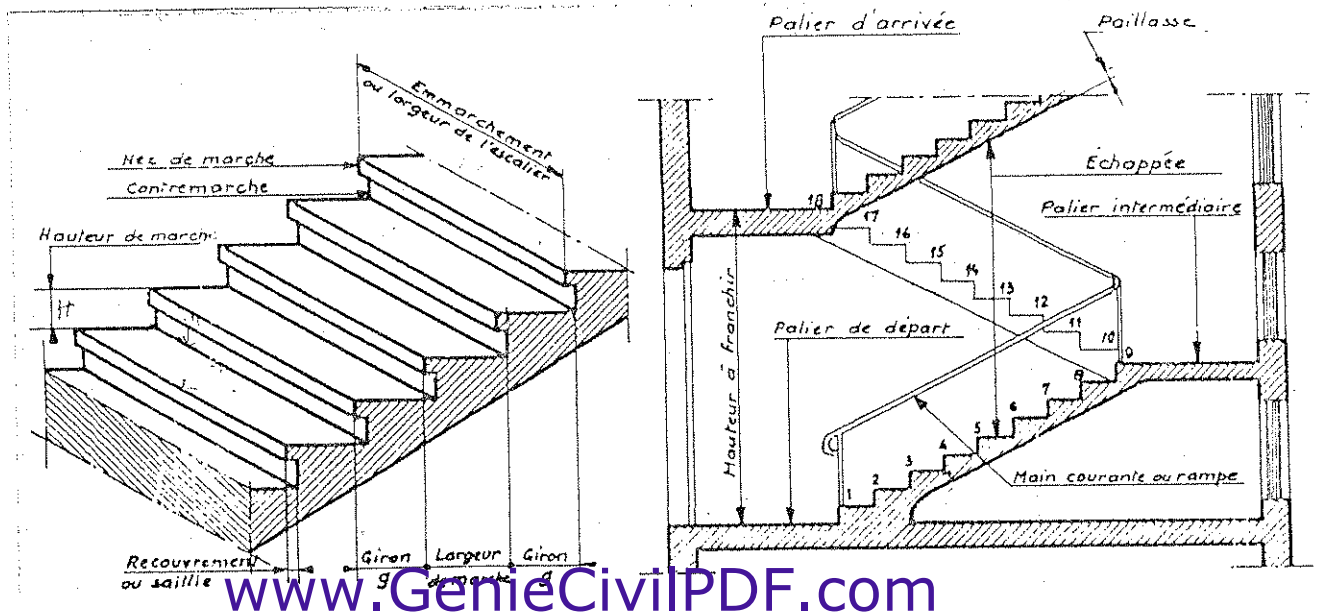
Types d'habitats	Longueurs utiles <i>minimum</i>
Escaliers des maisons individuelles à un seul niveau	80cm
Escaliers de descente aux caves ou d'accès aux toitures - terrasses- escaliers de secours ou de service	80cm
Escaliers desservant un Bâtiment collectif (2à3 logements)	90cm ²
Escaliers desservant un Bâtiment collectif (plus de 03 logements)	100cm ²
Escaliers des bâtiments à étages multiples	125cm
Escaliers secondaires à faible encombrement	60cm
Pour un Escalier où deux personnes puissent se croisés	120cm minimum <i>ou plus</i> 130cm préférable
Pour un Escalier où trois personnes puissent se croisés	170cm minimum 190cm préférable

5/10

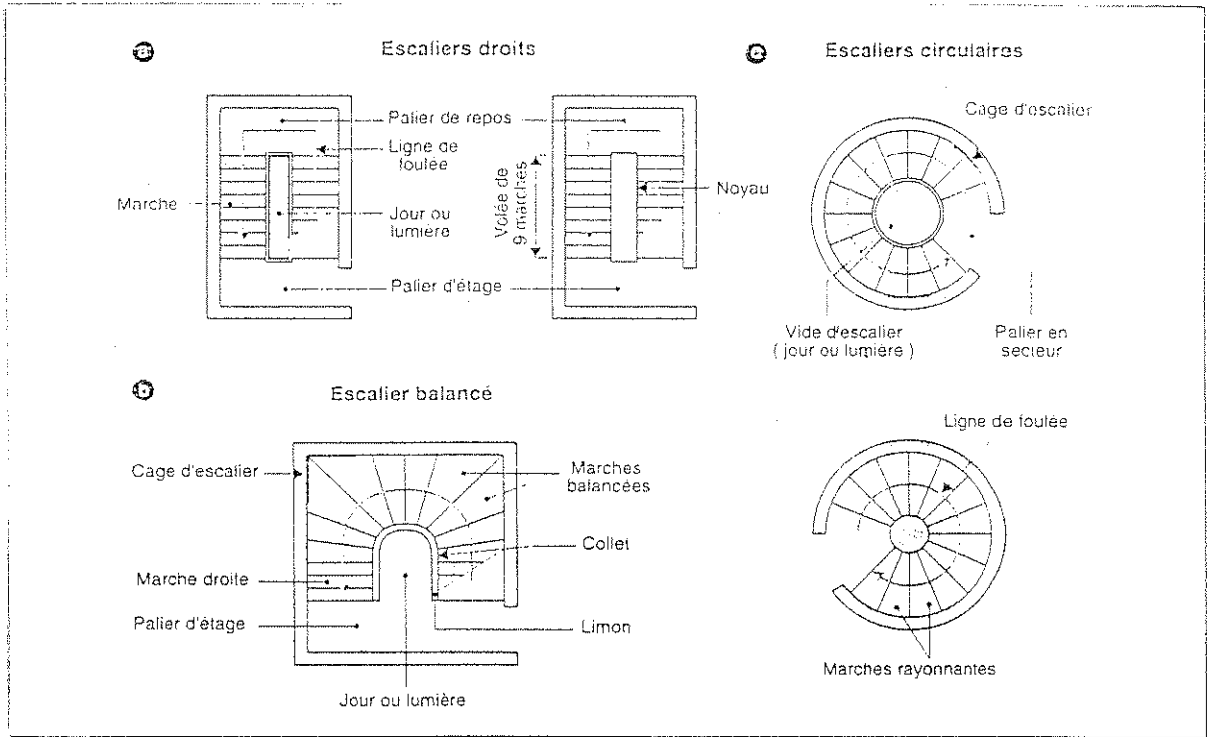
NOTIONS GENERALES D'ESCALIERS



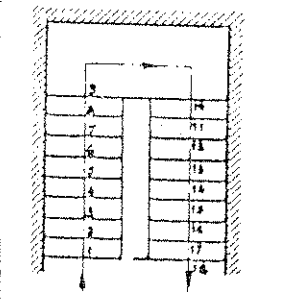
② ESCALIER DROIT INTÉRIEUR A DEUX VOLÉES



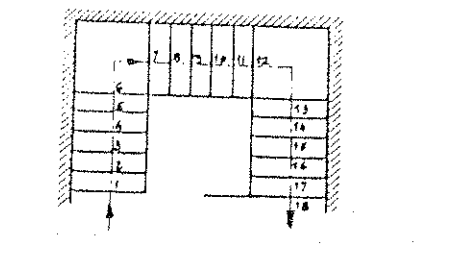
Différentes formes d'escaliers



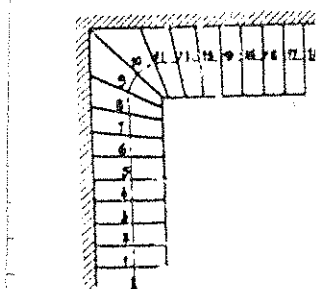
ROMPU EN PALIER



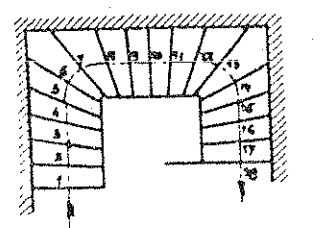
ROMPU AVEC PALIERS DE REPOS



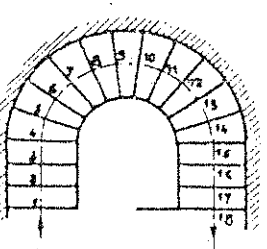
À SIMPLE QUARTIER



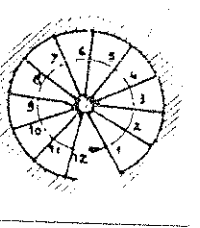
À DOUBLE QUARTIER



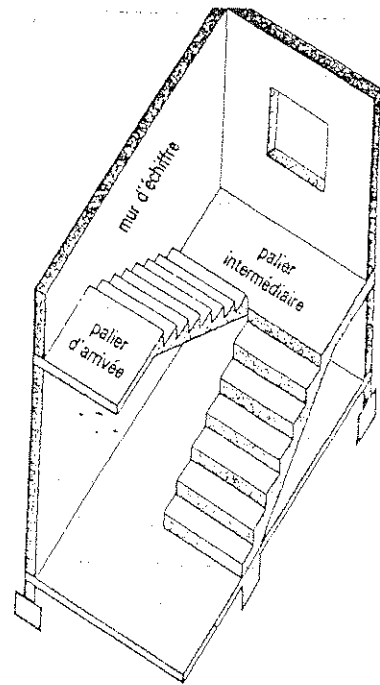
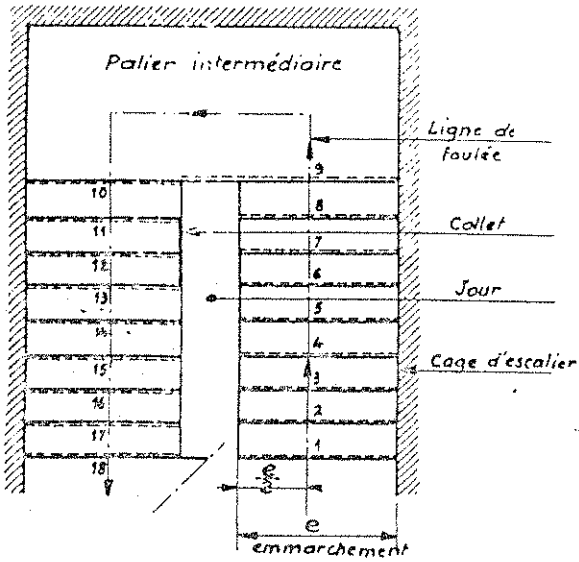
DEMI CIRCULAIRE



CIRCULAIRE



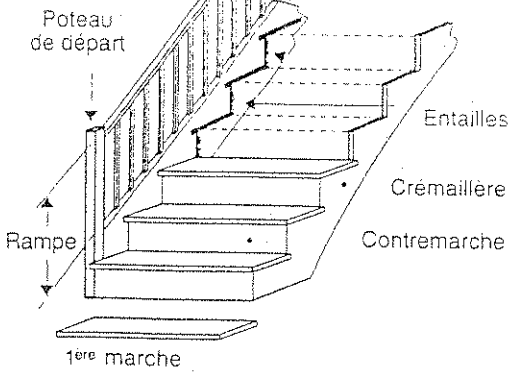
2/10



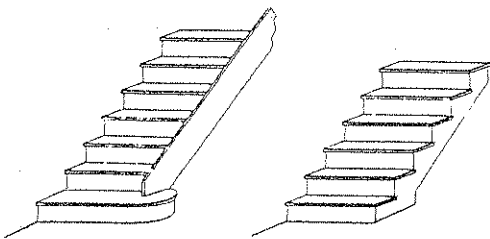
Escalier droit à deux volées (disposition en U dans la vue de dessus)

Ⓐ Main courante — Balustre

Limon + rampe = échiffre — Limon



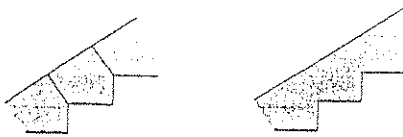
Ⓑ Limons



Limon droit d'escalier à la française

Limon à crémaillère à l'anglaise

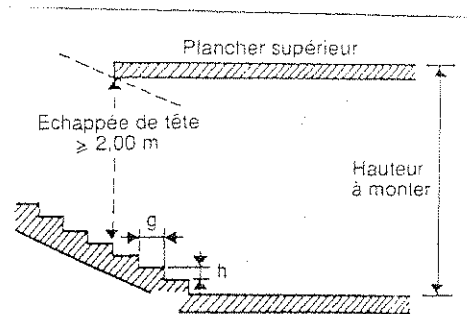
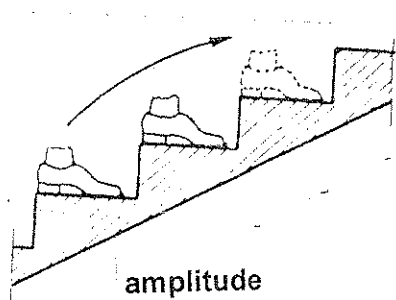
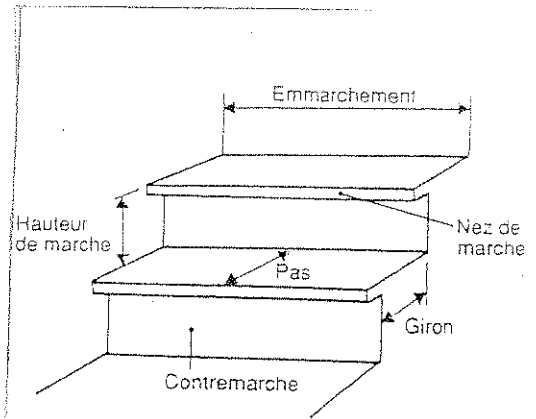
Ⓒ Plinthes



A coupe de pierre

Découpée

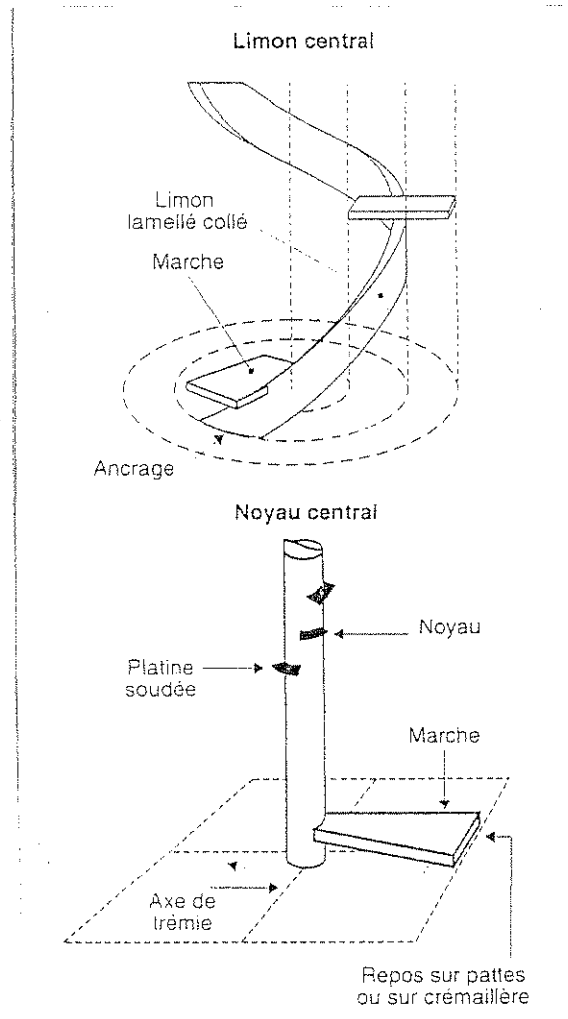
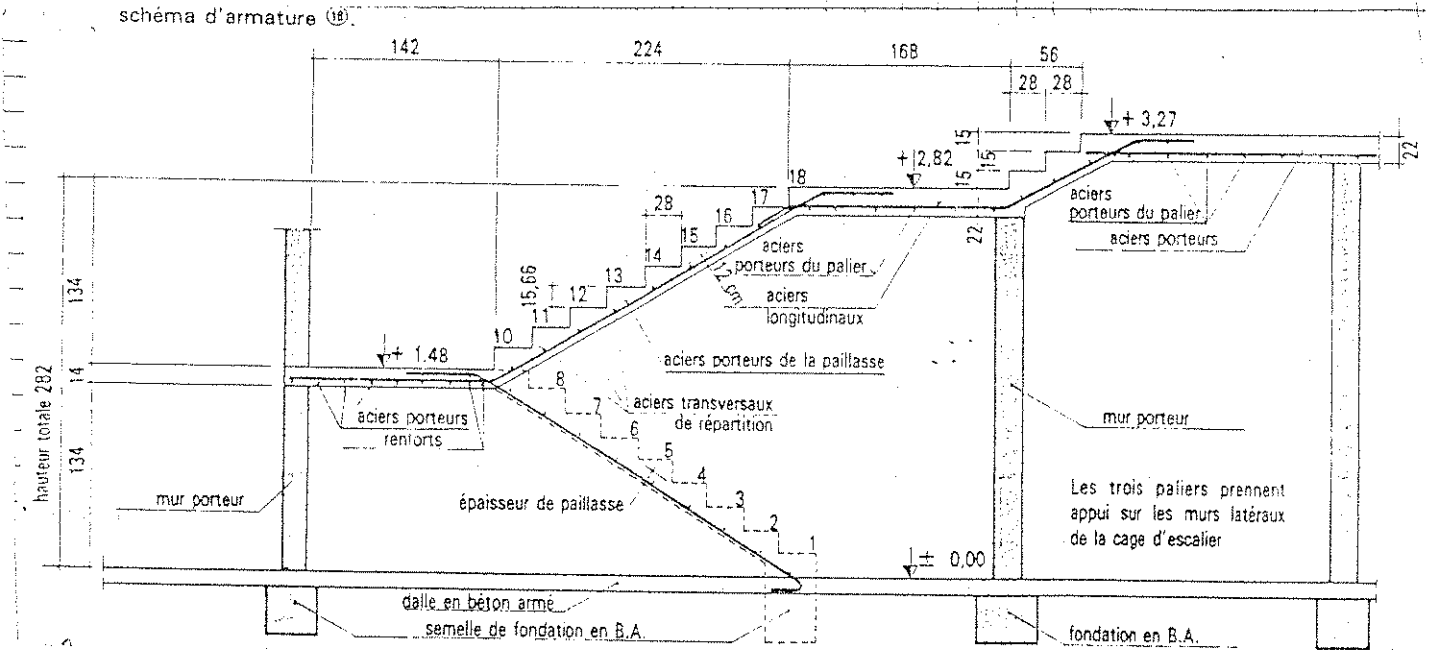
Escalier en Bois



Echappée

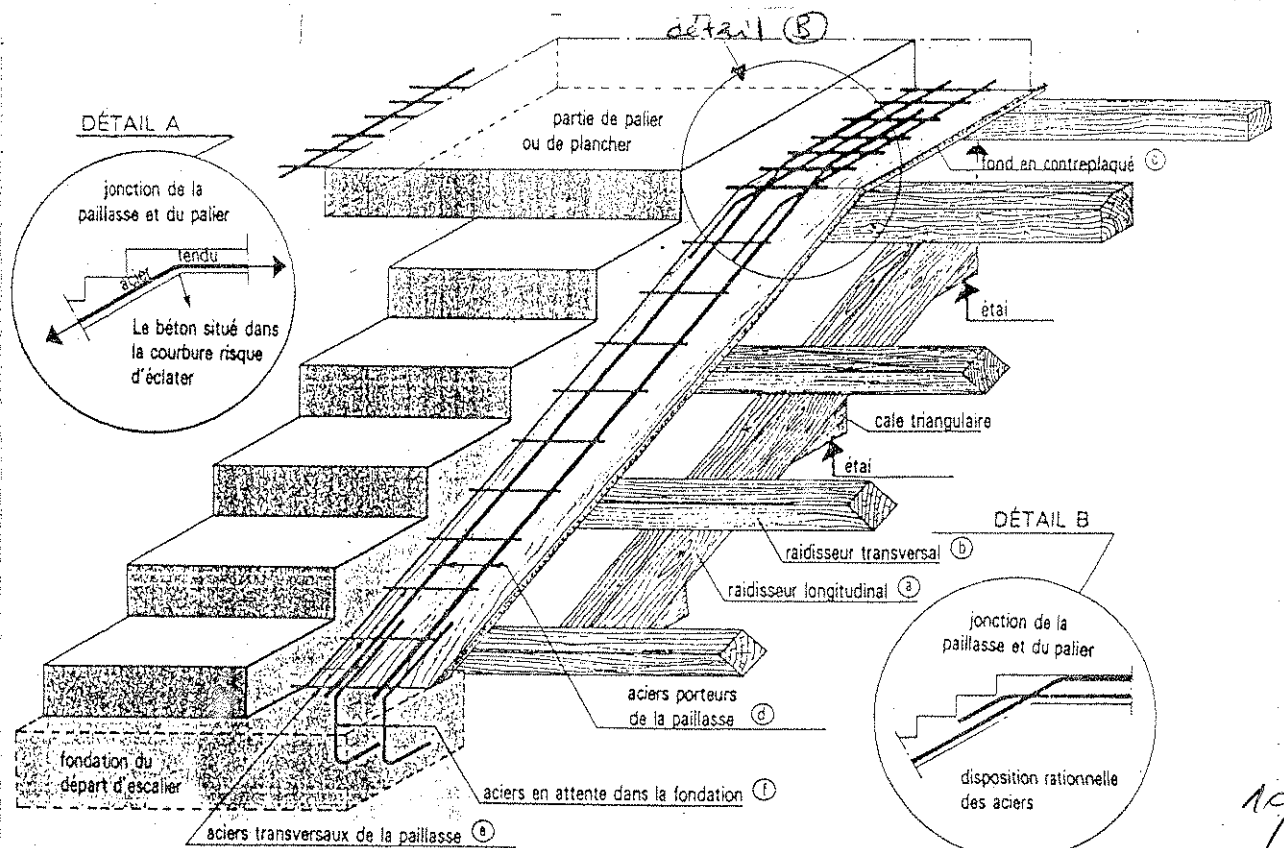
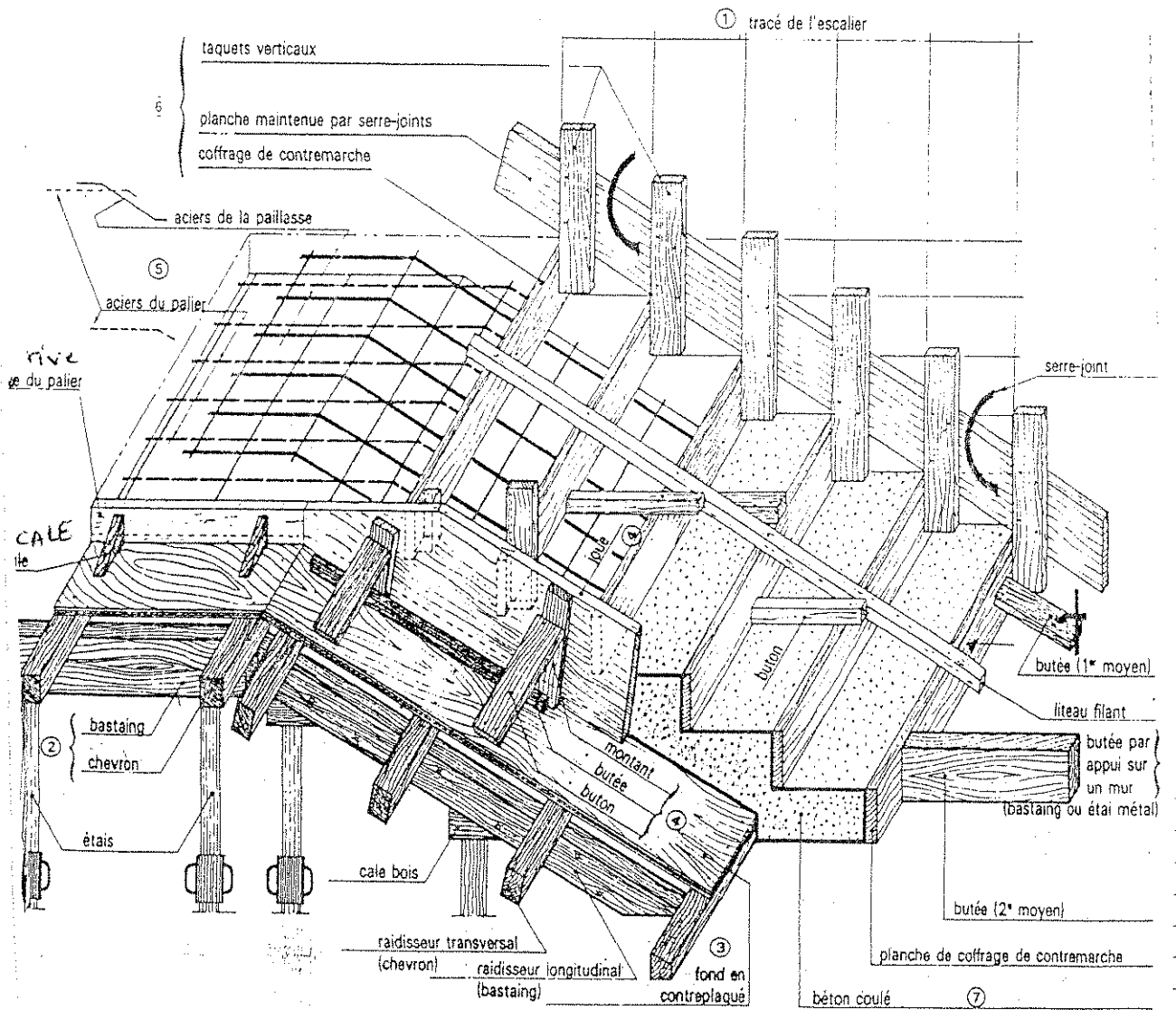
B/AO

Ferrailage type des Escaliers



Structure pour Escalier métallique

COFFRAGE ET FERRAILLAGE



10/10

LES ENDUITS

1. Définition

L'enduit est composé d'une ou plusieurs couches de Mortier ayant pour rôle de protéger les parements d'un ouvrage contre les agents agressifs (feu, pluie...etc), de même il permet de remédier aux défauts de régularité de montage et aussi permet d'avoir un écran d'aspect confortable. Il constitue aussi un revêtement imperméable dans le cas d'addition d'un adjuvant hydrofuge. Les enduits sont réalisés soit au Mortier de ciment, soit au Mortier de la chaux soit au Mortier de la chaux et du ciment (Enduit Bâtard).

Dans le Bâtiment, un enduit, désigne généralement une ou plusieurs passes d'un matériau par couches fines et continues (plâtre, chaux, ciment ou terre stabilisée). L'épaisseur est de l'ordre de 3 cm (1,5 cm + 1,5 cm) sur les deux faces de parois.

2. Rôle de l'enduit

L'enduit a plusieurs rôles et sont :

- Remédier aux défauts d'imperfection du GO ; *par ex: camoufle / le repare la défaut de plan. et contour le bord de la paroi plane etc.*
- Protéger l'intérieur du bâtiment contre les intempéries ;
- Donner aux façades et en général aux écrans, un aspect de confort et décoratif ;
- Il doit assurer l'isolation et doit résister aux agents agressifs et aux chocs. *par ex: soleil, température*

3. Types d'enduit

On distingue deux types d'enduit, selon leur destination, les enduits extérieurs ou de façades et les enduits intérieurs sur cloisons, refends et plafonds.

3-1 : Enduit extérieur

Ce sont des enduits destinés aux murs extérieurs et façades et sont généralement réalisés au Mortier de ciment, chaux et sable ; exécuté en trois couches pour les enduits appelés « traditionnels » :

- Couche d'accrochage *ou en* barbotine liquide projetée à la main ;
- Couche de dressage du support pour camoufler les défauts de planéité de la maçonnerie (ep = 1 cm) ;
- Couche de finition dite « FINO » (ep = 0.5 cm).

3-2 Enduit intérieur

Les enduits intérieurs sont réalisés sur murs, cloisons et plafonds et sont généralement au Mortier de ciment, de plâtre et/ou de ciment et chaux :

- Les enduits au Mortier de ciment ou chaux sont utilisés pour les parties communes ou celles à risque de subir un choc « Griffures » ou pour les crépis d'adossement pour les parements recevant un revêtement (carrelage, GPOu autres) ; *forme de pose au carrelage mural*
- Les enduits de plâtre sont utilisés pour les parties ou locaux tels que les plafonds, pièces privatives et non pour les pièces humides.

4- les enduits spéciaux

Ce sont des enduits de Mortier prêt à l'emploi par mouillage appelé aussi des enduits **monocouche**, qui s'exécute à l'aide d'un matériel de projection en 01 ou 02 passes consécutives sans intervalle de durcissement entre chacune.

5- Aspect des enduits

Les principaux aspects d'enduit utilisables dans le domaine du bâtiment et selon la décoration recherchée par l'architecte, sont :

5-1 L'enduit Tyrolien

On distingue le tyrolien à petit grains, le tyrolien à grains moyen et le tyrolien à gros grains (**tyrolien = la machine de projection de l'enduit**), ce type d'enduit est appelé aussi 'Crépi'. Il y a aussi les tyroliens écrasés qui sont d'un très bel aspect, on l'obtiens en projetant l'enduit sur le support par la machine à crépir et en procédant ensuite à mi durcissement à l'écrasement des grains par une taloche de bois ou à la truelle (l'aspect doit être uniforme). *il ne devient pas pipons*

5-2 L'enduit Bouchardé

Il est d'exécution similaire à l'enduit lisse, mais la dernière couche de finition reçoit des passes à l'aide d'une **boucharde**, le bouchardage se fait après mi-durcissement de la couche de finition. La boucharde à main a environ 60 à 100 dents. *boucharde*

5-3 Les enduits lavés

Pour ce type d'enduit, le granulat entrant dans la composition du mortier, est choisi en vue de l'aspect final demandé, aussi bien en ce qui concerne sa nature que sa granulométrie. Le mélange est étalé sur le support, serré à la taloche ou au rouleau et ensuite lavé à la brosse douce sans excès d'eau au moment du début de prise, en cours du durcissement le brossage et le lavage au jet d'eau autant de fois jusqu'à obtention d'un produit débarrassé des impuretés et tâches de ciment. *millionnette*

6 - Principaux des ordres d'enduits

- a) **Bavures** : Traces apparaissant en excès ^{sur la} surface des enduits = surcharge (épaisseur)
- b) **Bouffer** : Enduit bouffant quand il présente des gonflements par présence des Bulles d'air ou de gaz (décollement et cloquage) ;
- c) **Adhérence** : Support d'application lissé et sans aspérité pour permettre l'accrochage de l'enduit :
 - Support sale ou souillé et mal préparé (ancien revêtement - Peinture - plâtre)
 - Surface non arrosée (sèche) → déshydratation rapide, délai de prise non suffisant. *la*
- d) **Fissuration** : se sont des ouvertures linéaires d'allure plus ou moins régulière dont la largeur varie entre 0,2 mm à 2 mm. Les fissures dont la largeur est inférieure à 0,2 mm sont dénommées - Des **Microfissures**-. *largeur*

Ces fissures sont dues soit :

- au surdosage en liant hydraulique (*surpoudrage*)
- à l'utilisation d'un liant non adéquat

e) **Faïençage** : c'est un réseau de microfissures superficielles sous forme de Dessin géométrique à mailles irrégulières. Ce défaut a pour Causes :

- Talochage excessif de la couche de finition et ajout d'un Soupoudrage, la laitance qui apparaît en surface et alors très Riche et fine entraînant une fissuration.
- Insuffisance de protection de l'enduit lors de sa prise, contre Les intempéries (pluie - chaleur) → **Déshydratation Fissuration.**

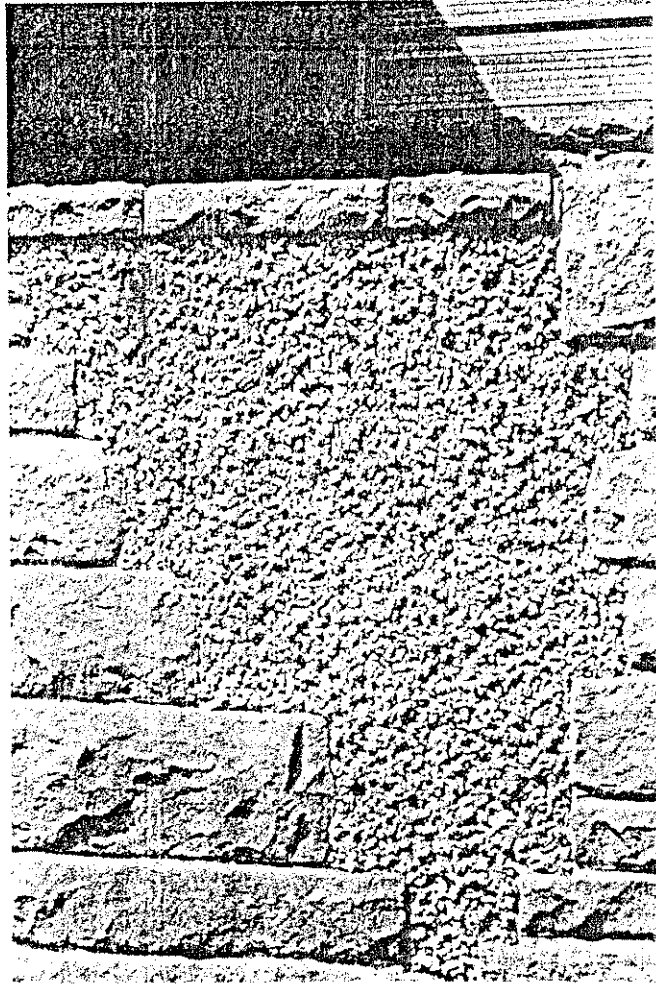
f) **Efflorescence** : Tâches blanchâtre du sel de chaux ou de sable qui Apparaissent en surface, surtout en présence de l'eau

6- Recommandations préventives

- Nettoyage correcte des supports à enduire ;
- Application de l'enduit après un 01 mois de l'achèvement des travaux de Maçonnerie (tassement effectué, retrait du joint de maçonnerie) ;
- Eviter les sables de carrière contenant de la terre ; *A sable qui ne pas propre ES humidité < 60*
- Utiliser du sable d'oued bien lavé ;
- Eviter l'enduisage en présence de l'eau de pluie et par temps chaud ; *selon, Maçonnerie*
- Prévoir un grillage galvanisé à maille de 20 mm au niveau de la jonction de deux Matériaux différents d'un parement ; *50cm de grillage galvanisé pour éviter la fissure des matériaux différents*
- Prévoir des baguettes métalliques dans les angles saillants pour éviter la cassure D'enduit due au choc ;
- Protéger l'enduit fini contre la variation de température, par arrosage le matin et le Soir ;
- Prévoir des joints creux de retrait pour des panneaux de grandes surfaces, ces joints S'opposent aux retraites et à la dilatation ;
- Respecter les intervalles de temps entre chaque couche du corps d'enduit.

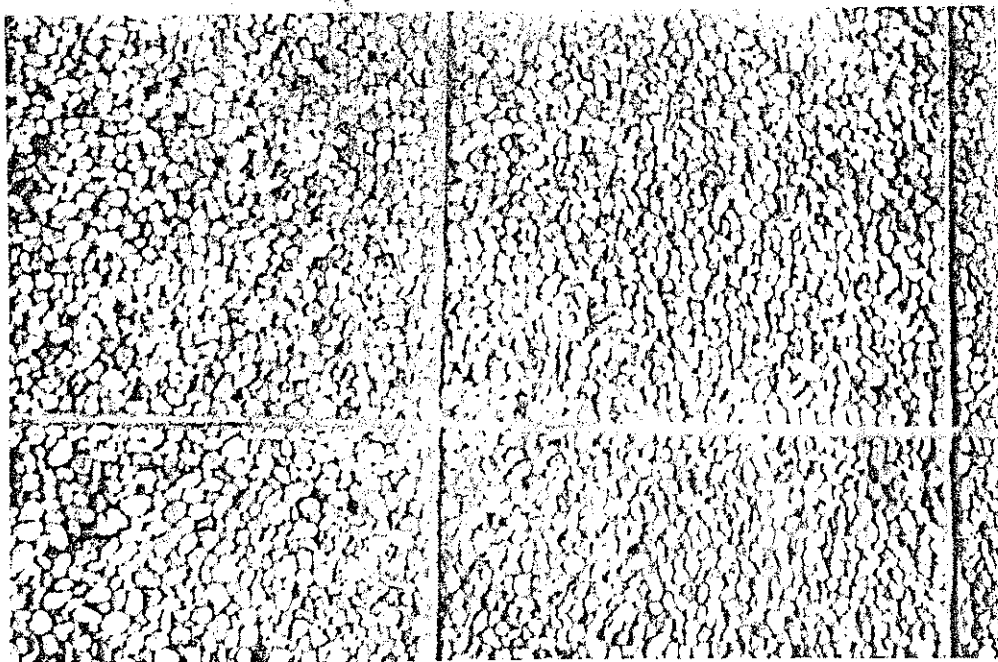
Mur de cloison = 15 m de joint de dilata-

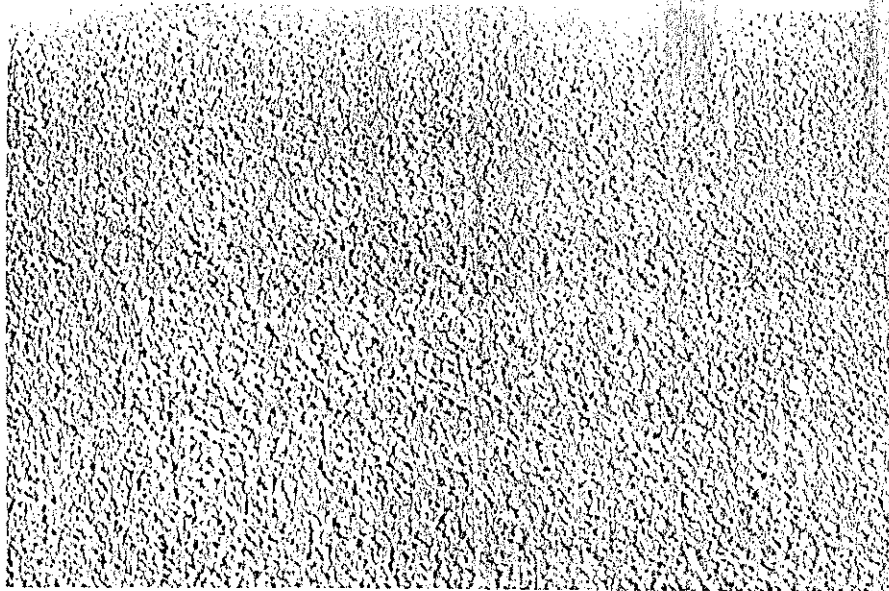
Bâtiment = 20 à 25 m de "



Handwritten note: 20/10/13

FIG. 12-3. — Tyrolien (gros grains).





am

FIG. 12-1. — Tyrolien (petits grains).

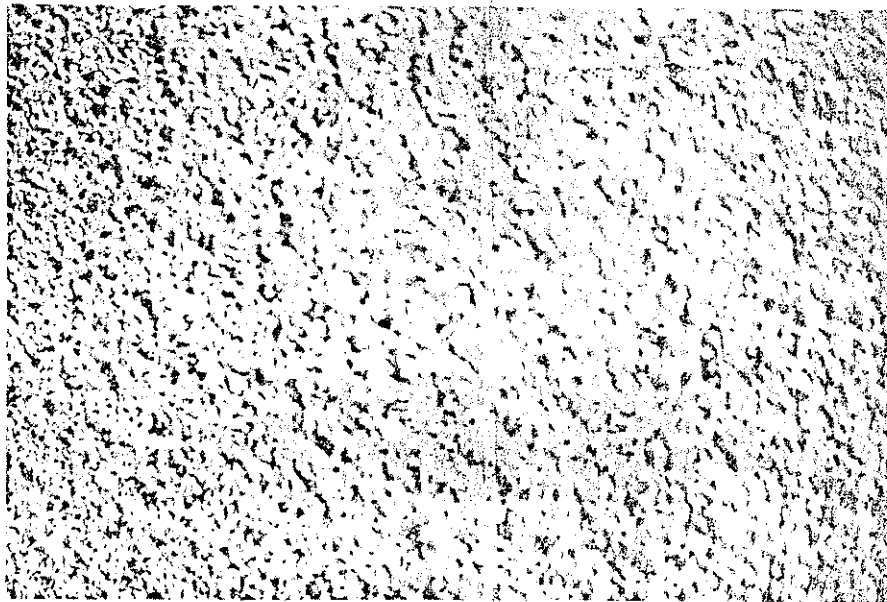
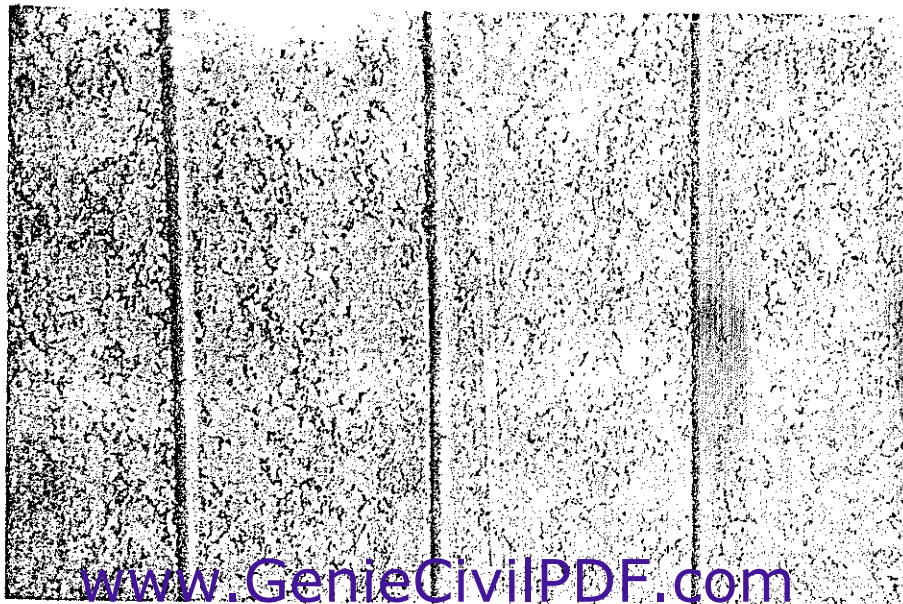


FIG. 12-2. — Tyrolien (grains moyens).



INTRODUCTION

L'étanchéité des toitures-Terrasses revêt, dans le domaine de la construction, un caractère primordiale aussi bien pour conserver l'ouvrage que pour garantir le confort de l'habitat .Le choix d'un système d'étanchéité doit donc passer par une étude sérieuse en tenant compte de tous les facteurs qui conditionnent la qualité, des matériaux et la qualité de réalisation.

Un mauvais choix des matériaux d'étanchéité peut être à l'origine de dommages très important .l'expérience montre en effet, que les défauts d'étanchéité ne sont pas toujours dus à une insuffisance de produits mis en œuvre, mais souvent à une mauvaise réalisation.

1. les matières premières

hydrocarbures.

1-1 : Bitume raffiné

Le bitume raffiné est obtenu par distillation de certains types de pétrole bruts, combinés dernièrement avec des procédés de **cracking** destinée à obtenir un meilleur rendement des **bruts** en huile. Il sert à l'imprégnation des feutres bitumés. Ses caractéristiques mécaniques sont insuffisantes pour être employé comme masse d'enrobage des armatures ou pour le collage sur chantier des feuilles d'étanchéité

- > fragilité à froid (cassant à basse température) *devent dur*
- > Fluage à chaud (collant dès que cette température s'élève) *devent*

Dans la pratique. On utilise le bitume routier le plus mou fabriqué au Maroc. En l'occurrence, Le 80/100(pénétrabilité comprise entre 80 et 100/10^{ème} de mm. Le bitume est livré en VRAC en camions citernes chauffés.

1-2 Bitume oxydé (ou Souffle)

C'est un bitume qui sous l'état fluide, a été soumis à un **barbotage** d'air insufflé. afin de créer de nouvelles liaisons physico-chimiques entre chaînes Moléculaire et améliorer ainsi ses caractéristique rhéologiques. Cette opération se fait à la raffinerie. Le bitume oxydé est utilisé à l'état pur pour le collage des feuilles d'étanchéité et éventuellement additionné de fillers pour l'enrobage des feuilles d'étanchéité.

la norme marocaine-108/003 spécifie :

> Pour le bitume d'enrobage :

- une pénétrabilité comprise entre 20 et 40/10^{ème} de mm

- un ramollissement entre 85 et 90

> Pour le Filler éventuellement incorporé à ce type de bitume, des dimensions inférieures à 0.08 mm et que la proportion de ce Filler dans le bitume Fillerisé ne devra pas dépasser 40%

Les classes de bitume actuellement disponibles au Maroc sont :

> Le Bitume 85/25(le premier chiffre représentant le point de **ramollissement** et le deuxième, la pénétrabilité). Utilisé pour l'enrobage des feuilles d'étanchéité.

> Le Bitume 90/40 utilisé pour le collage des feuilles d'étanchéité dans la réalisation d'un complexe d'étanchéité. *oxydé*

1-3 : Armatures

On appelle ainsi dans l'étanchéité, les Matériaux qui constituent l'ossature des feuilles d'étanchéité, et leur confèrent le caractère de résistance mécanique. Contrairement aux bitumes, les armatures conservent sensiblement les mêmes caractéristiques mécaniques dans la gamme des températures, les plus courantes des surfaces librement exposées soit de 10°C à 80°C ; les différents types d'armatures utilisées sont :

- ✓ Le carton feutre CF
- ✓ Le voile de verre VV
- ✓ La toile de verre TV
- ✓ La toile de jute TJ

*élément de base constituant de la feuille
matière première de armatures.*

Parfois pour obtenir une meilleure résistance des feuilles, on utilise une double armature (toile de verre + voile de verre) (TV+VV)

1-3-1 : Carton feutre

La plus ancienne des armatures, fabriquée sur machine à papier et rendue fortement absorbante par l'introduction dans sa composition d'une importante proportion de chiffons.

1-3-2 : Voile de verre

derivée de verre collé par un pt spéciale devient rouleau de verre

Obtenu par encollage par des fibres de verre de diamètre inférieur à 20 micron.

1-3-3 : Toile de verre

rouleau sous forme de maille, de fils fins disposé tous deux sens de la

Les fils de verre qui constituent cette armature sont disposés en mailles selon les deux directions perpendiculaires.

1-3-4: Toile de jute

A coté des armatures en Carton feutre, les armatures en toile de jute restent les plus utilisées ici au Maroc pour les chapes souples de bitume armé.

2- Feuilles d'étanchéité

Les feuilles d'étanchéité sont classées suivant deux catégories :

- **Feutre bitumé surfacé** *36S, 27S*
- **Chape souple de bitume armé** *((10TV) (10TV) etc...*

Le premier stade de fabrication des feutres bitumés est l'imprégnation des armatures ; le taux final d'imprégnation doit graviter autour de 120%. Une fois l'opération d'imprégnation terminée, la feuille passe par la cuvette de surfacage au bitume oxydé, éventuellement Fillerisé.

La finition est réalisée par sou poudrage au sable de l'une des deux faces ; opération destinée à éviter le collage entre feuilles lors du stockage des rouleaux.

Pour les chapes bitumées armés, la fabrication se restreint à l'enrobage de l'armature à l'aide d'une masse bitumineuse éventuellement fillerisée, sauf pour les armatures en carton feutre et toile de jute qui nécessitent d'être imprégnées avant l'enrobage.

Dans le cas où l'armature est constituée par du carton feutre ou par du voile de verre, la différence entre feutre et chape, réside dans la masse des éléments constitutifs de la feuille d'étanchéité.

2-1 : Feutre bitumé surfacé

Les feutres bitumés surfacés se présentent sous forme de rouleaux de 20 m² (20mx1m), la dénomination 27S par exemple, correspond à une masse théorique de 27 kg par rouleau de 20 m². Les différents types de feutres bitumés sont :

- ❖ 27S-CF
- ❖ 36S-CF
- ❖ 45S-CF
- ❖ 36S-VV

36S → 36 kg / 20m².

*surfacé
20m de long
1m de large.*

La lettre **S** correspond à « **surfacé** » et les deux dernières majuscules symbolisent la nature de l'armature.

2-2 : Chape souple de bitume armé *grande épaisseur*

Les chapes souples de bitume armé sont des feuilles plus lourdes, elles sont vendues sous forme de rouleaux de 10 m² (10 m x 1 m) les dénominations **40** et **50** définissent les masses nominales **40 et 50 kg** pour un rouleau de 10 m². Les différentes chapes souples de bitume armés sont :

- ❖ 40-CF
- ❖ 40-TJ
- ❖ 40-TV
- ❖ 40-VV
- ❖ 40TV-VV (Double armature)
- ❖ 50-TJ

Les caractéristiques des chapes souples de bitume armé, désignées couramment par **chape souple** ou **bitume armé**, sont :

3- Les enduits

3-1 : Enduit d'application à chaud = EAC

C'est un bitume oxydé, fondu sur chantier et utilisé pour le collage des feuilles d'étanchéité et les panneaux d'isolation thermique. Ce bitume est vendu en sac de plastique de **30 kg**, l'enveloppe de plastique se dissout dans le bitume lors de l'opération de chauffage de bitume. La température de chauffe correspondante à une bonne viscosité d'application est de l'ordre de 220°C.

3-2 : Enduit d'imprégnation a Froid (EIF)

Constitué généralement par du Bitume fluidité (appelé aussi CUT BACK 0/1) dont la viscosité est comprise en 0 et 1 au VISCO mètre BRTA. Ou par de l'émulsion de Bitume à 60 ou 70% de teneur en liant. Il ne nécessite aucun mélange au préparation in situ ; il favorise l'accrochage du complexe sur le support en Maçonnerie ou en BA et est donc obligatoire pour la pose en Adhérence.

L'application des EAC se fait une fois que (EIF) et sèche si non on risque d'enfermer des quantités notables de Kérosène ou d'eau sous l'étanchéité et de provoquer par la suite le cloquage de cette dernière.

augmenter de l'adhérence du support, nettoyer et boucher le support.

4-ELEMENTS EVENTUELLEMENT ASSOCIES A L'ETANCHEITE

4-1 : Forme de pente

La forme de pente est réalisée en béton de gravillon pour des épaisseurs Supérieures à 3 cm et en mortier de sable pour des épaisseurs comprises entre 1 et 3 cm. Son épaisseur ne doit en aucun cas être inférieure à 1cm.

Le dosage en ciment du béton est compris entre 200 et 250 kg/m³ de ciment CPJ 35. Le dosage du mortier est de 350 kg/m³ de sable sec, le ciment est toujours du CPJ 35.

Sur la forme de pente et aussi sur les dalle déjà inclinée sans forme de pente y/c les reliefs, il sera exécuté une chape de lissage de 2cm d'épaisseur minimum en Mortier dosé à 350 kg de ciment CPJ 35/ m³ de sable sec soigneusement damée à la taloche.

4-2 : ECRAN PARE VAPEUR

éviter les échanges de condensation

Ecran de protection de l'isolation thermique, qu'il doit protéger contre une éventuelle condensation de vapeur provenant de la construction ou de l'habitat.

L'écran pare vapeur est composé généralement par :

- EIF *conclusion de l'imperméabilité*
- EAC
- Feutre bitumé 36 S - CF ou (36S-vv)
- EAC

4-3 ISOLATION THERMIQUE

limite les échanges entre l'intérieur et l'extérieur

Élément destiné à réduire les échanges de chaleur entre l'intérieur et l'extérieur des bâtiments - les Matériaux utilisés le plus généralement pour l'isolation thermique sont :

- Le liège (panneaux d'épaisseur Max 6 cm)
- Polystyrène expansé (panneaux de 1.00 x 0.50 ep = 20 mm, minimale)
- Mousse de polyuréthane (panneau ou projection) *mousse projetée*
- Laine de verre.

4-4 ECRAN D'INDEPENDANCE :

Constitué généralement par du papier Kraft, éventuellement perforé. ou par du voile de verre de 100g/m²

5-LES REVETEMENT MULTICOUCHES

- Un revêtement multicouche est défini par :
- Son mode de pose
- Son type de protection
- Sa composition

5-1 MODE DE POSE

On distingue 03 modes de pose :

- 1- Indépendante
2. Semi indépendante (peu utilisé au Maroc)
3. Adhérente

forme de pente et nature de support

Ces trois types sont conditionnés par la forme de pente et la nature du support. (Bois, maçonnerie ou tôle d'acier).

5-1-1 : Indépendance

La pose en indépendance est limitée à une pente de 5% sur éléments porteurs ; en maçonnerie et 3% sur tôle d'acier; elle est assurée par écran d'indépendance ; dans ces conditions; une protection lourde est rendue obligatoire.

ex: par de dalot en B.A

5-1-2 : Semi indépendance

Assurée par des éléments perforés (papier Kraft ou 36SVV perforés, sur éléments en maçonnerie. La semi indépendance n'est admise que sur des pentes de 2 à 5%. La pose semi indépendante est conseillée pour les revêtements autoprotégés,

d'emballage

éviter la condensation

Lorsque l'adhérence n'est pas possible. Soit du fait de la présence d'humidité dans le support, soit du fait de son instabilité dimensionnelle.

forte pente risque de glissement

on a par le de protection mécanique (dalot)

5-1-3 : Adhérence

Obtenue par collage à l'EAC. Ce type de pose est applicable sur toutes les formes de pente et conseillée particulièrement pour les supports qui ne subissent pas de grandes variations, dimensionnelles.

5-2 : Les Protections

Les dispositifs de protection de l'étanchéité ont pour but de mettre le revêtement à l'abri :

le constituant de l'élément porte à l'abri contre l'agression de l'atmosphère

- De l'action des agents atmosphériques susceptibles d'en altérer les qualités dans le temps et éventuellement des variations excessives de température ;
- Des dégradations provenant de la circulation ou du séjour sur la toiture - terrasse .on distingue deux types de protection.

5-2-1 : protection rapportée (protecte lourde)

Elle peut être :

- ⇒ Une forme de gravillon ;
- ⇒ Une chape de mortier ou des dalettes préfabriquées ou coulées sur une couche de désolidarisation constituée par une couche du sable, par du voile de verre de 100g/m² ou par feuille de polyane ;
- ⇒ Couche de gros galets posés également sur couche de désolidarisation.

inaccessible

peut valoir

un dégalet

en béton

Ces deux derniers types de protection sont connus couramment comme «Protection lourde».

Le fractionnement conseillé pour la protection en dur, par chape de mortier ou par dalettes est celui à joint croisé d'épaisseur au moins égale à 2 cm bourré (rempli) de bitume. à chaud.

5-2-2 : l'autoprotection *pose de toiture inaccessible pente > 5%*

Assurée par le surfaçage en usine de l'élément en feuilles, soit par feuilles métalliques (aluminium, cuivre), soit par granulé minéral. L'autoprotection s'impose pour les toitures inaccessibles de pente supérieure à 5%.

5-3 : composition de revêtement multicouche

On appelle ainsi, tout complexe constitué par plusieurs feuilles d'étanchéité à base de bitume, collées entre elles par des couches d'EAC. La composition de ce complexe varie suivant :

- ⇒ La pente, les surcharges supportées, la nature de la toiture - terrasse inaccessible ou accessible.

5-3-1 : Revêtement sous protection lourde

Prévu pour être en pente inférieure à 5% pour les terrasses accessibles, il se pose généralement sur un élément porteur en maçonnerie, en pose indépendante.

Le système généralement préconisé dans le cahier de charge et jouissant la garantie décennale est le suivant :

- ⇒ Papier kraft ;
- ⇒ 36S CF ou VV.
- ⇒ EAC ;
- ⇒ 36 S CF ou VV.
- ⇒ EAC ;
- ⇒ 36S CF ou VV ou 40 TV ou VV
- ⇒ EAC sablé

Il faut noter que le système allégé qui correspond au remplacement des trois feuilles

36S-CF par 27S-CF est également très utilisé, et lorsqu'il est correctement mis en place, il assure une étanchéité et une durabilité aussi correcte que le précédent, mai de nos jour, il n'est plus pris en charge par la garantie décennale. *27S*

En pose adhérente, le système décrit est précédé par l'application des couches de EIF et EAC ; les renforcements sont obtenus :

- ⇒ Soit par substitution des éléments armés CF par des éléments armés VV ;
- ⇒ Soit par mise en œuvre d'une couche supplémentaire d'EAC et d'un bitume armé TV ou VV.

La protection lourde ne doit pas être solidaire au revêtement multicouche, une couche de désolidarisation est obligatoire entre le revêtement et la protection lourde. *qu'on empêche la solidarité avec le revêtement.*

5-3-2 : Le revêtement auto protégé

L'autoprotection est conseillée pour des pentes ne pouvant pas assurer la stabilité d'une protection rapportée, en principe :

- ⇒ Supérieur à 5% sur éléments porteur en maçonnerie ;
- ⇒ Supérieur à 3% sur tôle d'acier ;

Les revêtements auto protégés sont prévus pour les toitures –terrasses inaccessibles, ils comportent le plus généralement :

- ⇒ EAC- chape souple de bitume armé 40-CF ou VV
- ⇒ EAC Feutre 36S-CF ou VV auto protégé aluminium ou granulé minéral.

5-3-4 : les relevés *→ mesuré en (ml)*

5-3-4-1 : Supports des relevés

Les supports des relevés doivent obligatoirement comporter un becquet de largeur ≥ 4 cm ou ≥ 7 cm pour la protection en dur.

La hauteur entre le becquet et la surface de la protection sera ≥ 10 cm, en cas de pente nulle et ≥ 15 cm en cas de pente > 1 cm

5-3-4-2 : Disposition de l'étanchéité :

Les relevés sont réalisés par des chapes adhérentes au support :

En terrasse inaccessible

- a- les relevés auto protégés comportent : EIF – 1^{ère} couche d'étanchéité de la partie courante arrêtée à l'aplomb du relevé – EAC+ équerre de renfort en bitume armé 40 TV à ailes égales à 20 cm minimum – 2^{ème} couche d'étanchéité de la partie courante surmontant l'équerre et arrêtée à l'aplomb du relevé- EAC+bitume armé 40 TV posé depuis la partie la plus haute du relevé, épousant et débordant la zone de l'équerre d'au moins 20 cm. *remplace la jonct. de feutre par un plan de feutre (pour une pente de 9,5%)*
- b- Les relevés protégés par du mortier grillagé (Terrasse accessible ou inaccessible), sont constitués de la même façon à la seule différence que le bitume armé 40 TV peut ne pas être autoporteur et dans ce cas, il est recouvert par une couche d'EAC. *plus grillagé → pour éviter la fissuration*

étanchéité est mesuré en (m²)

5-3-4-3 : Joint de dilatation

Les joints de fractionnement du support ou joint de dilatation, constituent avec les relevés, les points sensibles dans le revêtement Multicouche. On note deux types de joints :

- Joint plat (utilisée sur les terrasses accessibles)
- Joint sur Muret on dalette couvre joint (terrasses inaccessibles)

5-3-4-3-1 : Joint Plat

Le système d'étanchéité des joints plats, se réalise au Moyen d'une bande simple de Matériau élastomère disposé sous forme de lyre entre les lèvres du joint et raccordée par collage sur la première couche d'étanchéité (EAC+Feuille) qui, elle est arrêtée au ras de joint. Un Mastic déformable au fond de joint compressible est disposé au creux de la lyre. On pose ensuite la deuxième et éventuellement la 3^{ème} couche d'étanchéité arrêtée également au ras du joint.

Pour éviter l'introduction des Corps Etrangers, le joint doit être protégé par une feuille Métallique Mince : Bande Métallique de 10cm de largeur (Zinc 5/10^{ème}, tôle d'acier galvanisé 4/10^{ème} ou des Bandes de feuilles bitumés 36S ou Bitume amuré 40 auto protégé ou non de largeur minimale 20 cm .si le joint présente une largeur de 12 à 20 mm seule la bande de pontage métallique est admise. Cette bande est maintenue en place par la protection en dur demandée sur les terrasses accessibles (voir figure ci-jointe).

5-3-4-3 -2 : Joint sur Muret

Les joint sur Muret peuvent être traités comme les joints plats, on peut aussi bien arrêter l'étanchéité du relevé du Muret au niveau des arrêtes supérieurs et poser sur la face supérieure du Muret, un Chaperon en béton relativement solidaire d'une des partis du joint (par exemples à travers un fer à béton armé dans le sommet du muret en pénétrant dans un trou du chaperon), mais permettant le libre jeu du joint ; le muret est alors assimilé à un relevé à double faces. (Voir figure ci-jointe).

5-4 : Drainage des eaux pluviales

5-4-1 : Disposition de la forme de pente

La FP doit être réalisée de telle sorte à ne pas permettre une stagnation d'eau sur les terrasses (mare = petite nappe d'eau), ceci peut être aisément (facilement) vérifié en arrosant abondamment la terrasse avant la disposition d'une éventuelle protection rapportée.

5-4-2 : Disposition des points de drainage

Chaque point de drainage ne doit pas interrêsser une surface collectée de plus de 200m². Dans le cas d'une terrasse plane (pente entre 0 et 5%), la distance parcourue par l'eau de pluie pour atteindre le point d'évacuation ne doit pas être supérieur à 30 ml

5-4-3 : Raccordement des drains

Le raccordement de l'étanchéité au trou de drainage, s'effectue par l'intermédiaire d'une platine avec trou centrale, auquel est soudé une tubulaire d'un diamètre inférieur à celui de la descente traversant la dalle .Cet élément de raccordement peut être constitué :

- ❖ De plomb laminé de 2.5 à 3 mm d'épaisseur
- ❖ De cuivre de 0.6 mm minimum
- ❖ De matériau spécialement adapté à cet ouvrage (fonte, PVC,etc).

L'élément (**platine + tubulaire**) sont dénommés successivement **gargouille** et **moignon**.

La distance entre le bord extérieur du trou de drainage et le bord de la platine ne doit pas être inférieure à 12 cm.

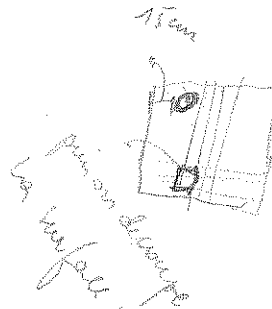
Au cas ou le trou de drainage est placé à au moins de 15 cm d'un relief , la platine est relevée sur une hauteur de 12 cm le long du relief sans discontinuité.

Au cas ou le trou de drainage est placé à moins de 15 cm des côtés de l'angle, la platine est relevée d'au moins de 12 cm le long de deux façades sans discontinuité.

Au cas ou le trou d'évacuation est placé latéralement sur le relevé, il faut que son point le plus bas soit au même niveau ou à niveau inférieur à celui de la forme de la protection mécanique. La tubulaire de la platine sera dans ce cas, coudée pour pénétrer dans la descente correspondante.

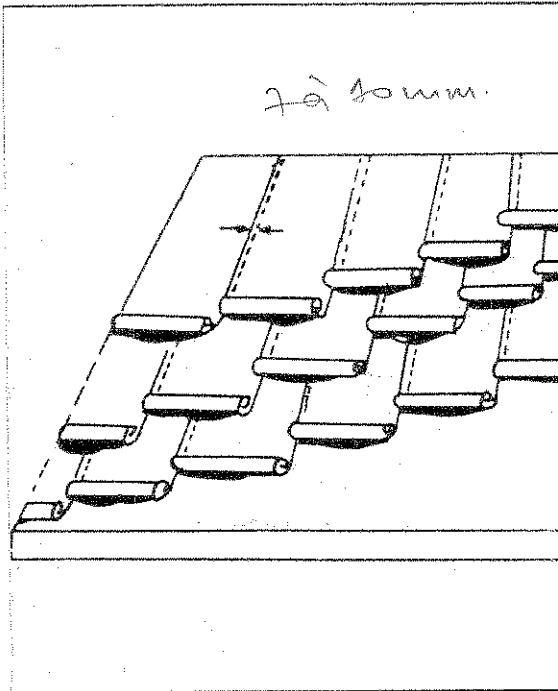
La platine est mise en place par collage à l'EAC sur la 1^{ère} couche d'étanchéité (EAC+Feuille) ; la 2^{ème} couche sera collée à la platine , puis surmontée de la 3^{ème} . Ensuite, ces dernières couches seront découpées au ras de la tubulaire de la descente.

Tout drain doit être muni d'une crapaudine en fil de fer galvanisé sous forme d'artichouc, son rôle est de s'opposer à la pénétration des déchets dans la descente et d'éviter son obturation.

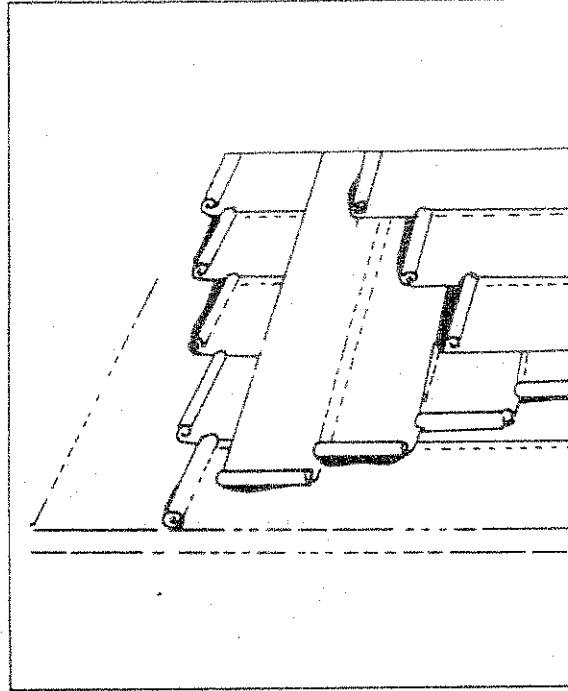


Etanchéité en partie courante et relief

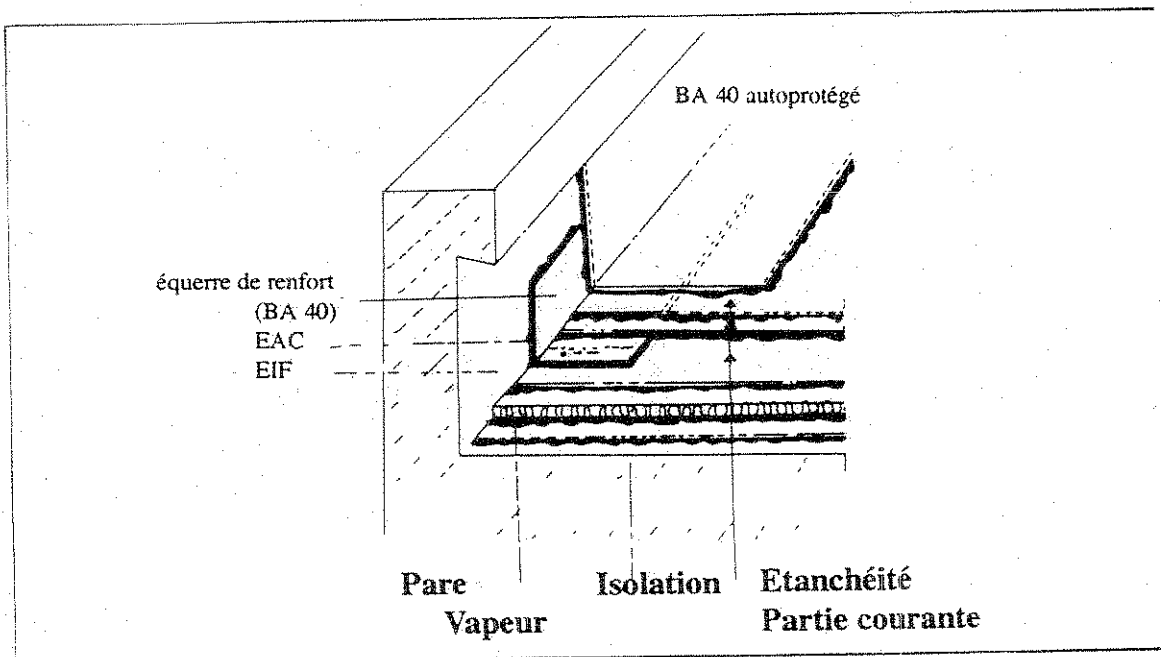
Pose sur partie courante des revêtements multicouches des toitures-terrasses



Pose à lits successifs

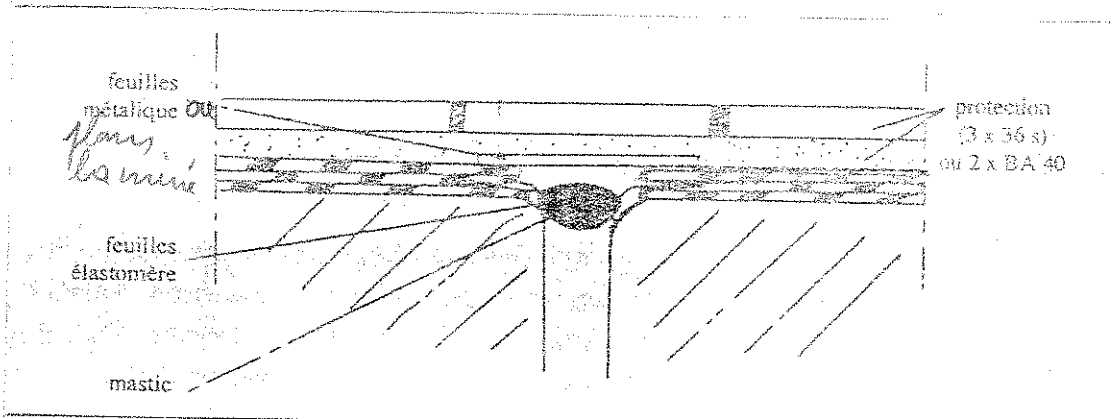


Pose à lits croisés

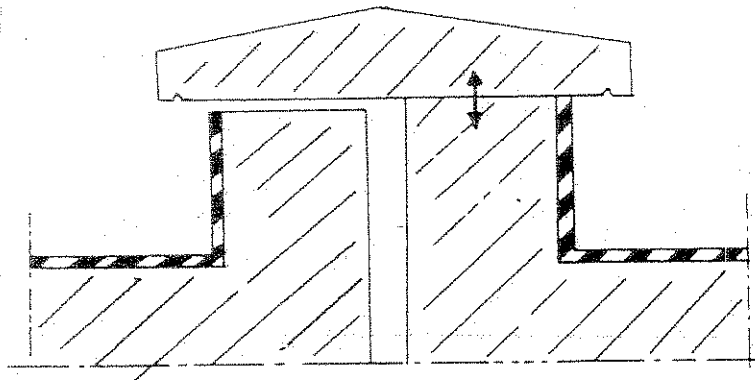


Relevé Autoprotège

Traitement des joints et relevés

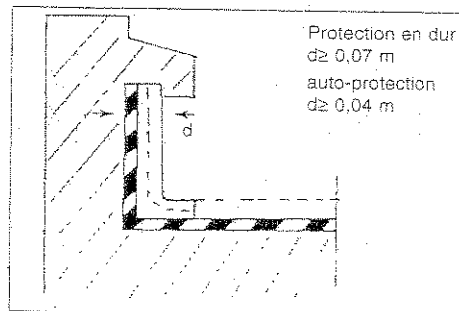
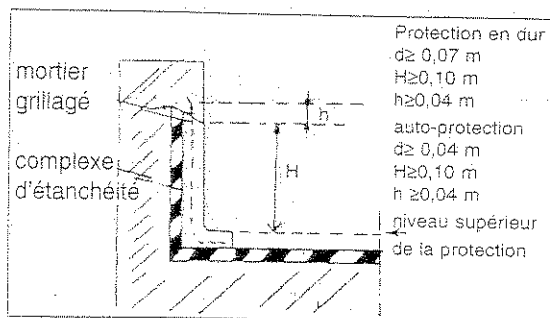


Joint plat (\bar{T} Accessible)



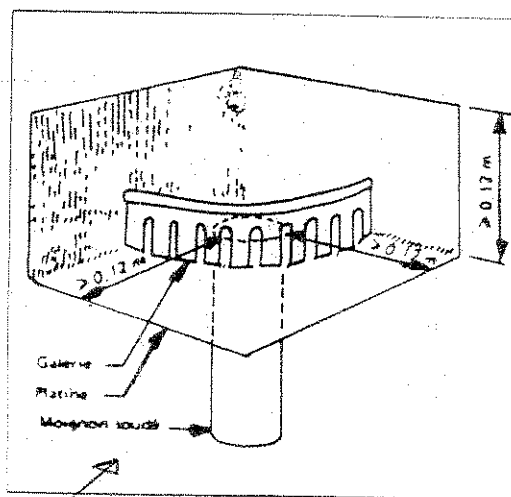
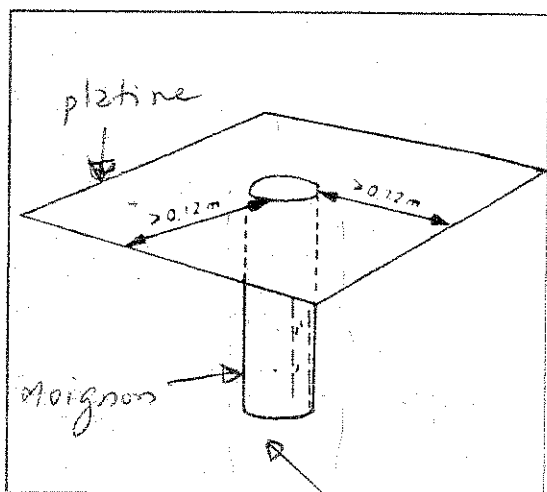
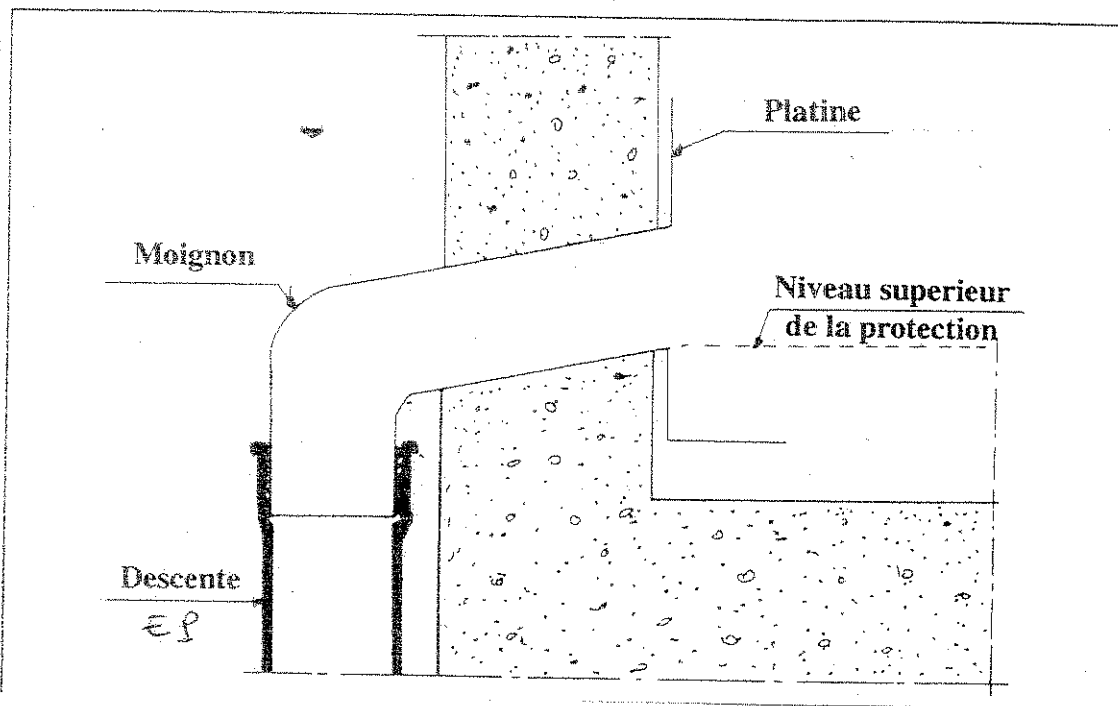
JOINT SUR MURET (\bar{T} inaccessible)

Ballette courbe joint (contre la pénétration de l'eau)
ou
chaperon



SUPPORTS DES RELEVÉS

Types et mode d'exécution des évacuations



Gargouille, elle est posé sur le 1^{er} feuillet.

Lexique

- ⇒ **Fluage** = phénomène de déformation d'un matériau
- ⇒ **Cracking** = craquage = transformation à haute température des hydrocarbures saturés en hydrocarbures légers
- ⇒ **Barbotage** = passage d'un gaz dans un liquide
- ⇒ **Rhéologique** = étude de comportement de la matière qui s'écoule en fonction de sa plasticité et de sa viscosité lorsqu'elle est soumise à une déformation ou pression
- ⇒ **Fillers** = roche broyée et mélangée au bitume
- ⇒ **Ramollissement** = rendre mou
- ⇒ **Emulsion** = mélange hétérogène huileux constitué par la dispersion à l'état de particules très fines, d'un liquide dans un autre liquide
- ⇒ **Papier Kraft** = papier d'emballage très solide