

Procédés généraux
des ouvrages géotechniques

CHAPITRE 7

Pieux préfabriqués et parois moulées

Quelles méthodes utilise-t-on ?

5 Pieux préfabriqués

- La technique des fondations par pieux préfabriqués pose les problèmes suivants :

- la préfabrication des pieux (fig. 56 à 60) ;
- le transport, par élingage (fig. 61) ;
- la mise en œuvre par :
 - battage, à l'aide d'un casque de battage (fig. 62) ;
 - vissage, par utilisation de pieux à vis (fig. 63) ;
 - utilisation de vérins de fonçage ;
 - vibrofonçage : fonçage combiné avec la mise en vibration ;
 - lançage, par injection d'eau à la pointe du pieu.
- l'établissement de la semelle et les travaux qu'elle nécessite (fig. 64 à 67).

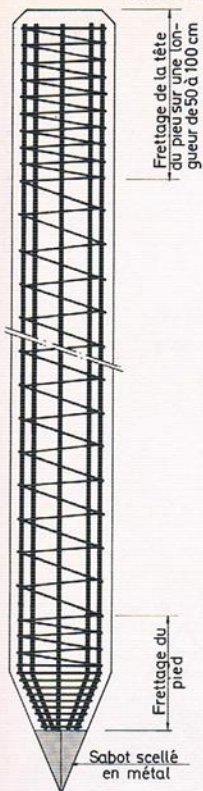


FIG. 56. - Armature d'un pieu.

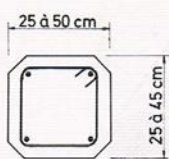


FIG. 57



FIG. 58

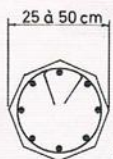


FIG. 59

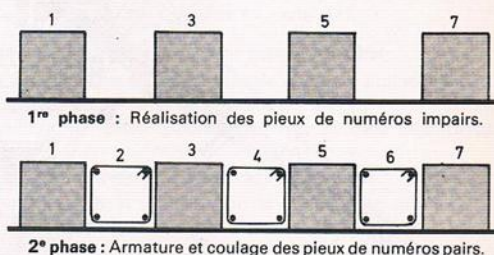


FIG. 60. - Schémas de principe de la préfabrication des pieux.

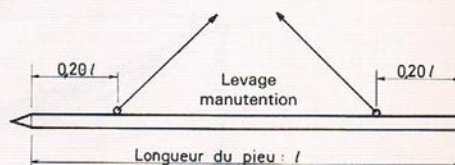


FIG. 61

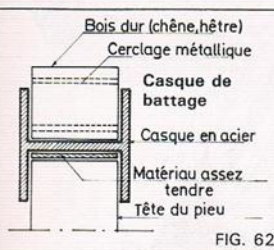


FIG. 62

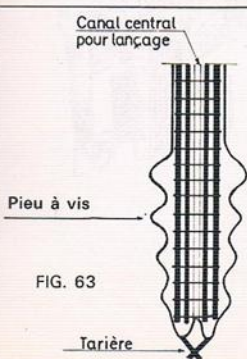
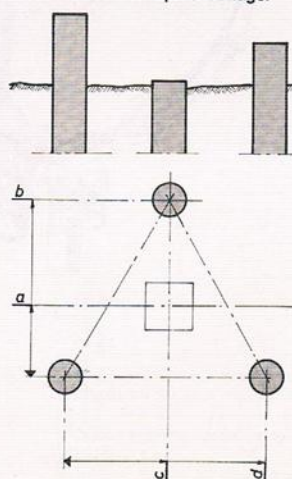
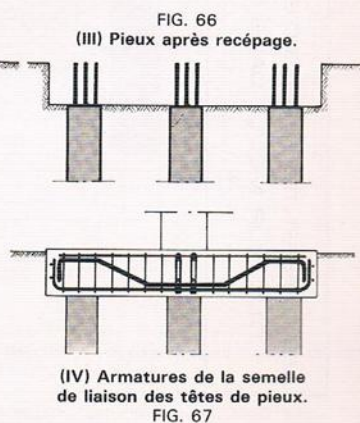


FIG. 63

FIG. 65 (II) Pieux après battage.



(I) Implantation. FIG. 64



(IV) Armatures de la semelle de liaison des têtes de pieux. FIG. 67

PHASES DES TRAVAUX SUR CHANTIER

... et variations, simplex, etc.

LES DIFFERENTES PHASES D'EXECUTION D'UN MUR MOULE DANS LE SOL

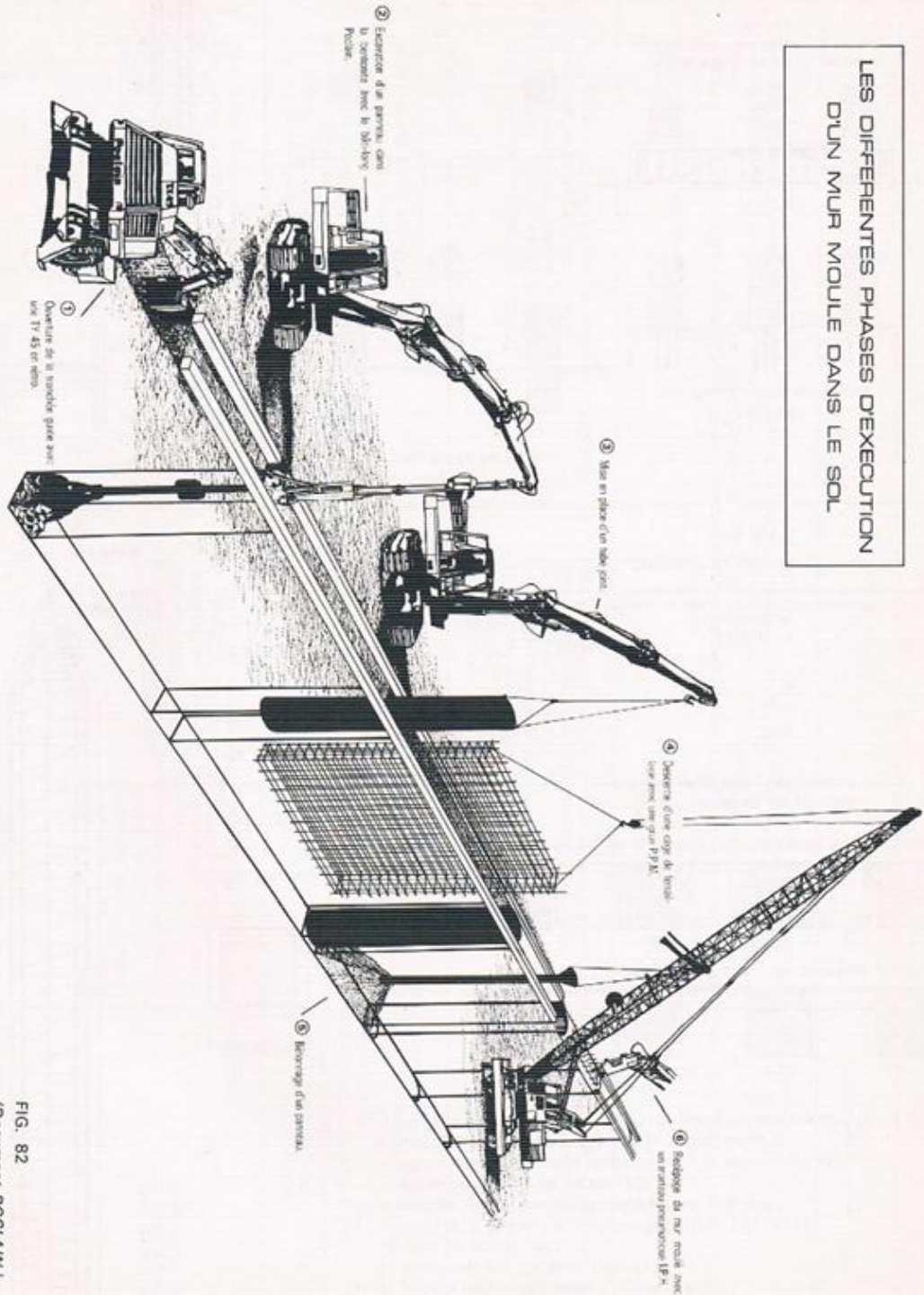


FIG. 82
(Document POCLAIN.)

Qu'appelle-t-on parois moulées ?

6 Les parois moulées dans le sol

Ce sont des parois verticales (murs épais : 0,5 à 1,5 m) en béton ou béton armé, rectilignes ou courbes, effectuées sur une grande profondeur (jusqu'à 40 m à 50 m), pour la réalisation des fondations et sous-sols ou parkings en milieu urbain.

Elles assurent :

- le soutènement des terres sans rabattement de nappes ;
- le rôle porteur pour les constructions (fondations et murs) ;
- l'écran d'étanchéité pour les sous-sols.

Elles permettent de résoudre les fondations profondes en milieu urbain lorsqu'il s'agit d'utiliser les sous-sols.

La technique opérationnelle est résumée sur le document « Différentes phases d'exécution d'un mur moulé dans le sol » (fig. 82).

De quoi s'agit-il ?

6.1 Principes de réalisation d'une paroi moulée

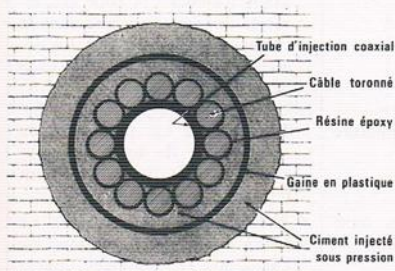
6.11 - Excavation d'une tranchée verticale étroite et profonde à partir du niveau du sol sans blindage ou étaielement.

6.12 - Équilibre des parois (soutènement) par la boue thixotropique qui remplit la tranchée au fur et à mesure de l'excavation.

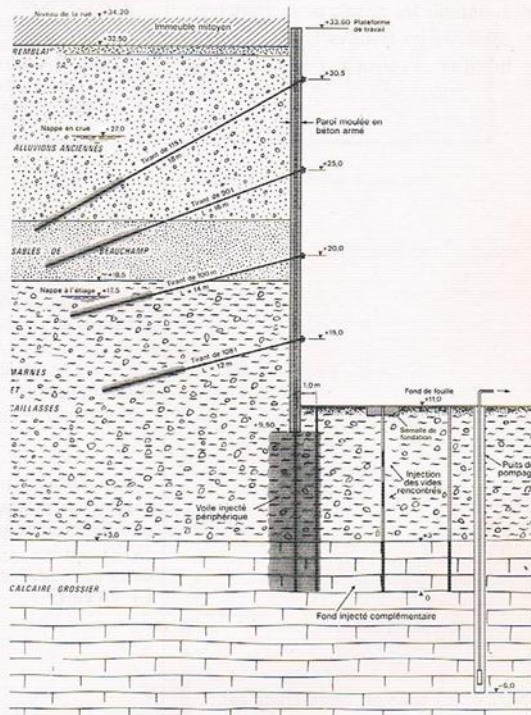
6.13 - Incorporation éventuelle d'une cage d'armatures.

6.14 - Remplissage de la tranchée par du béton qui se substitue à la boue à partir du fond de la tranchée.

Détail de la section d'un tirant dans le sol



(doc. Solétanche)



Les tirants précontraints sont destinés à stabiliser la paroi moulée. Ils sont placés au fur et à mesure des travaux d'excavation.

Écran étanche sous la paroi moulée, constitué par un voile injecté de largeur 3 m.

Coupe d'une paroi moulée périmétrale

(doc. Solétanche)

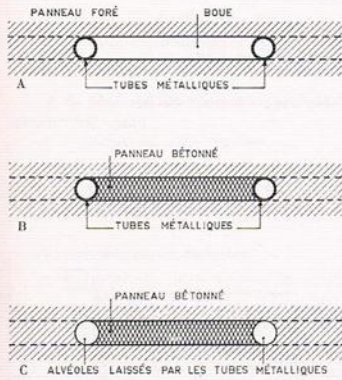
Conditions essentielles	Solutions de principe
<ul style="list-style-type: none"> - Éviter la détérioration des constructions mitoyennes (pas ou peu de vibrations ou chocs). - Assurer la stabilité : <ul style="list-style-type: none"> • Tout terrassement entraîne une décompression du terrain. Il faut donc le maintenir sans risque d'éboulement. • La poussée des terres de faible cohésion est à compenser. 	<ul style="list-style-type: none"> - Creusement de la tranchée par forage ou machines rotatives. - Tirant d'ancrages précontraints provisoires ou définitifs pour « l'épinglage » de la paroi moulée en mobilisant le terrain sous-jacent. - Poutres butons-entretoises réalisées entre les parois moulées au fur et à mesure du terrassement entre les parois.

Quelles sont les tâches à effectuer sur chantier ?

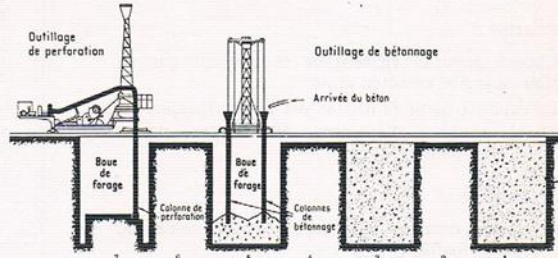
6.2 Travaux à réaliser	Moyens de chantier
Observer (page 104) la visualisation des différentes phases d'exécution.	
<p>6.21 - Implantation et guidage de l'outil de perforation.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Avant-tranchée guide en béton : largeur : épaisseur de la paroi + 5 cm, profondeur : 50 cm à 100 cm.
<p>6.22 - Excavation des terres et remplissage intégral de la tranchée par de la boue thixotropique depuis le début de l'excavation jusqu'à la fin.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Machines à travail direct <i>Exemples</i> : bennes preneuses. Cas de perforations faciles à une profondeur de 15 m à 20 m. • Machines à circulation inverse Mode d'action : la boue est déversée de façon continue dans la tranchée et aspirée avec les déblais à l'intérieur du tube outil de perforation.
<p>6.23 - Mise en place de l'armature par engin de levage.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Positionnement des aciers dans la tranchée remplie de boue. • Réservations et différents ancres pour poteaux, poutres, planchers ou liaisons diverses. <p><i>NOTA</i> : Il est rationnel de prévoir de larges tolérances d'implantation (± 10 cm).</p>	<ul style="list-style-type: none"> • L'armature est préfabriquée sous forme de cage ou panneaux introduits verticalement dans la tranchée. • Les disques ou les cales en béton facilitent le réglage de l'armature et l'enrobage protecteur des aciers. • Les pains de polystyrène expansé ligaturés à la cage ou les boîtes en métal soudées aux aciers permettent les réservations. • Les aciers en attente sont tout d'abord repliés. Ensuite le béton sera repiqué et les aciers dépliés.
<p><i>NOTA</i> : La boue est caractérisée par :</p> <ul style="list-style-type: none"> - la rigidité au repos - la viscosité en mouvement (propriété de la thixotropie). 	<p>Forage et bétonnage avec traitement de la boue chargée des déblais</p>

**Comment s'effectuent
le forage
et le bétonnage**

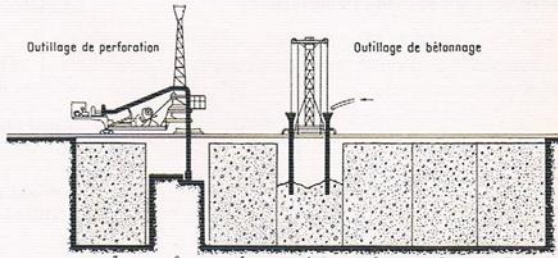
**Réalisation des joints
entre panneaux**



6.24 - Bétonnage par tronçons ou panneaux limités par des tubes-joints (voir perspective d'ensemble p. 104), à l'aide de tubes plongeurs, par alimentation continue et régulière de béton.



1^{er} temps - Forage et bétonnage des panneaux impairs



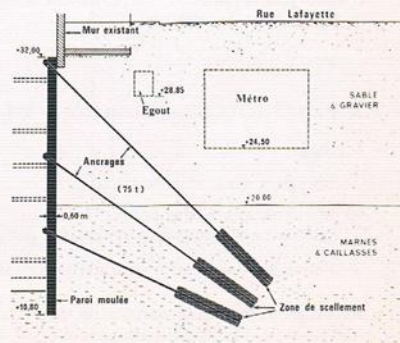
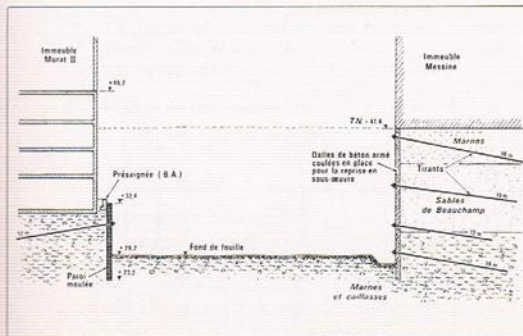
2^e temps - Forage et bétonnage des panneaux pairs

- Dosage minimal du béton : 400 kg/m³ avec plastifiants et retardateurs de prise toujours nécessaires.

NOTA : Des travaux complémentaires sont à effectuer :

- le recépage du béton de surface,
- la mise en place des tirants arrière pour « l'épinglage ».

CAS D'UTILISATION DE PAROIS MOULÉES
Épinglement de paroi moulée par tirants d'ancrage.



7 Procédés de fondations et de construction

7.1 Variante de paroi moulée porteuse

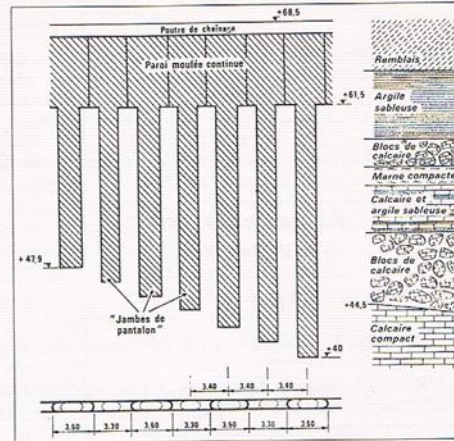
► Principe :

Chaque panneau élémentaire se prolonge par un pieu ou jambe en béton armé.

La capacité portante dépend des caractéristiques du sol. (Une paroi d'épaisseur 60 cm peut porter 300 tonnes p.m.)

► Avantages :

- la paroi continue utile est arrêtée au niveau du fond de fouilles ;
- la longueur de fiche favorise la stabilité verticale de la paroi moulée ;
- les travaux de fouilles sont facilités.



Paroi moulée avec « jambes de pantalon »
(doc. Solétanche)

7.2 Paroi moulée et méthode de construction

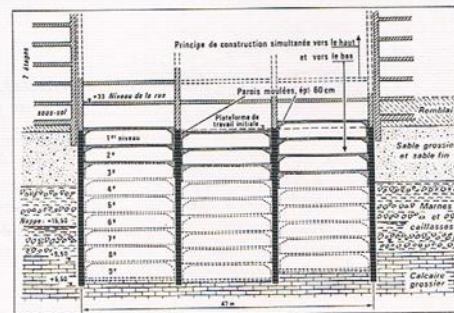
► Principe :

La construction du bâtiment peut s'effectuer à la fois vers le bas et vers le haut.

► Mode opératoire :

- réalisation de la paroi périmétrale ;
- coulage de la 1^{re} dalle en surface qui vient buter les parois moulées ;
- terrassement sous la dalle sur la hauteur du 1^{er} sous-sol ;
- coulage de la 2^e dalle et le cycle recommence.

► Remarque : Seules les poutres ou les nervures sont coulées pour faciliter le terrassement mécanique et le dégagement des déblais.



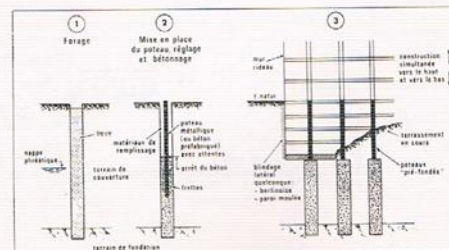
Paroi moulée et « creusement en taube »
(doc. Solétanche)

7.3 Fondations avec poteaux pré-fondés

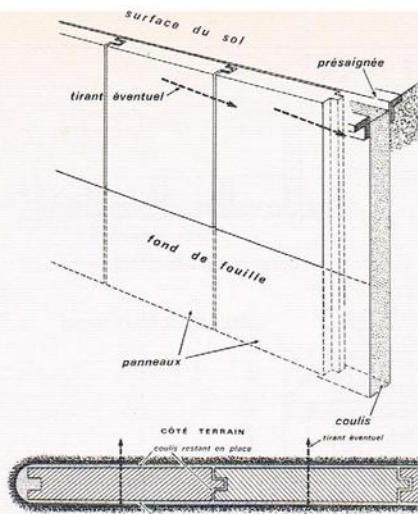
► Méthode :

- ① Forage et boue thixotropique.
- ② Mise en place du poteau métal ou en béton armé ou précontraint et réglage en position.
- ③ Bétonnage jusqu'au niveau du dernier sous-sol.

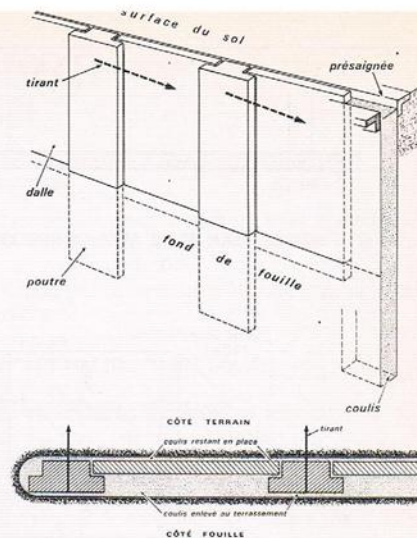
► Remarque : Possibilité de construction vers le bas et vers le haut. (Travaux d'infrastructure et de superstructure.)



Mode de réalisation avec « poteaux pré-fondés »
(doc. Solétanche)



Paroi préfabriquée. Structure « panneau »
(doc. Solétanche)



Paroi préfabriquée. Structure « poutre-dalle »
(doc. Solétanche)

7.4 Fondations par éléments préfabriqués

► Principe de construction

Mise en place et scellement dans une tranchée préalablement creusée sous un coulis spécial, d'éléments préfabriqués en béton armé.

► Conditions essentielles

- Le coulis utilisé pour le scellement est le même que celui du forage, d'où les conditions
 - de fluidité pendant la perforation et mise en place des éléments ;
 - de durcissement suffisant au bout de quelques jours pour permettre les fouilles en excavation ;
 - de durcissement final lui conférant des qualités mécaniques au moins égales à celles du terrain encaissant.
- En pratique, on utilise un coulis à base de bentonite et de ciment à prise différée et contrôlée dans le temps. La résistance finale est comprise entre 5 et 10 MPa.

► Mise en œuvre

- A - Les éléments préfabriqués sont de 2 types :
- structure constituée de poutres et de dalle ;
 - structure composée de panneaux identiques.
- La forme et dimensions des éléments correspondent au projet étudié et à la capacité des engins de levage.

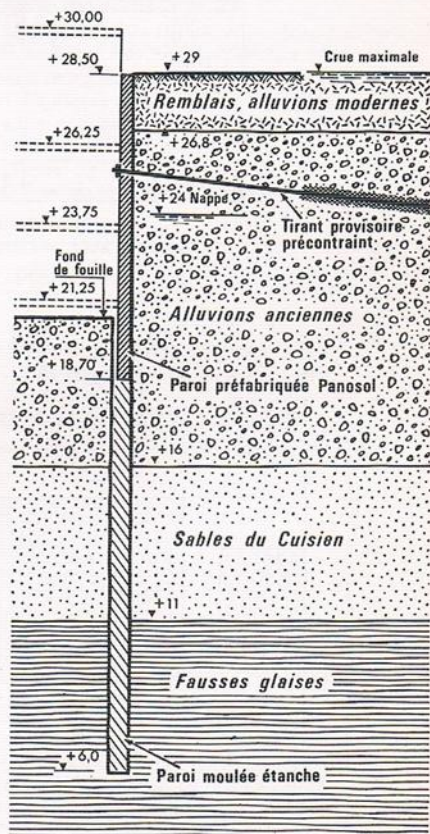
B - Forage de la tranchée

- largeurs : 50 cm à 150 cm ;
- forage à boue : même procédé que pour la paroi moulée.

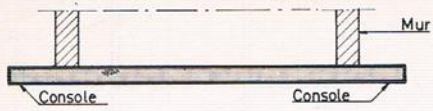
C - Mise en place des éléments

Ils sont mis en place à la grue et réglés en position par un dispositif qui prend appui sur les murettes de guidage de l'outil de forage. Ils restent suspendus jusqu'à durcissement du coulis.

NOTA : Les différentes techniques ou variantes de paroi moulée sont appliquées depuis 1970 au moins.

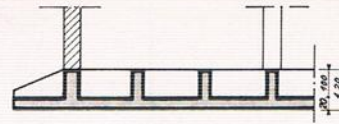


Paroi moulée surmontée d'une paroi avec éléments préfabriqués (structure « panneau », type Panosol).

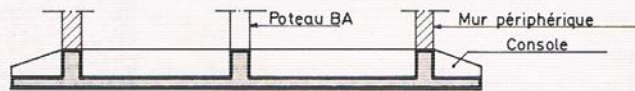
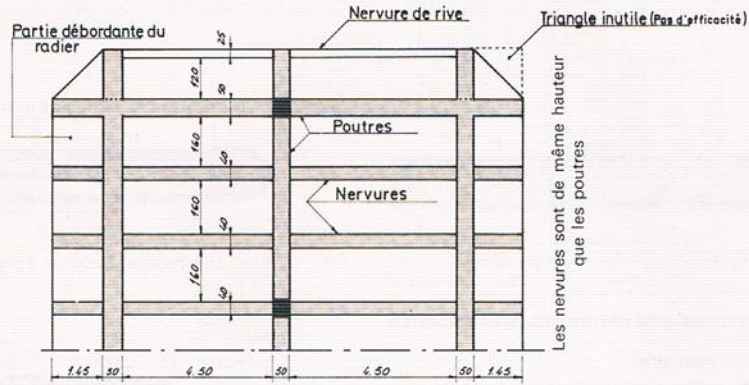


RADIER PLAN ÉPAIS AVEC CONSOLES

FIG. 1



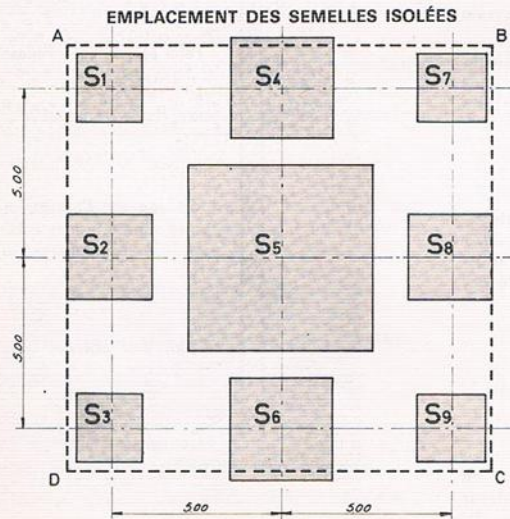
Coupe longitudinale partielle



Coupe transversale

RADIER AVEC POUTRES ET NERVURES

FIG. 2



EMPLACEMENT DES SEMELLES ISOLÉES

FIG. 3

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

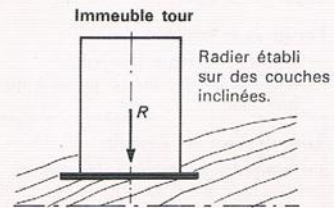


FIG. 4