

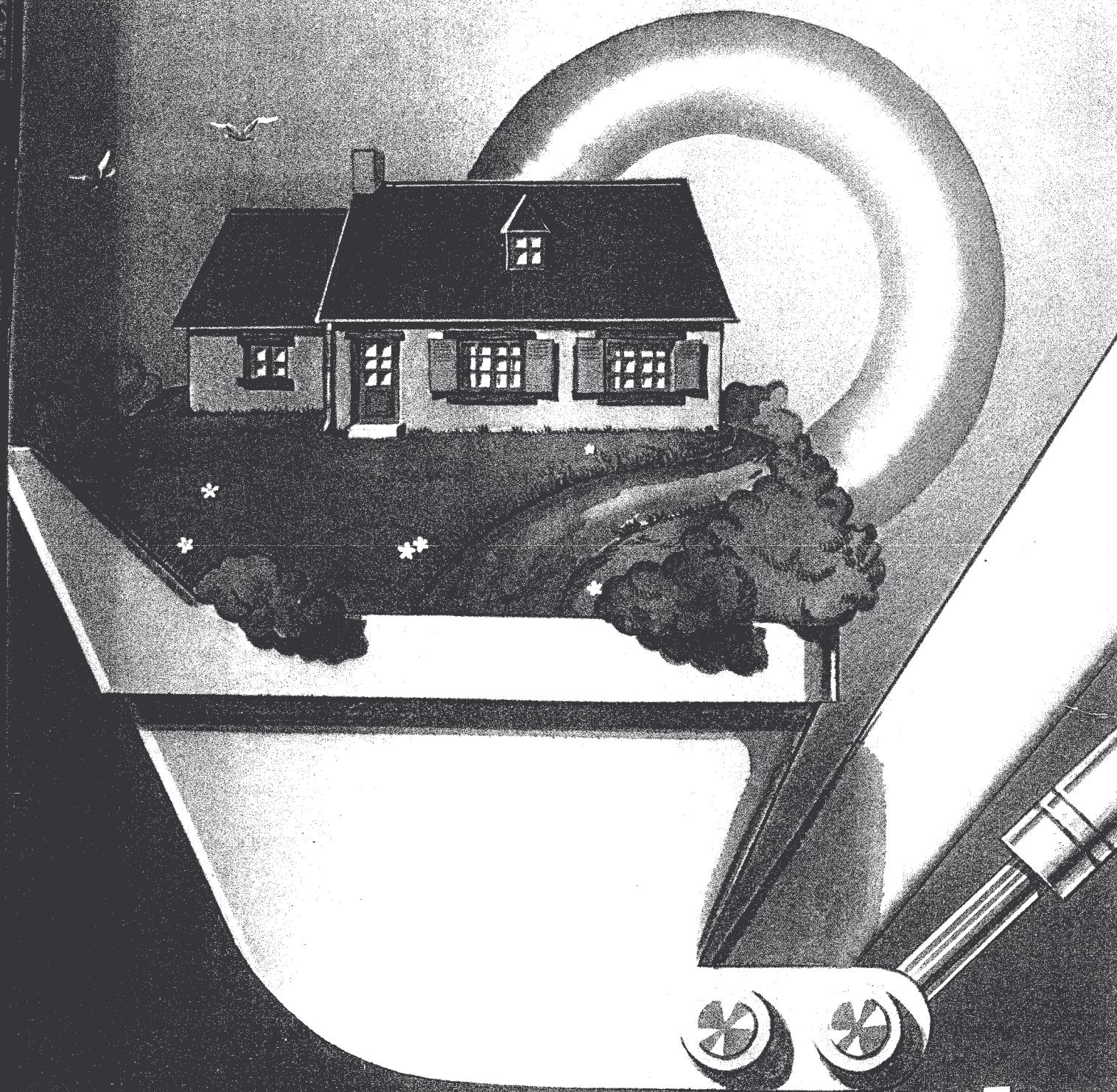
H. RENAUD

# CONSTRUCTEUR BÂTIMENT

---

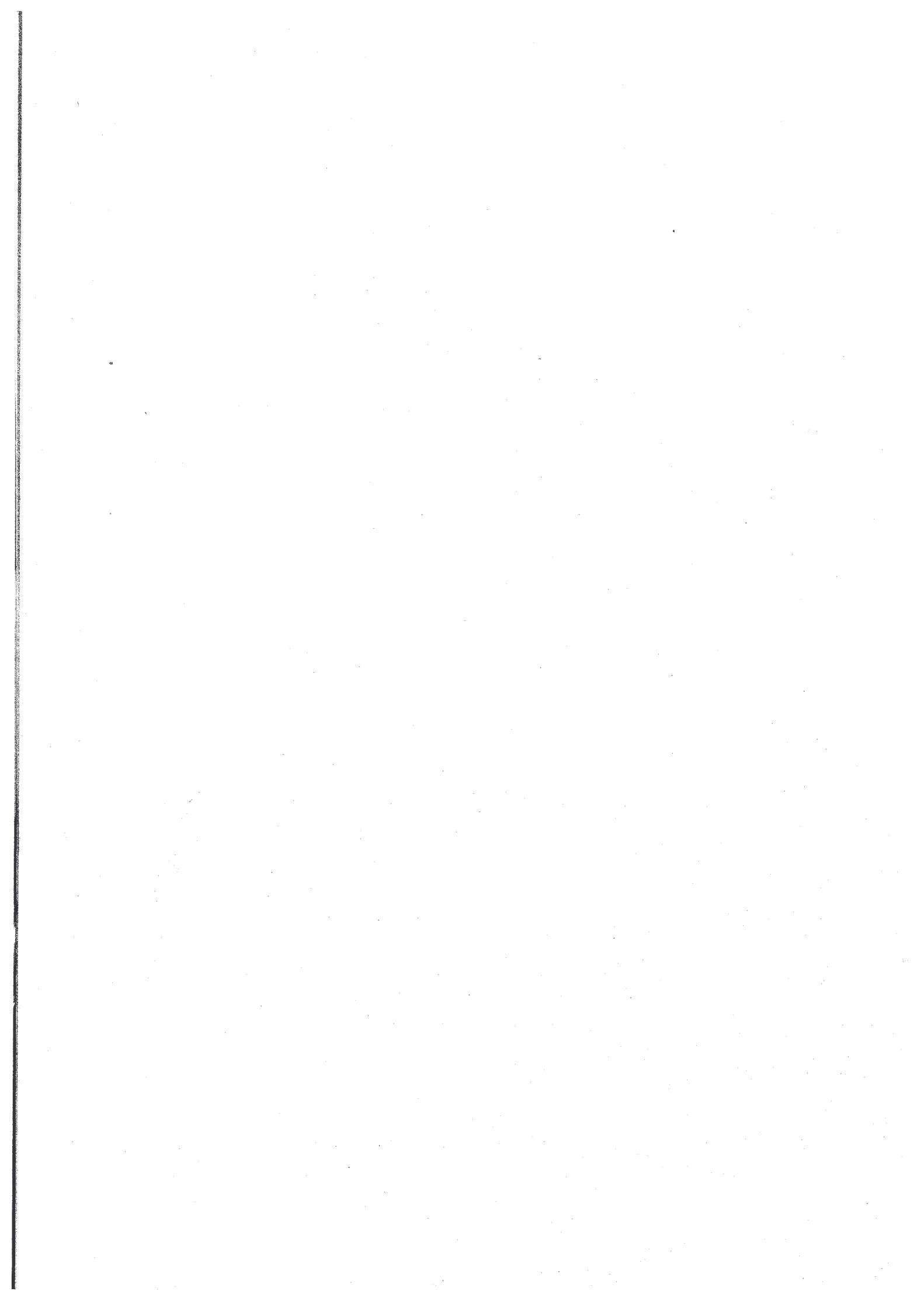
# TECHNOLOGIE

---



FOUCHER

1



H. RENAUD

Professeur d'École Normale  
à l'E.N.N.A. de Nantes

# **CONSTRUCTEUR BÂTIMENT**

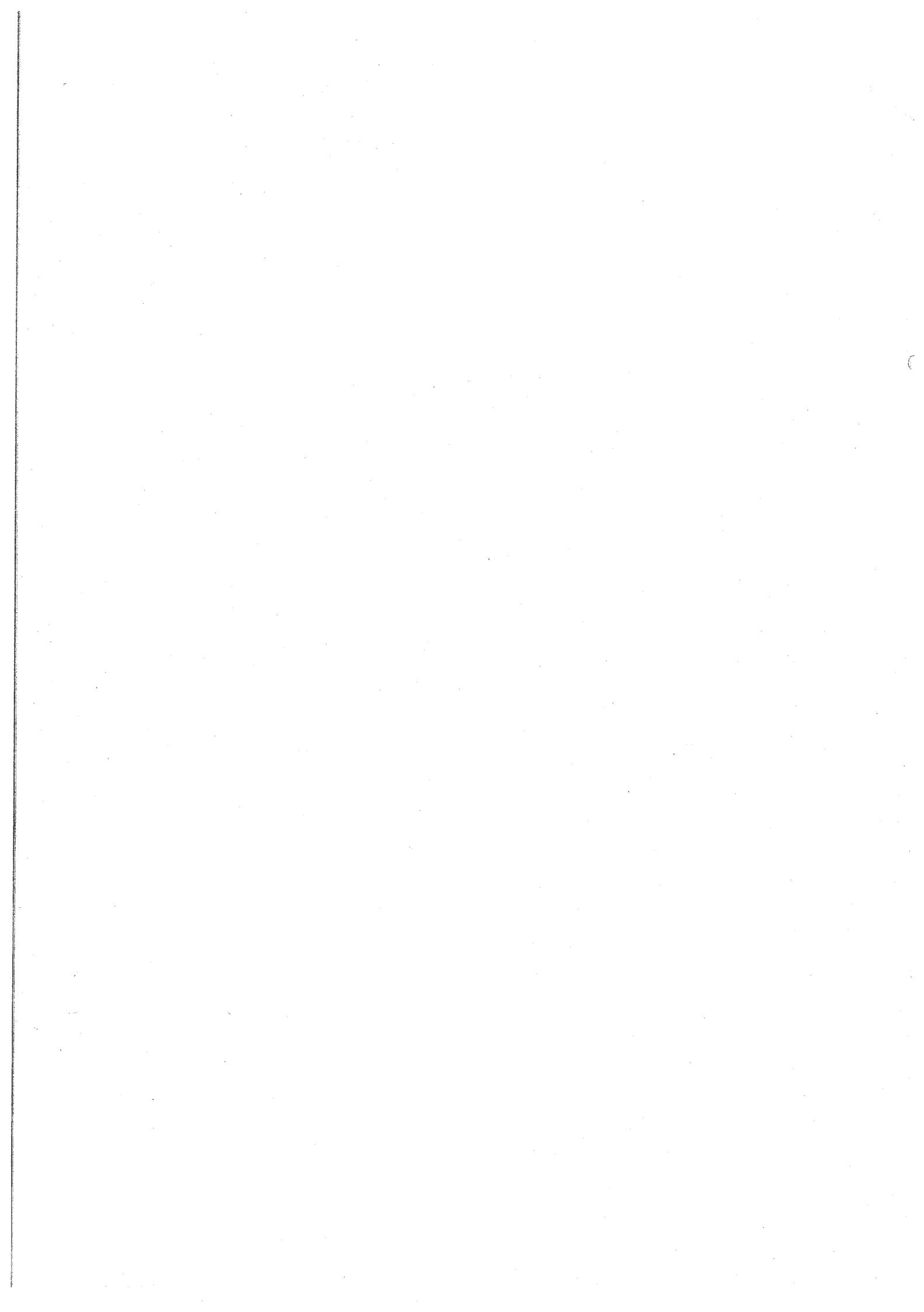
---

## **TECHNOLOGIE**

---

**tome 1**

**LES ÉDITIONS FOUCHER  
75038 PARIS CEDEX 01**



# AVANT-PROPOS

## ■ L'élève

qui prépare un Certificat d'Aptitude Professionnelle (C.A.P.)  
a BESOIN DE CONNAÎTRE :

- les termes utilisés dans la profession du bâtiment :

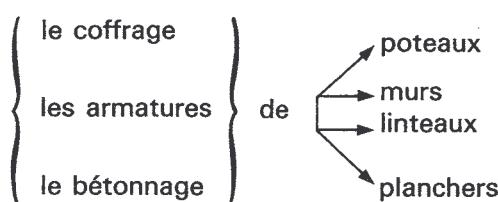
*exemples* { semelle continue  
arase étanche  
mur de refend

- l'essentiel sur les caractéristiques des matériaux qu'il utilise sur les chantiers :

*exemples* { les liants principaux (chaux et ciments)  
les produits de béton et de terre cuite  
les aciers pour béton armé

- le matériel élémentaire pour la réalisation des ouvrages :

*exemples* : matériel et outillage pour



- la mise en œuvre des matériaux ou composants avec :

- les règles de bonne construction ;
- les moyens disponibles ;
- les méthodes traditionnelles et actualisées qui sont pratiquées dans les entreprises.

*exemples* { la réalisation des murs de sous-sol  
la mise en œuvre d'un plancher avec poutrelles

**■ Le présent manuel de technologie  
est un OUTIL DE FORMATION  
qui permet :**

- de placer l'élève dans une situation de chantier par une « visualisation » des travaux à effectuer :

*exemples :*

- Quelles armatures ?
- Quels linteaux ?

{ Désignation  
et  
situation }

- de mettre à sa disposition les éléments d'information qu'il trouve chez les fournisseurs de matériaux ou de matériel :

*exemples :*

- les éléments constitutifs des murs, planchers ;
- les différents coffrages pour béton banché.

- de suivre le déroulement d'un chantier de construction avec diverses techniques et croquis correspondants :

*exemples :*

- l'implantation d'un pavillon ;
- le terrassement ;
- les fondations..., etc.

**Le manuel de technologie est orienté  
VERS ET POUR LE CHANTIER.**

**L'ouvrage traite des méthodes et moyens utilisés par le  
CONSTRUCTEUR BÂTIMENT.**

# SOMMAIRE

<b>THÈME 1</b>	Le permis de construire.....	9
<b>THÈME 2</b>	Les principaux ouvrages du bâtiment.....	13
<b>THÈME 3</b>	Le projet de construction .....	23
<b>THÈME 4</b>	L'implantation des bâtiments.....	33
<b>THÈME 5</b>	Les terrassements .....	41
<b>THÈME 6</b>	Les matériaux naturels de construction.....	51
<b>THÈME 7</b>	Les granulats : sables et gravillons.....	57
<b>THÈME 8</b>	Les ciments et les chaux.....	65
	1 <sup>re</sup> partie. Les ciments .....	65
	2 <sup>e</sup> partie. Les chaux.....	69
<b>THÈME 9</b>	Les mortiers.....	71
<b>THÈME 10</b>	Le béton.....	79
<b>THÈME 11</b>	Le béton armé. Les principes.....	85
	1 <sup>re</sup> partie. Les principes .....	85
	2 <sup>e</sup> partie. Applications.....	88
<b>THÈME 12</b>	Les armatures .....	91
	1 <sup>re</sup> partie. Les aciers dans le bâtiment .....	91
	2 <sup>e</sup> partie. Préparation des armatures.....	97
<b>THÈME 13</b>	Les fondations par semelles en béton armé .....	103
	1 <sup>re</sup> partie. Rôles, buts recherchés. Charges et pressions .....	103
	2 <sup>e</sup> partie. Semelles continues classiques et semelles isolées .....	107
	3 <sup>e</sup> partie. Dispositions constructives .....	111
<b>THÈME 14</b>	Les fondations par puits et longrines préfabriquées.....	115
<b>THÈME 15</b>	Les murs réalisés en blocs de béton ou de terre cuite .....	123
	1 <sup>re</sup> partie. Murs d'habitation .....	123
	2 <sup>e</sup> partie. Blocs en béton manufacturé et leur utilisation .....	126
	3 <sup>e</sup> partie. Produits de terre cuite et leur utilisation .....	130

<b>THÈME 16</b>	La maçonnerie du sous-sol.....	135
<b>THÈME 17</b>	La réalisation des murs de sous-sol.....	141
<b>THÈME 18</b>	Les murs en béton banché.....	149
	1 <sup>re</sup> partie. Principes généraux.....	149
	2 <sup>e</sup> partie. Coffrages.....	154
<b>THÈME 19</b>	Les poteaux en béton armé.....	161
<b>THÈME 20</b>	Les linteaux en béton armé .....	171
<b>THÈME 21</b>	Les chaînages en béton armé.....	179
<b>THÈME 22</b>	Les planchers en béton.....	187
	1 <sup>re</sup> partie. Rôles et principes .....	187
	2 <sup>e</sup> partie. Planchers avec poutrelles préfabriquées .....	191

# THÈME 1

## Le permis de construire

- 
- Le permis de construire est **OBLIGATOIRE** avant tout début de travaux.
  - Le **DOSSIER** présenté à la Mairie et à la Direction Départementale de l'Équipement (D.D.E.) comporte entre autres :
    - ▶ un **plan de situation** à l'échelle 1/5 000°, 1/10 000° ;
    - ▶ un **plan de masse** à l'échelle 1/500° ;
    - ▶ les **vues en plan** de chaque niveau à l'échelle 2 cm par mètre (0,02) ;
    - ▶ les **coupes verticales** à l'échelle 0,02 (2 cm par mètre) ;
    - ▶ les **façades** ;
    - ▶ le plan de passage des *canalisations* souterraines, Voirie et Réseaux Divers (V.R.D.) ;
    - ▶ la **notice descriptive des travaux (dévis descriptif)**.

---

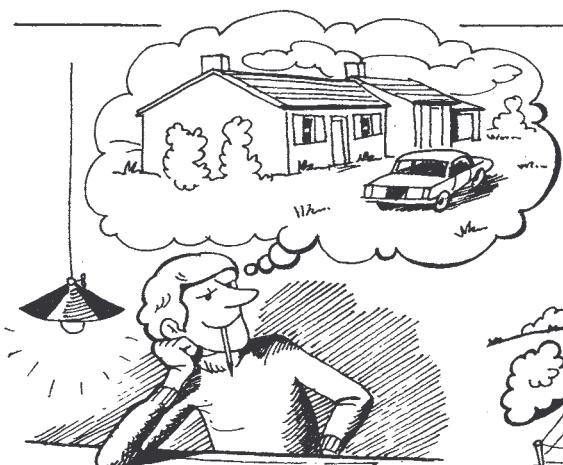
### ■ NOTA :

Avant de présenter le dossier du permis de construire, il faut le **CERTIFICAT D'URBANISME** (symbole C.U.). Il atteste la possibilité de bâtir sur le terrain envisagé. Ce certificat est valable durant 1 an après sa date de délivrance.

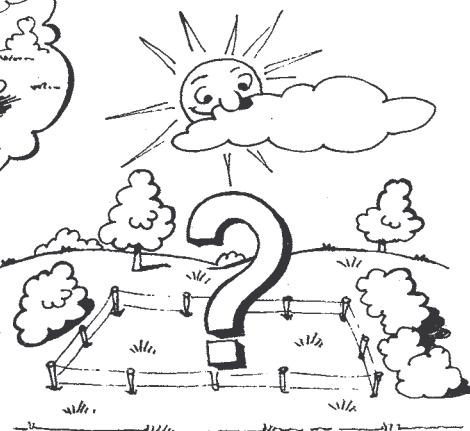
---

Panneau obligatoire de chantier  
(0,80 m sur 0,80 m au minimum)



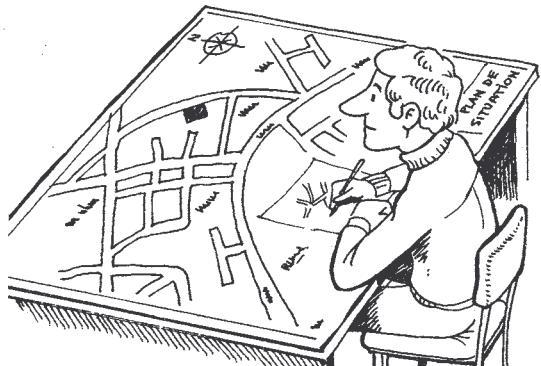
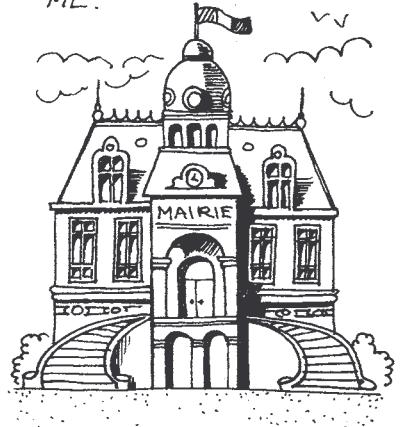


VOUS DÉCIDEZ DE FAIRE CONSTRUIRE VOTRE MAISON ! IL FAUDRA D'ABORD CONNAÎTRE LES FORMALITÉS ADMINISTRATIVES OBLIGATOIRES À EFFECTUER EN VUE DE CONSTRUIRE ...



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

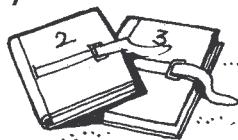
LES SERVICES DE LA MAIRIE DÉLIVRENT EN 3 EXEMPLAIRES LA DEMANDE DE CERTIFICAT D'URBANISME.



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



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

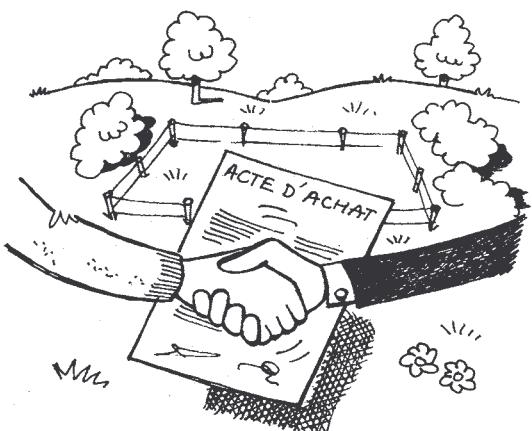


DANS UN DÉLAI DE 2 MOIS, À COMPTER DE LA DATE DE DÉPÔT, VOUS RECEVREZ VOTRE CERTIFICAT D'URBANISME.

IL EST VALABLE 1 AN.



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



VOUS PASSEZ L'ACTE D'ACHAT DU TERRAIN DEVANT LE NOTAIRE, VOUS VOILÀ PROPRIÉTAIRE !

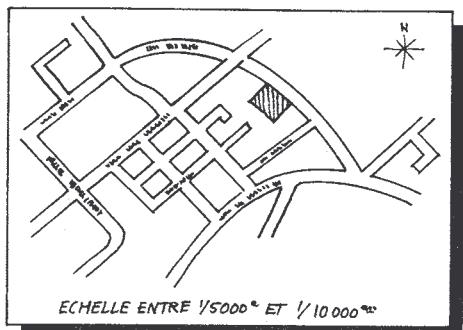
MAINTENANT, VOUS POUVEZ PENSER À L'ÉTUDE DES PLANS DE VOTRE FUTURE MAISON !



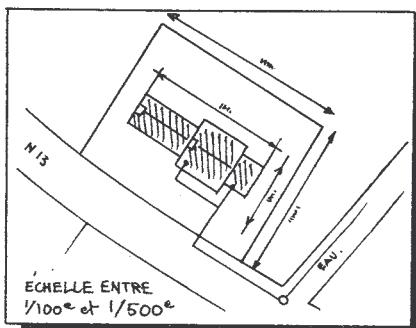
UN ATELIER D'ARCHITECTURE VA METTRE AU POINT LE PROJET, EN TENANT COMPTE DE VOS IDÉES ET DE VOS DÉSIRS, POUR L'OBTENTION DU PERMIS DE CONSTRUIRE .

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

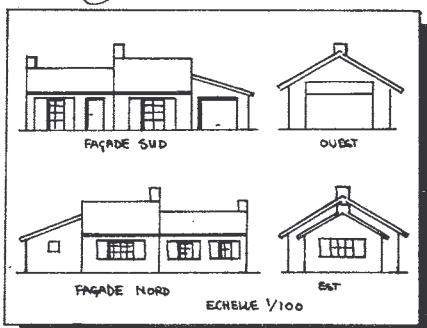
**① PLAN DE SITUATION**



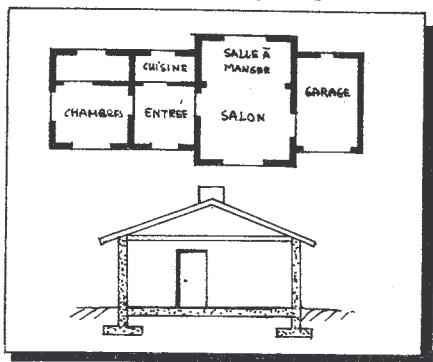
**② PLAN DE MASSE**



**③ PLAN DES FAÇADES**



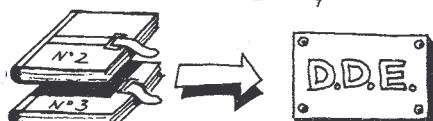
**④ COUPES HORIZONTALE ET VERTICALE**



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



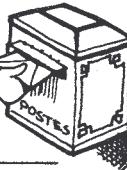
LES DEUX AUTRES, À LA DIRECTION DÉPARTEMENTALE DE L'ÉQUIPEMENT



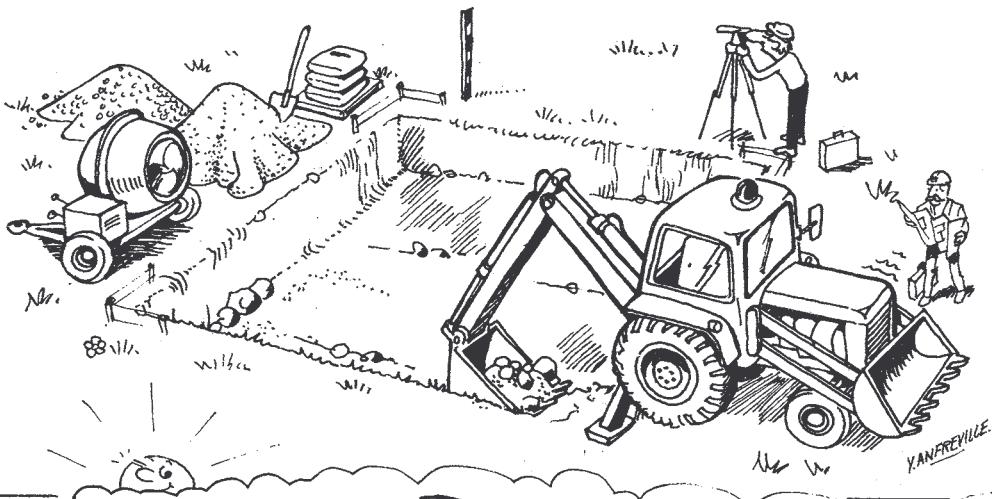
DEUX MOIS APRÈS, VOUS RECEVEZ LE PERMIS DE CONSTRUIRE. CELUI-CI EST VALABLE 1 AN.



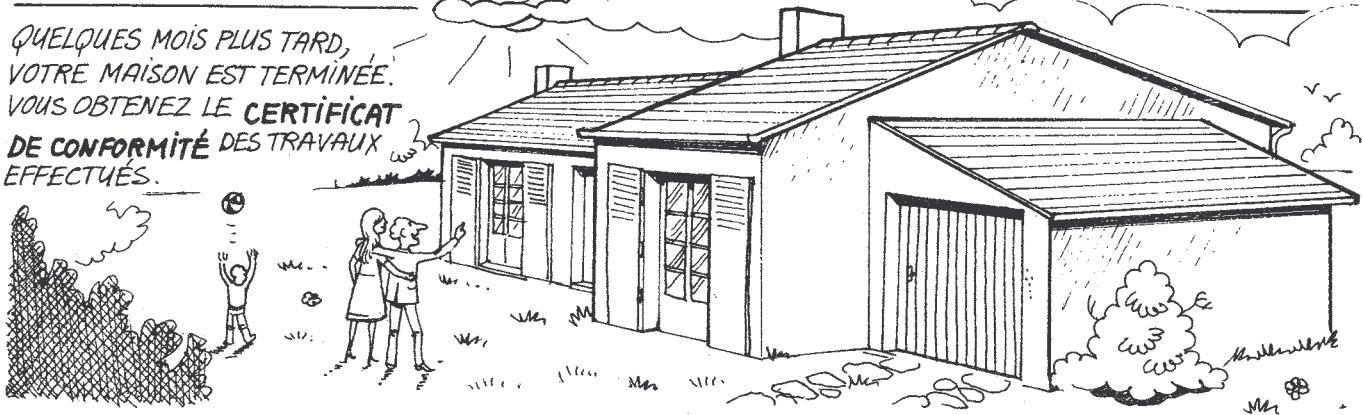
ADRESSEZ MAINTENANT 1 EXEMPLAIRE DE LA DÉCLARATION D'OUVERTURE DU CHANTIER À LA MAIRIE ET À LA D.D.E.



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



QUELQUES MOIS PLUS TARD,  
VOTRE MAISON EST TERMINÉE.  
VOUS OBTENEZ LE CERTIFICAT  
DE CONFORMITÉ DES TRAVAUX  
EFFECTUÉS.



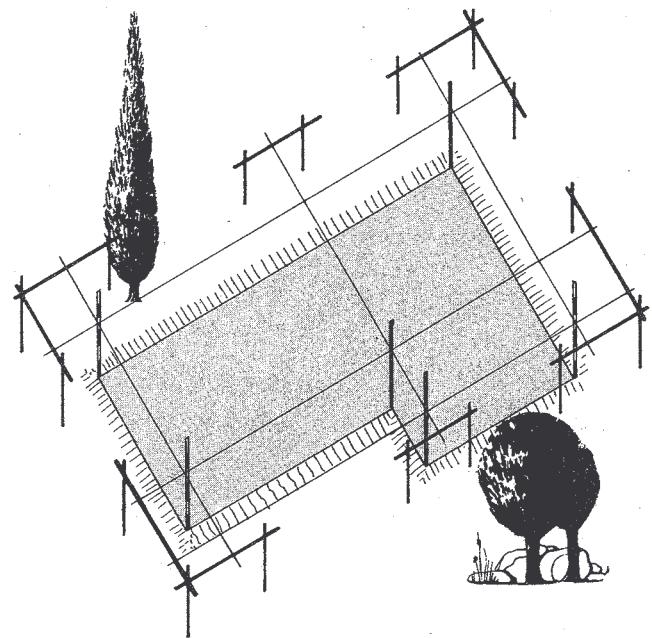
## **QUESTIONNAIRE**

1. *A quoi peut servir le plan de SITUATION ?*
2. *Même question pour le plan de MASSE.*
3. *Quels sont les plans qui servent aux bâtisseurs pour déterminer l'emplacement définitif de la construction ?*
4. *Combien de temps après sa délivrance, un certificat d'urbanisme est-il valable ?*
5. *Quel sera, selon vous, l'utilité du plan de canalisations ?*
6. *Comment s'appelle le certificat délivré au propriétaire après achèvement des travaux ?*
7. *Quel type de panneau doit installer l'entrepreneur sur le terrain avant de commencer tous travaux ? Vous citez les indications portées sur ce panneau.*

# THÈME 2

## Les principaux ouvrages du bâtiment

Il s'agit de connaître les principaux termes utilisés pour désigner les ouvrages mentionnés dans la notice descriptive des travaux.



① *Implantation d'un pavillon à simple rez-de-chaussée*

### 1 - IMPLANTATION ① et ②

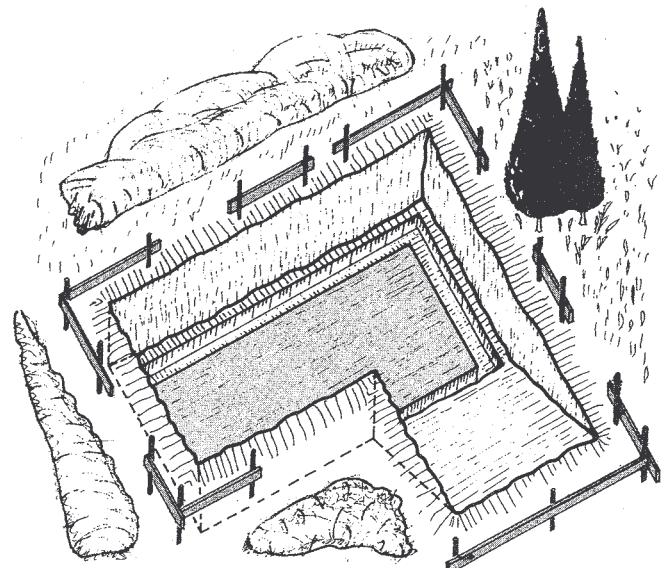
■ Elle sert à matérialiser sur le terrain les lignes principales de la construction.

#### EXEMPLES

- les murs de façade
- les fondations
- les terrassements

■ Opérations à effectuer :

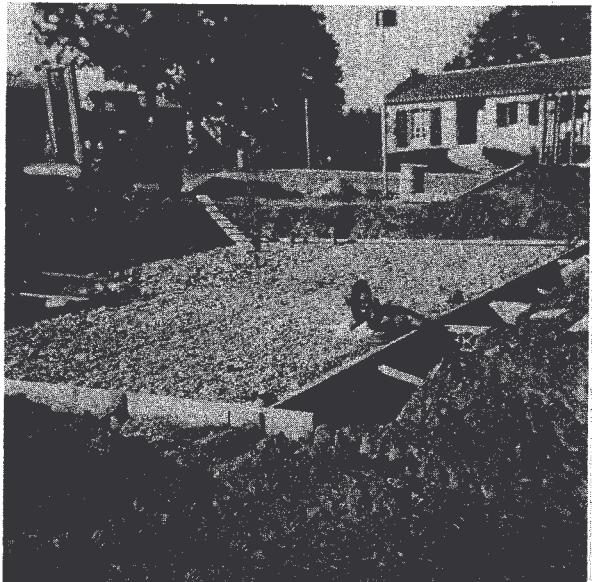
- des alignements (lignes directrices)
- des tracés d'angle
- des nivelllements (plans horizontaux, repères de niveau).



② *Implantation et terrassement*

## 2 - TERRASSEMENTS ③

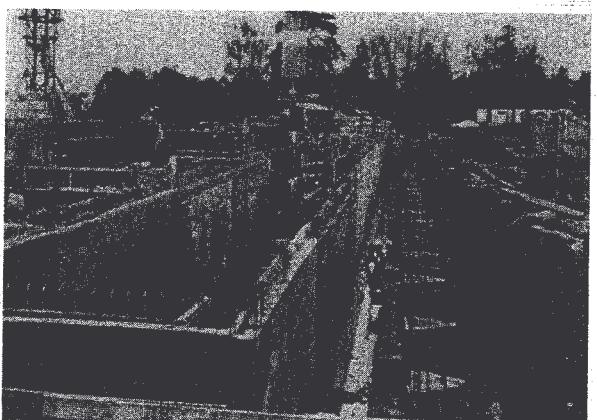
- Ils permettent de préparer l'assise de la construction et de ses abords.
- Travaux à effectuer :
  - creuser à l'emplacement des fondations
  - dégager les terres extraites
  - niveler, aplaniir ou combler suivant les cas.



③ Terrassement effectué d'un pavillon

## 3 - FONDATIONS ④

- Elles servent à transmettre directement au sol les charges du bâtiment en tenant compte de sa propre masse.
- Elles répartissent les pressions sur le sol souvent par des « semelles continues » sous les murs.  
La semelle placée sous un poteau est dite « semelle isolée ».
- Les fondations sont des ouvrages en béton :
  - ▶ horizontaux dans le cas des semelles et des radiers (un radier est une fondation réalisée sur toute la surface du bâtiment)
  - ▶ verticaux si les points d'appui sont isolés (*puits* ou *pieux*).



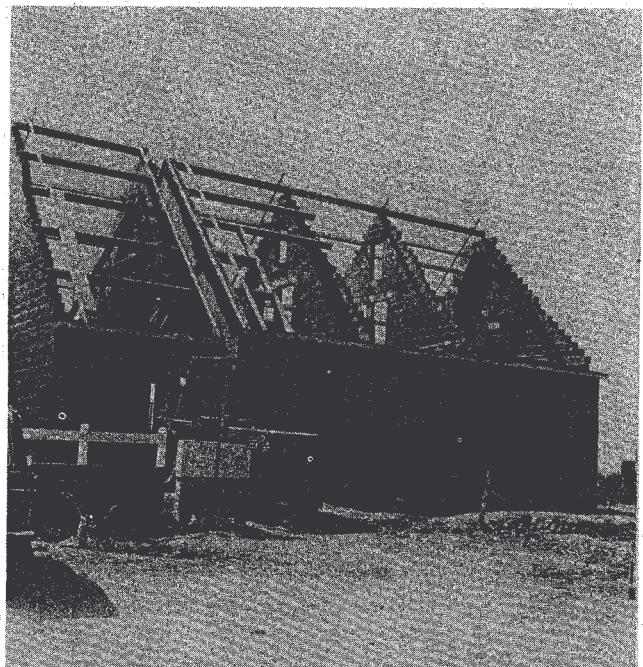
④ Fondations sous poteaux et murs

## 4 - MURS

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

- Les murs porteurs ⑤  
Ils doivent supporter les charges amenées par :
  - les planchers
  - les charpentes
  - la couverture, etc...
- Les murs de remplissage  
Ils sont souvent réalisés avec des blocs qui viennent « remplir » l'espace constitué par le système porteur poteaux-poutres.

*Les murs porteurs et de remplissage participent à la STABILITÉ du bâtiment pour l'empêcher de se déformer sous l'effet des charges verticales et du vent.*



⑤ Murs porteurs des planchers

## ■ Désignation des murs suivant leur emplacement

### ► MURS DE FAÇADE ⑥

Ce sont les **murs extérieurs** prévus avec des baies (portes et fenêtres) dont le rôle consiste à :

- protéger des intempéries et des bruits
- isoler thermiquement
- embellir par des finitions telles que parements de pierre, enduits décoratifs.

On distingue :

- la façade principale
- la façade arrière
- les façades latérales ou les pignons terminés suivant la pente du toit. (Voir thème 3 : « LE PROJET DE CONSTRUCTION »).

Un **soubassement** ⑦ est la partie de maçonnerie des murs de façade :

- soit enterrée ⑨
- soit réalisée en pierres apparentes (50 cm au moins au-dessus du sol).

### ► MURS DE REFEND ⑤ et ⑧

Ce sont les murs intérieurs destinés à *porter les planchers*.

Ils séparent la surface intérieure habitable dans le sens :

- de la longueur —> *refend longitudinal*
- de la largeur —> *refend transversal*.

Il servent aussi à supporter : les plafonds, les éléments de charpente (pannes).

### ► MURS DE SOUS-SOL ⑩

Ce sont les **murs extérieurs** soit enterrés dans le sol, soit mi-enterrés pour réaliser des caves ou des garages.

Ils ont pour rôle de porter les planchers et de soutenir les terres humides ou les remblais.

### ► MURS DE CLÔTURE ⑪

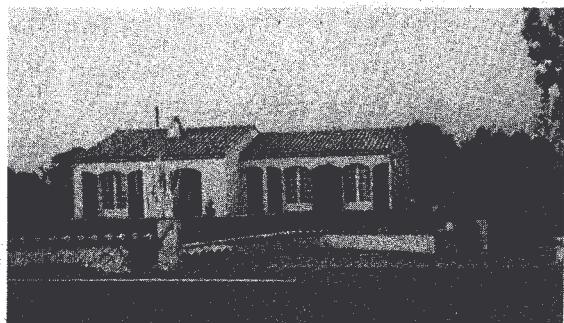
Ils délimitent la propriété et servent parfois de mur de soutènement des terres en cas de différences de niveau des terrains.



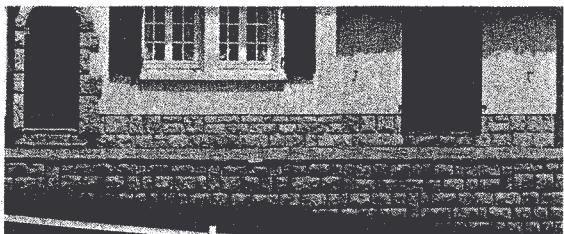
⑩ Réalisation du chaînage du refend longitudinal

#### REMARQUE

Les différents murs précédents sont ceinturés par des chaînages horizontaux et raidis parfois par des chaînages verticaux ⑪.



⑥ Façade d'un pavillon avec son mur de clôture



⑦ Soubassement réalisé en pierres apparentes.  
Au premier plan : muret qui limite une terrasse

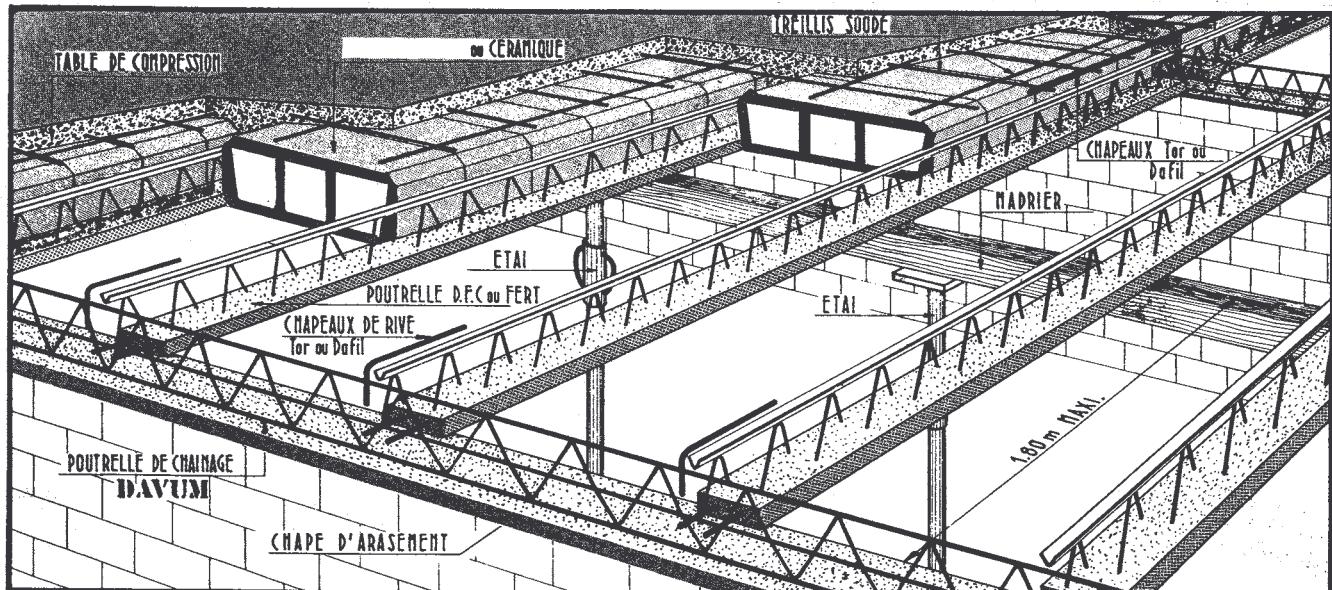


⑧ Murs de refend supportant une charpente élémentaire réalisée à l'aide de « pannes » et « chevrons »



⑨ Mur extérieur mi-enterré avec film de protection (peinture bitumineuse)

## 5 - PLANCHERS ⑪ et ⑫



⑪ Plancher avec poutrelles et entrevois

(Documentation DAVUM)

■ Ce sont les **ouvrages horizontaux porteurs** des charges permanentes et des surcharges d'exploitation à chaque étage.

■ Ils s'appuient sur :

- les murs de façade,
- les murs de refend,
- la structure poteaux-poutres.

■ Ils constituent un **écran isolant**

- thermique (contre les échanges de chaleur),
- acoustique (contre les bruits aériens et d'impact).

■ **Désignation des planchers suivant leur mode de réalisation :**

► **PLANCHERS TRADITIONNELS** réalisés entièrement sur le chantier.

**EXEMPLE :** dalle pleine en béton armé

► **PLANCHERS SEMI-PRFABRIQUÉS ⑪ et ⑫** comportant :

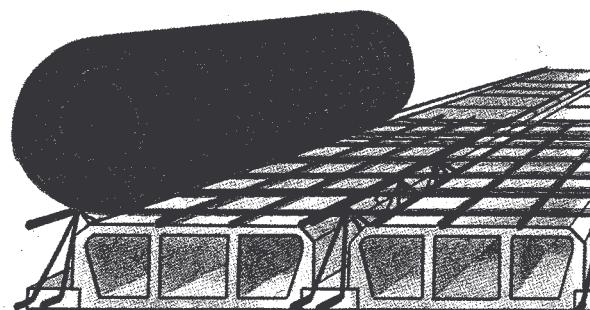
- des **poutrelles** en béton armé ou en béton précontraint
- des **entrevois** en béton, en terre cuite, en polystyrène, etc.
- une **dalle de compression** réalisée sur place.

► **PLANCHERS PRFABRIQUÉS**

- d'une seule pièce
- par éléments de grandes dimensions.

**REMARQUE :**

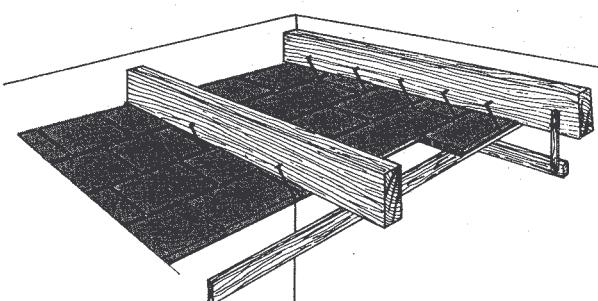
- Les **plafonds** sont des ouvrages horizontaux portés ⑬.
- Ils constituent la sous-face apparente des planchers en béton armé ou en bois.
- Ils sont généralement suspendus, pour le dernier niveau, à des solives ou à des fermettes ⑬ bis.



⑫ Exemple de plancher



⑬ Charpente traditionnelle avec solives destinées à porter le plafond



⑬bis Plafond suspendu en briques plâtrières : vue de dessus

## **6 - CONDUITS : FUMÉES - VENTILATIONS**

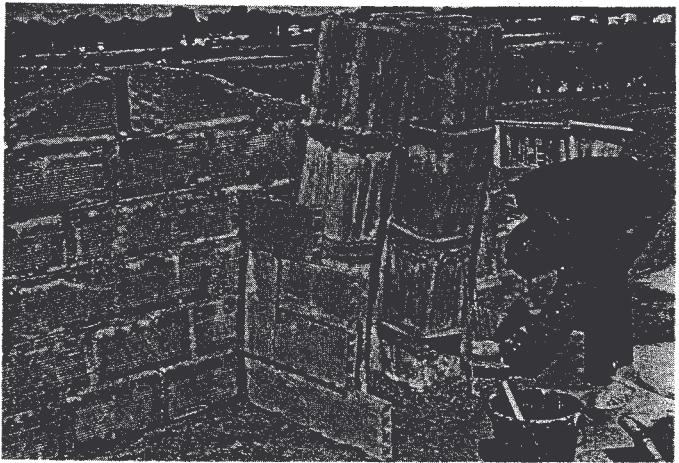
- Les conduits sont destinés à évacuer les gaz brûlés ou l'air vicié.
- Ils sont parfois groupés pour émerger sur le toit par une **souche** réalisée avant la couverture ⑭.

## **7 - CHARPENTE**

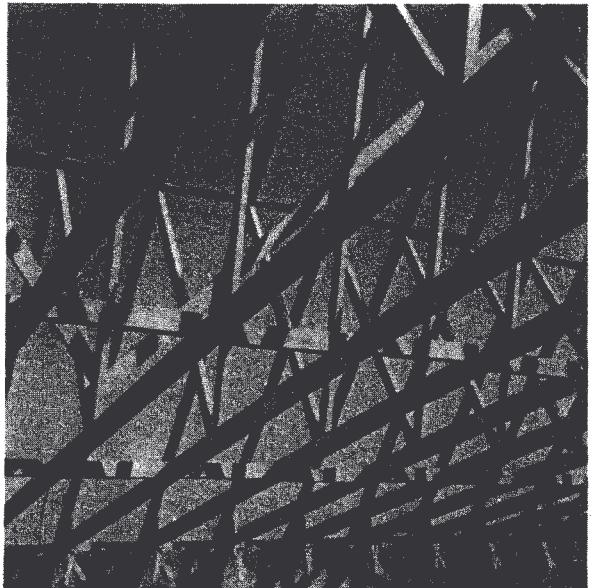
Elle a pour rôle de porter le matériau de couverture et de résister aux actions du vent.

- La **charpente traditionnelle** (*voir photo ⑬*) est réalisée par :
  - des **fermes** qui s'appuient sur les murs
  - des **pannes** qui reposent sur les fermes
  - des **chevrons** fixés sur les pannes.
- La **charpente évoluée** ⑯ utilise des **fermettes** très rapprochées (tous les 50 cm d'axe en axe) pour porter :
  - le matériau de couverture
  - les plafonds suspendus.
- La **charpente la plus élémentaire** (*voir photo ⑭*) est constituée par des pannes qui reposent sur :
  - les murs de refend
  - les murs pignons.

Les **chevrons** sont ensuite fixés sur les pannes.



⑭ Réalisation d'une souche



⑯ Charpente évoluée : fermettes

## **8 - COUVERTURE ⑯**

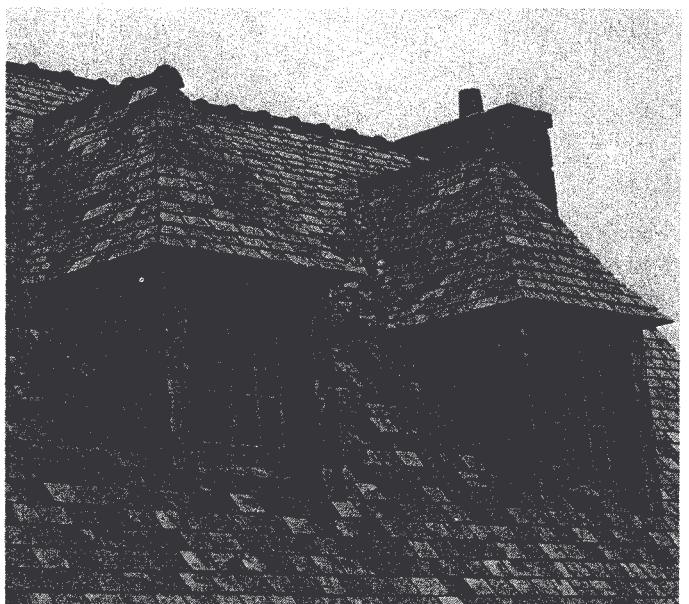
Elle a pour but d'assurer « la mise hors d'eau » du bâtiment.

- Les éléments assurant l'étanchéité à l'eau peuvent être en couverture classique :
  - ▶ **en terre cuite** (tuiles à emboîtement, à recouvrement)
  - ▶ **en mortier de ciment** avec pellicule protectrice teintée (tuiles, béton)
  - ▶ **en ardoises** naturelles ou artificielles.

Ces éléments reposent sur des liteaux fixés sur les chevrons ou les fermettes.

- **La toiture-terrasse :**

Le dernier plancher sert de support résistant pour recevoir une étanchéité à base de produits bitumineux. Elle est surtout utilisée pour les bâtiments collectifs.



⑯ Couverture en ardoise

## **9 - PAREMENTS ET REVÊTEMENTS EXTÉRIEURS <sup>⑯</sup>**

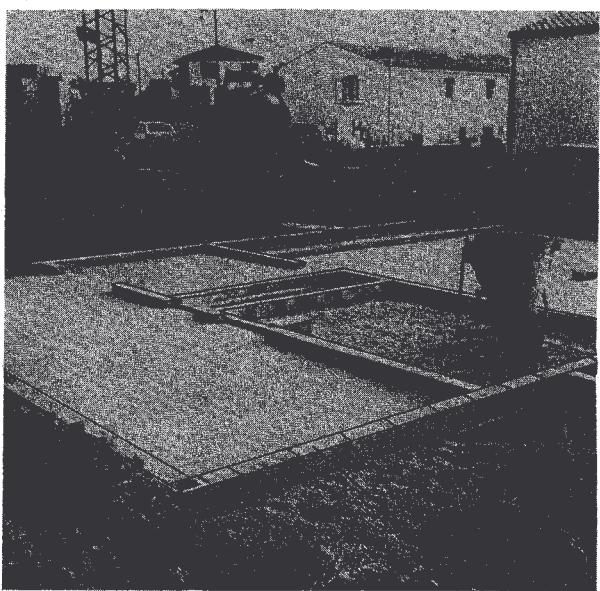
- Il s'agit de l'habillage des murs qui s'effectue avec :
  - ▶ **des éléments naturels** (granit, calcaire ou schistes) placés soit :
    - en soubassement
    - en angle
    - en entourage de baies.
  - ▶ **des éléments artificiels**, par exemple :
    - des briques apparentes
    - des carrelages.
  - ▶ **des enduits** :
    - traditionnels } appliqués manuellement
    - souples }
      - projetés à la machine.



<sup>⑯</sup> Habillage des façades

## **10 - DALLAGES <sup>⑰</sup> et <sup>⑲</sup>**

- Ils ont pour but essentiel d'isoler du sol humide et d'obtenir une aire de circulation résistante et plane.
- Ils reçoivent à leur surface, outre les cloisons, les différents revêtements :
  - mortier de ciment
  - carrelage
  - moquette, etc...
  - dalles en pierres.

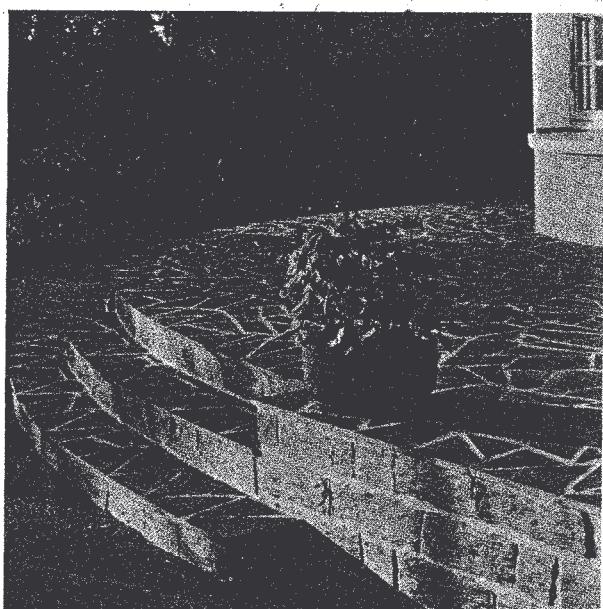


mur de fondation

<sup>⑰</sup> Dallage d'un sous-sol mi-enterré

## **11 - CLOISONS**

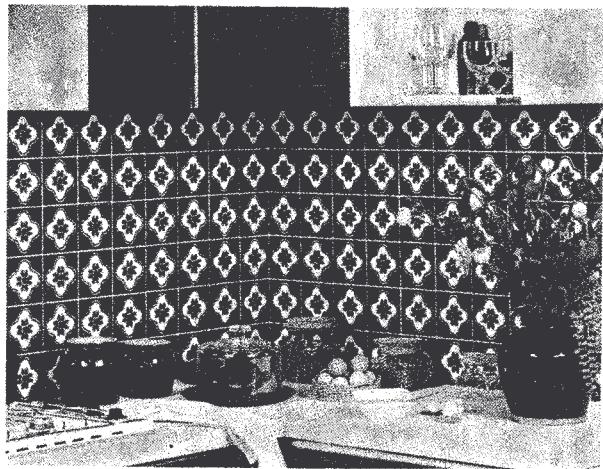
- Elles sont **non porteuses** et séparent les pièces entre elles.  
On les appelle « **cloisons de distribution** » ou encore « **cloisons intérieures** ».
- Elles sont aussi disposées parallèlement aux murs extérieurs, façades et pignons, munies d'un isolant.  
On les nomme « **cloisons de doublage** ».



<sup>⑲</sup> Exemple de revêtements de dallages

## 12 - ENDUITS ET REVÊTEMENTS INTÉRIEURS

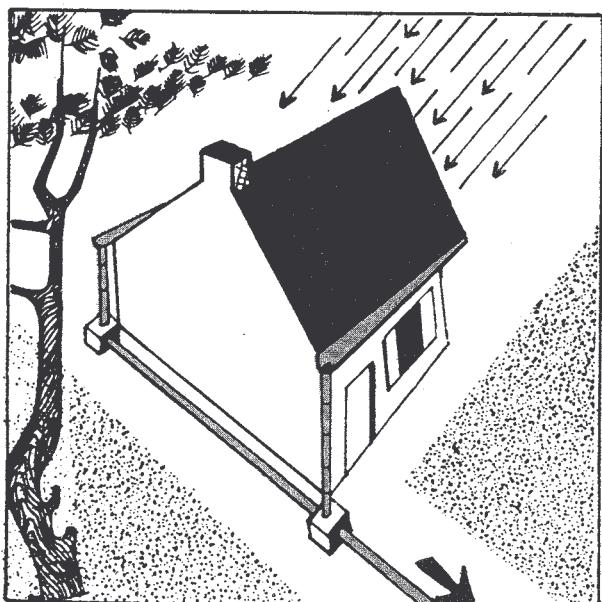
- Ils servent à la décoration et à la protection des murs et des sols.
- On distingue :
  - ▶ les enduits à base de plâtre :
    - sur murs et cloisons,
    - sur plafonds
  - ▶ les revêtements de murs :
    - faïences, grès émaillé
    - plaquettes céramiques décoratives
  - ▶ les revêtements de sols :
    - carrelages en grès cérame
    - plastiques et moquettes.



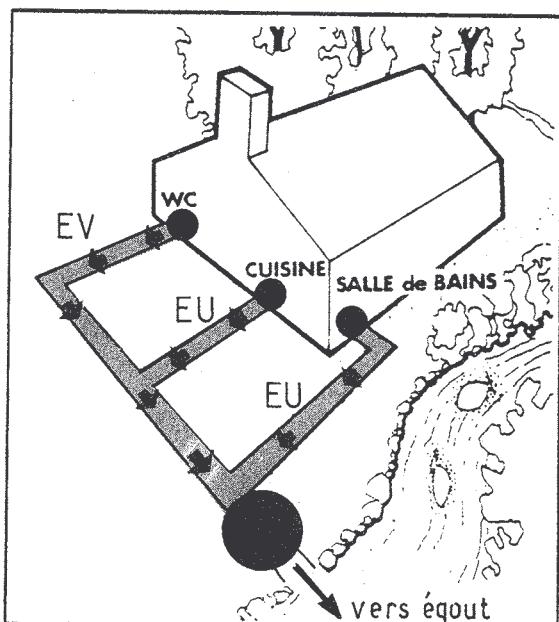
⑩ Revêtement vertical intérieur

## 13 - CANALISATIONS - ASSAINISSEMENT

- Les canalisations servent à collecter et à évacuer les eaux :
  - ▶ de pluie (E.P.)
  - ▶ usées (E.U.)
- EXEMPLE :  
eau d'évier
- vannes (E.V.) qui sont chargées d'excréments.
- Ces différentes eaux sont dirigées vers le tout à l'égout grâce à :
  - ▶ un système unitaire, en groupant les eaux dans une conduite unique
  - ▶ un système séparatif, les eaux de pluie dans une conduite, les eaux usées et vannes dans une conduite différente.



⑪ Collecte et évacuation des E.P.

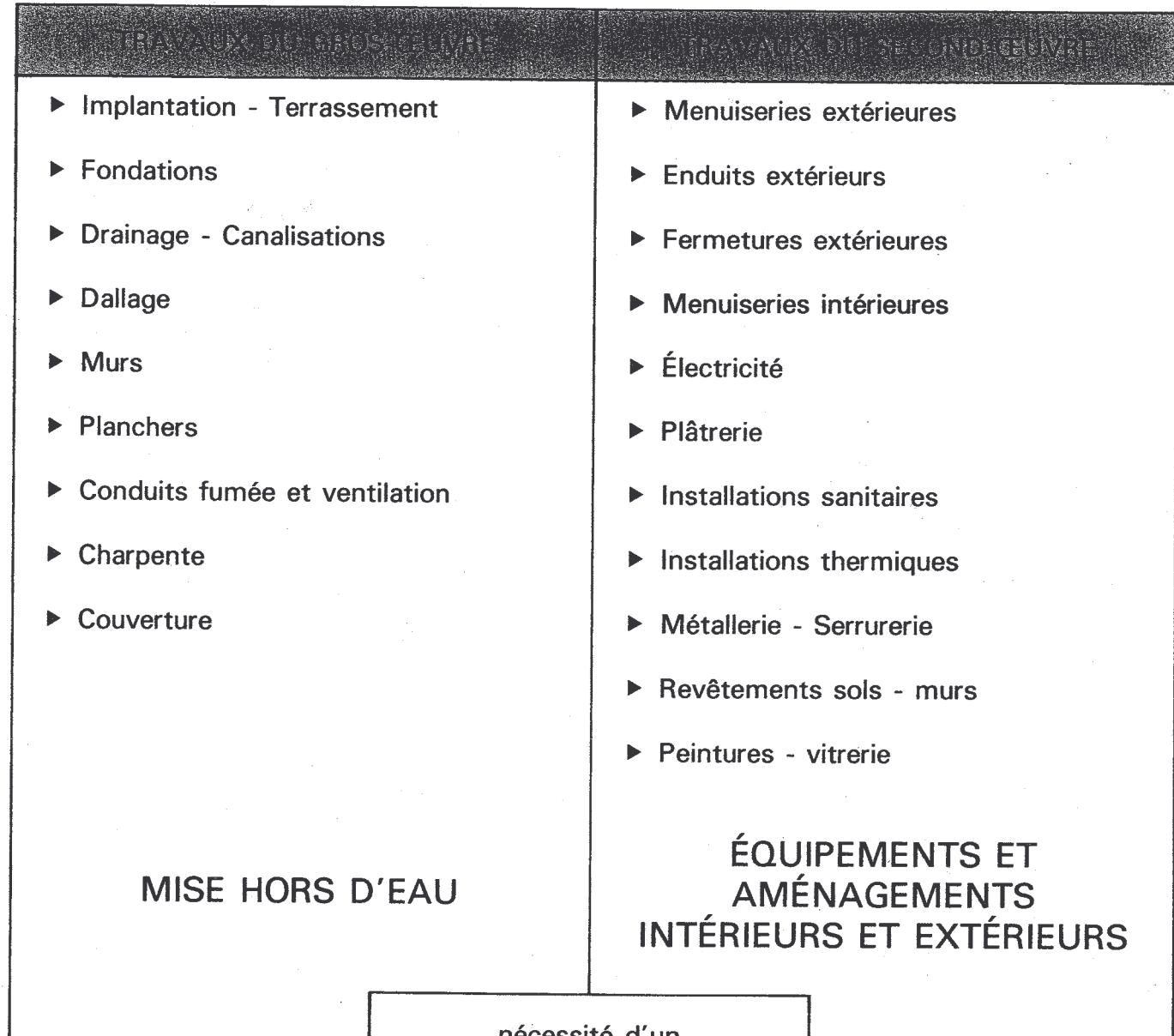


⑫ Collecte et évacuation des E.U. et des E.V.

## RÉSUMONS LES PRINCIPAUX TRAVAUX RENCONTRÉS

■ Le **GROS-ŒUVRE** englobe l'ensemble des travaux qui permettent la mise hors d'eau du bâtiment.

■ Le **SECOND-ŒUVRE** concerne les aménagements extérieurs et intérieurs y compris les finitions.



CLIENT → ARCHITECTE → ENTREPRISES  
ou  
CORPS D'ÉTAT

## **QUESTIONNAIRE**

1. Pour chacun des ouvrages, préciser :

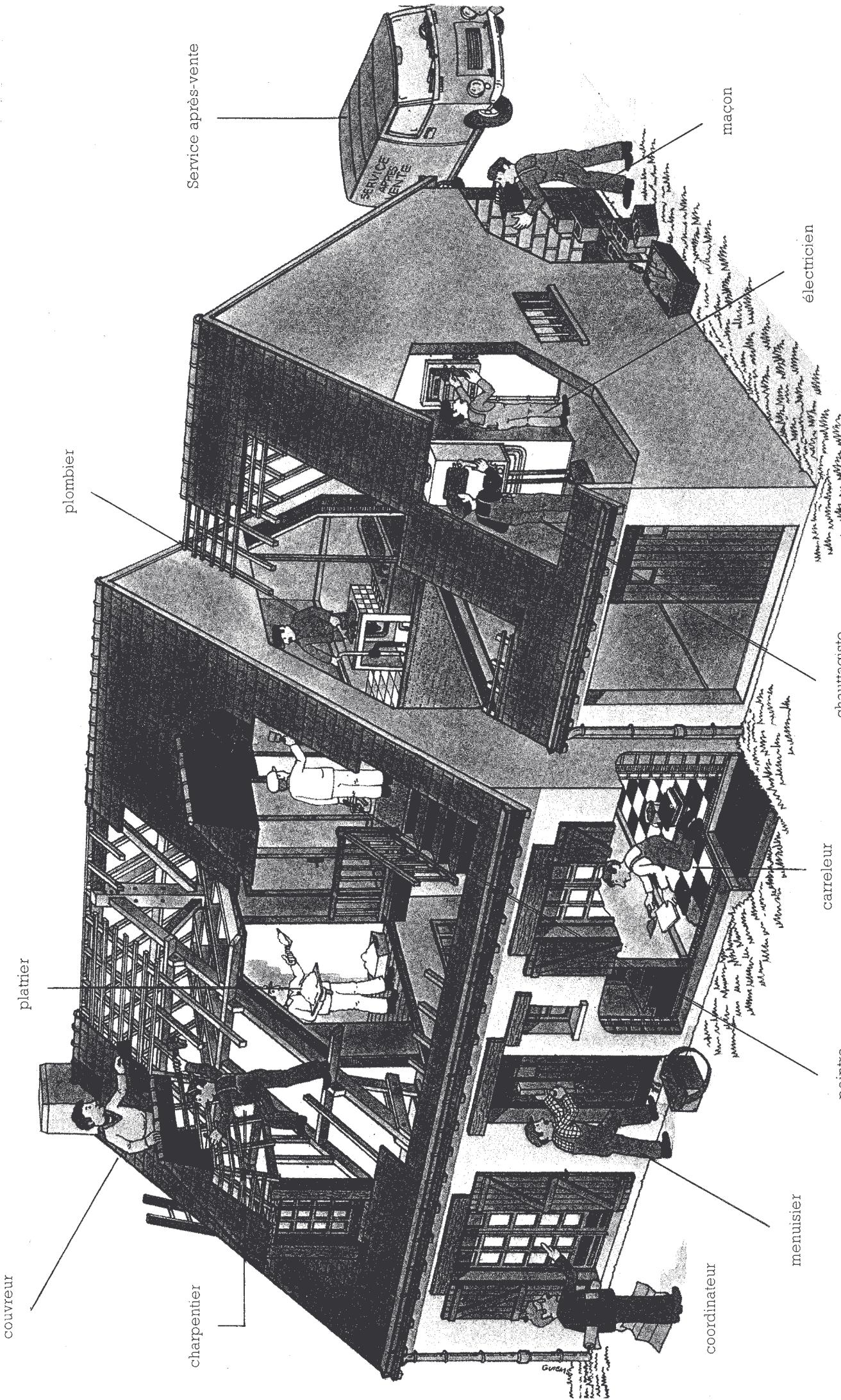
- les rôles de chacun ;
- leurs caractéristiques.

2. Comment différencier les travaux du gros-œuvre des travaux du second-œuvre ?

3. Quel est, à votre avis, le rôle de l'architecte ?

# les métiers du bâtiment

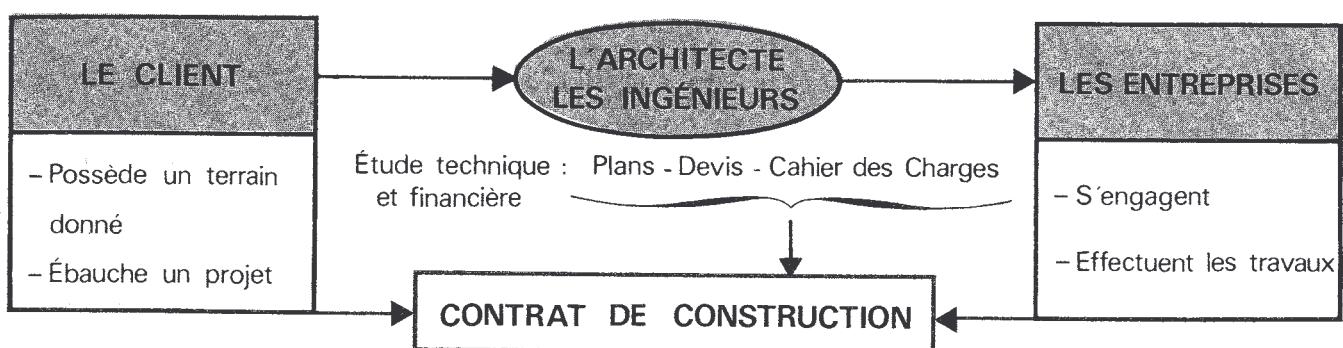
(Doc. « Les Bâtisseurs »)



# THÈME 3

## Le projet de construction

- Il comporte l'ensemble de l'étude qui permet de réaliser la construction sur le terrain :
  - les documents graphiques ou dessins (divers plans),
  - les pièces écrites (devis et cahiers des charges).



- L'atelier d'architecture est le trait d'union entre le client et les diverses entreprises.

### 1 - LES PLANS (voir pages 26 à 30)

#### ■ DE SITUATION (échelle 1/5 000<sup>e</sup> ou 1/10 000<sup>e</sup>)

- ▶ Il permet de « situer » la parcelle ou le lot par rapport à une voie (route ou rue) connue de la commune.

#### ■ DE MASSE (échelle 1/500<sup>e</sup>)

- ▶ Il précise l'emplacement de la construction dans le lot par rapport aux limites du terrain et des rues.
- ▶ Il peut figurer les viabilités (eau, gaz, électricité, égout, téléphone).

#### ■ D'ENSEMBLE (échelle 1/50<sup>e</sup> ou 0,02, soit 2 cm par mètre).

Ils comportent :

- ▶ la vue en plan des différents niveaux (sous-sol, rez-de-chaussée, étages...).
- ▶ le plan de fondation et de canalisations.
- ▶ les coupes verticales, dans le sens de la longueur et aussi dans le sens de la largeur du bâtiment.
- ▶ les façades :
  - principale,
  - arrière,
  - latérale gauche,
  - latérale droite.

## ■ D'EXÉCUTION :

- Ce sont les plans d'exécution fournis par les bureaux d'étude spécialisés.

### EXEMPLES :

- plans de béton armé,
  - plans de toiture,
  - plans d'installations thermiques et sanitaires,
  - plans d'électricité,
  - plans d'agencement intérieur (carrelage...).
- Ils servent à préciser les travaux par spécialité ainsi que les dispositions constructives nécessaires à l'exécution (plans de détail).

---

## 2 - LES DEVIS

---

### ■ LE DEVIS DESCRIPTIF (*Voir page suivante : Extraits de la notice descriptive des travaux*)

Il décrit la nature des ouvrages pour chaque corps d'état (métier) :

- matériaux utilisés avec les caractéristiques (dimensions, qualités, etc.),
- renseignements techniques de mise en œuvre (Documents Techniques Unifiés : D.T.U.).

### ■ LE DEVIS ESTIMATIF

Il indique :

- la désignation des ouvrages,
- les quantités d'ouvrages de l'avant-métré,
- le prix pour chaque ouvrage.

---

## 3 - LES CAHIERS DES CHARGES

---

Ce sont les documents qui précisent les conventions du contrat de construction du point de vue :

- administratif (*exemple* : révision de prix),
- juridique (*exemple* : responsabilité, pénalités).

---

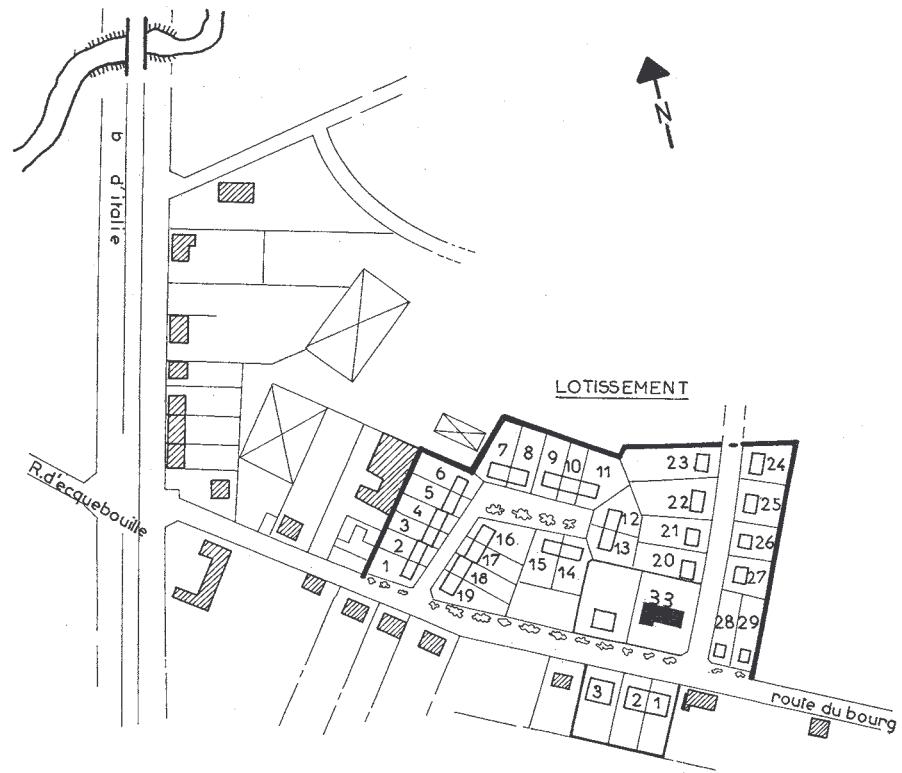
## 4 - LE PLANNING DES TRAVAUX

---

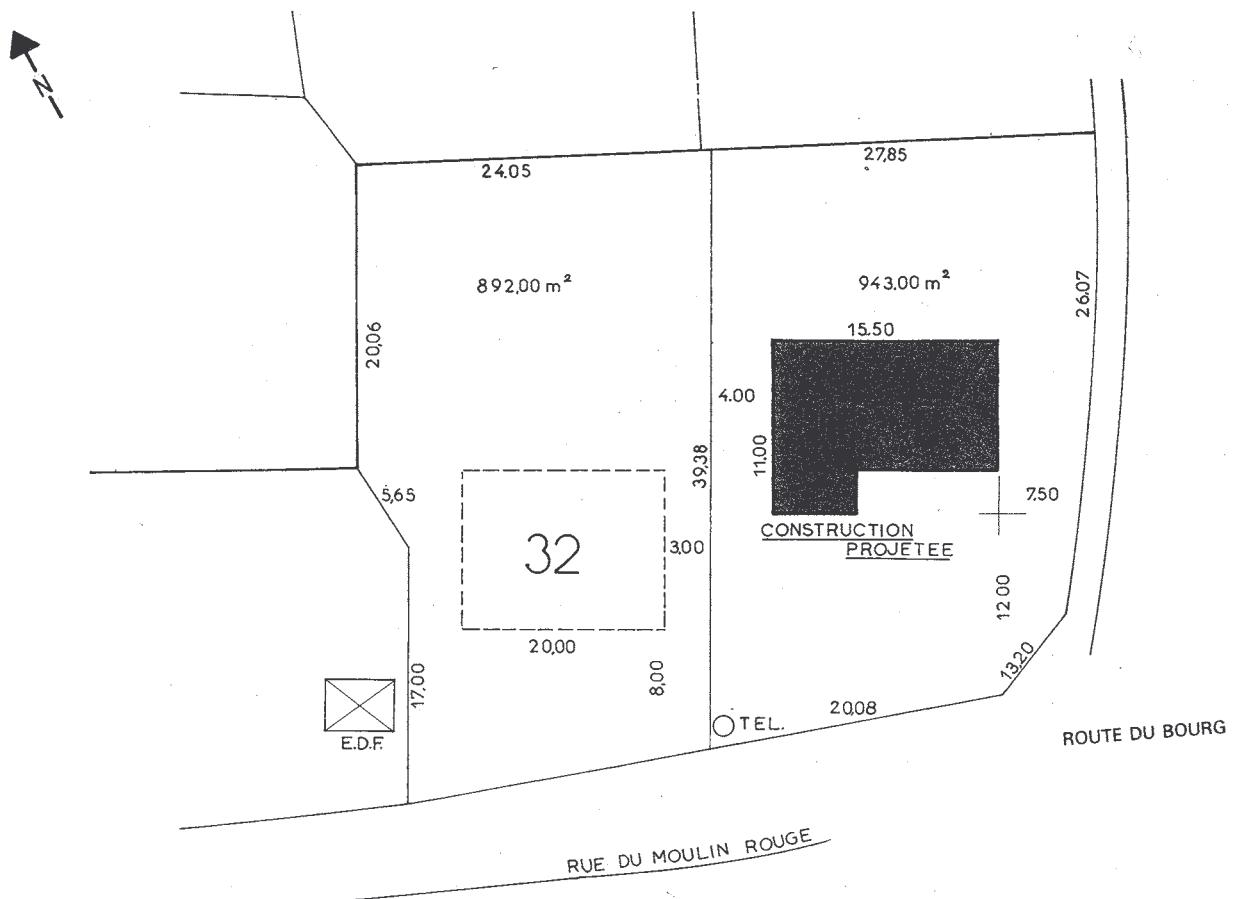
C'est le « Calendrier » des travaux à effectuer pour l'ensemble des entreprises.

**DEVIS DESCRIPTIF**  
(Extraits de la notice descriptive des travaux)

<b>Désignation des ouvrages</b>		<b>Nature des travaux</b>
1	<b>■ Terrassement</b>	<p>Décapage de la terre végétale et mise en tas.</p> <p>Fouilles en pleine masse pour l'aménagement du sous-sol.</p> <p>Les terres déblayées sont déposées côté façade principale.</p> <p>Fouilles en rigoles pour les semelles continues sous les murs.</p>
2	<b>■ Fondations</b>	<p>Béton de propreté de 8 cm en fond de fouille.</p> <p>Semelles continues armées (50 cm X 30 cm).</p> <p>Enrobage des aciers <math>\geq 4</math> cm.</p> <p>Dosage A : 350 kg de CPJ 45 par m<sup>3</sup>.</p> <p>Semelles isolées : 1,20 m X 1,20 m.</p> <p>Dosage A.</p>
3	<b>■ Parois verticales</b>	<p>Ils sont réalisés en blocs creux de béton de 20 cm à parois épaisses, hourdés au mortier bâtarde.</p> <p>Ils sont raidis par des chaînages verticaux et enduits au mortier de ciment.</p> <p>Ils recevront une protection du type Sika Igol-fondation appliquée à la brosse.</p> <p>Un drainage périphérique avec drains en ciment et pierres cassées sera réalisé.</p> <p>Ils sont en blocs creux de béton de 20 cm d'épaisseur.</p> <p>Linéaux et chaînages en B.A.</p>
4	<b>■ Ossature B.A.</b>	<p>Blocs creux de béton de 15 cm en béton de gravillons.</p>
4	<b>■ poteaux</b>	<p>Ils sont incorporés dans les murs extérieurs et de refend suivant les dispositions prévues sur les plans de Béton Armé.</p>
4	<b>■ poutres et chaînages</b>	<p>Voir plan de béton armé ainsi que les dispositions constructives sur les plans de détail.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ils sont constitués par : <ul style="list-style-type: none"> <li>- des poutrelles précontraintes préfabriquées,</li> <li>- des entrevoûts de 16 cm de hauteur prenant appui sur les poutrelles,</li> <li>- une dalle de compression, armée, de 5 cm d'épaisseur.</li> </ul> </li> <li>- En B.A. avec larmier accentué (<i>voir détail</i>).</li> </ul> <p>Elle constitue le chaînage pour les murs extérieurs.</p>
5	<b>■ Conduits</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- En boisseaux de pouzzolane hourdés au mortier de chaux : section 30 cm X 30 cm. <ul style="list-style-type: none"> <li>- Id<sup>o</sup> (section 20 cm X 20 cm).</li> <li>- Ventilations basses en grilles Nicoll et carreau dans l'épaisseur complète du mur.</li> </ul> </li> </ul>
6	<b>■ Charpente</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Type traditionnel en sapin du Nord. <ul style="list-style-type: none"> <li>- pannes de section 75 mm X 120 mm,</li> <li>- chevrons de section 55 mm X 75 mm.</li> </ul> </li> </ul>
7	<b>■ Couverture</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Traitement préventif de tous les bois (fungicide et insecticide).</li> <li>- Tuile mécanique petit moule de teinte brune posée sur liteaux plats.</li> <li>- Faitages et arêtiers hourdés au mortier de chaux.</li> <li>- Dalle havraise avec crochets de sécurité.</li> </ul>
8	<b>■ Évacuations</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Système séparatif : <ul style="list-style-type: none"> <li><math>\varnothing</math> 100 mm en matière plastique.</li> <li><math>\varnothing</math> 100 mm en amiante ciment. (type assainissement)</li> </ul> </li> </ul> <p>Les canalisations seront enterrées d'au moins 50 cm dans le sol à l'extérieur du bâtiment. (Voir le plan de canalisations intérieures et extérieures.)</p>
9	<b>■ Dallage</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Il est constitué par...</li> </ul>

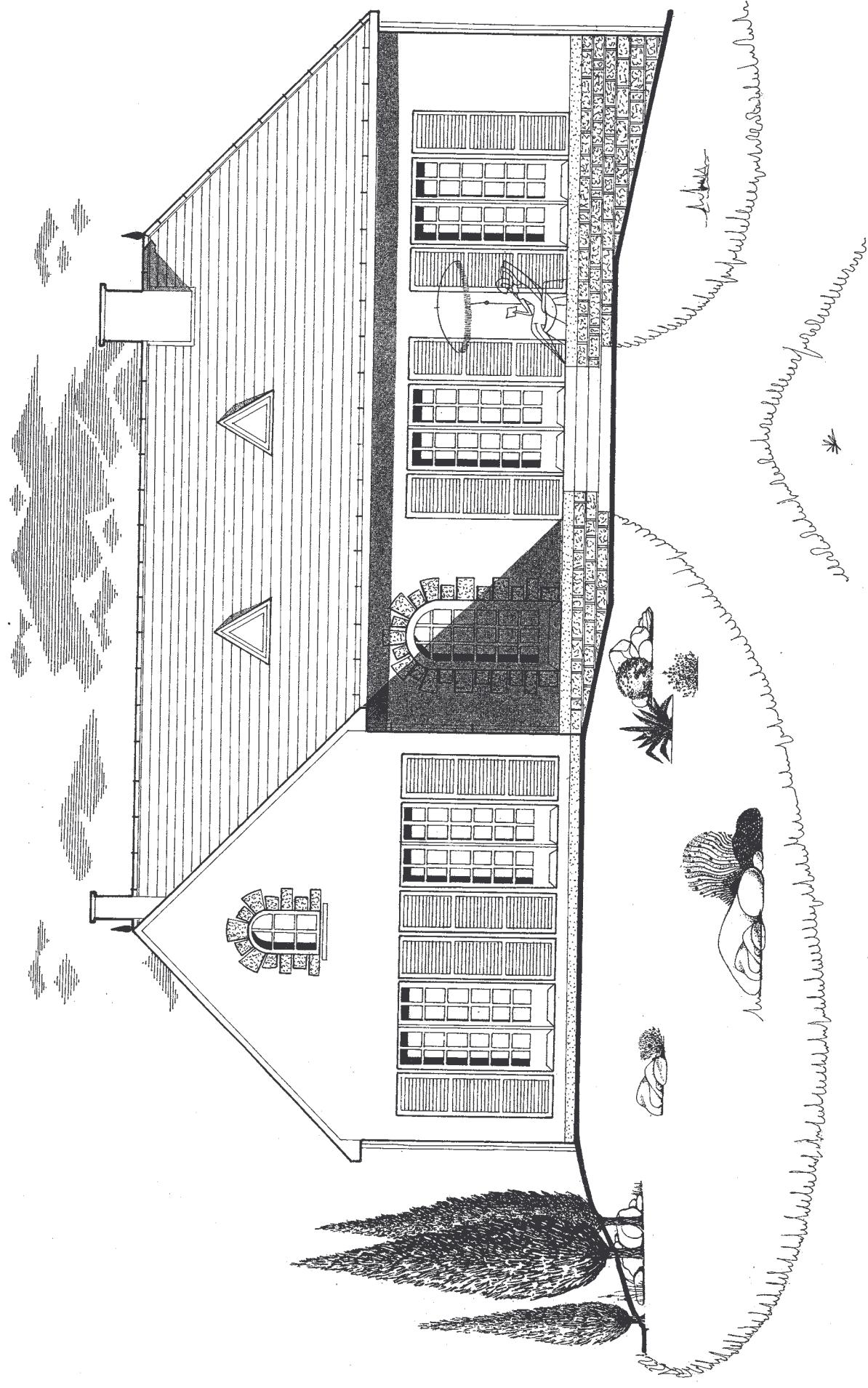


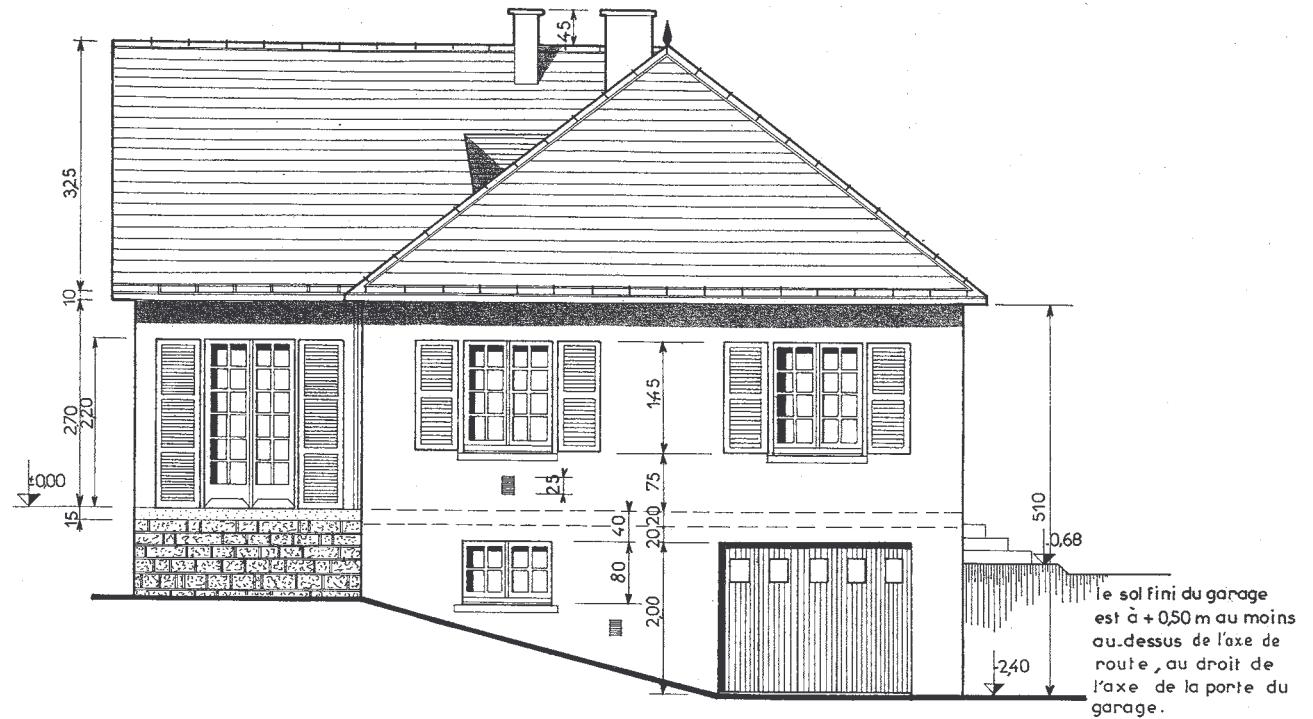
## PLAN DE SITUATION



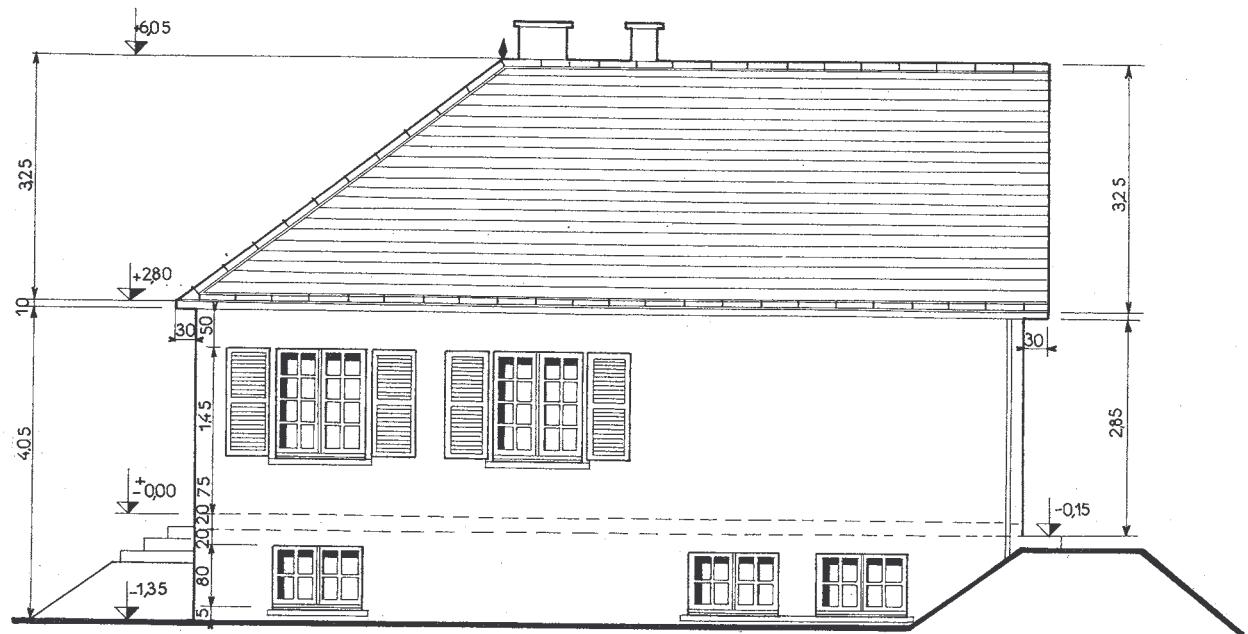
## PLAN DE MASSE

# FAÇADE PRINCIPLE

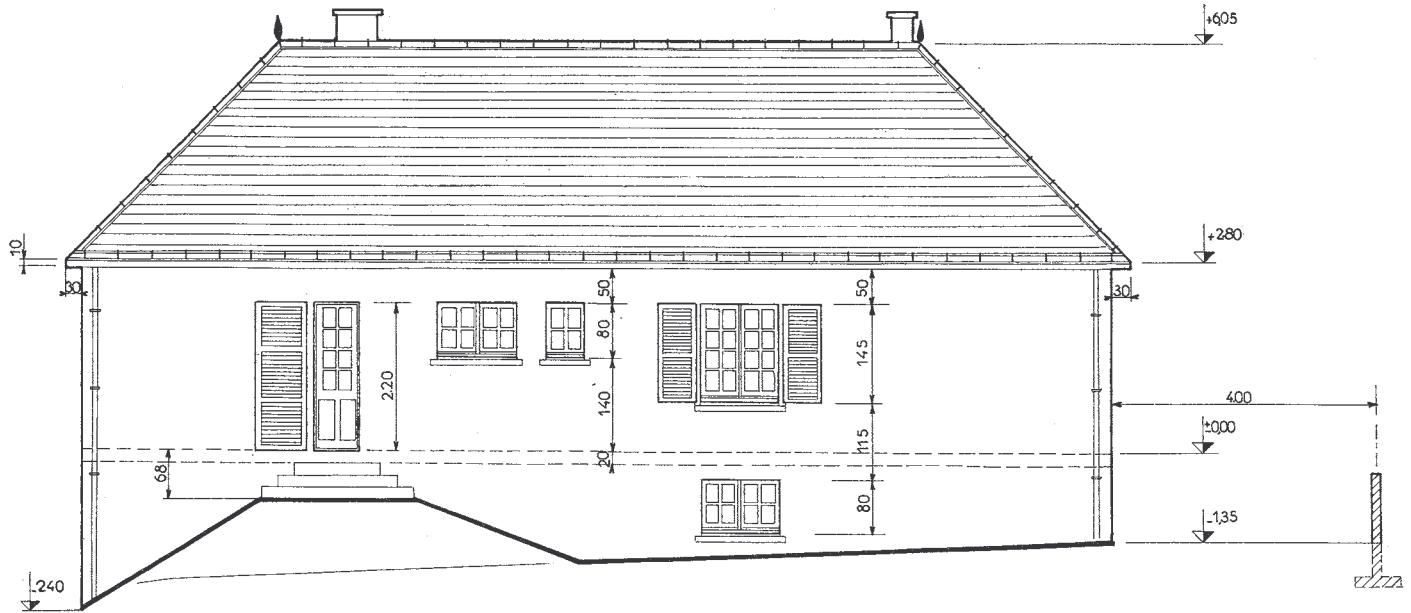




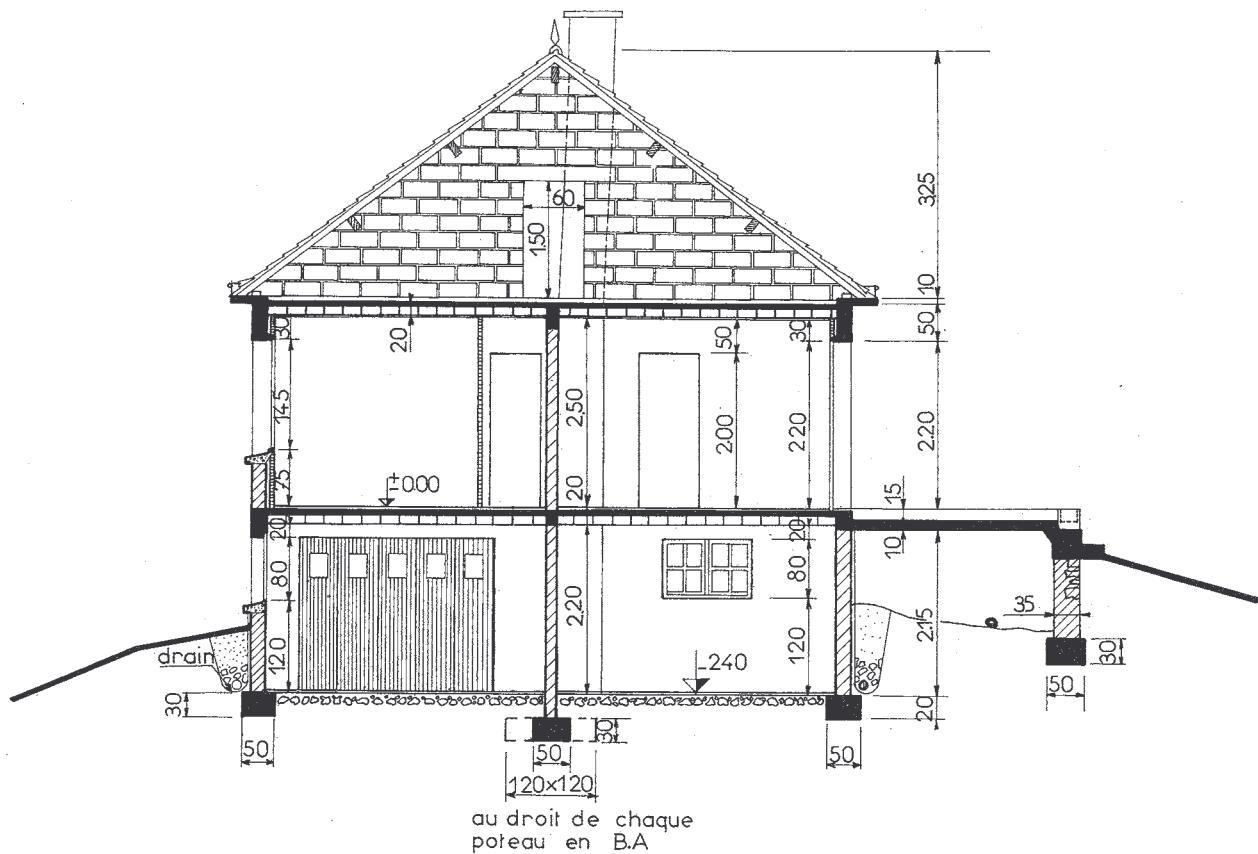
## FAÇADE EST



## FAÇADE OUEST



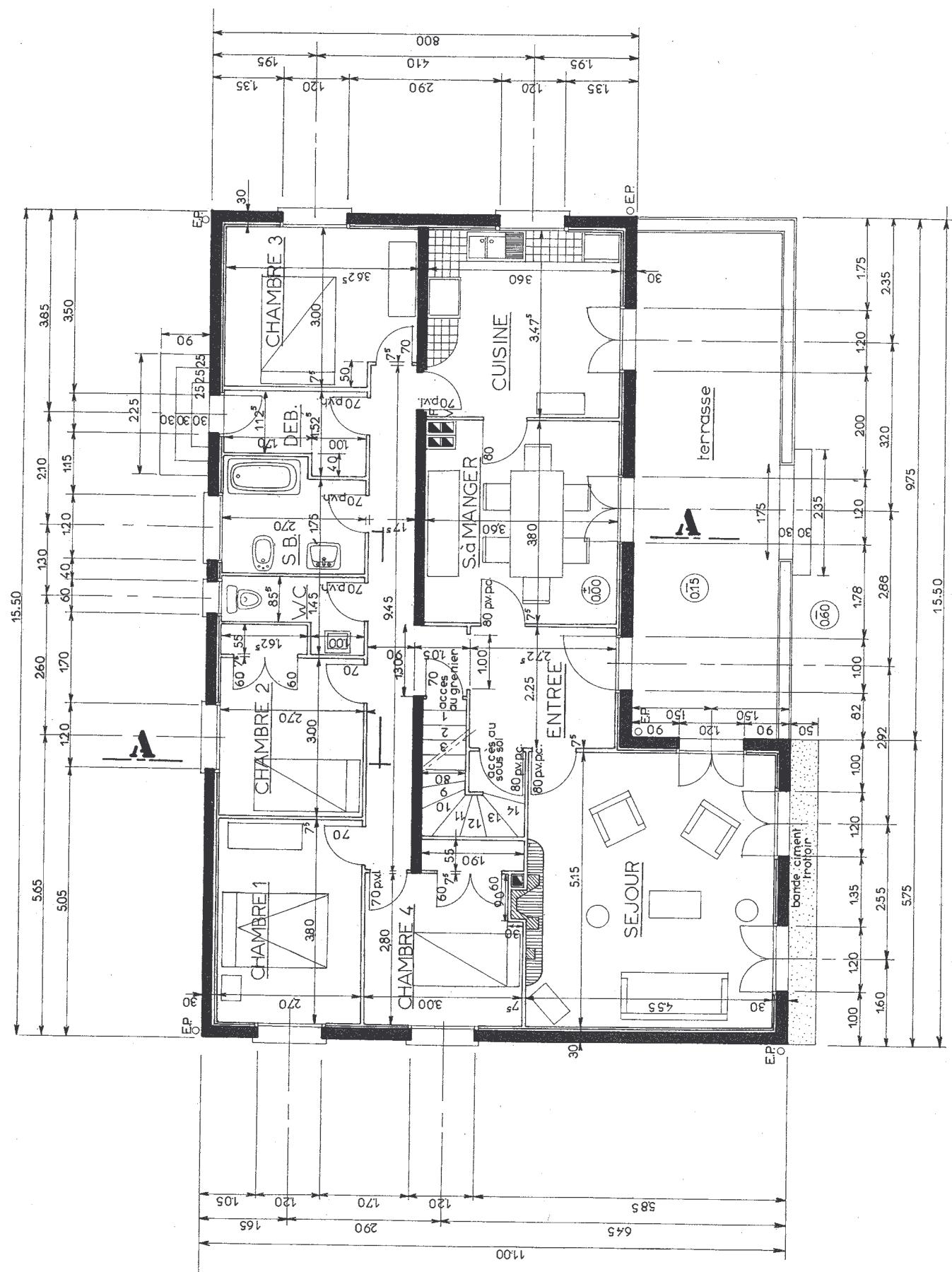
# **FAÇADE NORD**



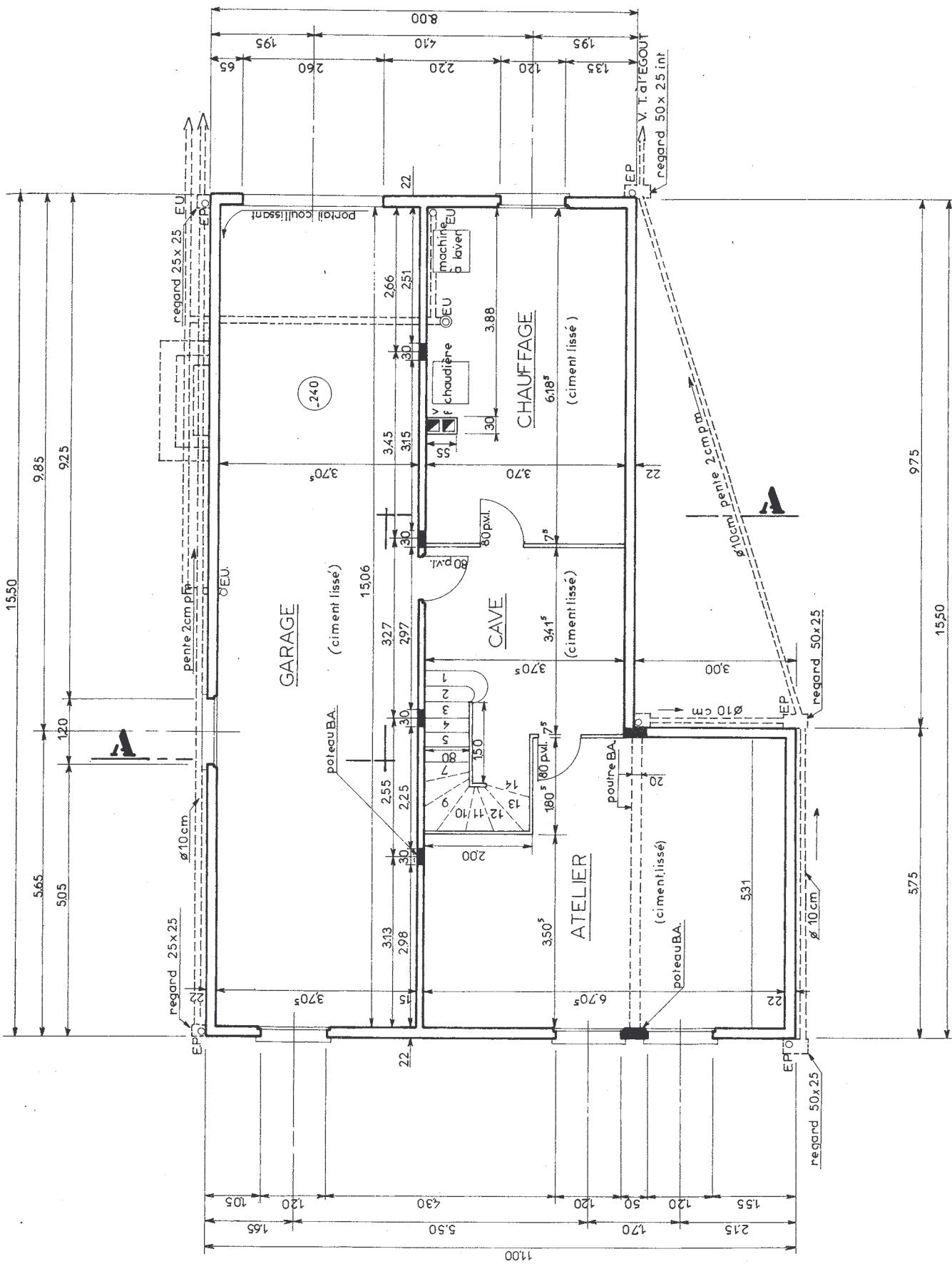
au droit de chaque poteau en B.A

# COUPE AA

# REZ DE CHAUSSEE



# PLAN DES SOLS



## **QUESTIONNAIRE**

- 1. Comment désigne-t-on les fouilles effectuées sur toute la surface d'un bâtiment ?**
- 2. Comment sont dénommées les parois verticales porteuses de ce pavillon ?**
- 3. Quelle est la constitution du plancher de ce pavillon ?**
- 4. Comment la charpente est-elle supportée ?**
- 5. Quels sont les éléments portés dans le devis estimatif ?**

# THÈME 4

## L'implantation des bâtiments

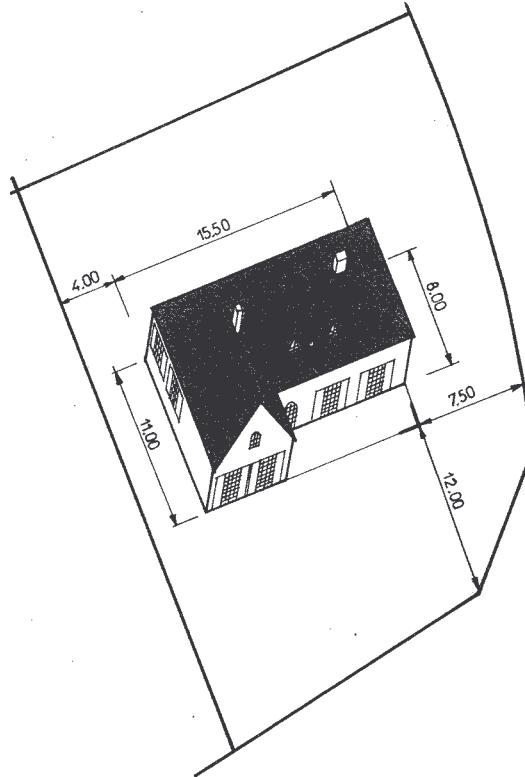
### 1 - BUT DE L'IMPLANTATION ① et ②

Il s'agit :

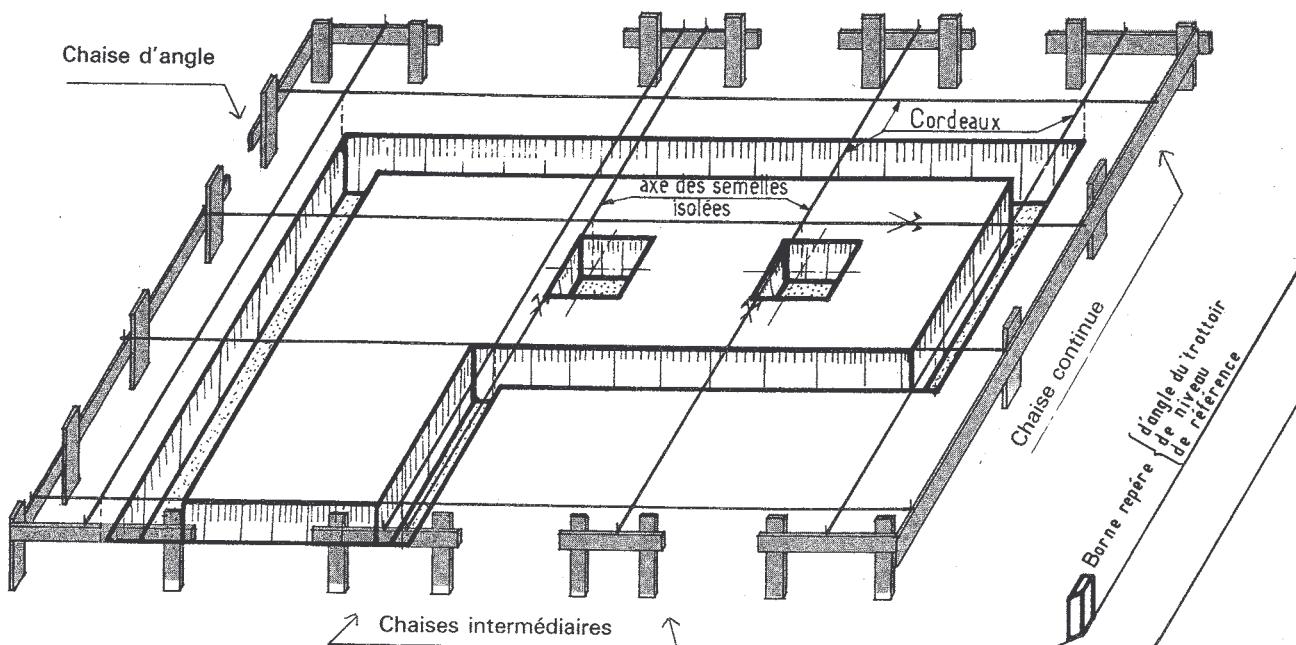
- ▶ de déterminer sur le terrain l'emplacement de la construction ;
- ▶ de situer la position :
  - des murs de façade
  - des murs de refend
  - des murs de pignons
  - des poteaux en béton armé

pour effectuer les fondations.

IMPLANTATION ↔ TRACES GÉOMÉTRIQUES



① Pavillon à implanter



② Implantation d'un pavillon (chaises et cordeaux)  
Murs extérieurs et semelles isolées

## 2 - RÉFÉRENCES NÉCESSAIRES

### ■ Le constructeur a besoin

#### ► des documents suivants :

- plan de situation
- plan de masse
- vue en plan du 1<sup>er</sup> niveau et du plan de fondation
- coupes du bâtiment ;

Voir thème n° 3 :  
« LE PROJET DE CONSTRUCTION »

#### ► des références ci-après ③ :

- un alignement de référence (direction donnée)

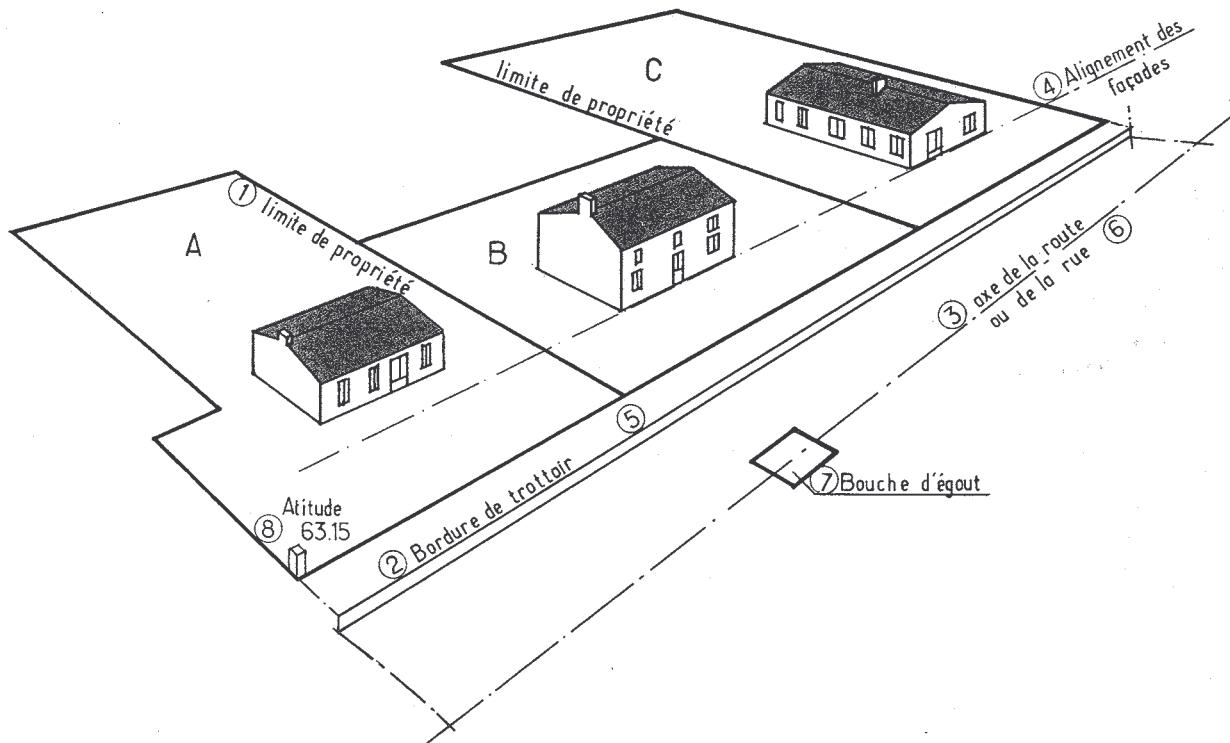
Repères sur la figure ③ ci-dessous :

- ① limite de propriété
- ② bordure de trottoir
- ③ axe de rue
- ④ alignement de bâtiments voisins

- un repère de hauteur.

Repères sur la figure ③ ci-dessous :

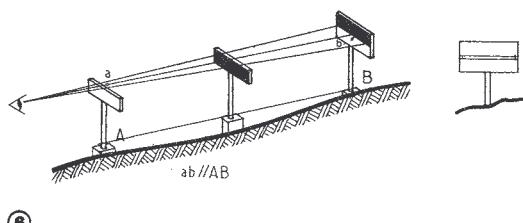
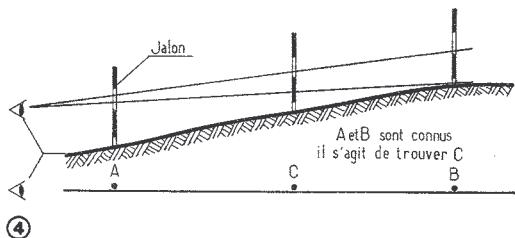
- ⑤ dessus de bordure
- ⑥ axe de rue
- ⑦ bouche d'égout
- ⑧ borne avec altitude donnée



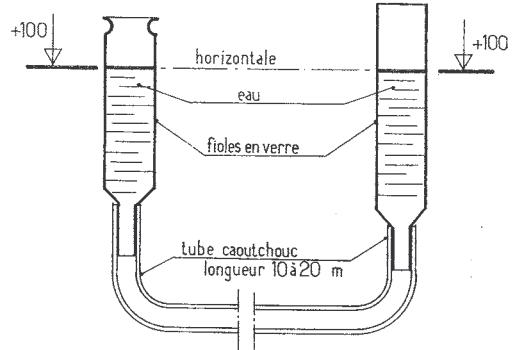
③ Références nécessaires au constructeur

### 3 - INSTRUMENTS UTILISÉS ET CHAISES D'IMPLANTATION

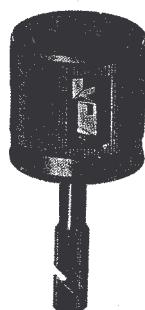
Désignation	Description Renseignements techniques	Utilisation
Jalons ④	Tiges en bois ou métal de 2 mètres peintes alternativement blanc et en rouge	Déterminer ou prolonger un alignement
Cordeau ou fil récuit (fil à ligature)	Il doit être très tendu - ne pas dépasser 20 m de portée	id. Trait bleu
Ruban d'acier ⑤	Décamètre ou double-décamètre	Mesures des longueurs à l'aide de fiches
Nivelettes ⑥	Le jeu de nivelettes comprend : 3 voyants montés sur pied 1° un voyant blanc 2° un voyant rouge 3° un voyant double	- Déterminer une série de points entre deux autres déjà réglés - Travaux de canalisations
Niveau à bulle d'air	Longueur 1,00, 1,50 et 2,00 mètres	Déterminer ou contrôler l'horizontalité
Niveau à caoutchouc ⑦	Il se compose de : - 2 fioles en verre - un tuyau de caoutchouc On utilise le principe des vases communicants	id. Traçage du trait de niveau
Équerre d'implantation en bois ou en métal	Elle permet de tracer les retours d'équerre (angle droit) Système 3, 4, 5	Implantation de petits bâtiments
Équerre à prismes avec canne à plomber ⑧	Équerre optique constituée par deux prismes soit : - trapézoïdaux, - à cinq côtés (pentagonaux) Précision $\pm 3 \text{ mm à 10 mètres}$	Alignement et retour d'équerre
Niveaux à lunette avec : - trépied ⑨ - mire parlante ⑩	Appareils optiques qui comportent : - une lunette permettant d'obtenir des visées rectilignes, - un cercle gradué (en grade ou en degré) pour obtenir la lecture des angles.	- Tracé d'alignement - Mesures d'angles horizontaux - Nivellement de précision
Chaises d'implantation ⑪ - d'angle - de refend - continues	Elles sont constituées par : - des piquets bois ou métal enfouis dans le sol, - des traverses horizontales avec repères de fixation des cordeaux	Fixation des cordeaux d'alignement du nu extérieur des murs



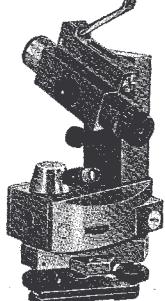
⑥



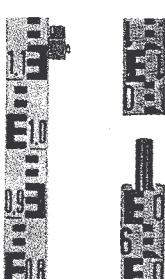
⑦



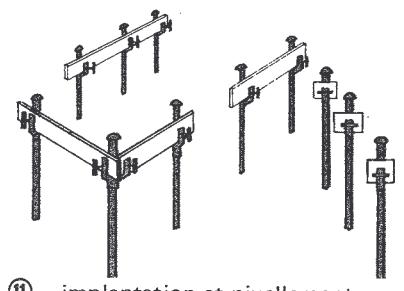
⑨



⑩



⑪



⑪ implantation et nivellation

## 4 - TRACÉ D'UN RETOUR D'ÉQUERRE

### ■ CONSTATATION ⑫

Les bâtiments sont souvent :

- rectangulaires
- en forme de L
- en rectangles accolés.

### ■ NÉCESSITÉ :

- Traçage de perpendiculaires à un alignement donné ⑬.
- Traçage de parallèles à un alignement de référence ⑭.

### ■ PROCÉDÉS SIMPLES DE TRACÉ DU RETOUR D'ÉQUERRE

- Construction d'une équerre avec un triangle rectangle dont les côtés mesurent 3 m, 4 m, 5 m ou multiples.

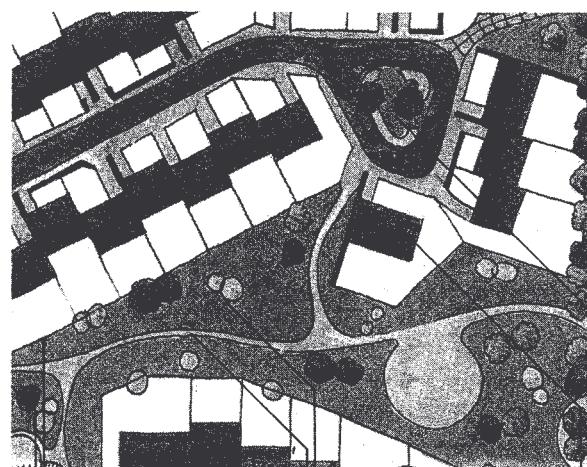
#### EXEMPLES ⑯

On vérifie facilement la formule  $a^2 = (b^2 + c^2)$   
avec :  $a = 5$ ,  $b = 4$ ,  $c = 3$   
On a :  $25 = 16 + 9$

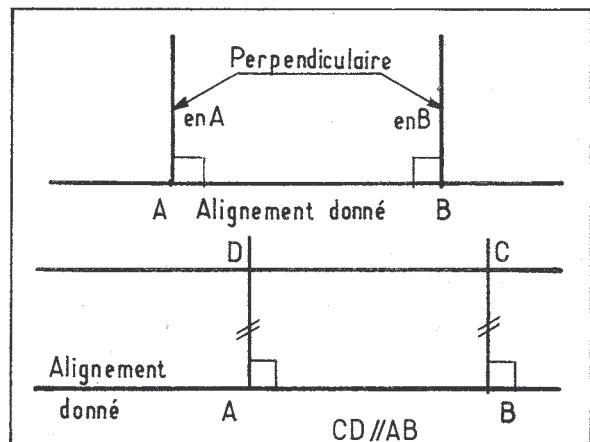
- Construction d'un demi-carré ⑮

On prend comme côté :

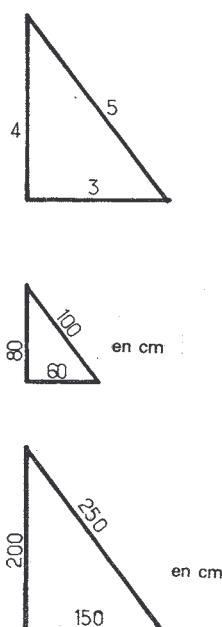
- soit 10 m avec la diagonale égale à 14,14 m,
- soit 5 m avec la diagonale égale à 7,07 m.



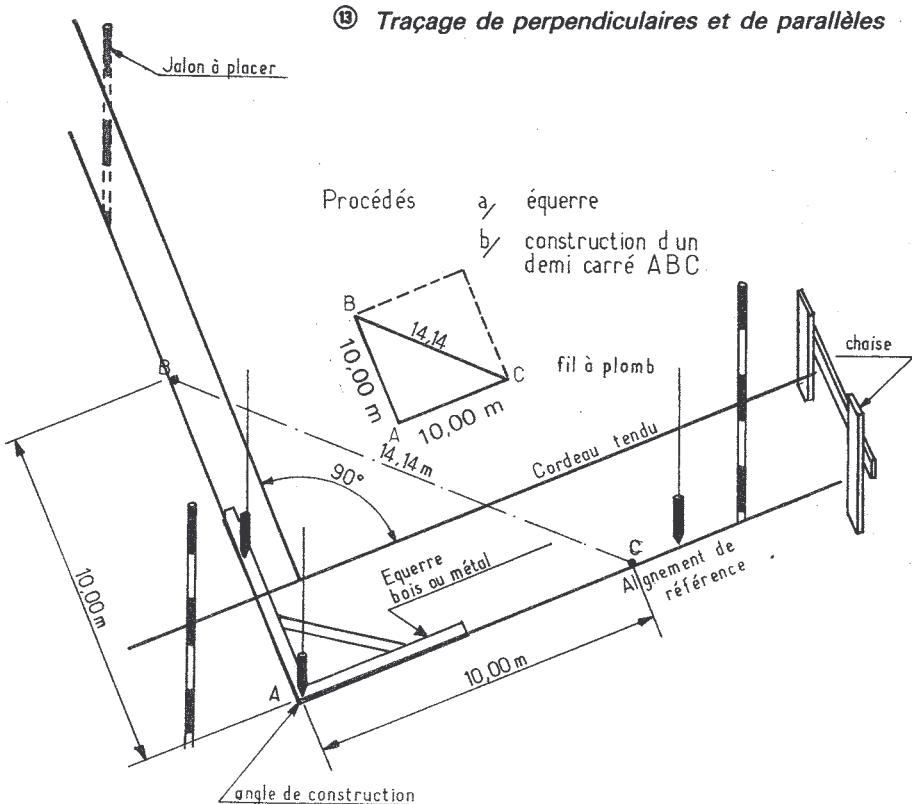
⑫ Lotissement avec pavillons isolés et accolés



⑬ Traçage de perpendiculaires et de parallèles



⑯ Schémas de principe



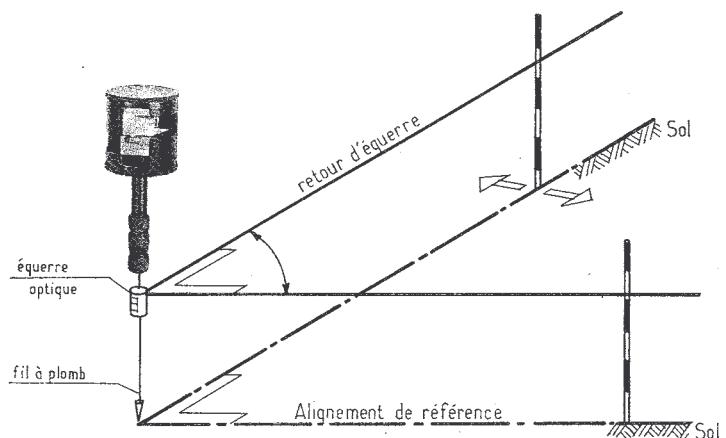
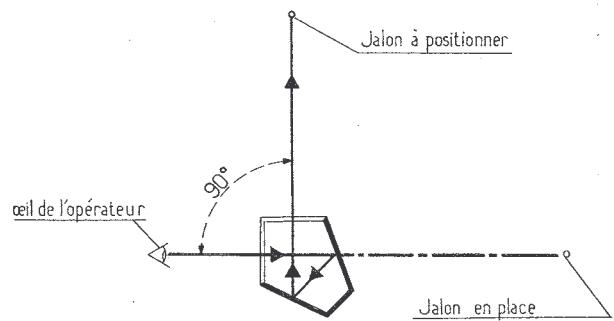
⑮ Construction d'un demi-carré

## ► Utilisation de l'équerre optique ⑯

Elle permet :

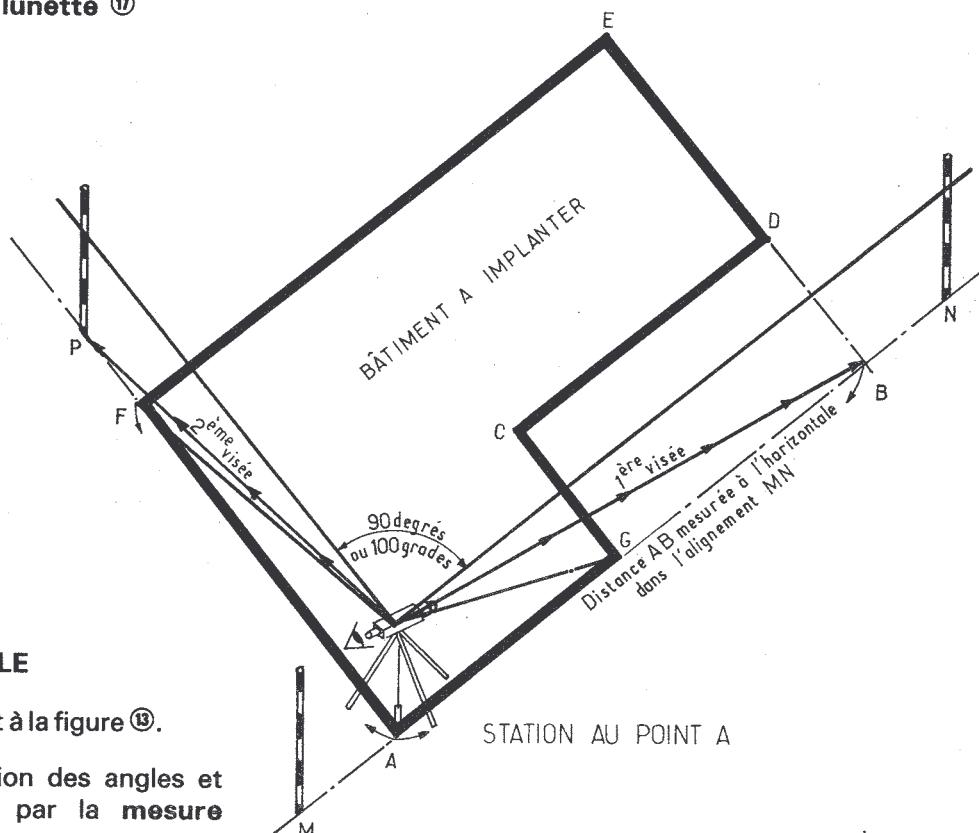
- de tracer une perpendiculaire sur un alignement donné par simple visée ;
- d'abaisser une perpendiculaire sur un alignement.

L'équerre optique s'utilise surtout pour repérer la construction et implanter pour les travaux de terrassement.



⑯ Utilisation de l'équerre optique

## ► Utilisation du niveau à lunette ⑰



### ■ TRACÉ D'UNE PARALLÈLE

- Il s'effectue conformément à la figure ⑯.
  - Le contrôle de la précision des angles et des longueurs s'obtient par la mesure des diagonales ⑯.
- On doit avoir :

$$AC = BD$$

⑯ Utilisation du niveau à lunettes

## 5 - RÉALISATION DE L'IMPLANTATION D'UNE MAISON

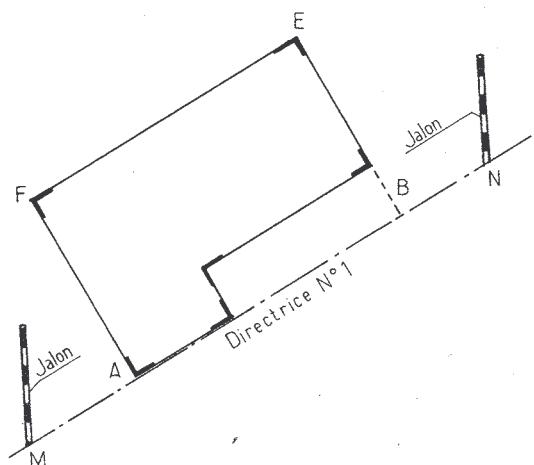
- Décapage en découverte ou enlèvement de la bonne terre avec les engins mécaniques.
- Prise en compte des éléments de référence pour l'alignement et le nivelllement (voir § 2).

### ■ DISPOSITIONS PRATIQUES

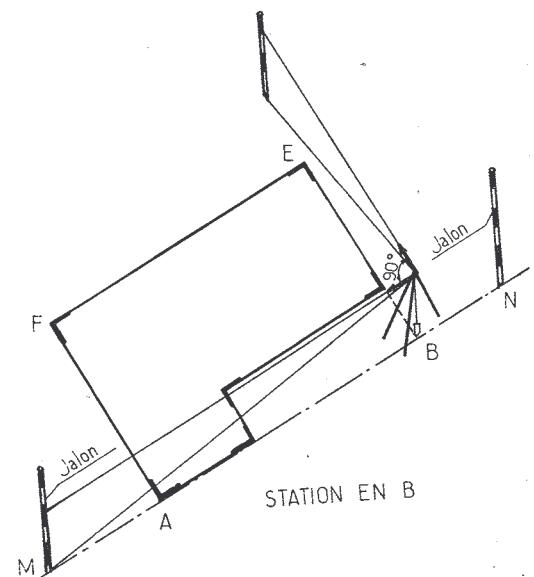
- ▶ La directrice n° 1 est matérialisée par des jalons M et N <sup>⑯</sup>
- ▶ La station en B permet d'obtenir la directrice n° 2 et le point E <sup>⑯</sup>
- ▶ Les chaises, avec traverses de niveau entre elles, sont placées pour les angles B, A et E <sup>⑰</sup>  
Elles servent à positionner les cordeaux d'alignement.
- ▶ La station en A permet <sup>⑱</sup> :
  - d'obtenir le point F,
  - de placer la chaise n° 4,
  - de contrôler les diagonales ( $AE = FB$ ) <sup>⑲</sup>
- ▶ Les parallèles sont menées aux directrices en se servant des cotés cumulées <sup>⑳</sup>

**NOTA :**

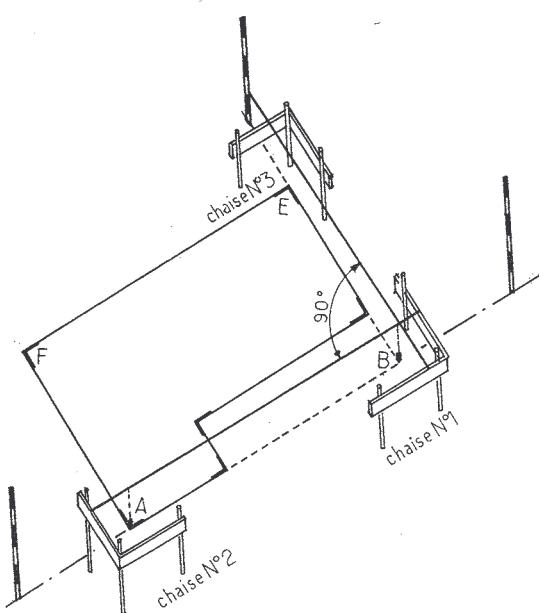
Les poteaux et les semelles isolées sont implantés suivant leurs axes.



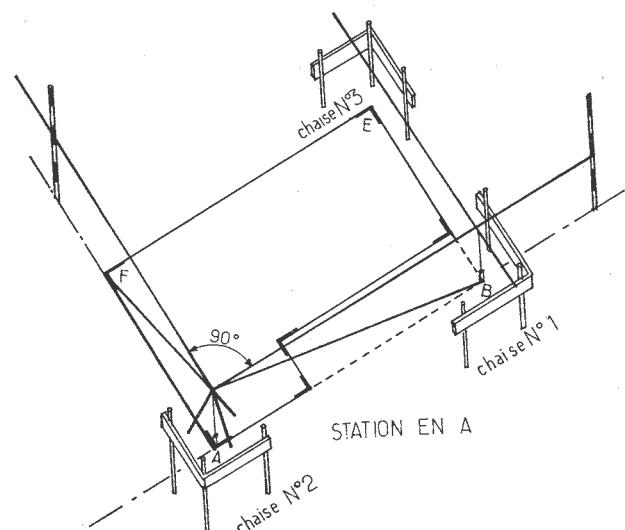
⑯ Implantation : choix d'une directrice



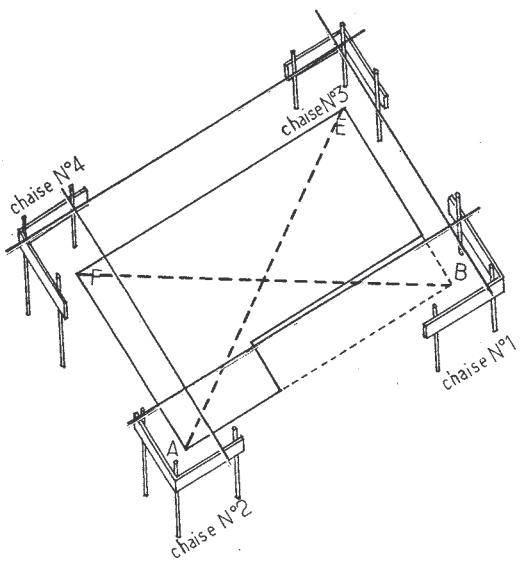
⑰ Station en B → directrice n° 2



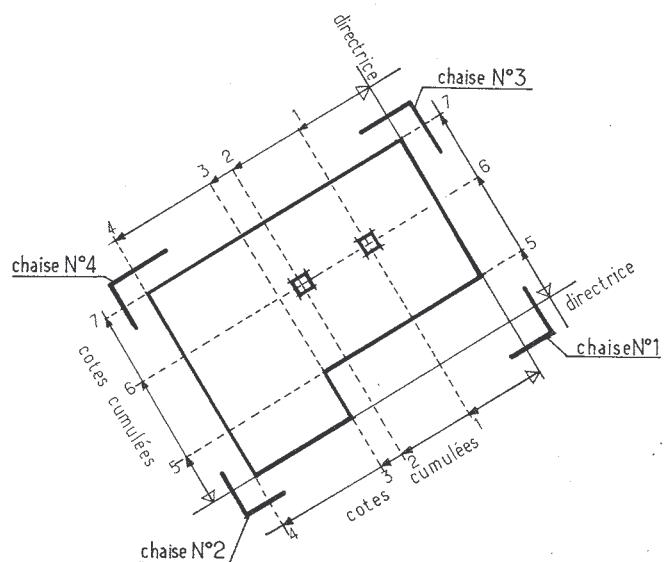
⑲ Implantation des chaises n° 1, 2 et 3



⑲ Station en A → point F et chaise n° 4 en <sup>⑲</sup>



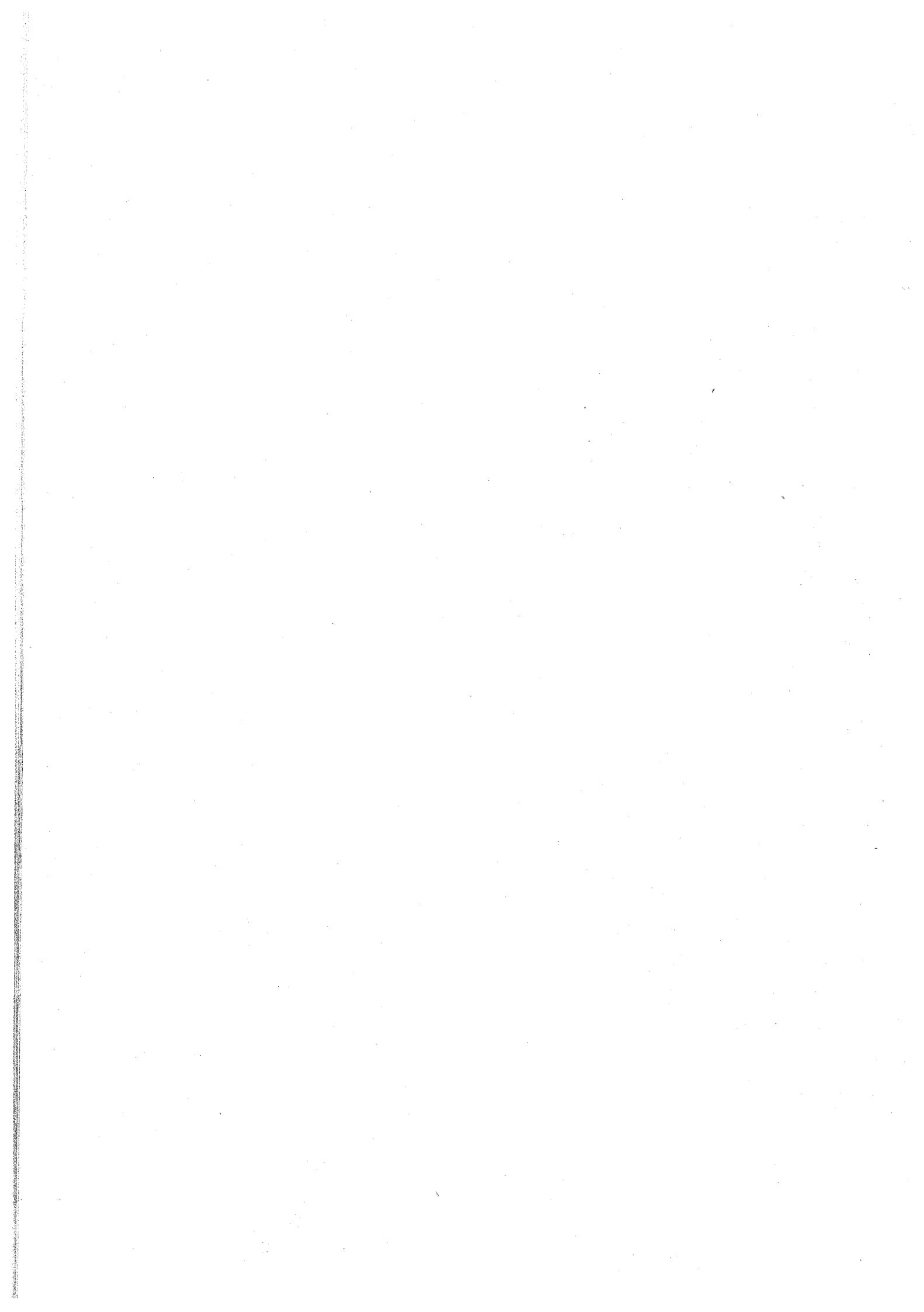
㉙ Contrôle par mesure des diagonales



㉚ Utilisation des cotes cumulées

## QUESTIONNAIRE

1. Dans le terme « **IMPLANTATION** » quels sont les autres termes qui s'y trouvent ?  
Donner une signification relative au chantier de construction.
2. Quels sont les plans dont se sert le chef de chantier pour implanter un pavillon ?
3. Qu'est-ce qu'un alignement de référence ?
4. Comment peut-on obtenir un prolongement de l'alignement de façades existantes ?
5. A quels travaux peuvent servir les nivelettes ?
6. Quelle est la précision d'une équerre optique ?  
A quoi sert-elle ?  
Pour quel type de travaux est-elle utilisée ?
7. Comment prend-on les mesures avec précision sur le terrain ?
8. Expliquer un moyen de tracer un retour d'équerre.
9. Pourquoi matérialise-t-on d'abord la plus grande longueur d'un bâtiment ?
10. Comment peut-on vérifier si l'implantation des murs extérieurs d'un bâtiment rectangulaire est exacte ?
11. Justifier la construction d'un demi-carré en prenant comme côté 10 m et la diagonale 14,14 m.



# THÈME 5

## Les terrassements

### 1 - NATURE DES TRAVAUX

Ils consistent à effectuer surtout à l'aide d'engins mécaniques :

#### ■ LES DÉBLAIS ① ② et ③

- ▶ Creuser dans le sol et dégager les terres.

##### EXEMPLES :

Creuser une fouille pour réaliser une fondation, une canalisation, un sous-sol, une cave, un aménagement du relief du terrain.

#### ■ LES REMBLAIS ④ ⑤ ⑥ et ⑦

- ▶ Prélever des terres, les transporter et combler des cavités.

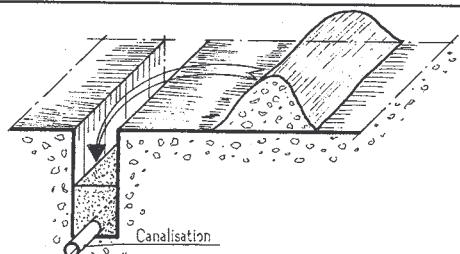
##### EXEMPLES :

- Combler une tranchée au-dessus d'une canalisation en place, contre un mur de sous-sol.
- Aplanir un terrain par apport de terre ou de tout venant.

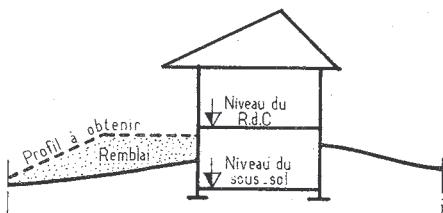
#### ■ LE DÉCAPAGE DES TERRES "Manœuvres"

- ▶ Enlever généralement la terre arable pour la stocker provisoirement. Ce terrassement est dit « en découverte ».

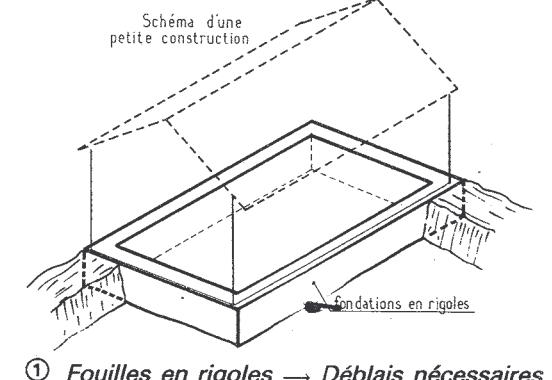
- Retroussement mécanique.



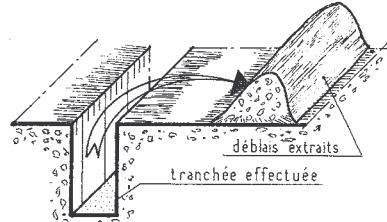
④ Remblai de la tranchée



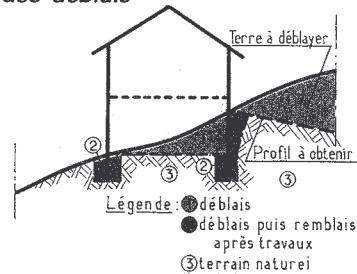
⑥ Remblai



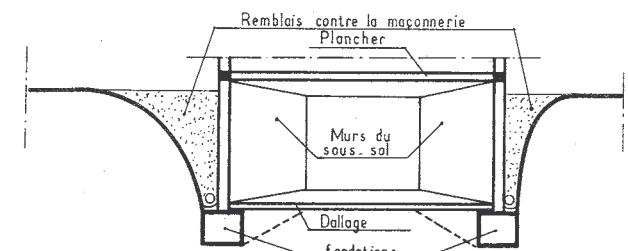
① Fouilles en rigoles → Déblais nécessaires



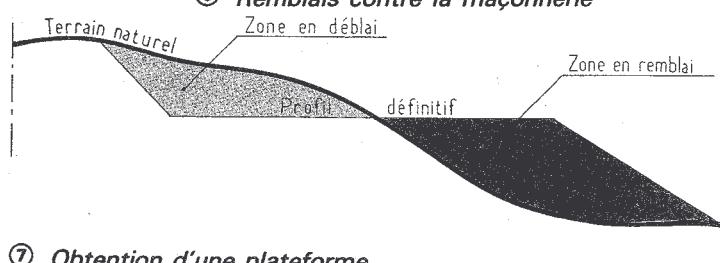
② Extraction des déblais



③ Déblais à effectuer



⑤ Remblais contre la maçonnerie



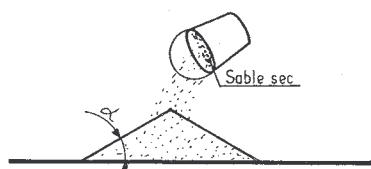
⑦ Obtention d'une plateforme

TERMINOLOGIE		
FOUILLES EFFECTUÉES		
	en rigoles ①	
	en tranchées ②	
	en excavation ③	

## 2 - CLASSIFICATION DES SOLS

### ■ Les terrains sont classés

**SELON  
LES DIFFICULTÉS  
D'EXTRACTION.**



Désignation	Nature des terres	Angle du talus naturel	Foisonnement (1)
<b>Terrain ordinaire</b>	sable	de 10 à 25°	de 1,1 à 1,2
	gravier	de 30 à 40°	1,25
	terre végétale	de 30 à 50°	de 1,1 à 1,25
<b>Terrain semi-compact ou moyen</b>	cailloux	de 40 à 50°	1,5
<b>Terrain compact</b>	argile	de 30 à 50°	1,5
<b>Roches</b>	marne	de 30 à 45°	
	grès tendre	de 50 à 90°	1,5
	roches diverses		et plus

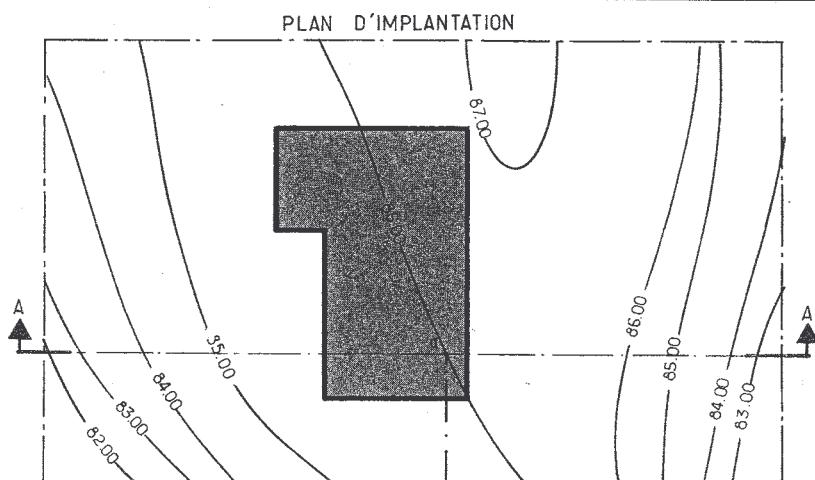
### ⑧ Angle de talus naturel

(1) Le foisonnement des terres est l'augmentation de leur volume apparent.

## 3 - TRAVAUX DE TERRASSEMENT

### ■ Les déblais et les remblais sont effectués sur le chantier en respectant les indications portées sur les plans :

- de masse
- d'implantation
- de profils en long et en travers ⑨ ;
- pour déterminer :
  - des alignements
  - des nivelllements,
 c'est-à-dire : **Implantation et piquetage des terrassements.**

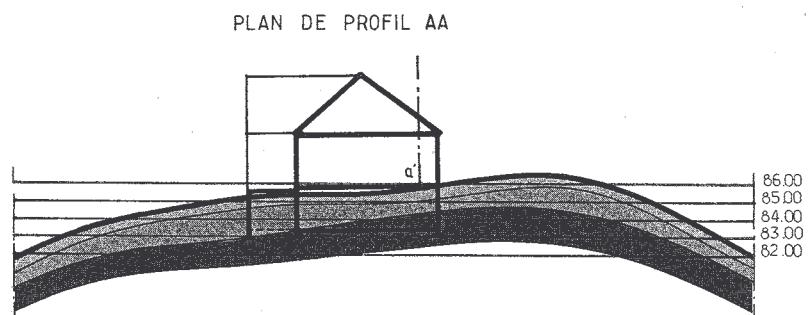


### ■ La connaissance des caractéristiques des sols permet de choisir les méthodes.

#### EXEMPLES

- Mode d'exécution des travaux
- Choix du matériel de terrassement
- Mesures de prévention d'accidents

### ⑨ Plan d'implantation et plan de profil



## 4 - MODES OPÉATOIRES SUR LE TERRAIN

■ **DÉCAPAGE EN DÉCOUVERTE** de la bonne terre (épaisseur de la couche : 20 à 30 cm).

- Matériel utilisé : engins mécaniques (*voir ci-après*).

### ■ IMPLANTATION ⑩

► Les alignements et les retours d'équerre sont obtenus avec :

- des jalons
- une équerre optique ou un cercle-niveau de chantier.

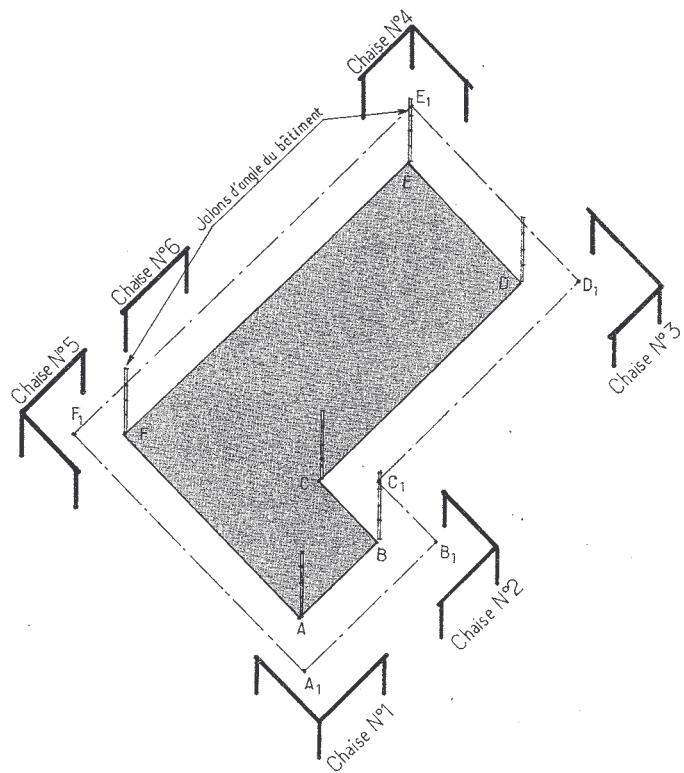
a) On plante d'abord des jalons aux angles de la construction prévue.

b) On délimite ensuite la surface ou la zone à terrasser par d'autres jalons et on établit les chaises.

c) On forme des bandes blanches avec du plâtre ou de la chaux entre les jalons pour visualiser les alignements et aider le conducteur d'engin.

#### TOLÉRANCE

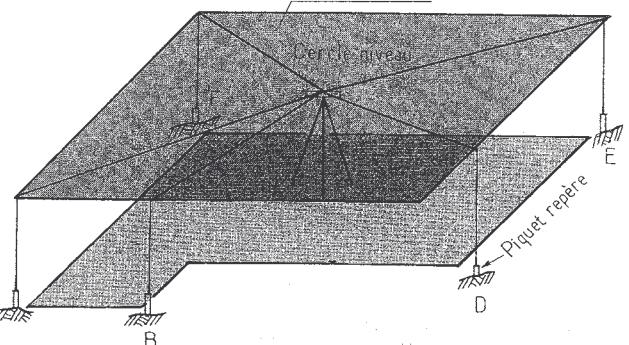
Les écarts par excès de l'espace fixé par les plans doivent être inférieurs à 10 cm.



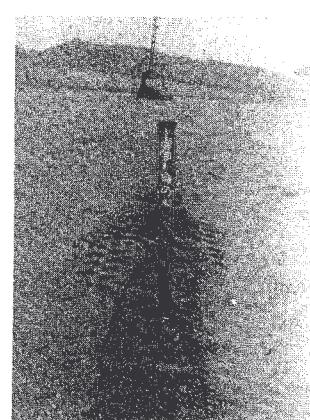
### ⑩ Implantation

contour A, B, C, D, E, F du bâtiment prévu  
contour A<sub>1</sub>, B<sub>1</sub>, C<sub>1</sub>, D<sub>1</sub>, E<sub>1</sub>, F<sub>1</sub> du terrassement à effectuer

Plan de visée



### ⑪ Nivellement par rayonnement



### ⑪ bis Piquet repère de nivellement

### ■ PIQUETAGE (alignements et nivelllements)

► Les piquets repères sont placés pour faciliter le travail des engins (par exemple en A, B, D, E, F sur la figure ⑪. Voir aussi photo ci-contre).

Suivant les travaux, ils sont :

- alignés : cas des canalisations en tranchées
- placés en quadrillage afin d'obtenir une aire plane : cas des fouilles en excavation, des sous-sols ou terrains d'évolution (parking).

► La tête des piquets indique à l'opérateur le niveau à atteindre.

► Matériel utilisé (*voir thème 4 : « L'IMPLANTATION DES BÂTIMENTS »*)

- les nivelettes
- les niveaux optiques et des mires parlantes.

#### TOLÉRANCE

Les surprofondeurs par rapport aux niveaux fixés sont inférieures à 5 cm (théoriquement, DTU n° 12).

## 5 - RÉALISATION DES FOUILLES

■ Après implantation-piquetage ⑪ bis et ⑫, les fouilles peuvent être réalisées :

- ▶ manuellement s'il s'agit de faible volume ou de travaux difficiles dans l'embarras des étais. On utilise :
  - des pics
  - des marteaux pneumatiques ou électriques.
- ▶ mécaniquement avec les engins de terrassement.

### ■ ENGINS D'EXCAVATION

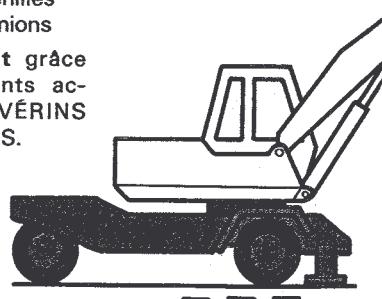
- ▶ Pelles hydrauliques utilisées pour rigoles et tranchées dans les terrains meubles ou compacts (sable, argile, etc.) ⑫ bis.

#### MODE D'ACTION

Déplacement :

- châssis sur pneumatiques ⑬
- châssis sur chenilles
- châssis sur camions

Terrassement grâce aux équipements actionnés par VÉRINS HYDRAULIQUES.



⑬ Châssis sur pneumatique avec organes de commande

#### ÉQUIPEMENTS ⑭

- rétro : les dents sont dirigées vers la pelle
- butte : les dents du godet sont dirigées vers la paroi.
- chargeur : il permet le défonçage et le chargement
- benne preneuse : le godet se divise en deux demi-coquilles qui se referment.

#### AUTRES ÉQUIPEMENTS

- marteau-piqueur
- tarière
- batteur de palplanches.

#### ▶ Chargeuses ⑮ (voir page suivante)

Ce sont des tracteurs sur chenilles ou sur roues équipés d'un large godet à l'avant adapté à 2 bras à relevage hydraulique.

#### ÉQUIPEMENT

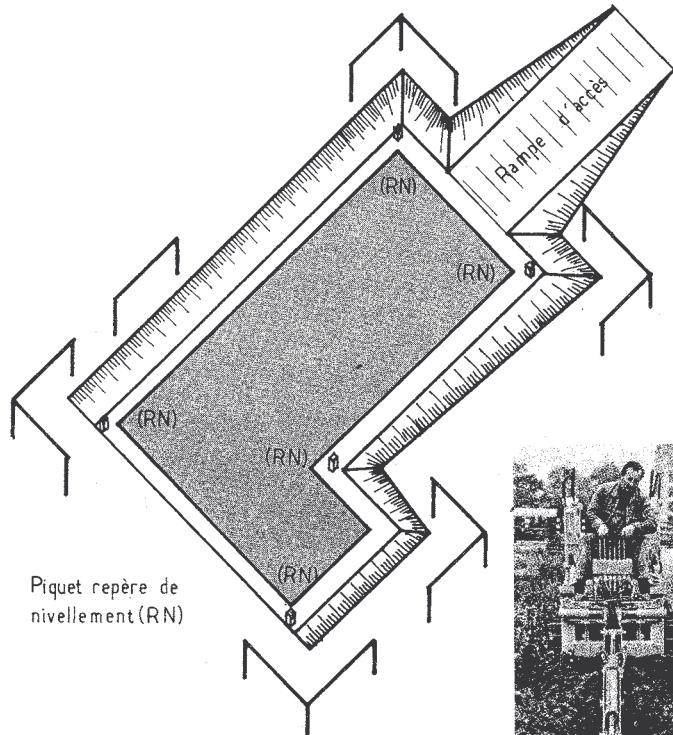
Godet de capacité de 1 à 5 m<sup>3</sup>

#### MODE D'ACTION

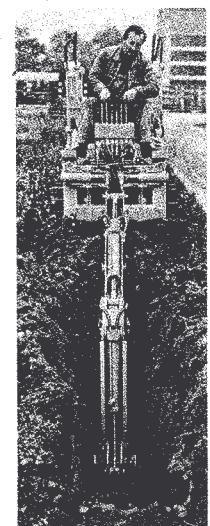
Celui d'une pelle chargeuse

#### UTILISATION

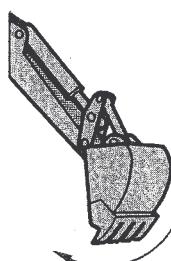
Reprise des déblais ou des terrains meubles et chargement direct sur camion



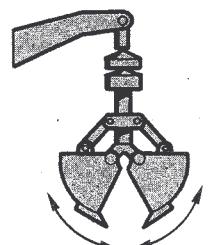
⑫ Implantation - piquetage



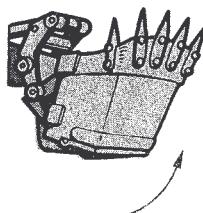
⑫ bis Pelle hydraulique (tranchée pour canalisation) →



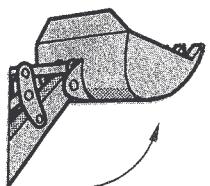
Équipement RÉTRO pour tranchées



Équipement BENNE PRENEUSE pour le creusement des puits

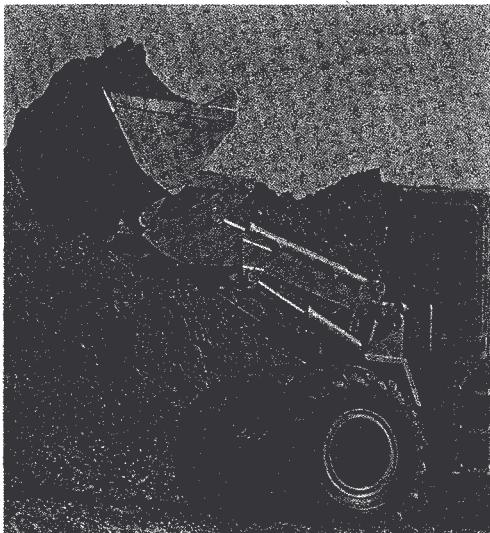


Équipement BUTTE pour carrière

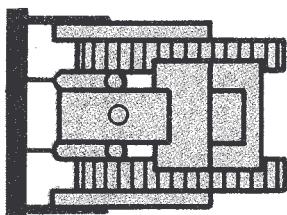


Équipement CHARGEUR pour chargement des matériaux

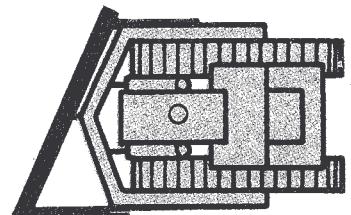
⑯ Équipements



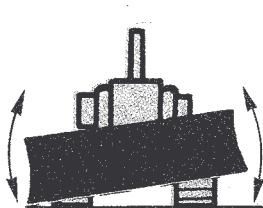
⑯ Chargeuse



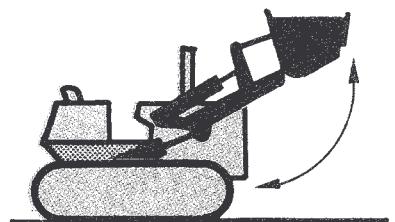
⑯ Bulldozer



⑰ Angle dozer



⑯ Tilt dozer



⑯ Godet ou benne

## ■ ENGINS DE NIVELLEMENT

### ► Dozers ⑯ à ⑲

Tracteur avec un bouclier ou large lame à l'avant.

- bulldozer : la lame est non orientable et perpendiculaire à l'axe de l'engin
- angle dozer : la lame est orientable
- tilt dozer : la lame peut s'incliner sur l'horizontale.

### ► Niveleuses ⑳

Elles sont automotrices à 4 ou 6 roues.

#### ÉQUIPEMENT

Le soc est formé par une lame coupante qui peut s'orienter dans toutes les directions.

#### MODE D'ACTION

Elles travaillent par refoulement en déplaçant les terres latéralement.

#### UTILISATION

Elles servent au réglage des surfaces et des talus.

### ► Scrapers ㉑

Ces engins peuvent effectuer : le chargement, le transport, l'épandage des terres.

#### ÉQUIPEMENT

Benne munie à sa partie inférieure d'une lame coupante.

#### MODE D'ACTION

- position de chargement → la benne s'abaisse pour mordre le sol
- position de route → benne fermée
- position de déchargement → vidage par déplacement du fond de benne vers l'avant.

#### UTILISATION

- travaux de terrassement en surface
- travaux de nivellement.

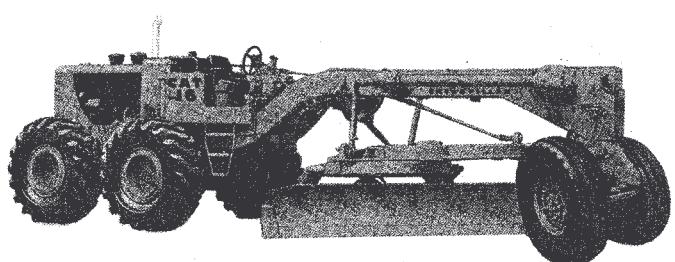
#### MODE D'ACTION

Le bouclier permet de décaper et de refouler les terres en nivellant.

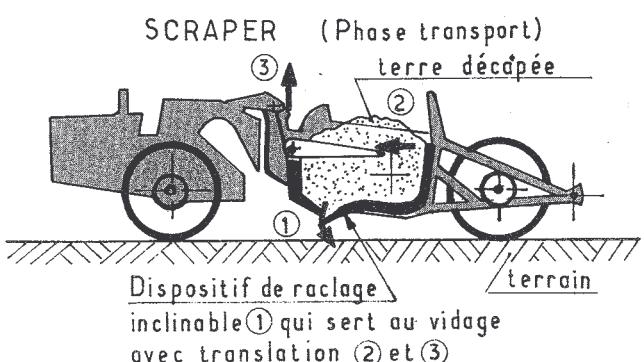
Il peut recevoir un mouvement de montée ou descente commandé par vérins hydrauliques.

#### UTILISATION

- construction de remblai
- défrichage
- mise en tas et reprise de matériaux



㉐ Niveuse



㉑ Scraper

## ■ ENGINS DE TRANSPORT

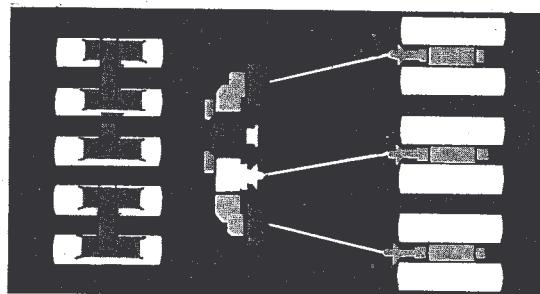
- ▶ **Dumpers** : vidage par basculement vers l'avant.
- ▶ **Dum-truks** <sup>②</sup> : puissants engins (capacité 20 m<sup>3</sup>).  
Déversement des terres par basculement vers l'arrière.



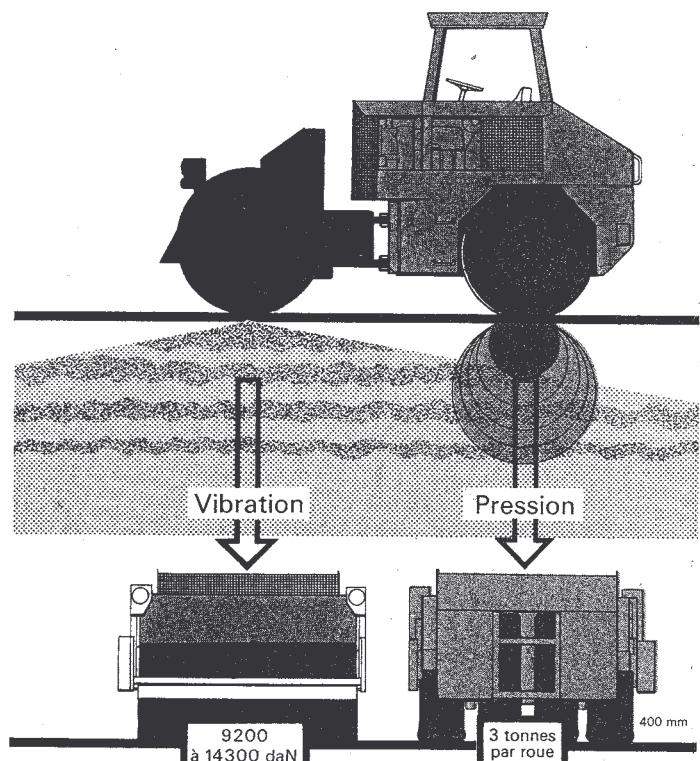
<sup>②</sup> Dum-truks

## ■ ENGINS DE COMPACTAGE

- ▶ **Rouleaux vibrants automoteurs.**
- ▶ **Rouleaux vibrants tractés.**
- ▶ **Rouleaux mixtes** <sup>③</sup> agissant par vibration et pression.
- ▶ **Compacteurs à pneus** <sup>④</sup>: les traces des roues arrière recouvrent celles des roues avant.



<sup>④</sup> Vue en plan des roues

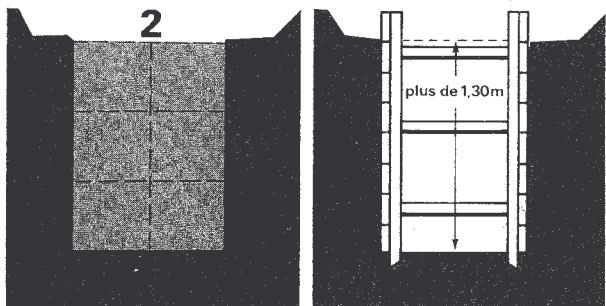


<sup>③</sup> Rouleaux mixtes

## 6 – PROCÉDÉS DE BLINDAGE ㉕ à ㉙

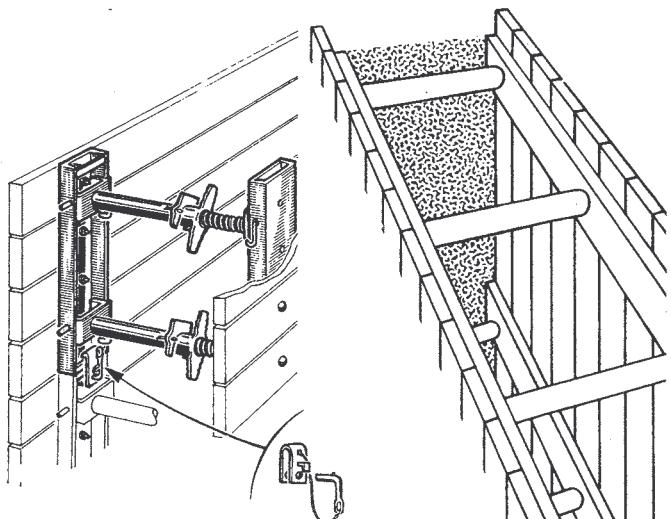
■ Le blindage consiste à maintenir provisoirement les parois d'un talus ou d'une tranchée pour assurer la sécurité en cours de travaux ㉕ et ㉕ bis.

- ▶ Les fouilles en tranchées de plus de 1,30 m de profondeur et d'une largeur égale ou inférieure aux 2/3 de la profondeur doivent, lorsque leurs parois sont verticales ou sensiblement verticales, être blindées, étrésillonnées ou étayées ㉖.



㉖ Limite de sécurité

Doc. O.P.P. B.T.P.



㉕ bis Blindage par planches horizontales et étrésillons à vis

㉕ Blindage par planches verticales

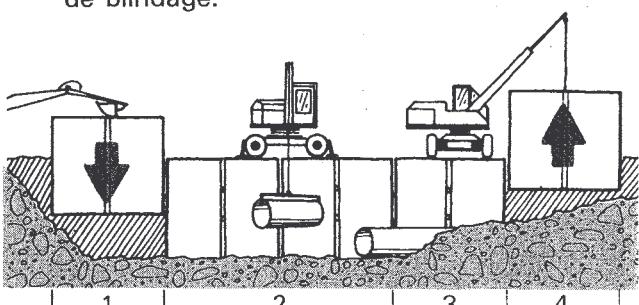
### ■ PRINCIPE

Les parois continues ou discontinues en bois ou en métal sont plaquées au terrain par des étrésillons qui jouent le rôle de butons ou d'entretoises.

### ■ MOYENS UTILISÉS

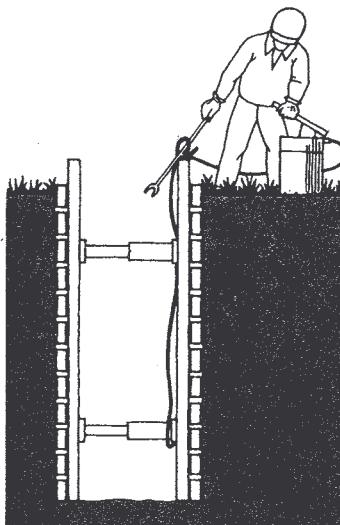
Le blindage peut s'effectuer :

- ▶ par planches verticales ㉕
- ▶ par planches horizontales ㉕ bis
- ▶ par panneaux préfabriqués jointifs ou non ㉗
- ▶ à l'aide d'un mannequin de pose
- ▶ par caissons ㉘, ㉙
- ▶ à l'aide d'un châssis mobile qui porte un cadre rigide suspendu avec les éléments de blindage.

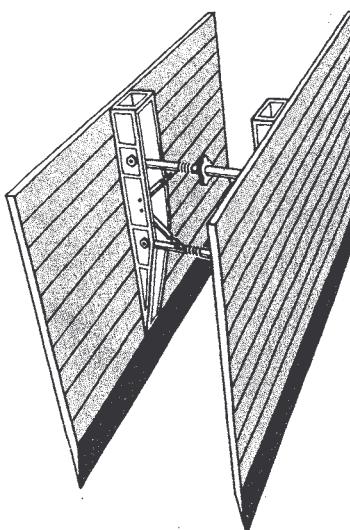


- 1 - mise en place de l'élément,
- 2 - pose de tuyaux dans la partie blindée
- 3 - remblaiement de la tranchée,
- 4 - récupération de l'élément dans une zone partiellement remblayée.

㉙ Pose de canalisation avec engin de levage



㉗ Blindage par panneaux préfabriqués en bois et étrésillons hydrauliques



㉘ Blindage par caissons

## 7 - REMBLAIS

### ■ Ils s'effectuent :

- ▶ contre les murs de fondation à l'avancement ou après pose du drainage en pied de mur
- ▶ contre les murs de soutènement :
  - remblais à l'avancement
  - remblais par couches horizontales pilonnées
- ▶ entre les murs de fondation d'un pavillon

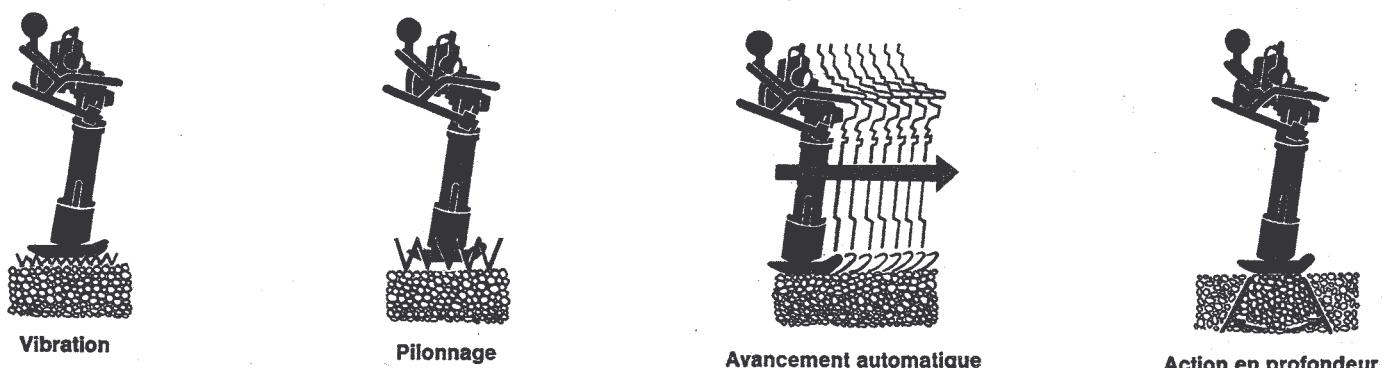
Ces remblais doivent être stabilisés.

### ■ Le compactage ⑩ et ⑪ peut s'effectuer :

- ▶ par rouleaux manuels
- ▶ par pilonneuses vibrantes
- ▶ par compacteurs vibrants (voir § 5, « Engins de compactage »).



⑩ Compactage d'un remblai pour confection d'un dallage



⑪ Compactage par pilonneuses vibrantes

## 8 - FOUILLES AVEC INFILTRATIONS

### ■ Les moyens utilisés pour maîtriser les eaux peuvent être les suivants :

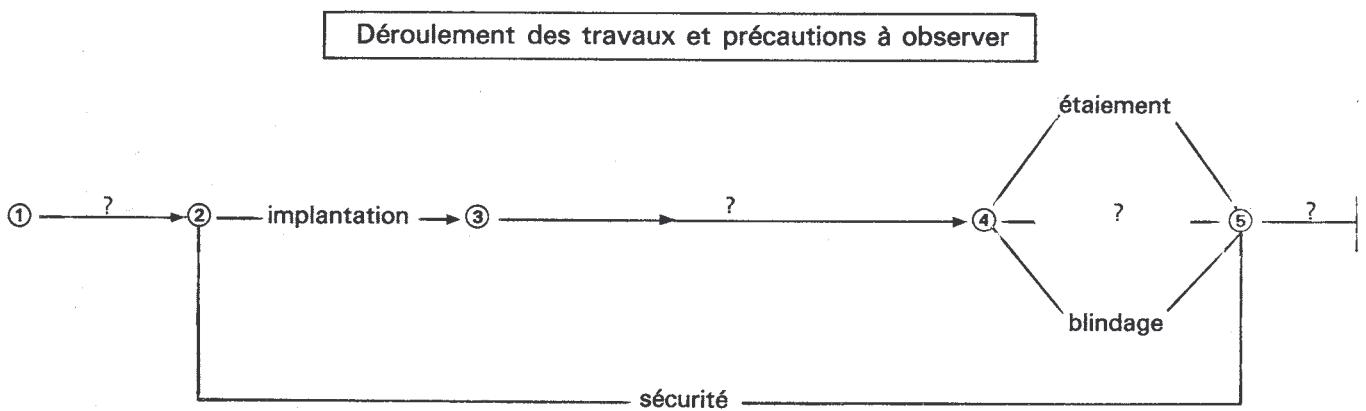
- ▶ diriger l'eau en fond de fouille vers un puitsard.  
Une pompe de chantier évacue l'eau au fur et à mesure des besoins
- ▶ rabattre la nappe avoisinante par des

puits ceinturant la fouille : puits avec matériaux filtrants raccordés à une pompe

- ▶ battre un rideau de palplanches métalliques
- ▶ congeler le sol, dans les cas extrêmes, à l'aide de tubes enfouis au pourtour dans lesquels un liquide circule de - 15 °C à - 20 °C.

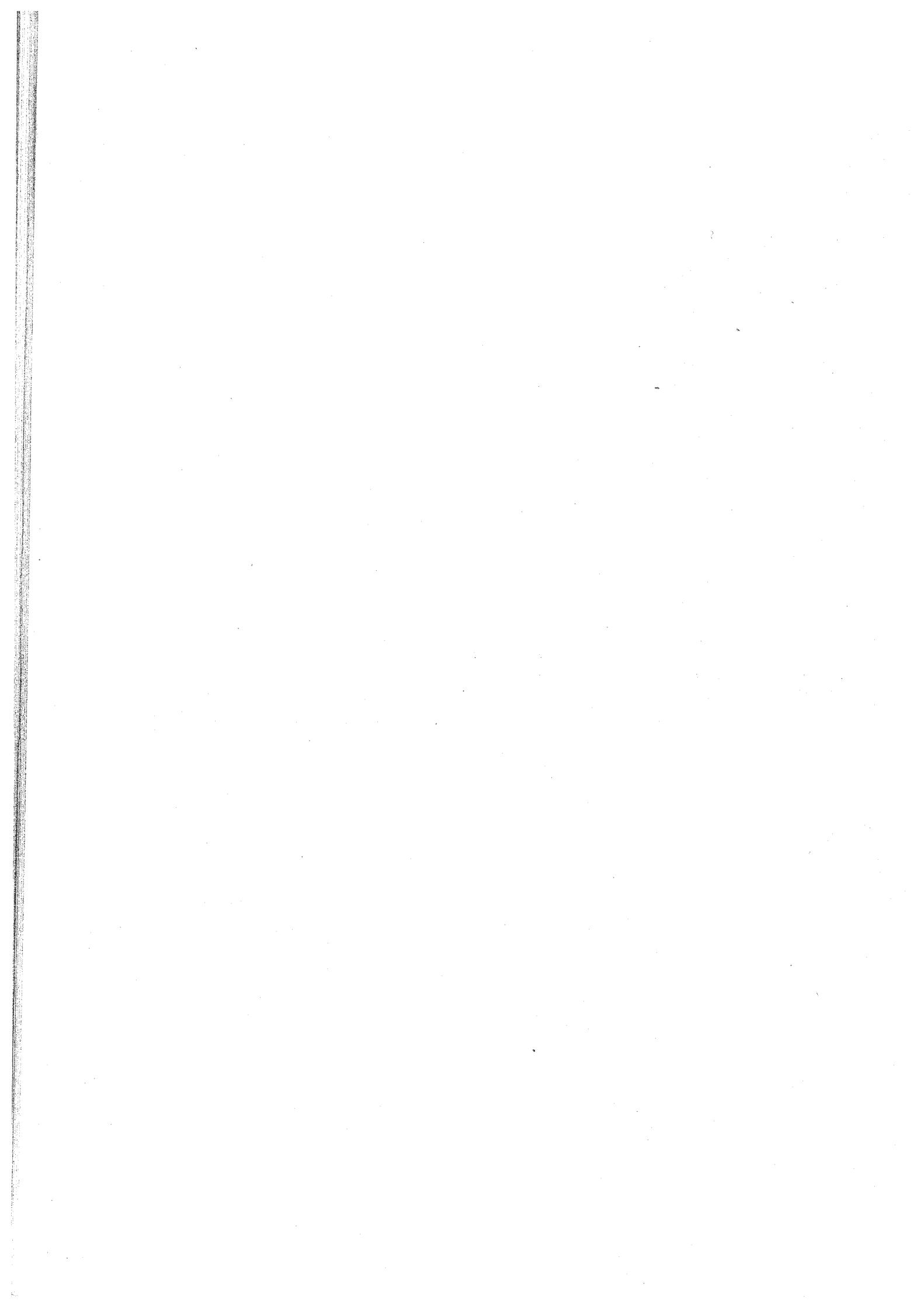
## QUESTIONNAIRE

1. Qu'appelle-t-on déblai ?
2. En quoi consiste le « décapage en découverte » ?
3. Quels sont les plans nécessaires pour effectuer le terrassement d'un pavillon avec sous-sol ?
4. Compléter le graphe du déroulement des travaux nécessaires pour le terrassement précédent.



5. Effectuer la coupe schématique d'un blindage de tranchées :

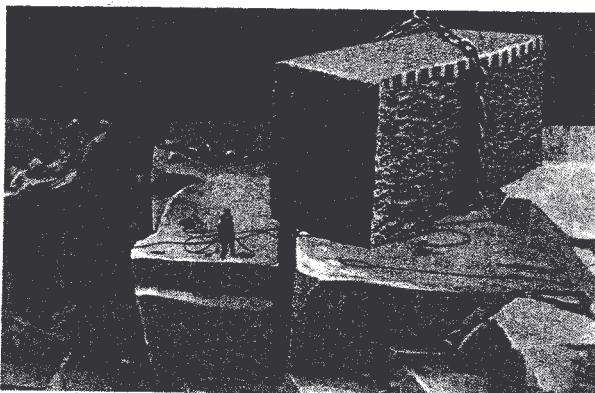
- par planches horizontales
- par panneaux préfabriqués en bois.



# THÈME 6

## Les matériaux naturels de construction

Ce sont les matériaux qui proviennent des différentes roches pour servir à la réalisation des ouvrages en maçonnerie ①.



① carrière de granit

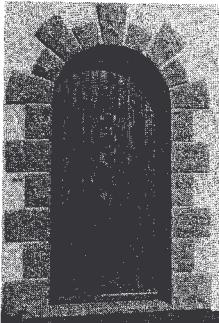
### EXEMPLES

#### ■ Murs ② et ③ :

- ▶ pierres de taille
- ▶ moellons en calcaire, en granit, en grès, etc.



② Façade en moellons taillés



③

#### ■ Revêtements de sols ou de murs :

- ▶ dalles de marbres, de schistes, de calcaire.

#### ■ Couverture :

- ▶ ardoise.

#### ■ Mortiers et bétons :

- ▶ sables ou gravillons de roches dures et très dures.

### 1 - INTÉRÊT DES MATÉRIAUX NATURELS POUR LA CONSTRUCTION

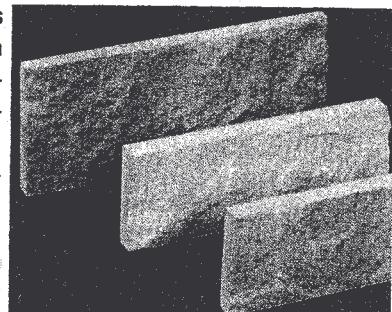
Pour construire les murs de façades, les dallages, il est nécessaire de :

#### ■ CONNAITRE les caractéristiques des matériaux utilisés :

- ▶ aspect : couleur, façon du parement.
- ▶ résistance aux intempéries (pluie, soleil, gel).
- ▶ résistance aux charges à supporter.
- ▶ résistance à l'action du temps, des eaux agressives, de l'atmosphère plus ou moins polluée.

#### ■ CHOISIR les pierres à bâtir suivant l'utilisation en :

- ▶ murs porteurs  
**EXEMPLE**  
Façade en moellons taillés ②



④ Pierres lamées

- ▶ décoration et protection

**EXEMPLE**

Soubassement de maison

- ▶ revêtement horizontal

**EXEMPLE**

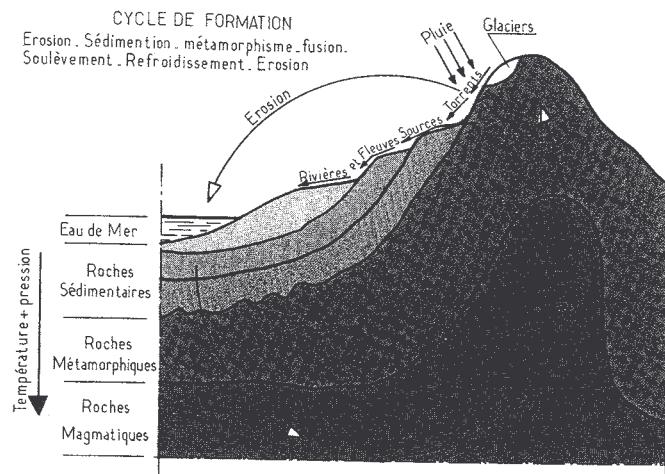
Dallage sur terrasse

- ▶ revêtement vertical (habillage) ④

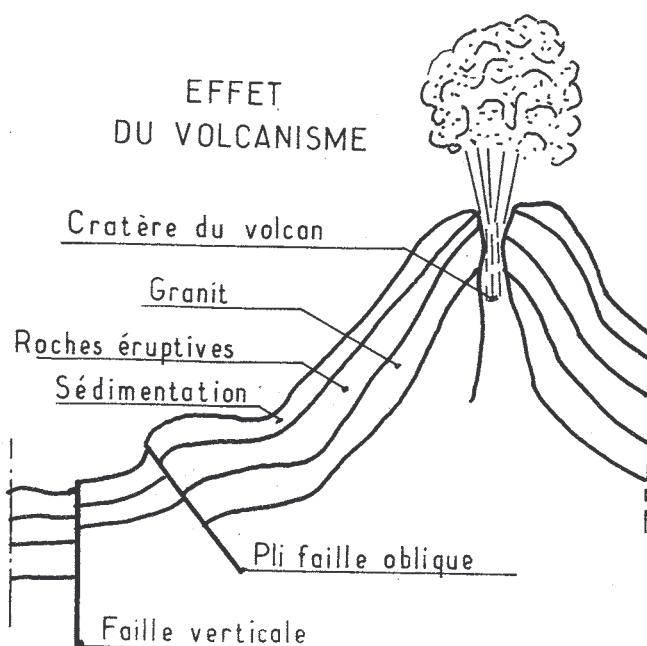
**EXEMPLE**

Dalles de pierre scellées dans le mur porteur

## 2 - CARACTÉRISTIQUES - PROPRIÉTÉS - UTILISATIONS ⑤ à ⑨

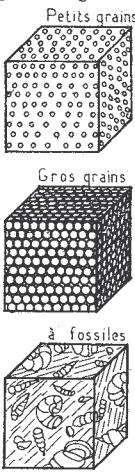
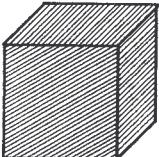


⑤ Cycle de formation

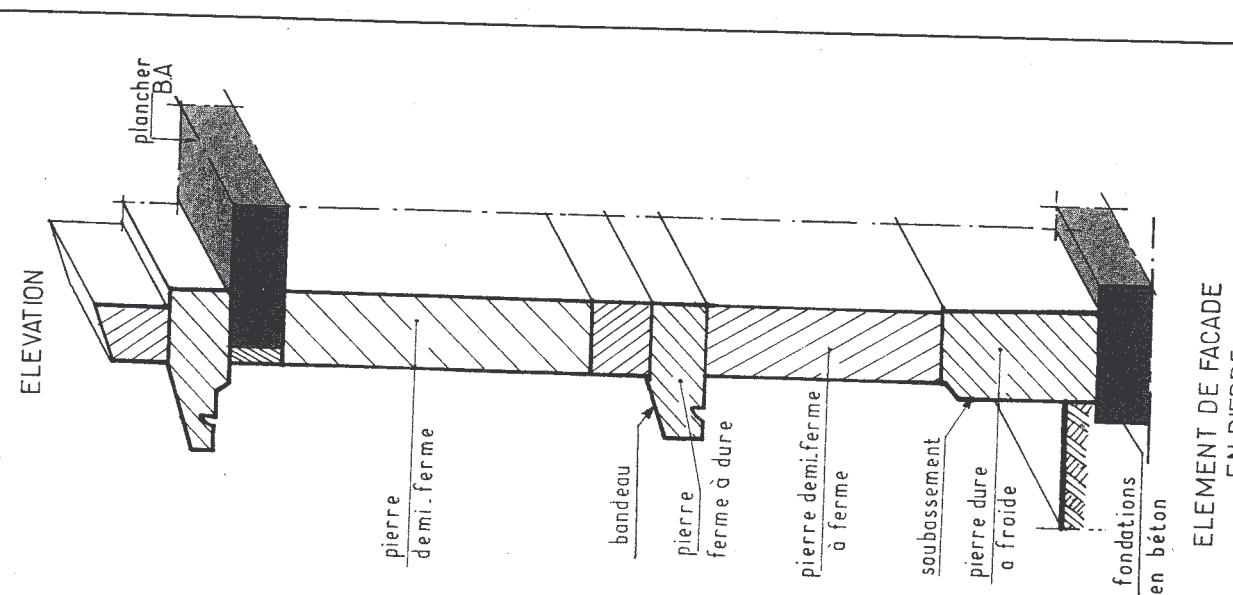


⑥ Effet du volcanisme

Roches	Origine	Famille
<b>IGNÉES et ÉRUPTIVES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elles proviennent des profondeurs de la terre.</li> <li>• Elles se trouvaient :           <ul style="list-style-type: none"> <li>- à l'état liquide</li> <li>- à haute température</li> </ul> </li> </ul>	<p>GRANIT Roches Grenues</p> <p>Mica Quartz Feldspaths</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les roches ignées se sont formées :           <ul style="list-style-type: none"> <li>- lentement</li> <li>- par soulèvement du sol suivi d'une érosion de leur surface</li> </ul> </li> </ul>	<p>PORPHYRE Roches microgranues</p> <p>Feldspaths</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les roches éruptives se sont formées :           <ul style="list-style-type: none"> <li>- brusquement</li> <li>- par le volcanisme ou rejet brutal de l'intérieur de la terre vers l'extérieur</li> </ul> </li> </ul>	<p>LAVE Roches microlithiques</p> <p>7</p>
<b>SÉDIMENTAIRES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Origine chimique :           <ul style="list-style-type: none"> <li>- l'eau pure dissout des sels qu'elle dépose ensuite.</li> </ul> </li> <li>• Origine détritique :           <ul style="list-style-type: none"> <li>- la chaleur, le gel font éclater les pierres</li> <li>- l'eau de pluie entraîne les particules</li> <li>- les rivières usent et transportent sables et limons</li> </ul> </li> <li>• Origine organique :           <ul style="list-style-type: none"> <li>- entassement de débris végétaux et animaux</li> </ul> </li> </ul>	<p>ROCHES SILICEUSES (acides)</p> <p>Exemples :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- sables, graviers</li> <li>- grès, silex</li> <li>- meulière</li> </ul>
		<p>ROCHES ARGILEUSES (neutres)</p>
		<p>ROCHES CALCAIRES (basiques : carbonates de calcium)</p>
<b>MÉTAMORPHIQUES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ce sont des roches d'origine sédimentaire transformées par :           <ul style="list-style-type: none"> <li>- la chaleur</li> <li>- la pression des profondeurs de la terre.</li> </ul> </li> </ul>	<p>ROCHES SILICEUSES</p>
		<p>ROCHES ARGILEUSES</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elles sont dans un état intermédiaire entre les roches sédimentaires et ignées.</li> </ul>	<p>ROCHES CALCAIRES</p>

Composition	Gisements	Masse volumique en kg par m <sup>3</sup>	Résistance à la compression en daN par cm <sup>2</sup>	Utilisations
<b>LES GRANITS</b> Cristaux visibles à l'œil de : - quartz (silice) - feldspath (silice et alumine) - mica ayant un rôle basique	- Bretagne (Côtes du Nord et Morbihan) - Normandie (Calvados) - Vosges	2 500 à 2 900	1 400 à 2 200	- Soubassement en moellons - Entourage de baies - Cheminées décoratives - Monuments
<b>LES PORPHYRES</b> Cristaux de feldspath sont seuls visibles à l'œil	- Pyrénées - Haute-Saône - Estérel	2 600 à 2 700	1 900 à 2 100	- Pierre à bâtir - Marbrerie
<b>LES LAVES</b> Cristaux microscopiques Ex. : Pierre de Volvic, Basalte du Mont-Dore	Auvergne (Puy-de-Dôme) Basaltes et Trachytes	2 200 à 2 800	500 à 2 100	- Pierre à bâtir (cathédrale de Clermont) - Marbrerie funéraire
Elles résultent des produits obtenus après : - <b>ÉROSION</b> et - <b>SÉDIMENTATION</b> + - <b>COMPRESSION</b> (serrage des grains)	Grès des Vosges Grès de Bretagne Grès de Fontainebleau Silex et meulière en Région parisienne, Beauce et Brie	≈ 2 000 pour les grès ≈ 1 000 à 1 500 pour meulière	300 à 2 000	- Construction de murs - Pavages - Parements
 <p>⑧</p>	Schistes (silice + alumine) en Bretagne et Anjou * Marnes (argile + calcaire) Argiles Ardoises (silicates d'alumine)	1 400 à 2 000		* Composants primaires - des chaux - des ciments - des terres cuites - des céramiques - Travaux de couverture et dallages
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ces roches sont parmi les plus utilisées en France. On distingue <i>le calcaire grossier et les marbres</i>.</li> <li>Elles sont classées suivant leur dureté.</li> </ul> <p>Voir tableau page suivante et figure ⑧</p>			
• Au départ : - sables - grès qui sont transformés en quartzite	Quartzite de Domfront (Orne)	2000 à 2 500	≈ 2 000	Construction : - pavage - granulats
• Au départ : - argiles qui sont transformées en schistes	Ardoises d'Angers, d'Espagne			- Couverture - Dallage
• Au départ : - craie - calcaires grossiers qui deviennent → marbres → cipolins	Dordogne et Côte d'Or			- Revêtement - Mur, etc.

DESIGNATION DE QUELQUES GISEMENTS DE PIERRES CALCAIRES														
Résistance à l'écrasement en daN/cm <sup>2</sup>	Tuffeau de Touraine		Caïcaire de Méry et de Saint-Leu (Oise)		Calcaires de :		Calcaires de :		Calcaires de :		Calcaires de :			
					<ul style="list-style-type: none"> <li>- Saint-Maximum (Oise)</li> <li>- Euville (Meuse)</li> <li>- Lérouville (Meuse)</li> <li>- Chauvigny (Vienne)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Massangis (Yonne)</li> <li>- Echaillon (Isère)</li> <li>- Cassis (Bouches-du-Rhône)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hauteville (Ain)</li> <li>- Combanchien (Côtes d'Or)</li> </ul>					
Nos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	Très tendre	Tendre	Demi-férme	Férme							Froide			
2 000														
1 750														
1 500														
1 000														
750														
500														
250														
50														
En élévation dans les murs s'il n'y a pas risque de gel et d'éclatement A proscrire en fondation														
Moellons et pierres de taille des murs porteurs ou non allégés - plein mur														
Moellons et pierres de taille pour : - soubassement - corniches - seuils - bandéaux Ces pierres peuvent être utilisées dans toutes les zones d'une construction.														

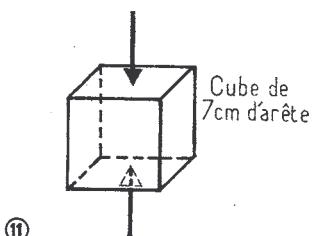


⑩ Élement de façade en pierre

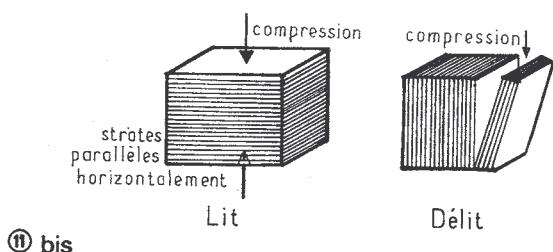
PRINCIPALES UTILISATIONS DES PIERRES SUIVANT LEUR DURETÉ

## QUALITÉS RECHERCHÉES → RECOMMANDATIONS

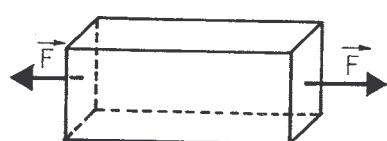
### RÉSISTANCE A LA COMPRESSION ⑪



Indication des résistances obtenues :  
50 daN/cm<sup>2</sup> jusqu'à 2 500 daN/cm<sup>2</sup>



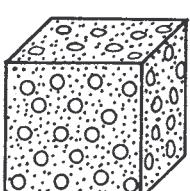
### RÉSISTANCE A LA TRACTION ⑫



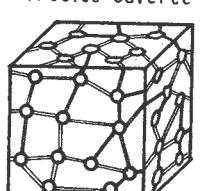
Indication des résistances obtenues :  
7 à 60 daN/cm<sup>2</sup>

### RÉSISTANCE AUX AGENTS ATMOSPHERIQUES ⑬ et ⑭

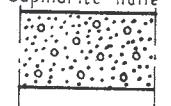
Porosité fermée



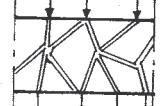
Porosité ouverte



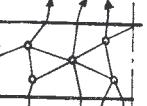
Perméabilité faible  
Capillarité nulle



Perméabilité forte  
Capillarité faible



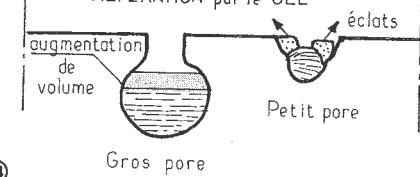
Perméabilité faible  
Capillarité forte



⑬

### Effet de gel sur les pierres poreuses ⑭

ALTERATION par le GEL



⑭

- Les moellons ne seront pas posés en « délit ».

- Le coefficient de sécurité appliquée à la résistance à l'écrasement varie entre 5 et 11 suivant la nature des matériaux et des ouvrages.

#### **EXEMPLE**

Un calcaire résiste jusqu'à 500 daN/cm<sup>2</sup>.  
Le coefficient de sécurité est 10.

- Le calcaire sera chargé au plus à  $500 : 10 = 50 \text{ daN/cm}^2$

- La résistance à la traction est de 8 à 40 fois moins forte qu'en compression.
- Les linteaux en pierre de taille ne devront pas être fissurés.
- Des arcs, dits de décharge, réduisent la charge portée par les linteaux.

- L'humidité des murs dépend en partie de la porosité.

- La perméabilité est le pouvoir d'un matériau de se laisser traverser par l'eau dans ses canaux.

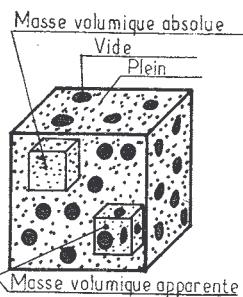
- La capillarité est le pouvoir d'absorber l'eau par effet de mèche.

- La capillarité permet à l'eau de :
  - gorger les pierres,
  - favoriser par le gel l'éclatement du parement.

Une bonne pierre à bâtir doit avoir une porosité fermée  $\leq 15\%$

(suite page suivante)

**COMPACITÉ**, autrement dit, le minimum de vide dans la matière ⑯

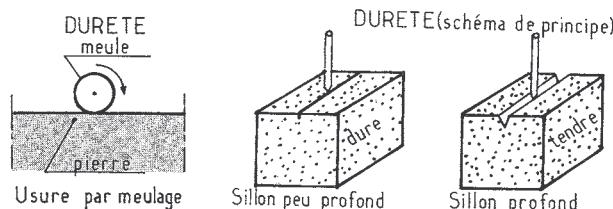


⑯

- La compacité va de pair avec :
  - la masse volumique,
  - la résistance à l'écrasement.

Voir tableau sur les caractéristiques des roches (§ 2).

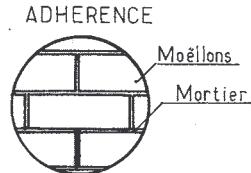
**DURETÉ**, c'est-à-dire la résistance à l'usure et aux chocs ⑯



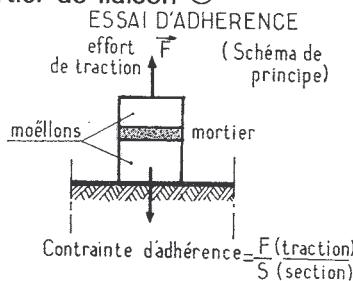
⑯

- C'est une qualité essentielle pour les revêtements horizontaux et verticaux.
- Le parement exposé doit résister sur toute sa surface sans présenter de zones friables.

**ADHÉRENCE** au mortier de liaison ⑰



⑰ Moellons et mortier travaillent ensemble : ils sont liés



- Les éléments sont associés par les forces de contact pour assurer la stabilité des murs et leur résistance à la pénétration de l'eau.

## QUESTIONNAIRE

1. Quelle nature de pierre choisiriez-vous dans votre région pour un soubassement de pavillon ?
2. Comment peut-on tester la dureté de la pierre ?
3. Quelles différences faites-vous entre une roche sédimentaire et une roche métamorphique ?
4. Comment peut-on mesurer l'adhérence du mortier avec les moellons à faces planes et parallèles ?
5. A quoi peut servir l'ardoise ?
6. Même question pour le grès ?
7. Même question pour l'argile ?

# THÈME 7

## Les granulats : sables et gravillons

Ce sont des minéraux entrant dans la composition des mortiers et des bétons.

### 1 - GRANULATS UTILISÉS

#### ■ GRANULATS NATURELS ① et ②

- Ils proviennent de la désagrégation naturelle des roches (sous l'effet de l'eau, du gel, du vent) :
  - ignées : porphyres, basaltes
  - sédimentaires : calcaires, silico-calcaires
  - métamorphiques : grès durs

#### ► Ils sont extraits :

- directement des rivières

##### EXEMPLES

sables de Loire  
sables de Seine  
sables et graviers du Rhône  
sables et graviers de la Garonne

- de gisements, dépôts d'alluvions par d'anciennes rivières

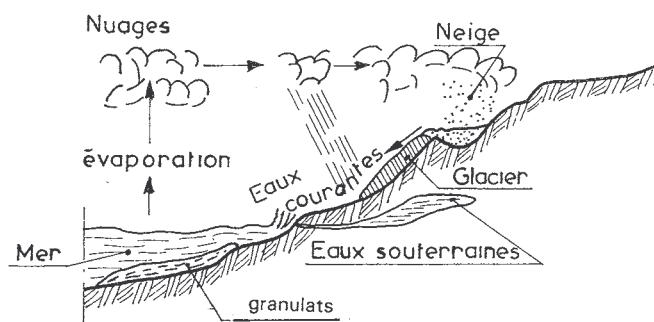
##### EXEMPLE

sable de Fontainebleau

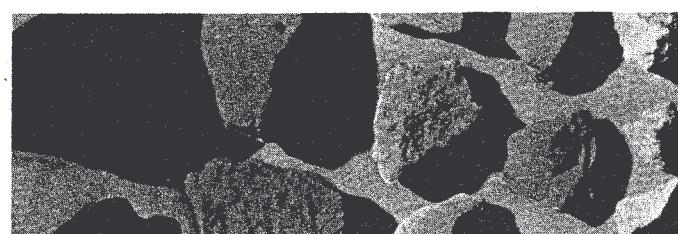
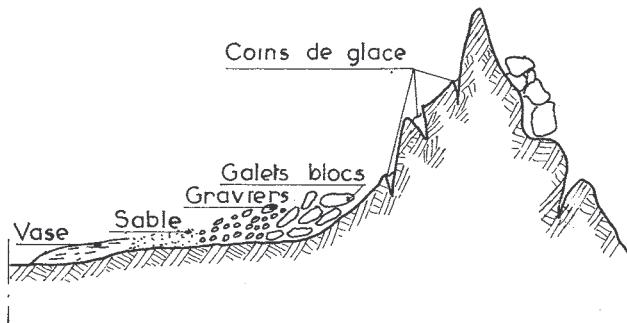
- des dunes de sable fin transporté par le vent

##### EXEMPLE

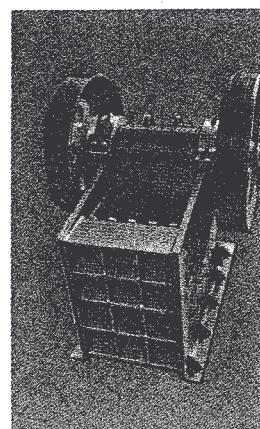
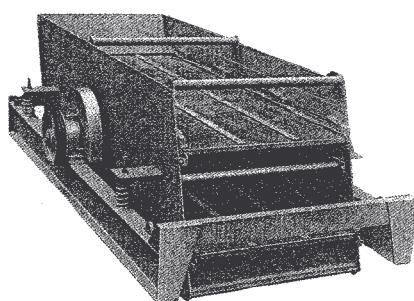
sable de dune



① Effets des eaux



③ Granulats concassés



④ Câble vibrant à excentrique.

Concasseur à mâchoires.

ROULES

#### ■ GRANULATS ARTIFICIELS ③ et ④

#### ► Ils sont obtenus :

- par **concassage et criblage** en carrière :
  - de roches naturelles dures;

##### EXEMPLES

sable concassé  
gravier concassé

- de scories de hauts-fourneaux

##### EXEMPLE

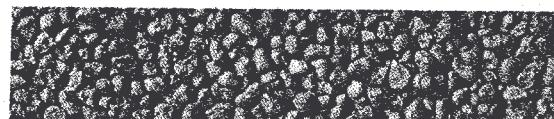
laitier concassé

## EXPANSÉS

- par fabrication de granulats dits légers  
⑤ ⑥ et ⑦

### EXEMPLES

argile expansée ⑤ ⑥ ⑦ par cuisson à 1 100 °C  
vermiculite, par grillage à 900 °C  
laitier expansé par la vapeur d'eau  
schistes expansés



⑤ Argile expansée : 3/10



⑥ Argile expansée : 10/16



⑦ Argile expansée : 16/25

- **Les pouzzolanes ⑧** sont des scories provenant des volcans.
  - Elles sont exploitées en Italie (Pouzzoles) et en Auvergne (Puy-de-Dôme).
  - Elles ont un aspect rugueux et caverneux.
  - **Ce sont des granulats naturels, expansés et légers.**

## 2 - CLASSEMENT DES GRANULATS

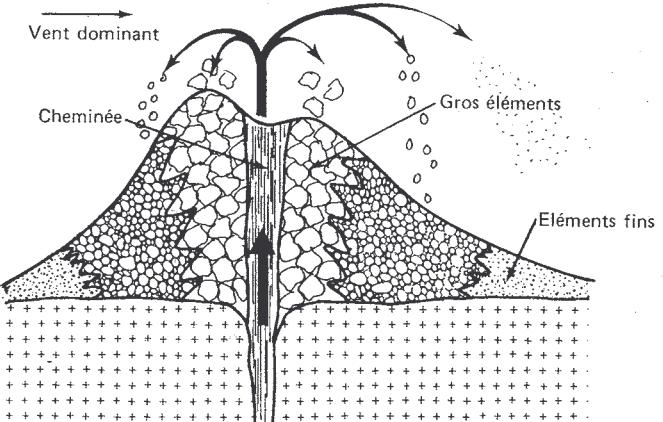
- Une catégorie de grains, ou **granulat élémentaire**, est définie par la dimension de chaque maille carrée ⑨ :
  - qui retient les plus gros grains (refus) ⑩
  - qui laisse passer les plus petits grains (passant) ⑪

- En pratique, on utilise des **classes granulaires** ⑫ et ⑬

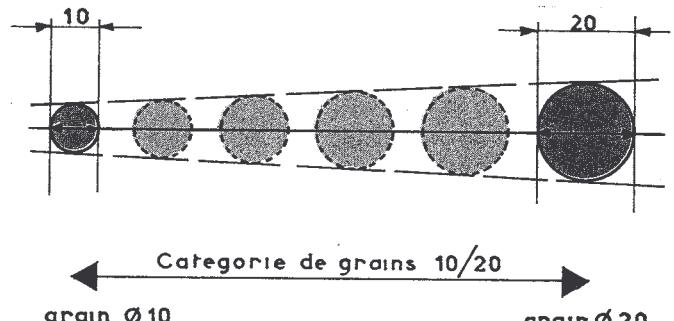
### EXEMPLES

- un sable 0/2 pour la couche de finition des enduits,  
- un sable 0/5 pour la confection d'un dallage,  
- un gravillon 8/12,5 pour une dalle de compression,  
- un gravillon 10/20 pour un poteau en béton armé,

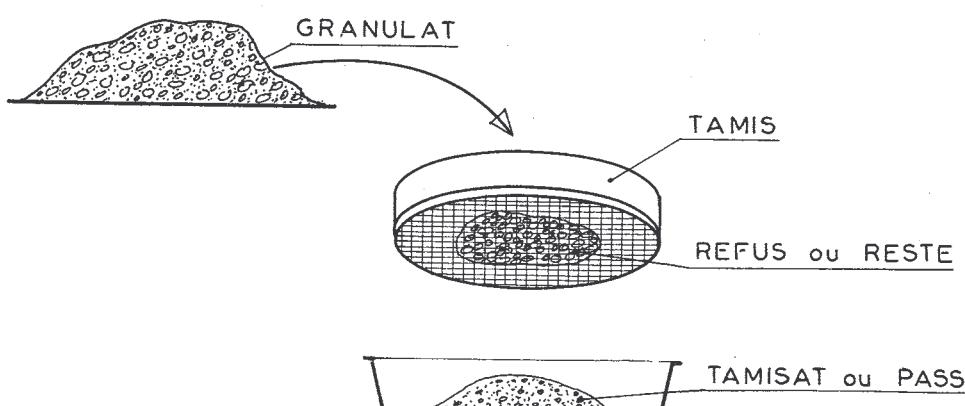
suivant les productions des installations en carrière.



⑧ Les pouzzolanes : gisements  
Classement des grains lors d'une éruption



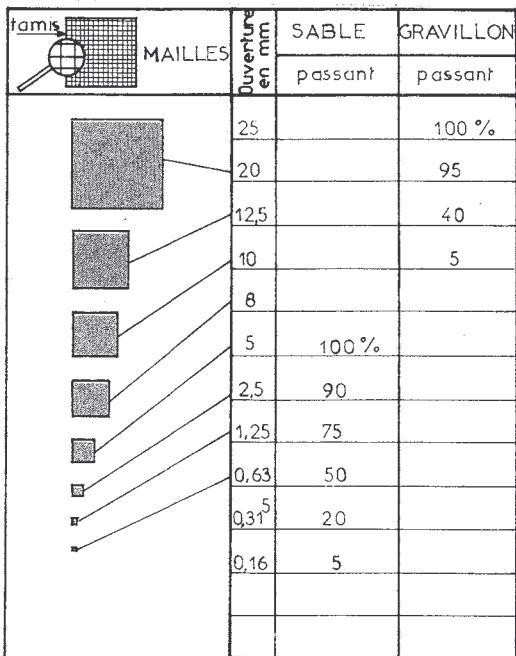
⑨ Catégorie de grains 10/20



⑩ Sélection des granulats

## ■ TABLEAU DE CLASSEMENT ⑪

APPELLATION	Dimension de la maille des tamis en mm
<b>Pierres cassées et cailloux</b>	Gros
	Moyens
	Petits
<b>Gravillons</b>	Gros
	Moyens
	Fins
<b>Sable</b>	Gros
	Moyens
	Fins
<b>Fines, farines et fillers</b>	inférieur à 0,08



⑪ Détermination des tamisats.  
Pourcentage en poids de matière passant  
à travers les tamis.

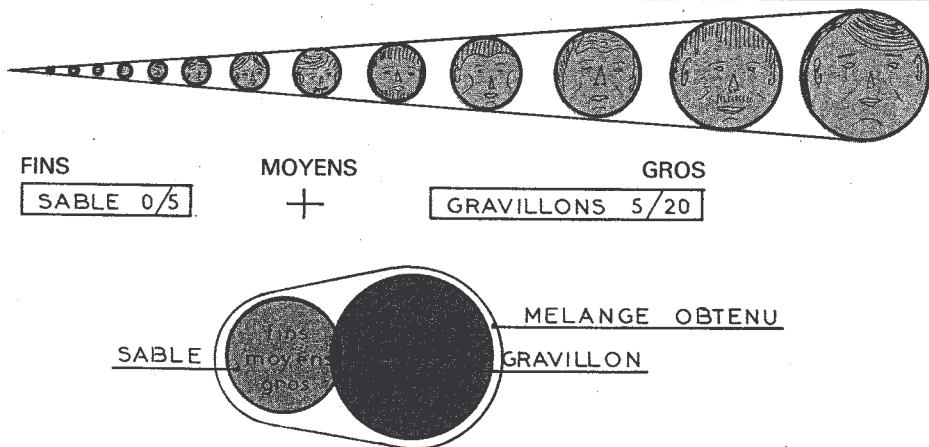
### **3 - MÉLANGES OBTENUS**

**Un mortier ou un béton nécessite un mélange de catégories de grains différents en grosseur et en quantité.**

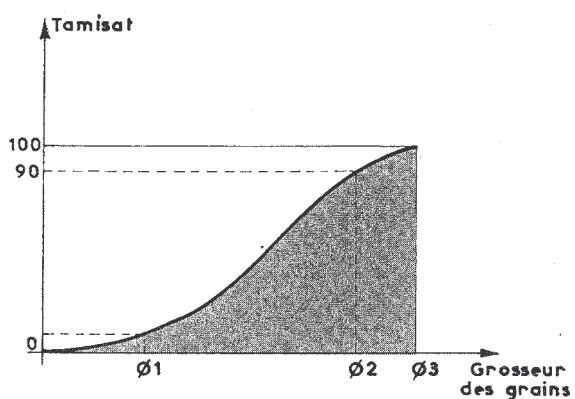
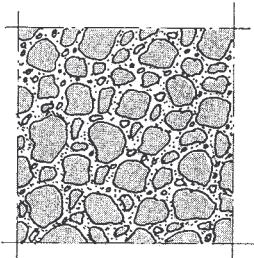
**La GRANULARITÉ.**  
*c'est le classement de la population des grains entrant dans un mélange donné* (2)

- La granularité est dite continue (12) et (13) si toute la population de grains est représentée : fins, moyens, gros.

#### **INTÉRÊT**

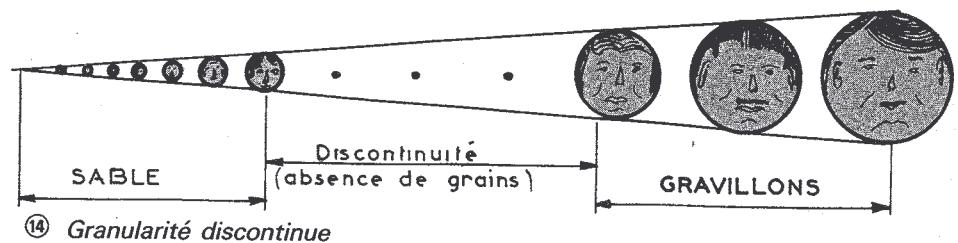


**⑫ Ensemble de la population des grains**



### ⑯ Granularité continue

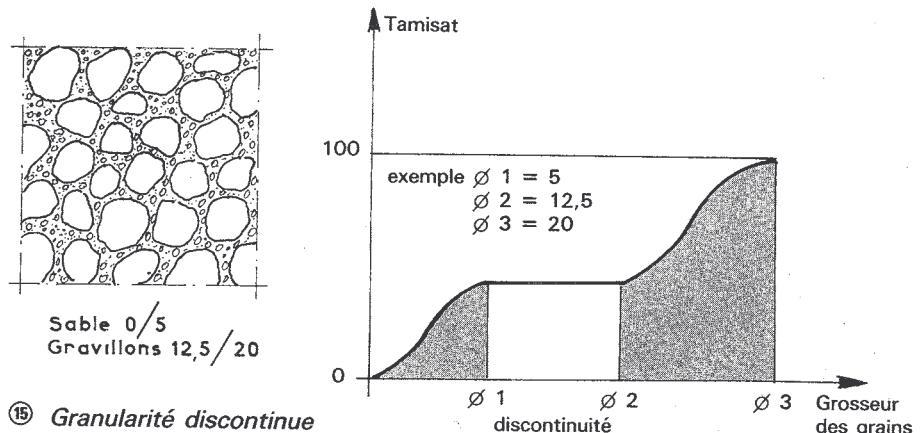
- La granularité est discontinue ⑯ si une partie de la population de grains est absente.



#### INTÉRÊT

Cette granularité est la plus fréquente, avec les gravillons concassés.

Les petits grains s'intercalent entre les gros sans les écarter ⑯.



## 4 - OBJECTIFS RECHERCHÉS

### ■ Dosage en liant ⑯ :

Obtenir la même résistance avec le liant juste nécessaire, car le liant est le plus onéreux dans la fabrication des mortiers et bétons.



⑯ Surface spécifique des grains → Intérêt des gros granulats

### ■ Dosage en granulats (sable, gravillons)

Obtenir le mélange de grains qui laisse *le moins de vides à remplir par la pâte de chaux ou de ciment ⑯ bis.*



⑯ bis Structure serrée :  
bonne compacité.

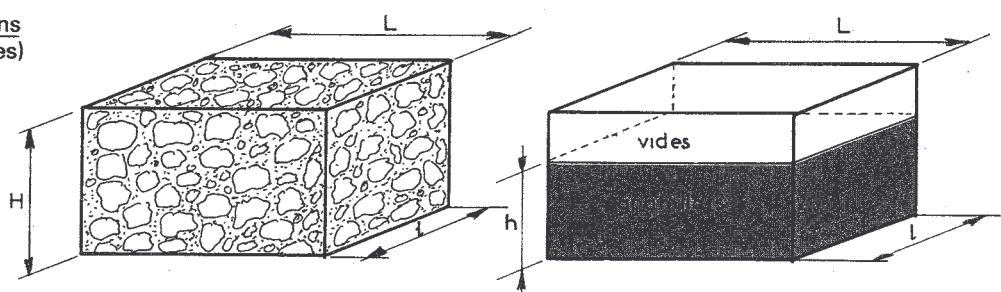
Structure lâche :  
mauvaise compacité

#### CONDITION :

Compacité du mélange ⑯.  
compacité

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Volume des grains ou pleins}}{\text{Volume des grains + vides}} \\ &\text{ou encore :} \\ &= \frac{\text{Volume réel des grains}}{\text{Volume apparent}} \end{aligned}$$

$$\text{COMPACITÉ} = \frac{\text{Volume des pleins}}{\text{Volume apparent}}$$



VOLUME APPARENT

(volume des grains + vides)

Compacité du mélange

VOLUME REEL des GRAINS

(pleins)

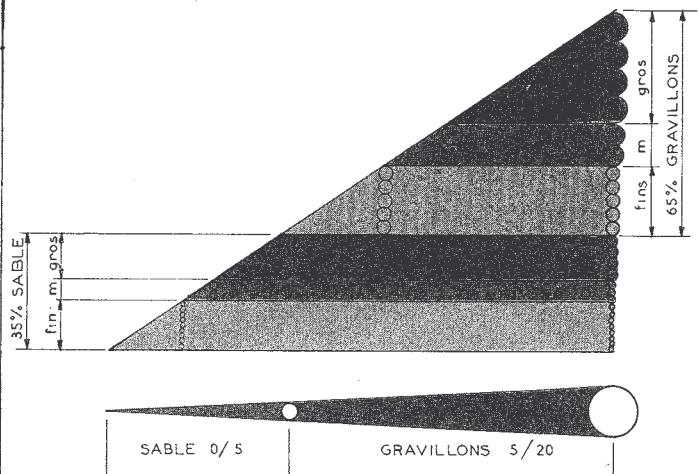
## ■ RECOMMANDATIONS PRATIQUES

- La meilleure **compacité** des granulats s'obtient approximativement par le mélange
 
$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{3} \text{ d'éléments fins} \\ \frac{2}{3} \text{ d'éléments gros} \end{array} \right\} \text{ en volume}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{3} \text{ d'éléments fins} \\ \frac{2}{3} \text{ d'éléments gros} \end{array} \right\} \text{ apparent}$$
- Indication de proportions pour un béton
 

(18)

$$\left\{ \begin{array}{l} 35 \% \text{ de sable de } 0/5 \\ 65 \% \text{ de gravillons } 5/20 \end{array} \right\}$$



- C'est la **mesure de la compacité** (19) qui aide à définir le mélange à choisir.

Matériel :

- 2 éprouvettes graduées de  $1000 \text{ cm}^3$ ,
- alcool à brûler pour sécher le sable.

### EXEMPLE D'OPÉRATIONS

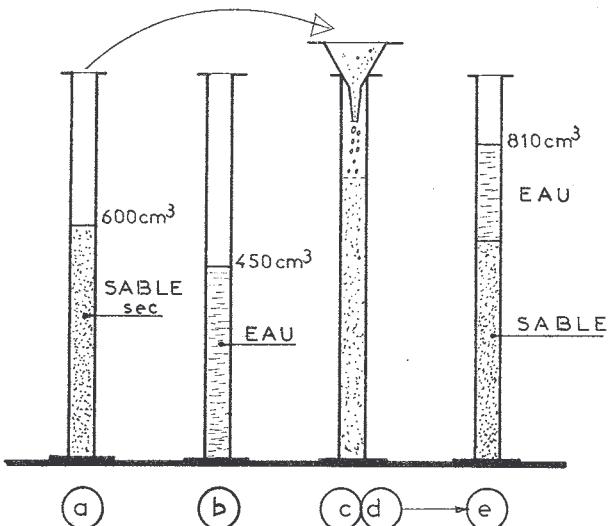
- mesurer  $600 \text{ cm}^3$  de sable sec ;
- mesurer  $450 \text{ cm}^3$  d'eau ;
- lire la graduation  $810 \text{ cm}^3$  ;
- mesurer les pleins

$$810 - 450 = 360$$

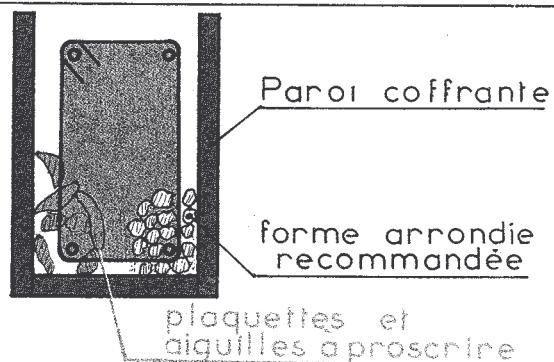
$$\text{Compacité : } \frac{360}{600} = 0,6$$

Cela signifie que, dans  $1000 \text{ cm}^3$  de sable sec, il y a :

- $600 \text{ cm}^3$  de pleins
- $400 \text{ cm}^3$  de vides.



- La forme arrondie des grains (20) favorise :
  - la compacité,
  - la mise en œuvre.



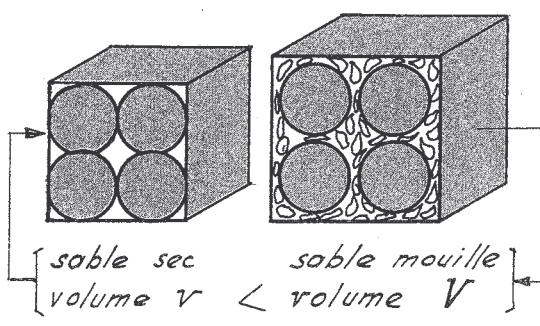
- Le dosage doit s'effectuer avec précision : le **volume apparent du sable humide** augmente par rapport au volume du sable sec.

Le coefficient de foisonnement (21) est le rapport :  $\frac{\text{volume du sable mouillé}}{\text{volume du sable sec}}$

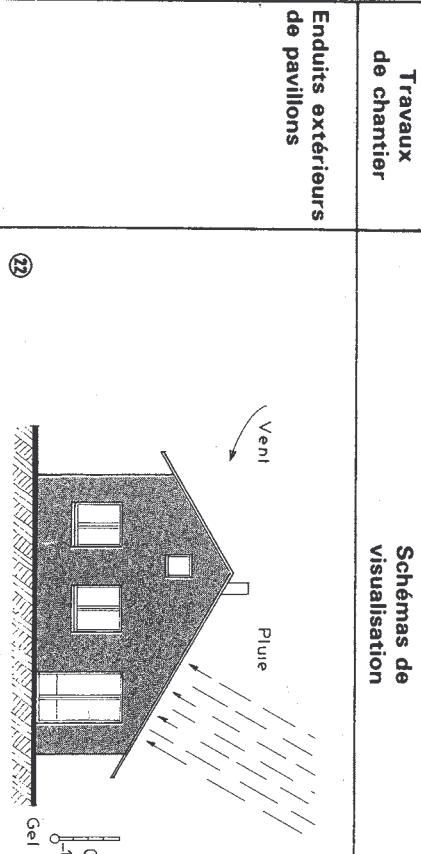
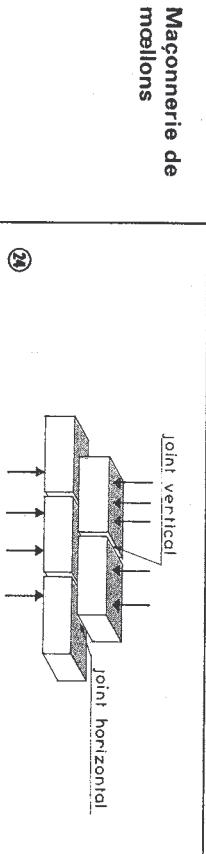
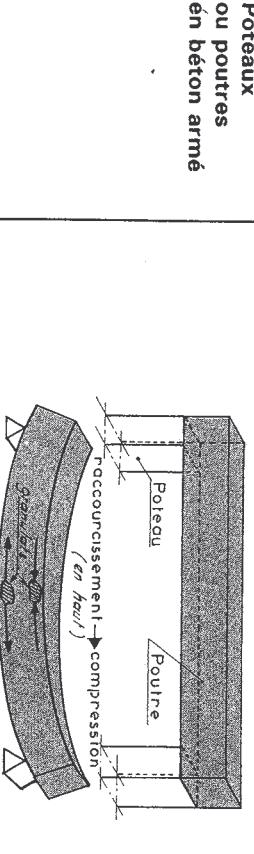
### EXEMPLE :

- quantité prévue de sable sec :  $400 \text{ dm}^3$
- sable humide avec coef. de foisonnement :  $25 \%$
- quantité de sable humide équivalente au sable sec à prévoir :

$$400 \times 1,25 = 500 \text{ dm}^3$$



## 5 - CONDITIONS D'UTILISATION

Travaux de chantier	Schémas de visualisation	Qualités requises des granulats	Choix possibles (suivant régions)
<b>Enduits extérieurs de pavillons</b>	 <p>(22)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• non gélivrite → peu de porosité ouverte</li> <li>• adhérence au liant → propreté</li> <li>• facilité de mise en œuvre → grains arrondis</li> </ul> <p><i>Proscrire :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- matières organiques : feuilles boues argileuses moins de 2 %</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- sable siliceux roulé de rivière</li> <li>- sable de Loire 0/5</li> <li>- sable silico-calcaire de la Seine 0/5</li> </ul>
<b>Gros béton de dallage dans un garage</b>	 <p>(23)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• résistance à l'usure au poinçonnement</li> <li>• durété</li> <li>• résistance à la compression (ou à l'écrasement) dans le joint horizontal</li> <li>• résistance au cisaillement dans le joint vertical</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- sable siliceux ou calcaire dur roulé ou concassé</li> <li>- gravier 10/20 concassé à partir de roches dures (porphyres, basaltes, quartzites)</li> </ul>
<b>Maçonnerie de moellons</b>	 <p>(24)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• résistance à la compression</li> <li>• résistance à la traction</li> <li>• résistance au cisaillement</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- sable de concassage</li> <li>- sable de rivière</li> </ul>
<b>Poteaux ou poutres en béton armé</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• résistance à la compression</li> <li>• résistance à la traction</li> <li>• résistance au cisaillement</li> <li>• propreté et rugosité des grains</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- sable de rivière</li> <li>- gravillons de rivière ou de concassage</li> <li>Composition du mélange à titre indicatif pour 1 m<sup>3</sup> de béton : 420 ± 30 dm<sup>3</sup> de sable et 750 à 850 dm<sup>3</sup> de gravillon</li> </ul>

## **QUESTIONNAIRE**

1. *Comment sont obtenus les granulats artificiels ?*
2. *Que sont les pouzzolanes ?*
3. *Citer la classe granulaire du sable.*  
*Citer la classe granulaire d'un gravillon pour poteau.*
4. *Quand la granularité est-elle dite continue ?*  
*Quand la granularité est-elle dite discontinue ?*
5. *Quelle est la condition essentielle pour obtenir le moins de vides possibles dans un mélange de sable et gravillon ?*
6. *Qu'est-ce qui caractérise le foisonnement du sable ?*
7. *Quelles sont les qualités requises des granulats pour les travaux :*
  - *d'enduits extérieurs ?*
  - *de dallage ?*
  - *de maçonnerie ?*
  - *de béton armé ?*



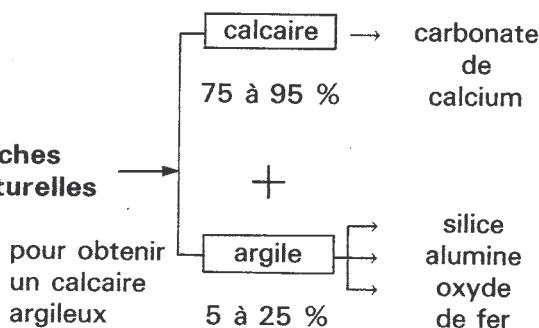
# THÈME 8

## Les ciments et les chaux

### PREMIÈRE PARTIE Les ciments

#### 1 - CONSTITUANTS DES CIMENTS

##### ■ MATIÈRES PREMIÈRES



##### ► Roches naturelles

pour obtenir un calcaire argileux

##### ► Sous-produits :

- déchets de fabrication de la fonte : laitier de hauts-fourneaux
- résidus des centrales thermiques : cendres volantes
- pouzzolanes obtenues artificiellement.

##### ► Fillers, généralement inertes, obtenus par broyage fin de calcaire, basalte, laitier, cendres volantes.

##### NOTA

On ajoute également 2 à 3 % de gypse en fin de fabrication.

#### NOTION DE LIANT HYDRAULIQUE

Les liants hydrauliques, mélangés aux granulats et additionnés d'eau, servent à réaliser des mortiers et des bétons.

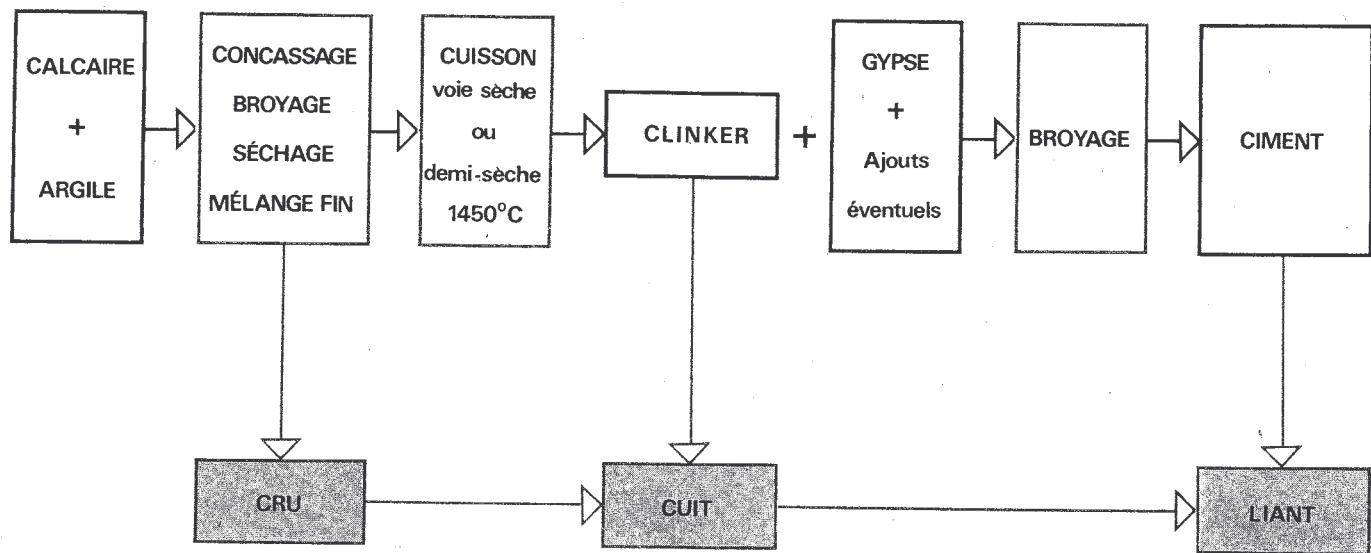
- Un liant hydraulique est une poudre minérale.
- Il forme avec l'eau une pâte qui :
  - fait prise,
  - durcit progressivement même sous l'eau.
- Il sert à lier des matières solides inertes (sables, gravillons, cailloux).
- Les liants hydrauliques utilisés sont :
  - les ciments Portland
    - artificiels, symbole (C.P.A.)
    - composés, symbole (C.P.J.) (C) à constituants secondaires ou sous-produits.
  - les ciments à forte teneur en laitier (+ de 60%).  
Le laitier est un sous-produit de la fabrication de la fonte.
  - les ciments divers et spéciaux : ciment fondu, prompt, superblanc.
  - les chaux hydrauliques :
    - naturelles, symbole (X.H.N.)
    - artificielles, symbole (X.H.A.).

##### NOTA

Les chaux hydrauliques artificielles sont souvent obtenues à partir d'un clinker portland.

## 2 - FABRICATION DU CIMENT

### ■ Schéma de fabrication



## 3 - HYDRATATION DU CIMENT : PRISE ET DURCISSEMENT ①

### ■ En présence d'eau, les composants chimiques :

- silicates de calcium,
  - aluminate de calcium,
- se transforment pour devenir des hydrates de ciment ou sels hydratés avec formation de cristaux.

### ■ Il se produit un précipité de micro-cristaux qui, en s'assemblant, provoquent le phénomène de prise.

La température interne augmente.

### ■ Le cycle de formation de cristaux continue : c'est le phénomène de durcissement.

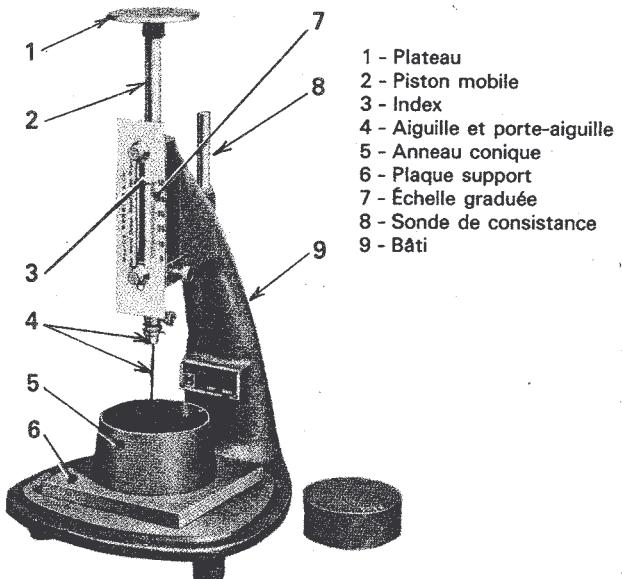
### ■ Les résistances en compression et en traction s'accroissent (voir tableau § 4).

### ■ MODE D'ACTION DES COMPOSANTS CHIMIQUES

Composants actifs	Vitesse de prise
Aluminate de calcium	Très rapide
Silicates de calcium	Moyenne à très lente

} suivant les silicates considérés

La gypse a pour but de régulariser la prise sinon les alumates se raidiraient en une prise immédiate.



① Appareil de Vicat pour l'essai de consistance et de prise des ciments

### ■ TEMPS DE PRISE

► Ils constituent une indication précieuse pour la mise en œuvre des mortiers et bétons.

► Ils varient suivant :

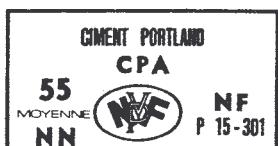
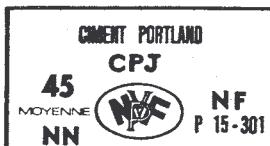
- la nature du ciment à prise lente (CPA) ou à prise rapide (ciment prompt),
- la finesse de mouture qui favorise l'hydratation,
- la température ambiante qui influence la vitesse des réactions chimiques et accélère la prise.

Le temps de prise est généralement supérieur à 90 minutes pour les ciments courants, à une température de 20 °C.

## 4 - DÉSIGNATION DES PRINCIPAUX CIMENTS ②

Appellation	Symbole	Composition
Ciment Portland artificiel	C.P.A.	97 % de clinker + filler
Ciment Portland composé	C.P.J.	65 % de clinker 35 % de laitier
Ciment de haut-fourneau	C.H.F.	60 à 75 % de laitier 3 % de filler le reste en clinker
Ciment de laitier au clinker	C.L.K.	80 % de laitier 3 % de filler le reste en clinker

**Note :** le clinker résulte de la cuisson des matières premières (voir §2).



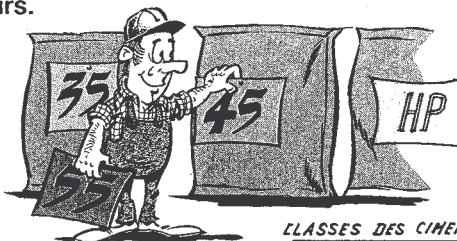
② Exemples de marquage

## 5 - CLASSES DE RÉSISTANCES ③

■ Les ciments désignés ci-contre sont répartis en quatre classes suivant leur résistance à la compression.

La classe indiquée correspond à la résistance moyenne entre deux extrêmes (fourchette) :

- une résistance minimale garantie à 28 jours
- une résistance maximale garantie à 28 jours.



③

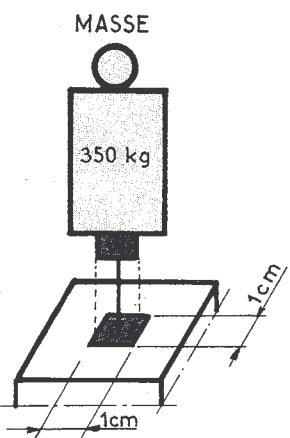
CLASSES DES CIMENTS

■ L'unité de mesure est le mégapascal (symbole MPa) qui correspond :

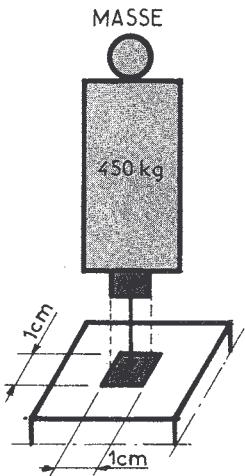
- à 100 newtons par cm<sup>2</sup>
- ou à 10 bars.

TABLEAU DES CLASSES DE RÉSISTANCE A LA COMPRESSION (en unités MPa à 28 jours d'âge)

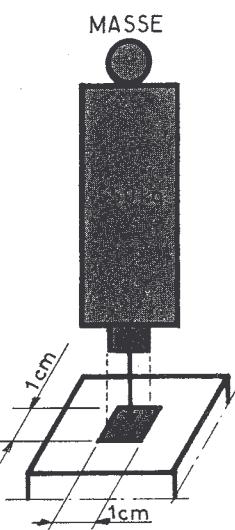
La masse agit sur : 1 cm x 1 cm soit 1 cm<sup>2</sup> de surface



1 cm<sup>2</sup> de surface peut supporter 7 personnes de 50 kg



1 cm<sup>2</sup> de surface peut supporter 9 personnes de 50 kg



1 cm<sup>2</sup> de surface peut supporter 11 personnes de 50 kg

CLASSE DE RÉSISTANCE  
ciments CPJ

**35**

CLASSE DE RÉSISTANCE  
ciments CPA  
CPJ  
CHF  
CLK

**45**

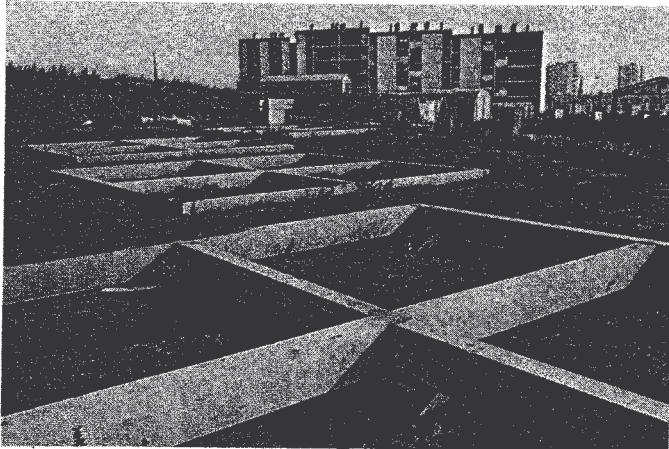
CLASSE DE RÉSISTANCE  
ciments CPA  
CPJ  
CHF

**55**

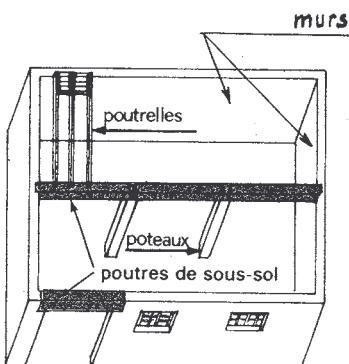
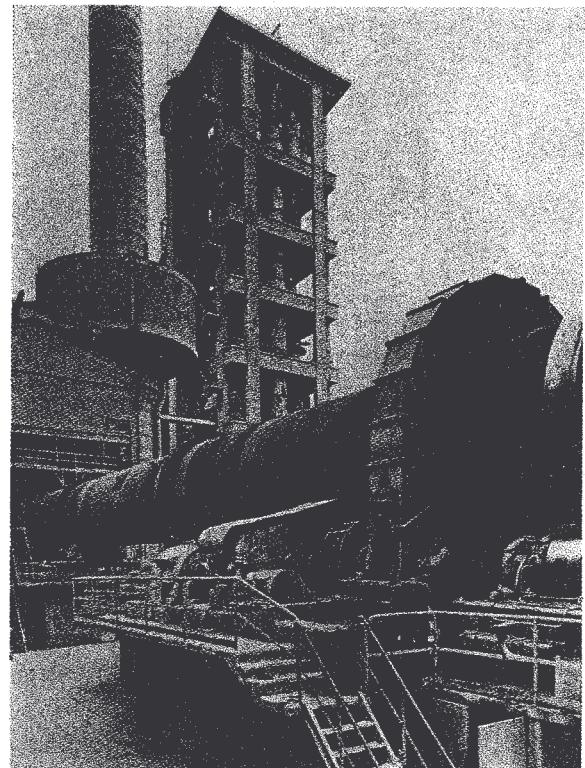
Les ciments H.P. (à Hautes performances) ont une résistance minimale garantie égale à 55 MPa à 28 jours.

## GUIDE D'UTILISATION DES CIMENTS

Classe de résistance .....	35	45								55				THR
Désignation du ciment.....	CPJ	CPA	CPA-R	CPJ	CPJ-R	CHF	CLK	CLK-R	CPA	CPA-R	CPJ	CPJ-R	CHF	THR
<b>Emplois courants</b>														
Maçonnerie .....	X			X	X	X								
Béton courant (non armé ou faiblement armé : remplissage, fondations, portées réduites, décoffrage différé).....	X			X	X	X	X	X						
Béton armé fortement sollicité (structures porteuses, etc.).....		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Béton armé avec décoffrage accéléré.....			X	X	X				X	X	X	X	X	X
Produits préfabriqués en béton non armé (blocs, hourdis, etc.).....	X	X	X	X	X				X	X	X	X	X	X
Éléments préfabriqués en béton armé (poutres, poutrelles, éléments de grande surface, etc.).....			X		X				X	X	X	X	X	X
Béton précontraint .....		X	X			X			X	X	X	X	X	X
Travaux exigeant des performances mécaniques exceptionnelles.....										X		X		X
Dallages, sols industriels, béton de masse .....	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
Bétons routiers .....	X	X		X	X				X	X	X	X	X	X
Travaux en grandes masses (barages, etc.).....	X	X		X		X	X	X						



④ Fondation

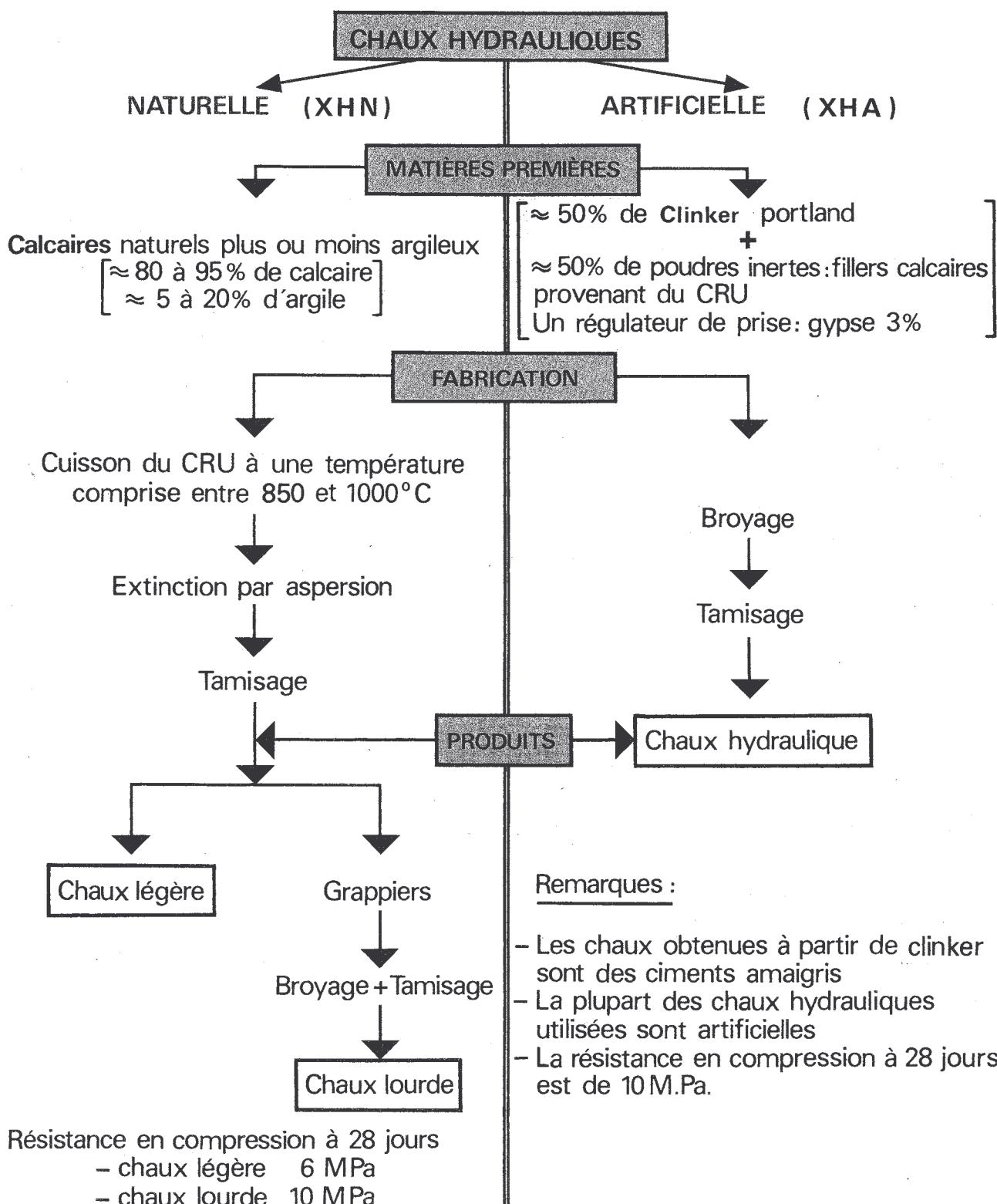


⑤ Éléments préfabriqués

L'usine de Saint-Pierre-la-Cour ; vue aérienne de l'usine de Rennes de la Rennaise de Préfabrication.

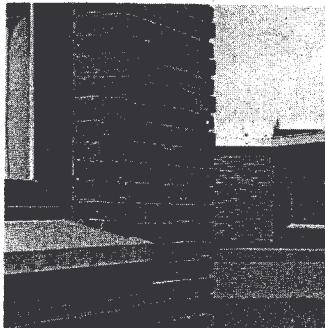
## DEUXIÈME PARTIE

### Les chaux

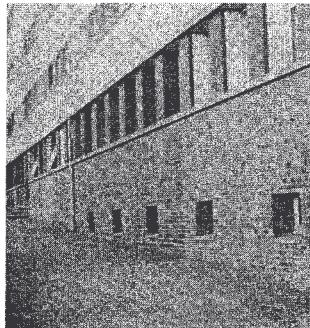


## 1 - PROPRIÉTÉS DES CHAUX

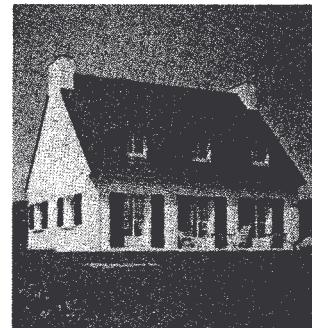
- Les chaux sont caractérisées par :
  - ▶ leur teinte claire
  - ▶ leur prise lente
  - ▶ leur faible chaleur d'hydratation  
→ peu de retrait
  - ▶ les qualités des mortiers obtenus :
    - plasticité
    - adhérence
    - peu de fissures
  - ▶ les résistances à la compression à 28 jours :
    - 6 à 10 MPa suivant fabrication.



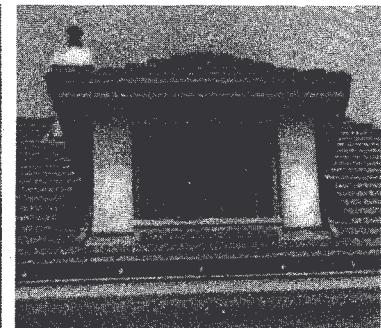
⑥ Pose de briques



⑦ Pose de moellons



⑧ Enduits sur façades



⑨ Faitage en tuiles et solins de souche et de lucarne.

## 2 - UTILISATION DES CHAUX

- Maçonnerie
  - Pose de briques ⑥.
  - Pose d'agglomérés.
  - Pose de moellons ⑦.
- Enduits intérieurs et extérieurs
  - Enduits classiques.
  - Enduits décoratifs.
  - Enduits au mortier de chaux et ciment gris ou blanc (mortiers bâtards) ⑧.
- Travaux de couverture ⑨
  - Scellements au mortier de chaux des tuiles de faîtage et de rive.
  - Solins des souches de cheminées ou autres.

## QUESTIONNAIRE

1. Qu'est-ce qu'un liant « hydraulique » ?
2. Quels sont les constituants principaux des ciments ?
3. D'où provient le laitier ?
4. A quoi sert le gypse mélangé au clinker ?
5. Quelles sont les quatre classes de résistances des ciments ?
6. Quelle classe de résistance utiliseriez-vous pour :
  - des fondations ?
  - du béton armé ?
  - du béton armé en escomptant un décoffrage rapide ?
  - du béton précontraint ?
7. Quelles sont les propriétés des chaux ?
8. Dans quels travaux extérieurs se sert-on des chaux XHA ou XHN ?

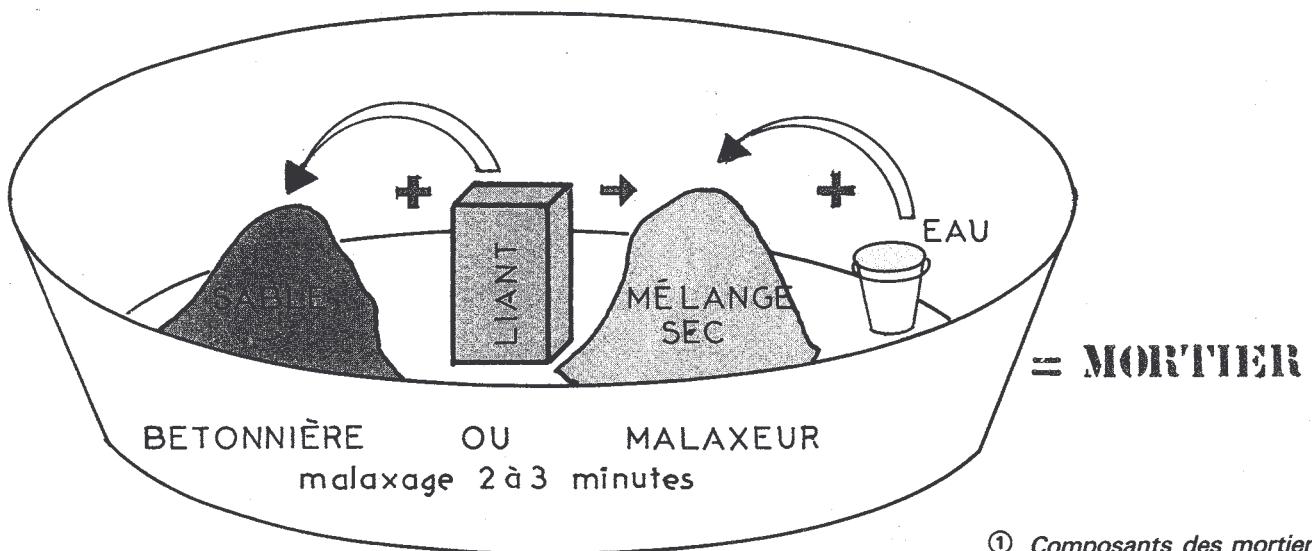
# THÈME 9

## Les mortiers

Les mortiers servent surtout à réaliser :

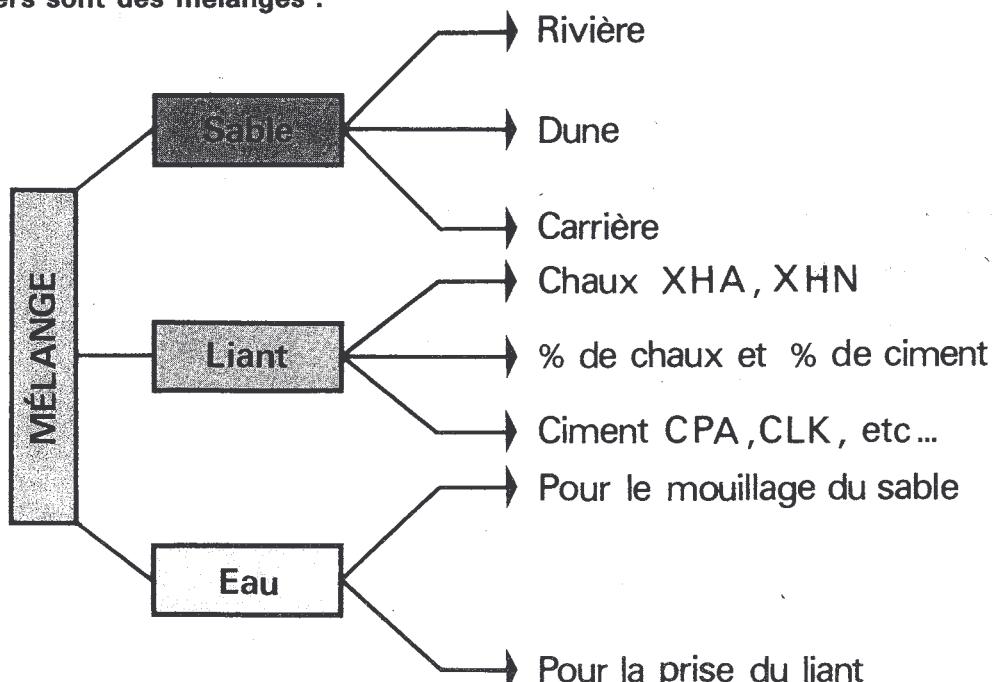
- les maçonneries,
- les enduits,
- les chapes.

### 1 - COMPOSANTS DES MORTIERS ①



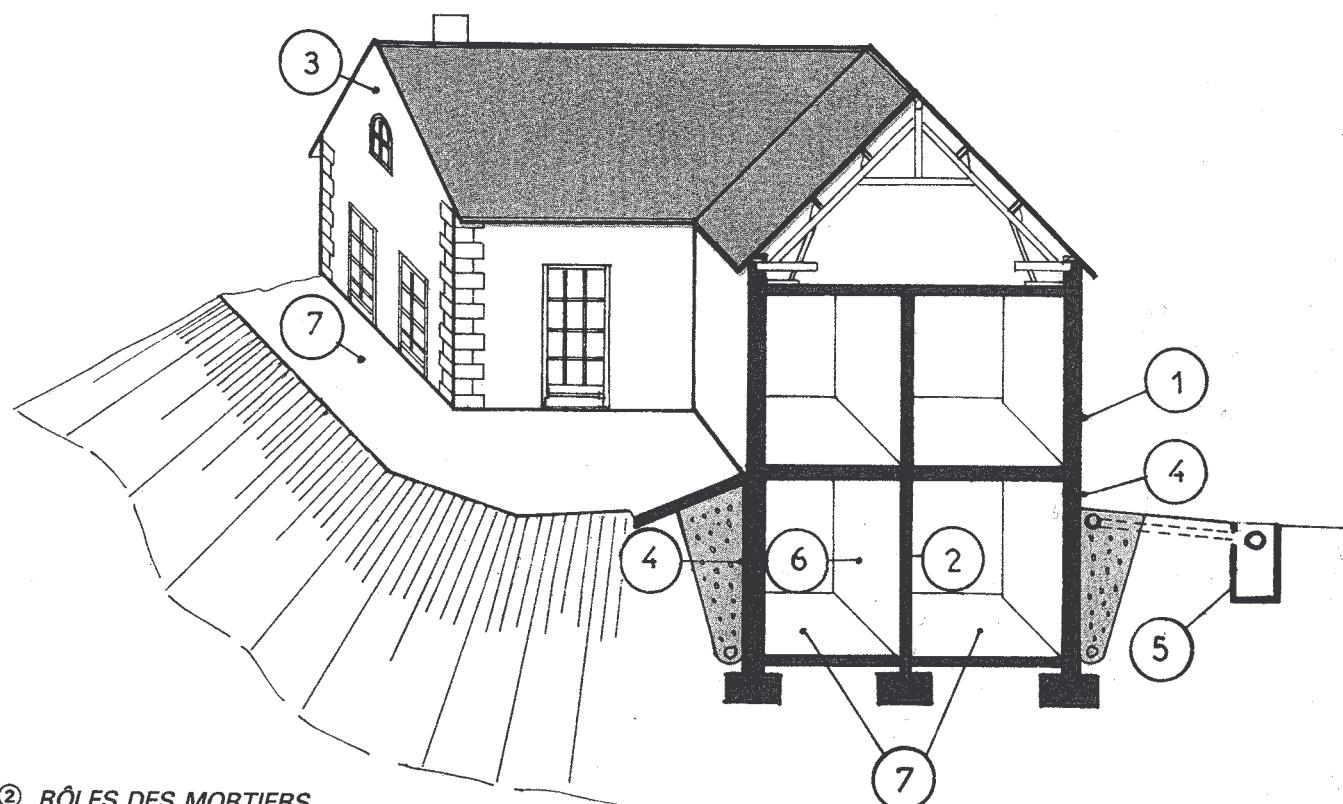
① Composants des mortiers

■ Les mortiers sont des mélanges :



## 2 - PRINCIPAUX RÔLES ②

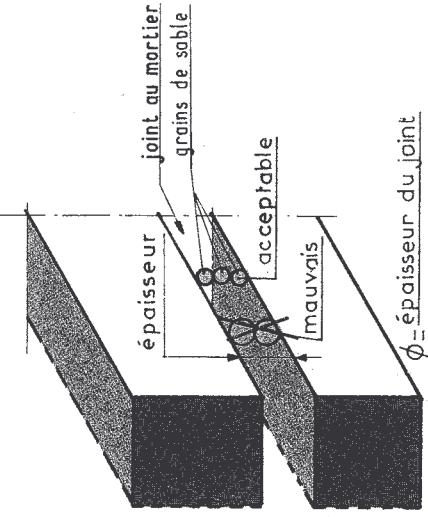
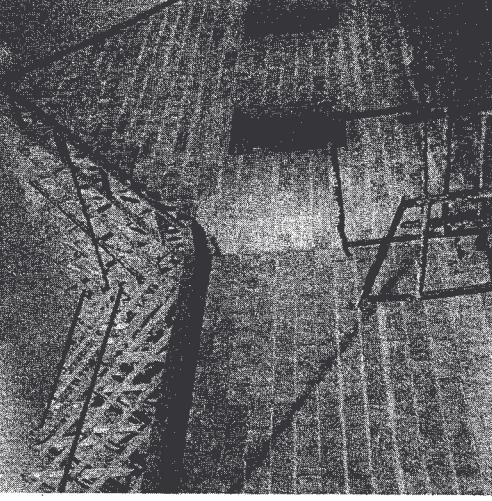
■ Le rôle des mortiers varie suivant la nature des ouvrages.



② RÔLES DES MORTIERS

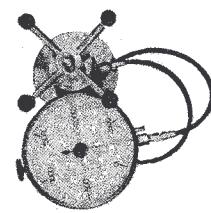
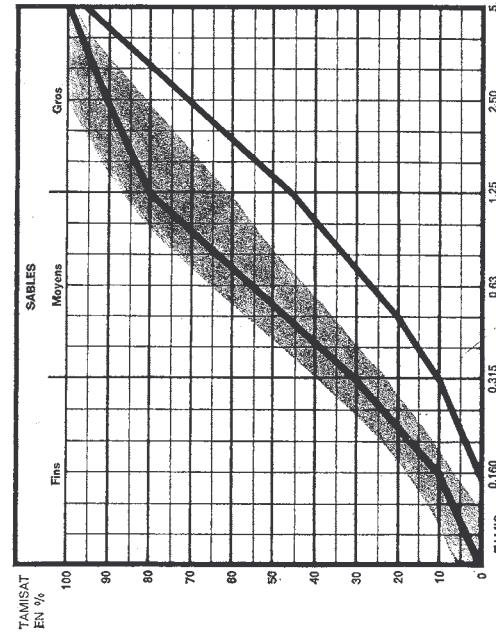
Repères	Rôles	Repères	Rôles
1	<b>Assurer la liaison des éléments constitutifs des murs :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- agglomérés en béton (blocs),</li> <li>- briques pleines ou creuses,</li> <li>- moellons de calcaire ou de granit.</li> </ul>	4 et 5	<b>Rendre les fosses ou cuvelages étanches</b> en utilisant un adjuvant (hydrofuges) dans le mortier destiné aux enduits.
2	<b>Transmettre les charges</b> par les joints horizontaux, verticaux ou inclinés, des murs porteurs.	6	<b>Revêtir les murs des sous-sol</b> par des enduits intérieurs.
3	<b>Assurer la protection</b> contre les intempéries par les enduits extérieurs.	7	<b>Niveler les surfaces</b> de béton par réalisation de chapes sur : <ul style="list-style-type: none"> <li>- dallages → chapes d'usures,</li> <li>- planchers → chapes destinées à recevoir un revêtement :               <ul style="list-style-type: none"> <li>- carrelage,</li> <li>- moquette,</li> <li>- dallage d'ardoise.</li> </ul> </li> </ul>
4	<b>Protéger des infiltrations</b> d'eau et de l'humidité par : <ul style="list-style-type: none"> <li>- enduits sur murs de sous-sol,</li> <li>- arase étanche (barrière capillaire).</li> </ul>		

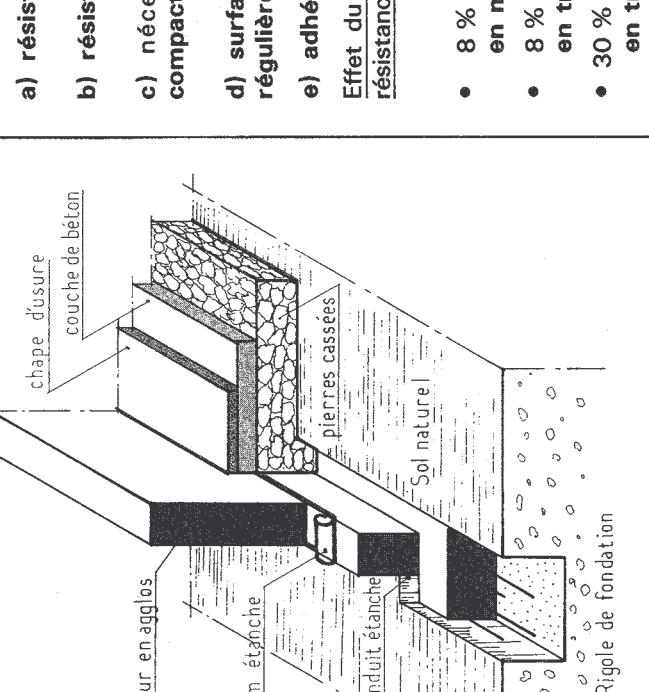
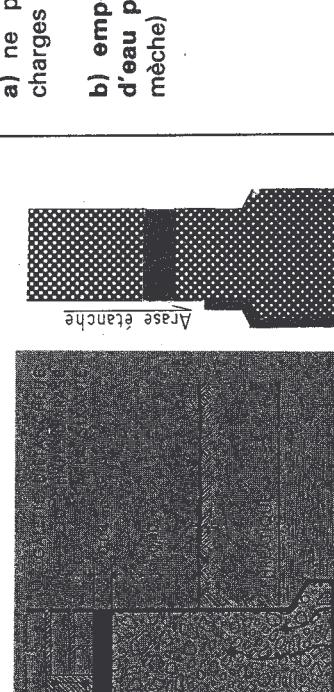
### 3 - CARACTÉRISTIQUES RECHERCHÉES DES MORTIERS

NATURE DES TRAVAUX	SCHÉMAS DE PRINCIPE	PROPRIÉTÉS OU EXIGENCES D'UTILISATION	RECOMMANDATIONS PRATIQUES DE CHANTIER
	 <p>Réalisation des murs de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Façades</li> <li>- Refends en aglomérés ou en briques creuses hourdées au mortier de chaux ou de chaux et ciment.</li> </ul>	<p>a) résistance à l'écrasement</p> <p>b) ouvrabilité du mortier de pose</p> <p>c) adhérence (propriété d'unir, de souder)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• dosage en chaux ou en ciment supérieur à 300 kg par m<sup>3</sup> de sable propre</li> <li>• granularité adaptée pour étaler le mortier et effectuer la mise en place des blocs ③</li> <li>• forme arrondie des grains</li> <li>• mortier homogène à consistance rendue pâteuse par le malaxage</li> <li>• mortier sec → pas d'adhérence</li> <li>• mortier très mouillé → l'eau forme un film nuisible pour la liaison mortier-bloc ③</li> </ul>  <p>③ = grosseur du grain  ③ Joint de mortier</p> <p>③ bis</p>

suite page suivante

NATURE DES TRAVAUX	SCHÉMAS DE PRINCIPE	PROPRIÉTÉS OU EXIGENCES D'UTILISATION	RECOMMANDATIONS PRATIQUES DE CHANTIER
ENDUITS	<p>Enduits extérieurs sur :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- façades exposées</li> <li>- murs de clôture</li> </ul> <p>Supports variés :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- terre cuite</li> <li>- béton rugueux d'agglomérés</li> <li>- béton armé des linteaux et chainages</li> </ul>	<p>a) maniabilité de l'enduit → étaler le mortier en couches minces → façonner les arêtes</p> <p>b) adhérence</p> <p>c) imperméabilité (peu de fissures)</p> <p>d) durabilité (résistance dans le temps)</p> <p>e) peu de retrait et de faïence (fines fissures en toile d'araignée)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sable de granularité étalée et régulière (grains de 0 à 3 mm)</li> <li>• malaxage à la bêtonnière ou au mélangeur</li> <li>• dosage de chaque couche variant de 600 kg/m<sup>3</sup> à 400 kg/m<sup>3</sup> (dosage dégressif) (<i>de ciel</i>)</li> <li>• mortier ayant au moins 50 % de chaux pour la couche de finition</li> <li>• dosages excessivement riches à proscrire</li> <li>• liants à prise rapide (C.P.A.R.) à éviter en raison du retrait.</li> <li>• le mortier ne doit pas être rebattu.</li> </ul>



NATURE DES TRAVAUX	SCHÉMAS DE PRINCIPE	PROPRIÉTÉS OU EXIGENCES D'UTILISATION	RECOMMANDATION PRATIQUES DE CHANTIER				
CHAPES ET TRAVAUX D'ETANCHÉITÉ	 <p><b>Couche d'usure :</b> épaisseur 15 à 30 mm appliquée sur béton. <b>EXEMPLE :</b> sol de garage</p>	<p>a) résistance aux chocs b) résistance au frottement c) nécessité d'un mortier compact d) surface obtenue plane et régulière e) adhérence au support</p> <p>Effet du dosage en eau sur les résistances :</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>chutes de résistance</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>• 8 % d'eau en moins → 25 %</td> </tr> <tr> <td>• 8 % d'eau en trop → 8 %</td> </tr> <tr> <td>• 30 % d'eau en trop → 50 %</td> </tr> </tbody> </table>	chutes de résistance	• 8 % d'eau en moins → 25 %	• 8 % d'eau en trop → 8 %	• 30 % d'eau en trop → 50 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>La résistance est fonction du :             <ul style="list-style-type: none"> <li>- dosage en liant : 600 à 800 kg/m<sup>3</sup> pour les chapes d'usure</li> <li>- rapport C/E :</li> </ul> </li> </ul> $C = \frac{\text{poids de ciment}}{\text{E}} \cdot \text{poids d'eau de gâchage}$ <p><b>Le mortier est d'autant plus résistant que la pâte est moins diluée.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>condition essentielle : compacité du mortier mis en place avec peu d'eau mais serrage intensif.</li> </ul>
chutes de résistance							
• 8 % d'eau en moins → 25 %							
• 8 % d'eau en trop → 8 %							
• 30 % d'eau en trop → 50 %							
Arase étanche :	<p>épaisseur 5 cm. Elle est souvent située au-dessus du niveau du sol extérieur</p>	<p>a) ne pas s'écraser sous les charges b) empêcher les remontées d'eau par capillarité (effet de mèche)</p>	 <p><b>CHAPES D'ARASE</b></p> <p><b>REZ DE CHAUSSEE SUR VIDE SANITAIRE</b></p> <p><b>⑥ Chapes d'arase</b></p>				

NATURE DES TRAVAUX	SCHÉMAS DE PRINCIPE	PROPRIÉTÉS OU EXIGENCES D'UTILISATION	RECOMMANDATIONS PRATIQUES DE CHANTIER
CHAPES ET TRAVAUX D'ÉTANCHÉITÉ	<p><b>Avant</b></p> <p><b>Après</b></p> <p><b>a) réduire les attaques des eaux agressives sur l'enduit et l'effet des sels contenus dans le sol</b></p> <p><b>b) empêcher les infiltrations d'eau</b></p> <p><b>Enduit étanche</b></p> <p>Il peut s'effectuer :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- sur les murs de sous-sol en contact avec la terre</li> <li>- pour les fosses étanches et cuvelages</li> </ul> <p><b>Enduit avec hydrofuge</b></p> <p><b>① chanfrein      ② jeté clair      ③ 1<sup>e</sup> couche      ④ 2<sup>e</sup> couche      ⑤ jeté clair      ⑥ couche finition lissée</b></p> <p><b>⑦ Fosse étanche</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incorporation d'adjuvants (hydrofuges)</li> <li>+ produit d'application en surface</li> </ul> <p><b>EXEMPLE : « Igol Fondation »</b></p>	<p><b>⑧ bis Cuvelage</b></p>

NATURE DES TRAVAUX	SCHÉMAS DE PRINCIPE	PROPRIÉTÉS OU EXIGENCES D'UTILISATION	RECOMMANDATIONS PRATIQUES DE CHANTIER
CHAPES ET TRAVAUX D'ÉTANCHÉITÉ	<p><b>Chape pour revêtement (carrelage, moquette)</b></p> <p>a) planéité rigoureuse : creux ou bosses <math>\leq 4</math> mm sur une longueur de 2 mètres</p> <p>b) épaisseur <math>\geq 3</math> cm</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>dosage variant entre 250 kg et 400 kg par m<sup>3</sup> de sable de 0/5</li> <li>mortier peu mouillé pour obtenir une surface régulière : <ul style="list-style-type: none"> <li>planitude</li> <li>aspect.</li> </ul> </li> </ul>		

## 4 - DOSAGES DES MORTIERS DE CHAUX ET DE CIMENTS

### ■ Un mortier est dit gras :

si le rapport :

$$\frac{\text{volume de mortier}}{\text{volume de sable}} \text{ obtenu} \geqslant 1$$

#### EXEMPLE :

avec  $1\ 000\ \text{dm}^3$  de sable, 600 kg de liant on obtient plus de  $1\ 000\ \text{dm}^3$  de mortier.

### ■ Mortier moyen :

$1\ \text{m}^3$  de sable + liant =  $1\ \text{m}^3$  de mortier.

### ■ Mortier maigre :

$1\ \text{m}^3$  de sable + liant  $\leqslant 1\ \text{m}^3$  de mortier.

Mortier	Dosage et liant	Utilisations
Maigre	250 à 400 kg/m <sup>3</sup> XHA ou XHN CPA, CPJ	Mortier de maçonnerie en élévation
	300 à 350 kg/m <sup>3</sup> CPA, CPJ etc.	Chapes pour revêtement
Moyen	400 à 500 XHA ou XHN CPA, CPJ etc. (Chaux et ciments)	Enduits extérieurs Enduits intérieurs Maçonneries fortement chargées
Gras ou riche	500 kg à 600 kg/m <sup>3</sup> (Chaux ou ciments)	Enduits extérieurs
Très riche	+ 600 kg/m <sup>3</sup> CPA CLK CHF CPJ	Chapes d'usure enduits étanches jointoiement - rejointoiement coulis de ciment

## QUESTIONNAIRE

1. Quels sont les composants des mortiers ?

2. Quels sont les rôles des mortiers dans la réalisation complète d'un mur de façade réalisé avec des blocs de béton ou de terre cuite ?

3. Quelles sont les propriétés recherchées pour un mortier destiné :

- à un enduit vertical sur mur extérieur,
- à une couche d'usure.

4. Comment différencie-t-on :

- un mortier maigre ?
- un mortier moyen ?
- un mortier gras ?

5. Donner une indication de dosage en liant :

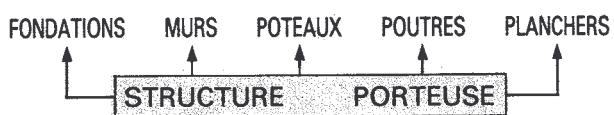
- pour le mortier de pose de blocs béton creux ou pleins,
- pour une chape d'usure.

# THÈME 10

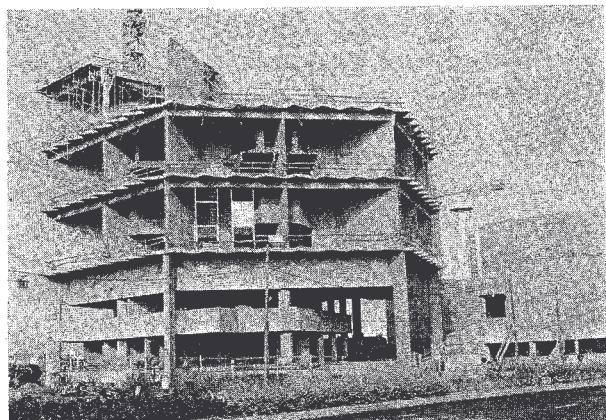
## Le béton

### 1 - UTILISATIONS DU BÉTON ① et ②

- Le béton est utilisé dans la réalisation des ouvrages tels que :



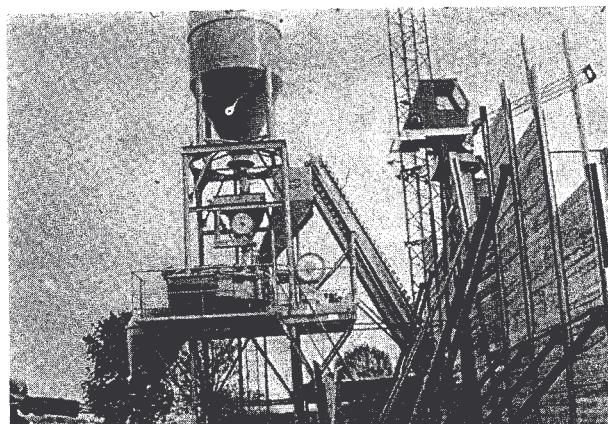
- Il entre dans la fabrication de nombreux éléments industrialisés : éléments de façade, de planchers, etc.



① Structure porteuse en béton armé



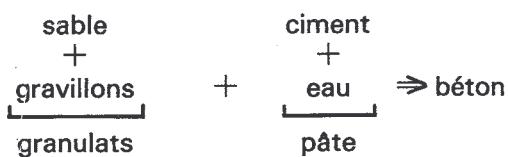
② Ossature en béton armé (poteaux-poutres)



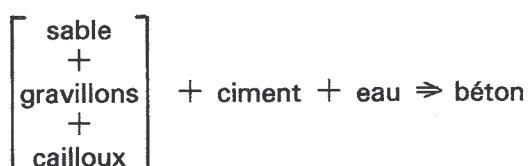
③ Poste de bétonnage

### 2 - CONSTITUANTS

- Le béton de gravillon est un mélange plastique :



- Le béton de cailloux ou gros béton est constitué de :



- Le béton se différencie du mortier par la présence de granulats de diamètre supérieur à 5 mm, naturels ou artificiels.

Le malaxage du béton ③ s'effectue :

- en lieu fixe et livré prêt à l'emploi,
- sur chantier avec une bétonnière ou un malaxeur.

### 3 - QUALITÉS D'UN BÉTON

Elles sont relatives :

- à la mise en place du béton,
- aux résistances mécaniques à la compression essentiellement.

#### ■ L'OUVRABILITÉ

##### ► Elle facilite :

- le coulage dans les coffrages du béton préparé à la bétonnière ou au malaxeur ou livré par camion-toupie,
- l'enrobage des aciers disposés dans les coffrages.

##### ► Elle est liée :

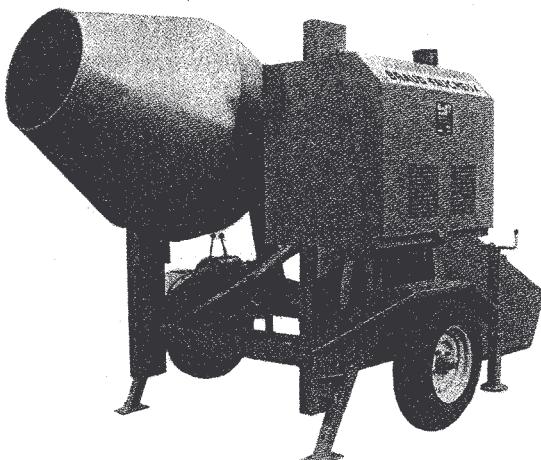
- à l'aptitude du mélange plastique à conserver son homogénéité : pas de ségrégation des grains par exemple,
- à la possibilité de moulage sous l'effet d'un serrage du béton par vibration.

##### ► Elle dépend :

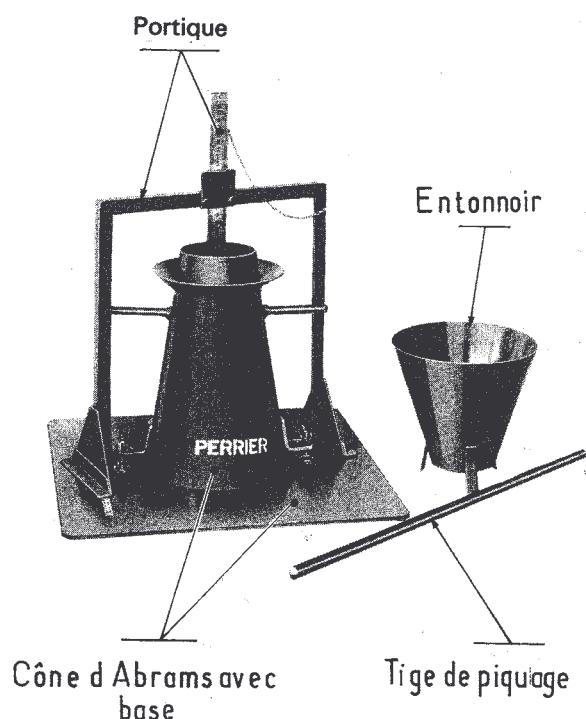
- du dosage en éléments fins,
- du dosage en ciment,
- pâte lubrifiante entre grains
- de la teneur en eau, sans excès,
- de la forme arrondie des granulats et de leur taille (grosseur).

- L'ouvrabilité dépend de la plasticité qui se mesure au moyen du cône d'Abrams ④ et ⑤

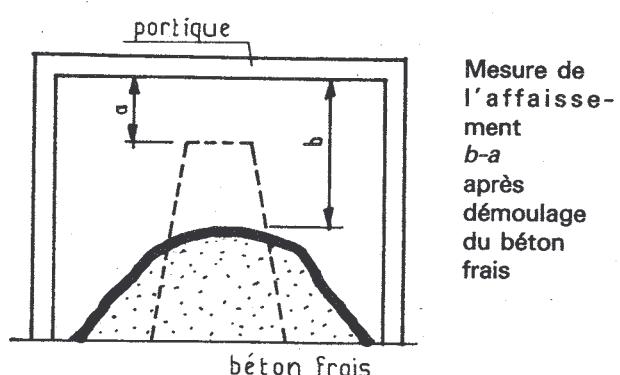
BÉTONNIÈRE SEMI-HORizontale  
CHARGEMENT ET BASCULEMENT  
HYDRAULIQUE



TYPE	BH 340	
VOLUME CUVE / DRUM VOLUME	480 L	845 pts
MALAXAGE / MIXING	340 L	598 pts
BÉTON MIS EN PLACE/CEMENT PRODUCED	1/5 m <sup>3</sup>	1/6.5 cuyd



④ Cône et portique d'Abrams



On peut classer comme suit les qualités d'ouvrabilité (plasticité) du béton en fonction de l'affaissement au cône :

Qualité du béton	Affaissement
Béton très ferme	0 à 2 cm
Béton ferme	3 à 5 cm
Béton mou	6 à 8 cm
Béton très mou	13 à 16 cm
Béton « soupe »	supérieur à 16 cm

⑤ Mesure de l'ouvrabilité des bétons

## ■ LA RÉSISTANCE A LA COMPRESSION ⑥

Elle est dépendante :

- ▶ de la COMPACITÉ du mélange de granulats

– La compacité ou volume des pleins par rapport au volume apparent est influencée par :

- la forme et la grosseur des grains,
- le dosage ou quantité de sable, de gravillons ou de cailloux.

– But recherché :

Obtenir le mélange présentant un minimum de vides à remplir par de la pâte de ciment.

- ▶ du ciment utilisé (voir tableau ci-contre)

– de sa classe : 35 MPa, 45 MPa, 55 MPa,

- de la quantité de liant

- ▶ de la quantité d'eau :

Plus le rapport :

$$\frac{E}{C} = \frac{\text{poids de l'eau}}{\text{poids de ciment}}$$

est grand, plus les résistances chutent car la pâte de ciment est plus diluée.

- ▶ de la qualité de la mise en œuvre ⑦ (serrage – vibration interne ou externe des bétons).

## ■ RÔLE DES COMPOSANTS

Composants	L'ouvrabilité	La résistance
le sable	→ augmente ↑	
les gravillons } les cailloux }	→ diminue ↑	augmente ↑
l'eau	→ augmente ↑	diminue ↑
le ciment	→ augmente ↑	augmente ↑

### REMARQUE :

La composition du béton doit concilier deux impératifs principaux :

- l'ouvrabilité, avec la quantité d'eau juste suffisante pour ne pas nuire aux résistances,
- la résistance, en utilisant le maximum de gros granulats sans nuire à l'ouvrabilité.

TABLEAU DES RÉSISTANCES COURAMMENT ATTEINTES

Classe du ciment	45 et 45 R		55 et 55 R	
Conditions de fabrication du béton	CC	AS	CC	AS
Résistances à 28 jours			Ciment en kg/m <sup>3</sup>	
16 MPa	300		325	300
20 MPa	350		325	350
25 MPa	*	400	375	350
30 MPa	non admis	*	*	*

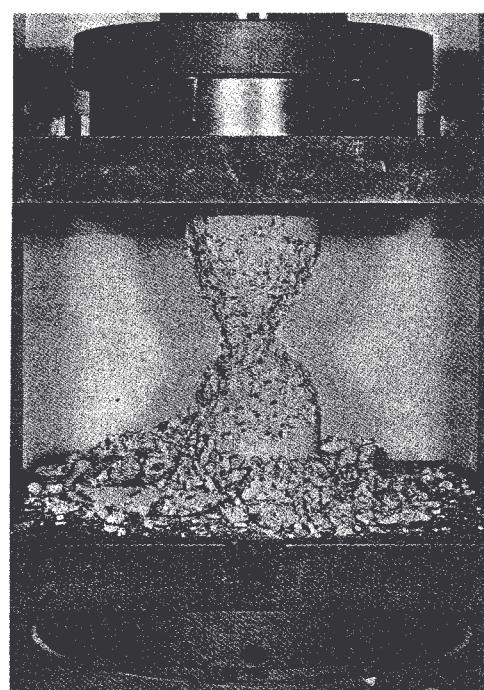
Dans ce tableau :

CC signifie : Conditions courantes de fabrication du béton.

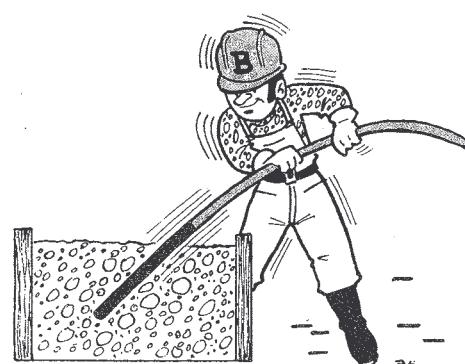
AS signifie : avec auto-contrôle surveillé.

\* : Cas à justifier par une étude appropriée.

Nota : Ces résistances sont indicatives et peuvent varier avec la composition du béton et le mode de mise en œuvre.



⑥ Soumise à l'action de la presse jusqu'à rupture, l'éprouvette s'est désagrégée selon une forme que l'on constate habituellement dans les bons bétons.



⑦ Vibration du béton à l'aiguille

## 4 - COMPOSITION DES BÉTONS

- Les bétons peuvent être :
  - de granularité continue (voir thème 9 « LES MORTIERS »).
  - de granularité discontinue.
  
- Le dosage consiste à trouver les quantités nécessaires en sable, gravillon, ciment et eau pour réaliser  $1\ 000\ \text{dm}^3$  de béton ou  $1\ \text{m}^3$  mis en place.
  
- La règle pratique et répandue de dosage :
 

$\left\{ \begin{array}{l} 420\ \text{dm}^3 \text{ de sable} \\ 820\ \text{dm}^3 \text{ de gravillons} \end{array} \right\}$  pour  $1\ \text{m}^3$  de béton

est très empirique car elle ne tient pas compte :

  - de la nature des travaux,
  - des matériaux utilisés (granularité),
  - de la vibration.
  
- Le dosage doit être établi pour obtenir une résistance escomptée qui se détermine par des essais de compression.

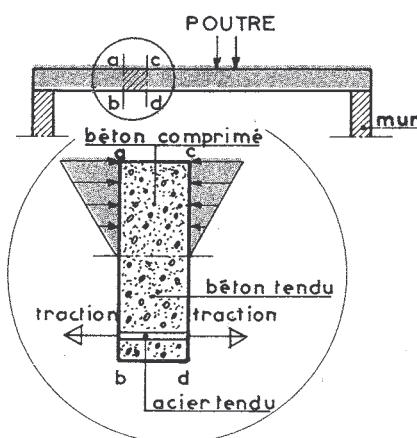
## 5 - INDICATIONS DE DOSAGE

Travaux	Résistance escomptée	Ciment en kg/m <sup>3</sup>	Sable 0/5	Gravillons 10/20	Observations
Béton de propreté	100 → sans ou faible	230	600	700	- granulats roulés et humides
Dallages	150 → moyenne	280	570	730	- ciments de la classe 45
Fondations	200 → normale	320	530	740	- béton à consistance plastique
Travaux courants, en Béton Armé et en Béton précontraint	250 → très bonne	* 350	* 510	* 750	- mise en place par vibration
Prefabrication de composants	300 → élevée	400	460	780	- ciments de la classe 45
	350 et +	500	420	820	

## 6 - DIFFÉRENTS TYPES DE BÉTON

- BÉTON DE MASSE :
  - Il sert à réaliser les fondations, les gros dallages.
  - La résistance est recherchée par la masse, c'est-à-dire par l'épaisseur de la couche.

- BÉTON ARMÉ ⑧ et ⑨
  - Il sert à réaliser les poteaux, les poutres, les planchers...
  - Le béton très résistant en compression est associé à l'acier qui absorbe les efforts de traction dans les zones tendues des ouvrages réalisés.



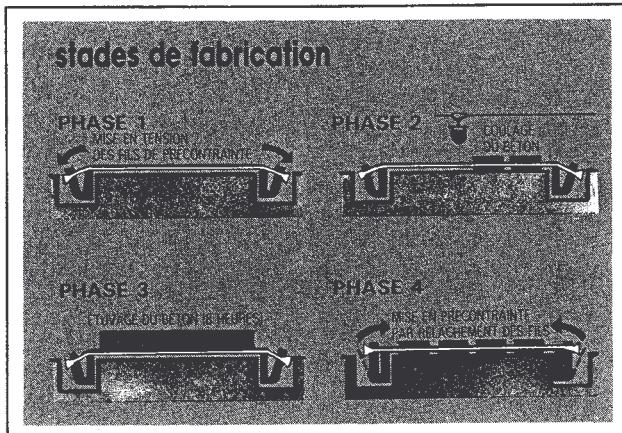
⑧ Association béton-acier



⑨ Armature de poutres et de dalle d'un plancher en béton armé

## ■ BÉTON PRÉCONTRAINTE ⑩ et ⑪

- ▶ Le béton n'est pas différent de celui du béton armé.
- ▶ La technique consiste à tendre les fils d'acier et attendre le durcissement du béton, pour relâcher les aciers.
- ▶ Le béton, alors associé à l'acier par l'adhérence mutuelle du béton et de l'acier, est comprimé. Il devient béton précontraint par fils adhérents.

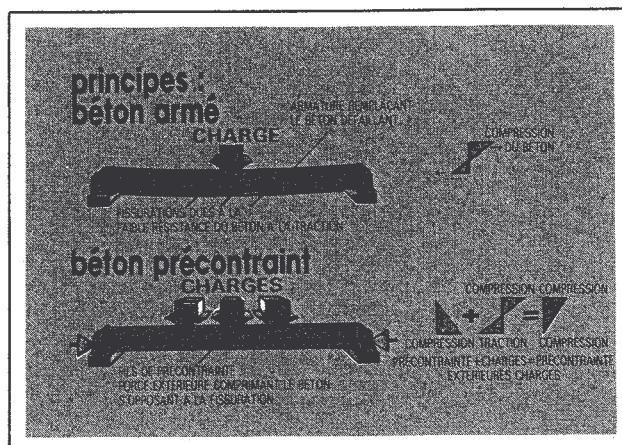


⑩ La précontrainte par adhérence béton-acier

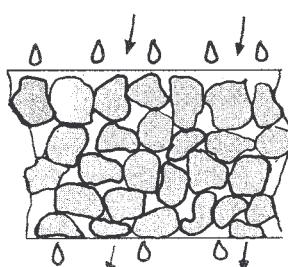
## ■ BÉTONS DITS LÉGERS :

- ▶ La masse du béton ordinaire est de  $2\ 200 \text{ kg/m}^3$ ; la masse des bétons légers est d'environ la moitié.
- ▶ Elle descend à  $500 \text{ kg/m}^3$  pour les bétons cellulaires (micro-bétons avec bulles petites mais très nombreuses). Les bétons cellulaires servent à réaliser des produits en béton pour pavillon.
- ▶ Les bétons se réalisent aussi avec des granulats légers (vermiculite, pouzzolane, schistes expansés, argile expansée). Ils sont plus isolants que les bétons ordinaires.
- ▶ Le béton est allégé s'il est fabriqué en obtenant volontairement des vides, d'où l'appellation béton caverneux ⑫.

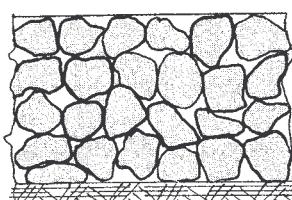
Les agglomérés de béton sont réalisés en béton caverneux ainsi que certains dallages afin d'isoler du sol. Un enduit étanche est ensuite nécessaire.



⑪



- le béton caverneux est perméable



- le béton caverneux empêche les remontées d'eau

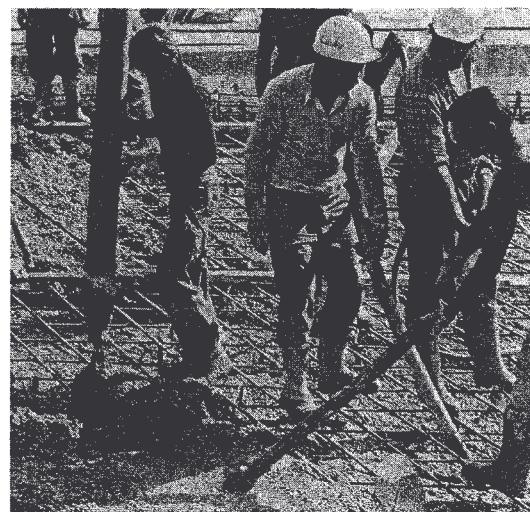
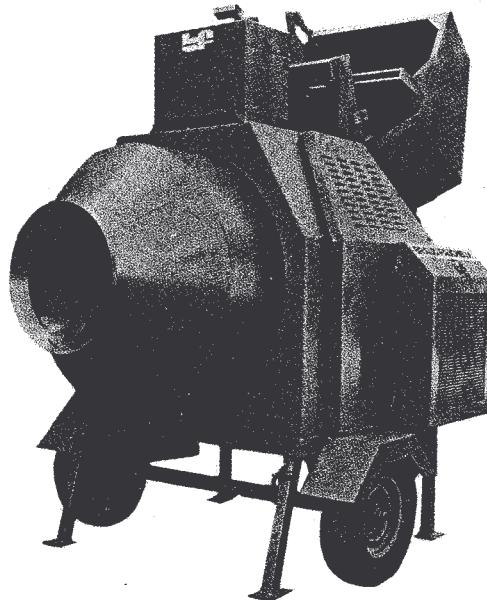
⑫ Le béton caverneux (Doc. Synd. Chaux et Ciments)

## ■ BÉTONS CLAIRS :

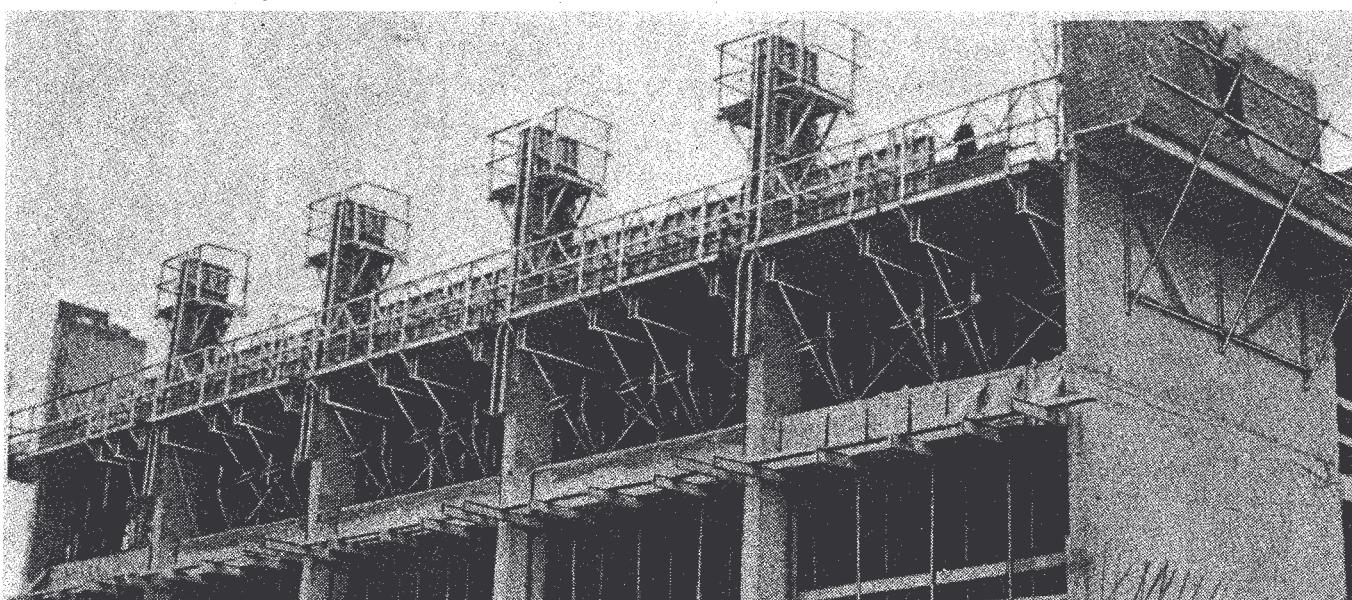
- ▶ Ils sont obtenus à partir de ciment super-blanc.
- ▶ Ils s'utilisent en préfabrication pour les éléments de façade et autres éléments décoratifs.

BÉTONNIÈRE A COMMANDE MÉCANIQUE  
TAMBOUR HORIZONTAL.

TYPE	HM 500
VOLUME CUVÉ / DRUM VOLUME	1500 L <i>2640 pts</i>
MALAXAGE / MIXING	500 L <i>880 pts</i>
BÉTON MIS EN PLACE/CEMENT PRODUCED	1/3 m <sup>3</sup> <i>1/4 cuyd</i>



*Mise en place du béton par pompage et vibration*



*Immeuble en cours de construction. Mise en œuvre de béton dans les poteaux, les poutres, les voiles*

## QUESTIONNAIRE

1. Quelles différences faites-vous entre un mortier et un béton ?
2. Donner et justifier deux qualités essentielles d'un béton.
3. Comment mesure-t-on la plasticité d'un béton frais ?
4. Pourquoi ne faut-il pas se fier au dosage empirique de :
  - 420 dm<sup>3</sup> de sable soit environ 1/3 de fins
  - 820 dm<sup>3</sup> de béton soit environ 2/3 de gravillons.
5. Quel est le rôle de chacun des composants vis-à-vis de l'ouvrabilité d'une part et de la résistance d'autre part ?
6. D'où vient l'appellation de « Béton Précontraint » ?

# THÈME 11

## Le béton armé Les principes

### PREMIÈRE PARTIE Les principes

#### 1 - DE QUOI S'AGIT-IL ?

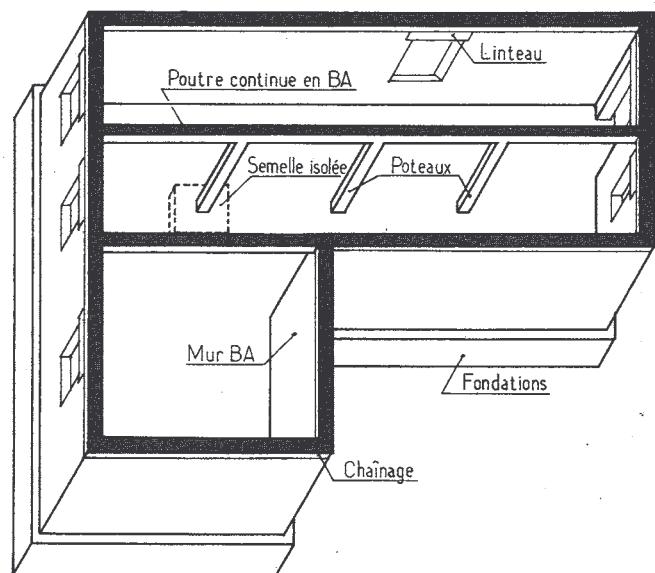
■ Une construction comporte des ÉLÉMENTS PORTEURS :

► horizontaux

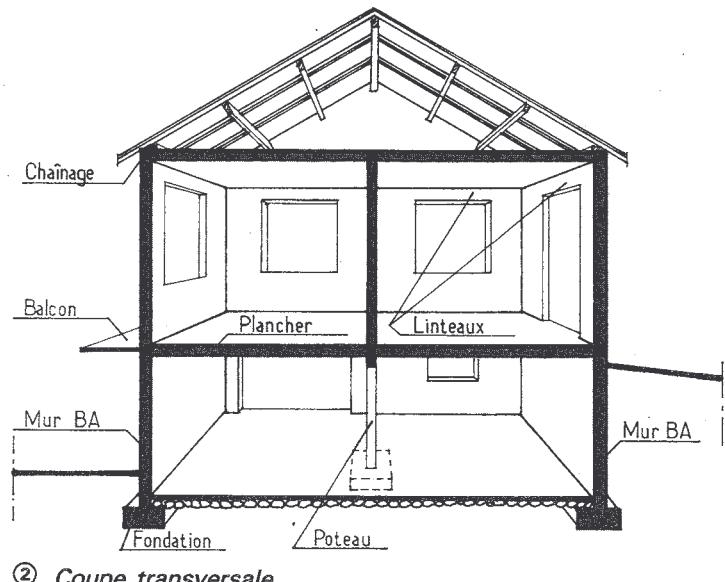
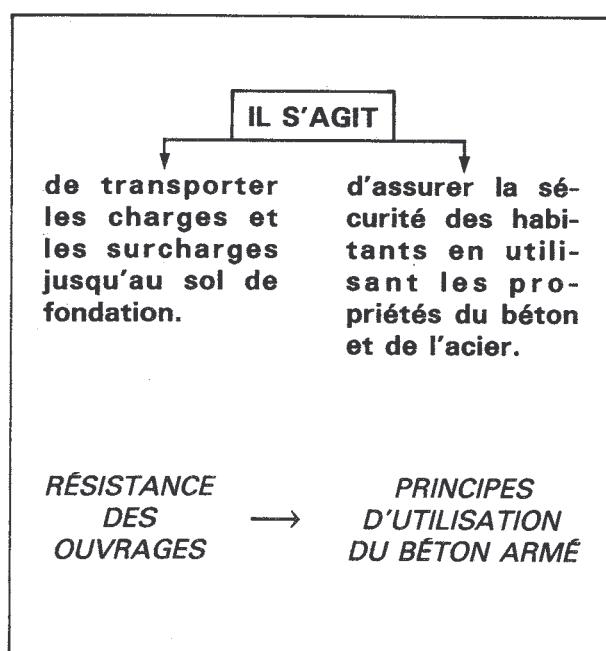
**EXEMPLE :** planchers avec surcharges qui peuvent être supportées par des poutrelles et des poutres.

► verticaux

**EXEMPLE :** poteaux, murs qui reçoivent poutres et planchers.

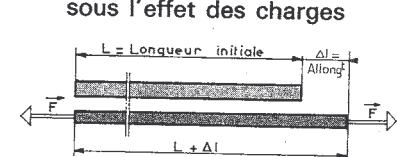
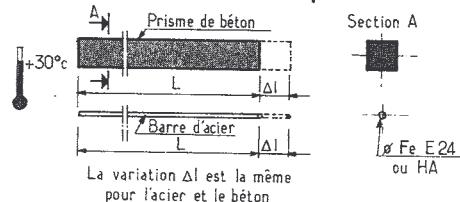
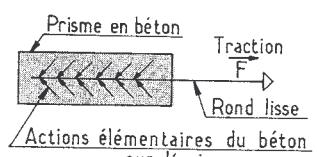
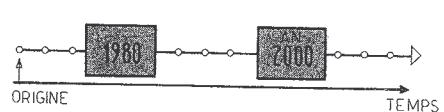


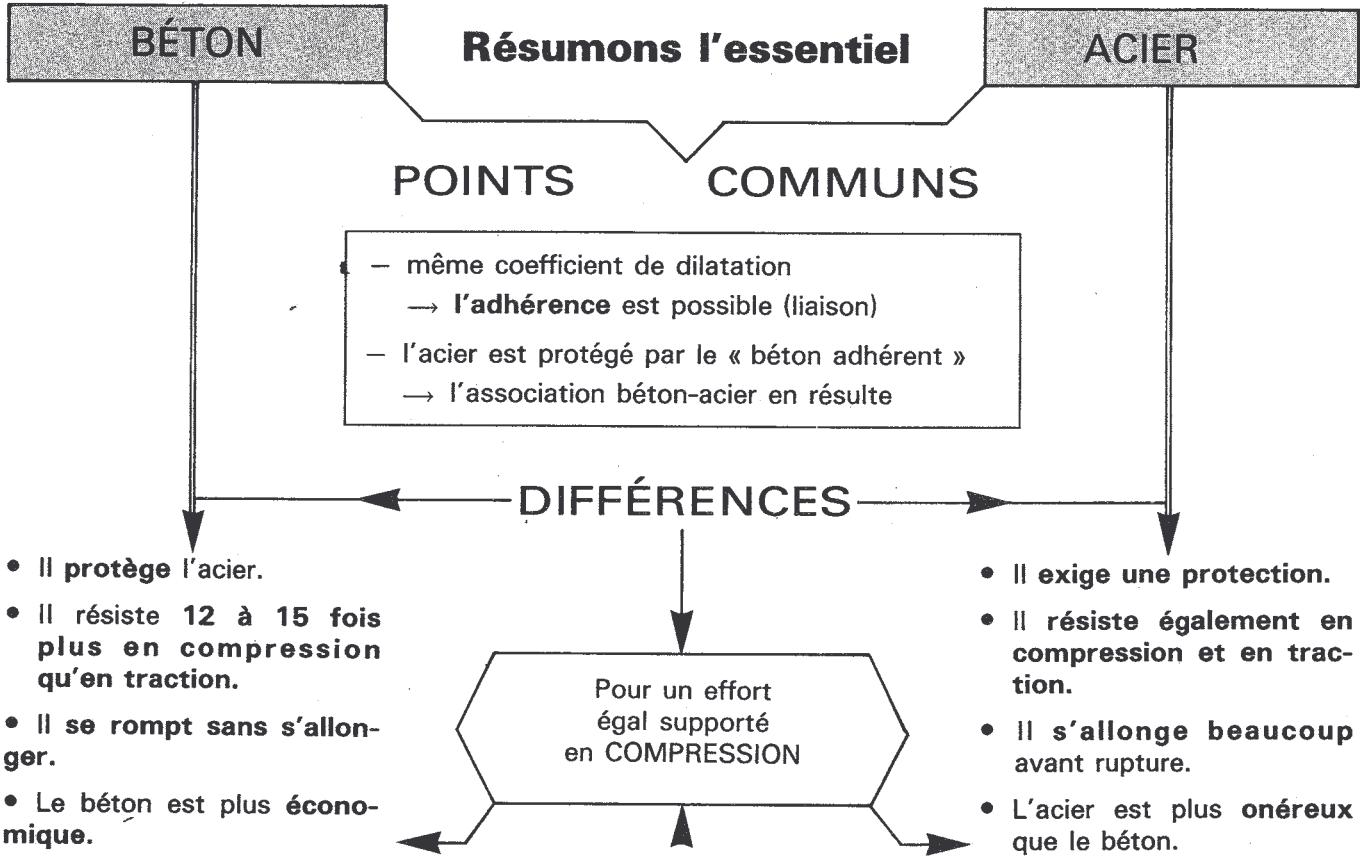
① Sous-sol de pavillon avant mise en œuvre du plancher (voir Thème 3)



② Coupe transversale

## 2 - PROPRIÉTÉS DES MATERIAUX

BÉTON	CARACTÉRISTIQUES	ACIER
<p><b>Le béton résiste bien en compression</b>      à <math>\approx 25</math> à <math>45</math> MPa      à 28 jours</p> <p>suivant dosages compacité</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Je compare les résistances à la compression du béton et celles de l'acier</li> </ul> <p>Résistance à la COMPRESSION</p> <p>Schéma de principe</p> 	<p><b>L'acier résiste bien en compression</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ronds lisses de Nuance douce <math>\approx 240</math> MPa</li> <li>Acier à Haute Adhérence 400 à 500 MPa (Symbole H.A.)</li> </ul>
<p><b>Le béton résiste très mal en traction</b>  <math>\approx 2</math> à <math>3</math> MPa      à 28 jours      soit 12 à 15 fois moins qu'en compression.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Je compare aussi les résistances à la traction</li> </ul> <p>Résistance à la TRACTION</p> <p>Schéma de principe</p> 	<p><b>L'acier résiste très bien en traction</b></p> <p>La résistance à la traction est sensiblement la même qu'en compression.</p> <p>Ronds lisses <math>\approx 240</math> MPa      Acier H.A. <math>\approx 400</math> à <math>500</math> MPa</p>
<p><b>Le béton ne s'allonge pas</b>  <math>1/10^{\circ}</math> de mm par mètre au plus avant de fissurer.  <b>Faible capacité d'allongement</b> par rapport à l'acier.</p>	<p>Capacité d'ALLONGEMENT sous l'effet des charges</p> 	<p><b>L'acier s'étire fortement</b> avant rupture :</p> <p>250 mm pour les ronds lisses par mètre,      140 mm pour les aciers H.A., par mètre de barre.</p>
<p><b>Le béton se dilate</b> sous l'effet de la chaleur.</p> <p><math>\approx 0,012</math> mm par mètre de longueur et par degré °C</p> <p>Identiquement à l'acier.</p>	<p>Coefficient de DILATATION sous l'effet de la température</p>  <p>La variation <math>\Delta l</math> est la même pour l'acier et le béton</p>	<p><b>L'acier se dilate</b> sous l'effet de la chaleur</p> <p><math>\approx 0,012</math> mm par mètre de longueur et par degré °C</p> <p>identiquement au béton.</p>
<p><b>Le béton se met facilement en place.</b>      C'est un matériau plastique qui :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>se moule facilement,</li> <li>enrobe les aciers.</li> </ul> <p>(Voir p. 80 : l'ouvrabilité).</p>	<p>Facteurs qui favorisent l'ADHÉRENCE</p>  <p>Actions élémentaires du béton sur l'acier</p> <p>ADHÉRENCE ET FROTTEMENT</p>	<p><b>L'acier permet l'adhérence du béton.</b></p> <p>Les ronds sont irrégulièrement lisses.</p> <p>Les aciers H.A. sont avec créneaux ou verrous à leur surface.</p>
<p><b>Le béton est protecteur.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Il n'est pas détérioré par l'eau.</li> <li>Il protège les aciers de la rouille.</li> </ul>	<p>Action de l'air, de l'eau, etc.</p> <p>DURABILITÉ ... et du temps</p> 	<p><b>L'acier est protégé par le béton.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Il s'oxyde très facilement (rouille).</li> <li>Il se forme avec le béton une ferrite de chaux protectrice.</li> </ul> <p>(Association béton-acier.)</p>



### 3 - PRINCIPES DU BÉTON ARMÉ

#### ■ Les principes du béton armé appliqués aux éléments de construction tels que :

FONDATIONS - POTEAUX - POUTRES - PLANCHERS - BALCONS etc., ①, ②.

résultent :

- des caractéristiques du béton et de l'acier,
- des conditions de bon fonctionnement des ouvrages,
- des critères d'économie et de sécurité.

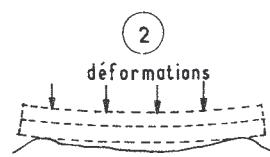
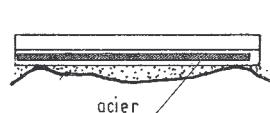
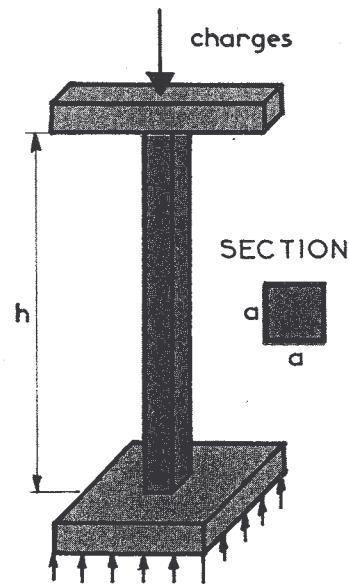
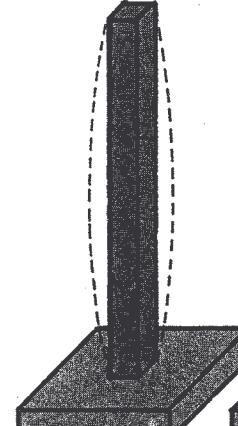
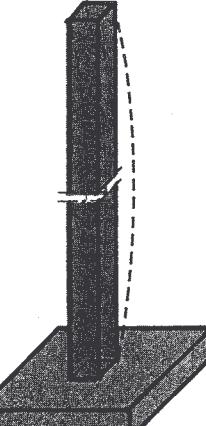
Critères économiques et de fonctionnement	<ul style="list-style-type: none"> <li>- le béton équilibre surtout les efforts de compression dans les zones comprimées des ouvrages en béton armé,</li> <li>- l'acier équilibre surtout les efforts de traction : il sera placé dans les zones tendues.</li> </ul>
Conditions de bon fonctionnement des ouvrages	<ul style="list-style-type: none"> <li>- le béton et l'acier sont associés grâce à l'adhérence mutuelle des matériaux.</li> </ul>
Critères de sécurité	<ul style="list-style-type: none"> <li>- la résistance à la traction du béton n'est pas prise en compte dans les calculs,</li> <li>- des coefficients de sécurité sont appliqués aux résistances possibles du béton et de l'acier.</li> </ul>



## DEUXIÈME PARTIE

# Applications

Ouvrages	① Cas d'étude	② Conséquences	③ Position des aciers
Horizontaux LINTEAUX OU POUTRES	<p>Charges réparties</p> <p>Portée L</p> <p>le linteau ou la poutre s'appuie librement sur deux appuis (appuis libres)</p>	<p>Zone comprimée</p> <p>Zone tendue</p> <p>Action des charges</p> <p>Cisaillement</p> <p>Action des appuis</p>	<p>acières principaux</p> <p>Section</p> <p>les cadres ou étriers permettent de coudre les fissures</p>
PLANCHERS ET BALCONS	<p>La poutre fléchie est soumise à la fois à :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>un effort de compression, (en haut)</li> <li>un effort de traction (en bas)</li> <li>un cisaillement oblique dû aux actions verticales de sens contraires :             <ul style="list-style-type: none"> <li>action des appuis dirigée vers le haut</li> <li>action des charges dirigée vers le bas</li> </ul> </li> </ul> <p>du à la FLEXION</p> <p>EFFORT TRANCHANT</p> <p>Conclusion : il faut</p> <p>① des aciers principaux ② des cadres ou étriers ③ des barres de montage</p> <p>Charges</p> <p>jambage</p> <p>balcon</p> <p>mur de façade</p> <p>encastrement</p> <p>appui intermédiaire mur de refend</p>	<p>en haut, sur les appuis (chapeaux)</p> <p>en bas, prolongés obligatoirement jusqu'aux appuis</p>	

Ouvrages	① Cas d'étude	② Conséquences	③ Position des aciers
↓ Horizontaux ↓ <b>SEMELLES DE FONDATION</b>	<p>①</p>  <p>points durs</p>	<p>②</p>  <p>La zone inférieure de la semelle est tendue sur toute la longueur sous l'effet des charges.</p>	<p>③</p>  <p>acier</p> <p>Les aciers sont placés dans le patin de la semelle.</p>
↓ Verticaux ↓ <b>POTEAUX ET MURS EN B.A.</b>	<p>①</p>  <p>charges</p> <p>SECTION</p> <p>a a</p>	<p>②</p> <p>1<sup>er</sup> cas : <math>h \leq 15a</math></p>  <p>gonflement du poteau</p> <p>2<sup>ème</sup> cas : <math>h \geq 15a</math></p>  <p>flambage du poteau</p>	<p>③</p>  <p>armatures</p> <p>acières longs + cadres</p>

**Effort de compression**  
sur le poteau :  
1<sup>er</sup> cas :  $h \leq 15a$   
2<sup>ème</sup> cas :  $h \geq 15a$

Le poteau peut céder par :	(flambage)
- expansion latérale du béton → traction	Le poteau élancé peut céder par :
- cisaillement à 45° environ	FLEXION

cadres et aciers longitudinaux sont nécessaires

## QUESTIONNAIRE

1. Quels sont les principaux éléments porteurs en béton armé, d'une construction à usage d'habitation ?
2. Donner une indication sur les résistances à la compression du béton et de l'acier ?
3. Même question pour les résistances comparées à la traction ?
4. Donner une règle pratique d'utilisation du béton et de l'acier suivant les efforts auxquels ils sont soumis ?
5. Faire le schéma d'un linteau de grande portée reposant librement sur deux appuis en donnant la position des aciers principaux.
6. Schématiser la position des aciers pour un plancher en béton (dalle pleine) reposant sur les murs de façade et sur un mur de refend servant d'appui intermédiaire.

# THÈME 12

## Les armatures

### PREMIÈRE PARTIE

#### Les aciers dans le bâtiment

##### 1 - QU'EST-CE QU'UNE ARMATURE ?

■ L'armature est un assemblage, par soudures ou attaches, constitué par des ronds d'acier :

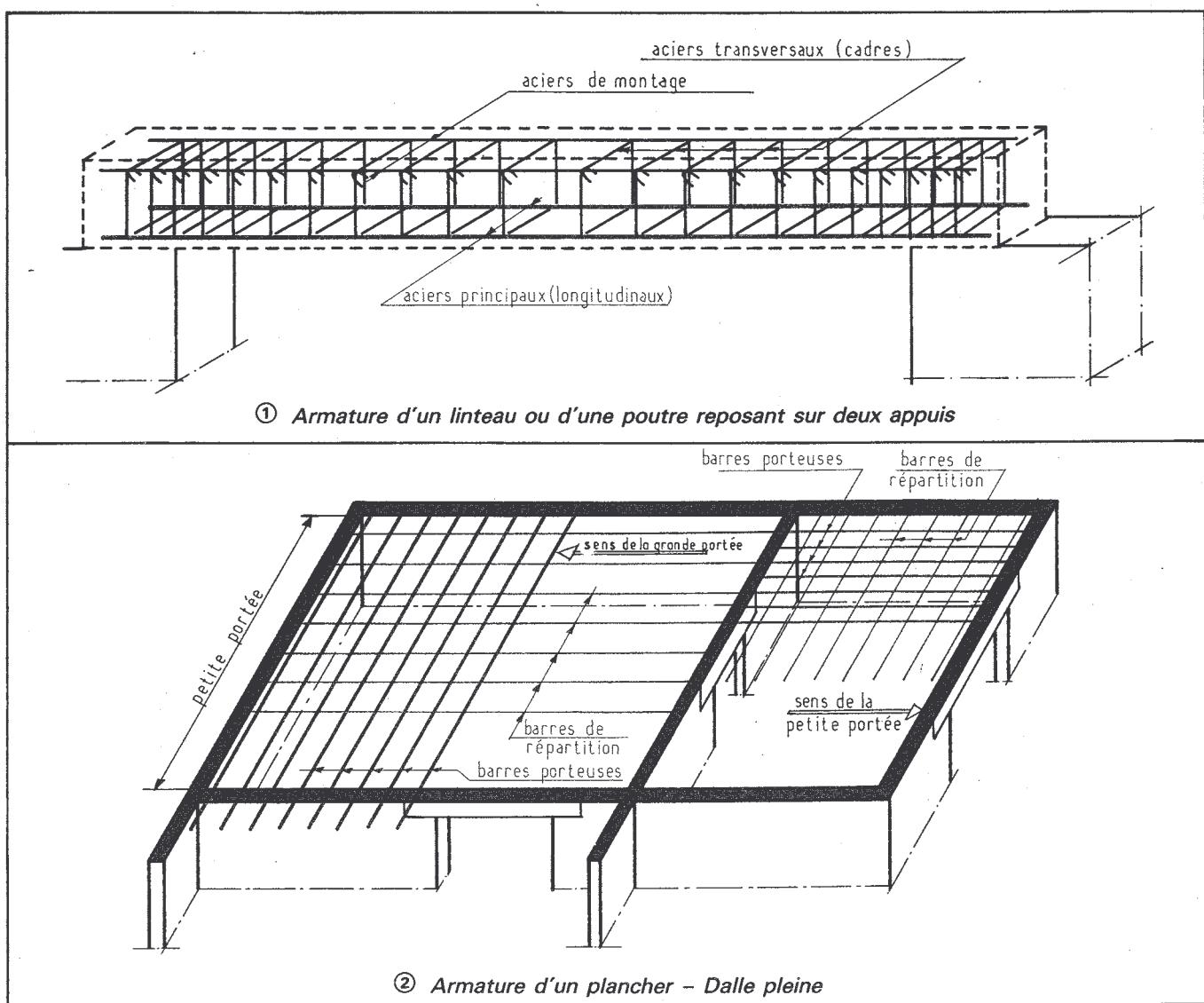
- ▶ longitudinaux appelés **acières principaux**.
- ▶ transversaux appelés **cadres, étriers**.

**EXEMPLE ① :**  
cas des poutres, linteaux.

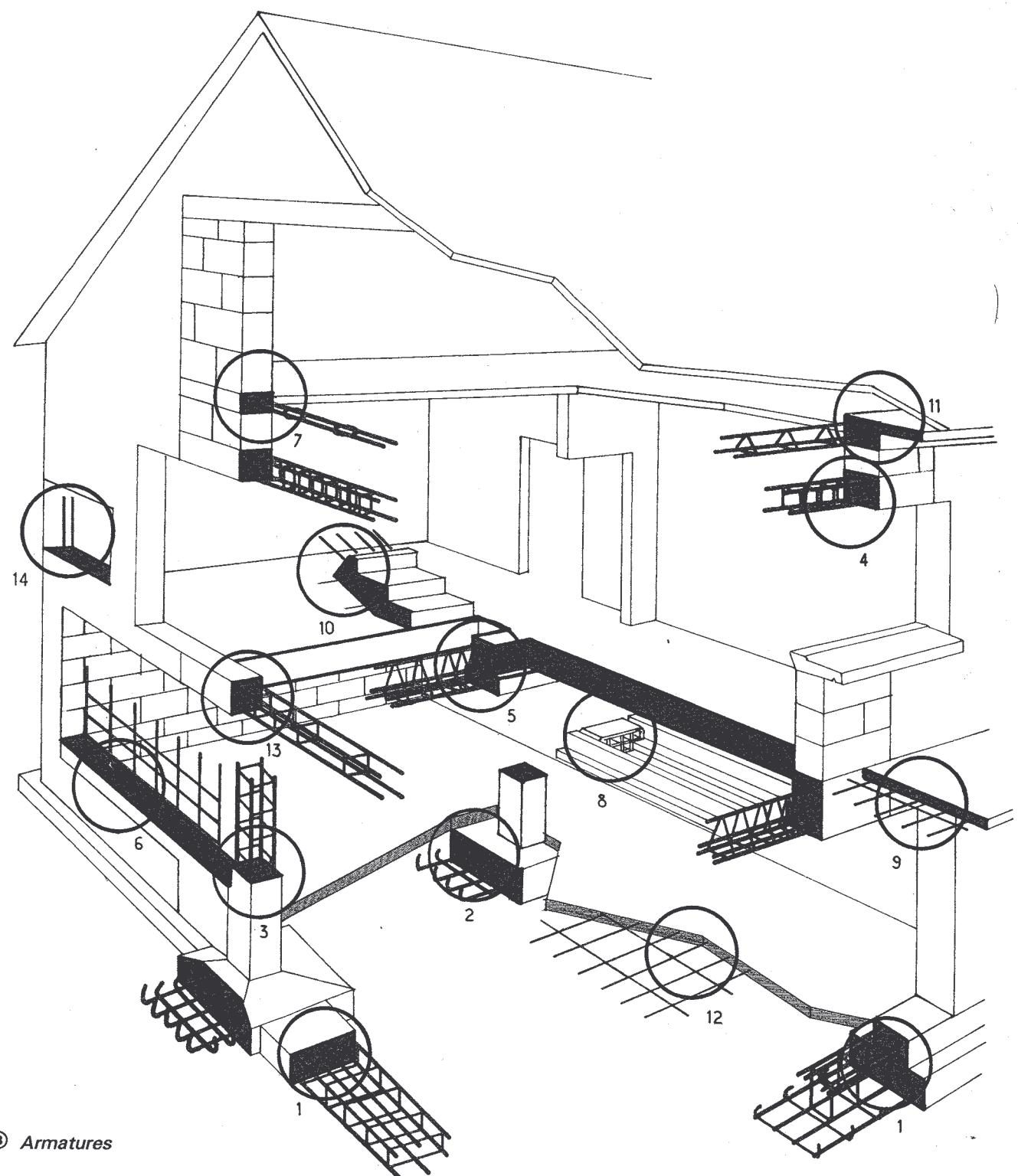
■ Suivant leurs rôles, les aciers sont dénommés :

- ▶ **porteurs ②** : dans le sens de la petite portée.
- ▶ **de répartition** dans le sens perpendiculaire.

**EXEMPLE :**  
cas des dalles, des balcons, des murs.



## 2 - UTILISATIONS DES ARMATURES ③



③ Armatures

### LÉGENDE ET TERMINOLOGIE

(○) élément porteur	(1) semelle continue	(6) mur	(11) corniche
(○) élément non porteur	(2) semelle isolée	(7) chaînage horizontal	(12) dallage
(○) élément de liaison	(3) poteau	(8) plancher	(13) linteau préfabriqué
	(4) linteau	(9) balcon	(14) chaînage vertical
	(5) poutre coulée en place	(10) escalier	

### 3 - CARACTÉRISTIQUES DES ACIERS

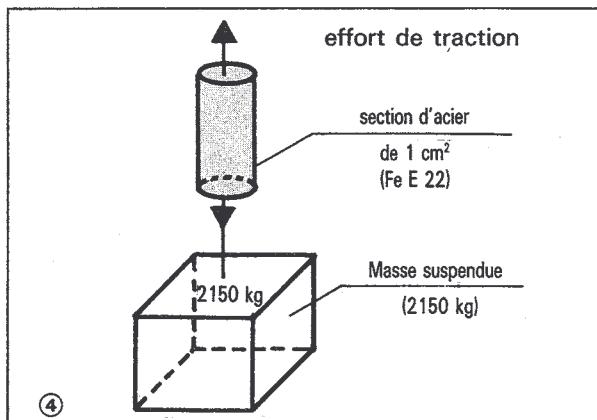
Aciers pour béton armé :

#### ■ Ronds lisses

(Acier doux laminé à chaud)

Dénomination	Limite élastique Fe en traction ou en compression ④
Fe E 22	215 MPa
Fe E 24	235 MPa

Le coefficient de sécurité est pris égal à 1,15



#### ■ Aciers à Haute Adhérence

(Symbole H.A.).

Leur surface latérale améliore l'adhérence (liaison Béton-Acier) par des reliefs ⑥.

#### ► Types d'armatures H.A.

- **Type 1** : armatures obtenues par laminage à chaud d'un acier naturellement dur ⑤.
- **Type 2** : armatures obtenues par laminage à chaud suivi d'un *écrouissage par torsion ou traction sans réduction de la section* ⑥.
- **Type 3** : fils à haute adhérence obtenus par *écrouissage, avec réduction de section* ⑦.

#### ► Effet de l'écrouissage par TORSION.

Acier doux	Avant torsion	Après torsion	Observations
limite élastique	235 MPa	490 à 500 MPa	plus du double
allongement de rupture	25 cm pour 100 cm	12 à 14 cm pour 100 cm	moitié moins

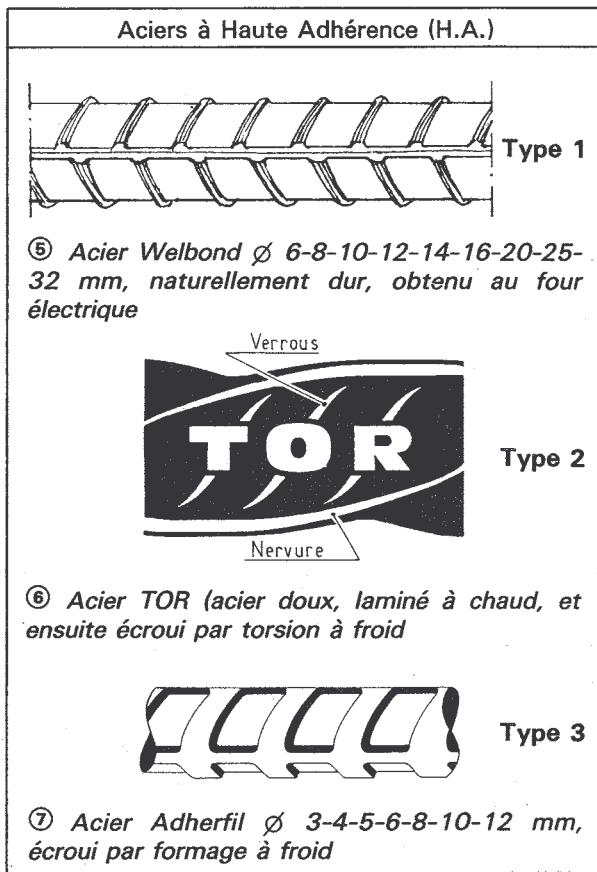
#### ► Tableau des résistances à la traction

Désignation	Nuance	Limite élastique fe en MPa	Utilisations
Barres H.A. type 1	Fe E 40	400	Aciers principaux des ouvrages courants en Béton Armé :
	Fe E 50	500	
Barres H.A. type 2	Fe E 40	400	semelles, poutres, planchers, etc.
	Fe E 50	500	
Barres H.A. type 3	Fe T.E. 400	400	
	Fe T.E. 500	500	

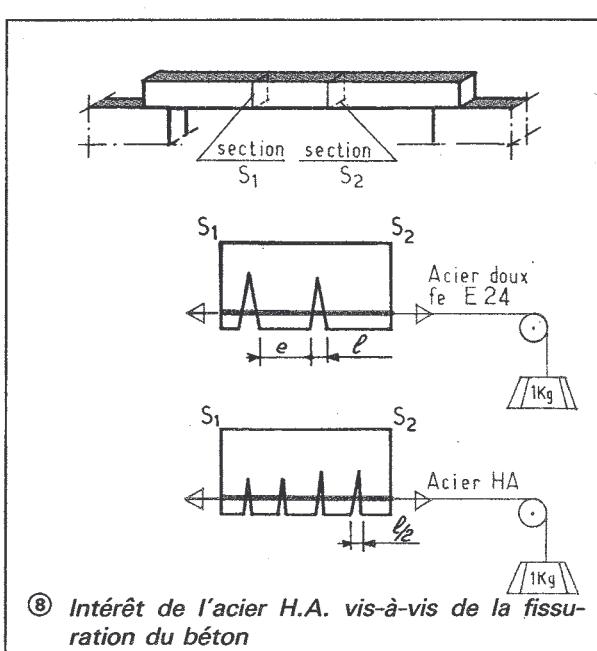
Remarque : le coefficient de sécurité est pris égal à 1,15

#### ■ Diamètres, sections et masse au mètre nominaux ⑧.

Ø mm	Sections cm²	Poids kg/m	Ø mm	Sections cm²	Poids kg/m
4	0,126	0,099	16	2,011	1,578
5	0,196	0,154	20	3,142	2,466
6	0,283	0,222	25	4,909	3,854
8	0,503	0,395	32	8,042	6,313
10	0,785	0,617	40	12,566	9,864
12	1,131	0,888	50	19,640	15,413
14	1,539	1,208			



⑥ Acier TOR (acier doux, laminé à chaud, et ensuite écroui par torsion à froid)



⑧ Intérêt de l'acier H.A. vis-à-vis de la fissuration du béton

## ■ Treillis soudés

### ► Ils sont :

- constitués de ronds lisses bruts de tréfilage,
- assemblés rigidement par soudures électriques en mailles carrées ou rectangulaires.

### ► Ils proviennent d'usine ⑨ :

- en rouleaux standards  $\phi \leq 5$  mm de 50 m de long et 2,40 m de largeur
- en panneaux standards  $\phi \leq 12$  mm de 3 à 5 m de long et 2,40 m de largeur

### ► Désignation sur les plans ⑩ :

**EXEMPLE :**

T.S.            4/3            150 X 300

T.S. désigne les treillis soudés

4 désigne le diamètre des fils porteurs (4 mm)

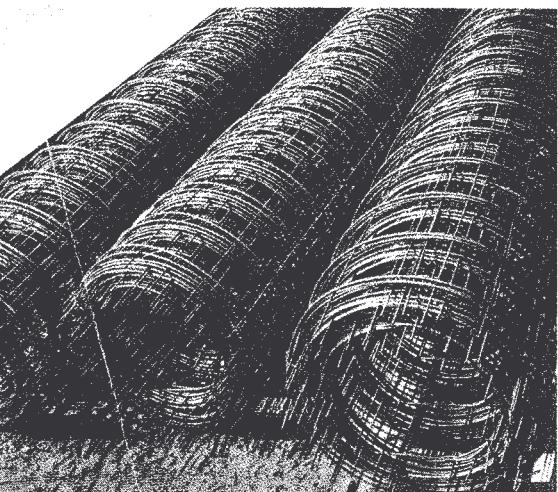
3 désigne le diamètre des fils de répartition (3 mm)

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

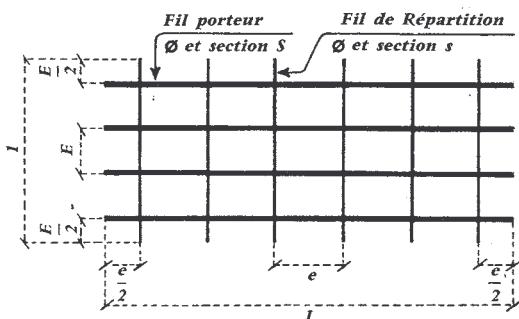
300 désigne l'espacement des fils de répartition (300 mm).

### ► Résistance à la traction et utilisations :

Limite élastique	Contrainte admise	Utilisations
520 MPa 500 MPa	$d \leq 6$ $d > 6$	Armature de : <ul style="list-style-type: none"> <li>- dallage</li> <li>- planchers</li> <li>- murs porteurs en béton armé</li> <li>- éléments préfabriqués</li> </ul>



⑨ Rouleaux standards T.S.



⑩ Treillis soudés à mailles rectangulaires

**Nota :** Il existe des « panneaux rationalisés » à mailles carrées 100 mm x 100 mm.

Les fils porteurs et les fils de répartition ont même diamètre. (Diamètres courants : 5, 6, 7, 8 mm).

## 4 - PLANS D'ARMATURE ⑪ ⑫ et ⑬

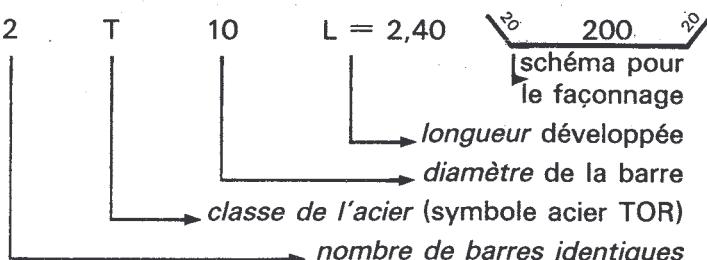
■ Ils représentent tous les dessins d'armature avec renseignements techniques nécessaires pour l'exécution complète du ferrailage :

- élévations en supposant le béton transparent,
- sections avec trace du plan de coupe de l'élément,
- désignation de chaque acier à façonner.

### REMARQUE :

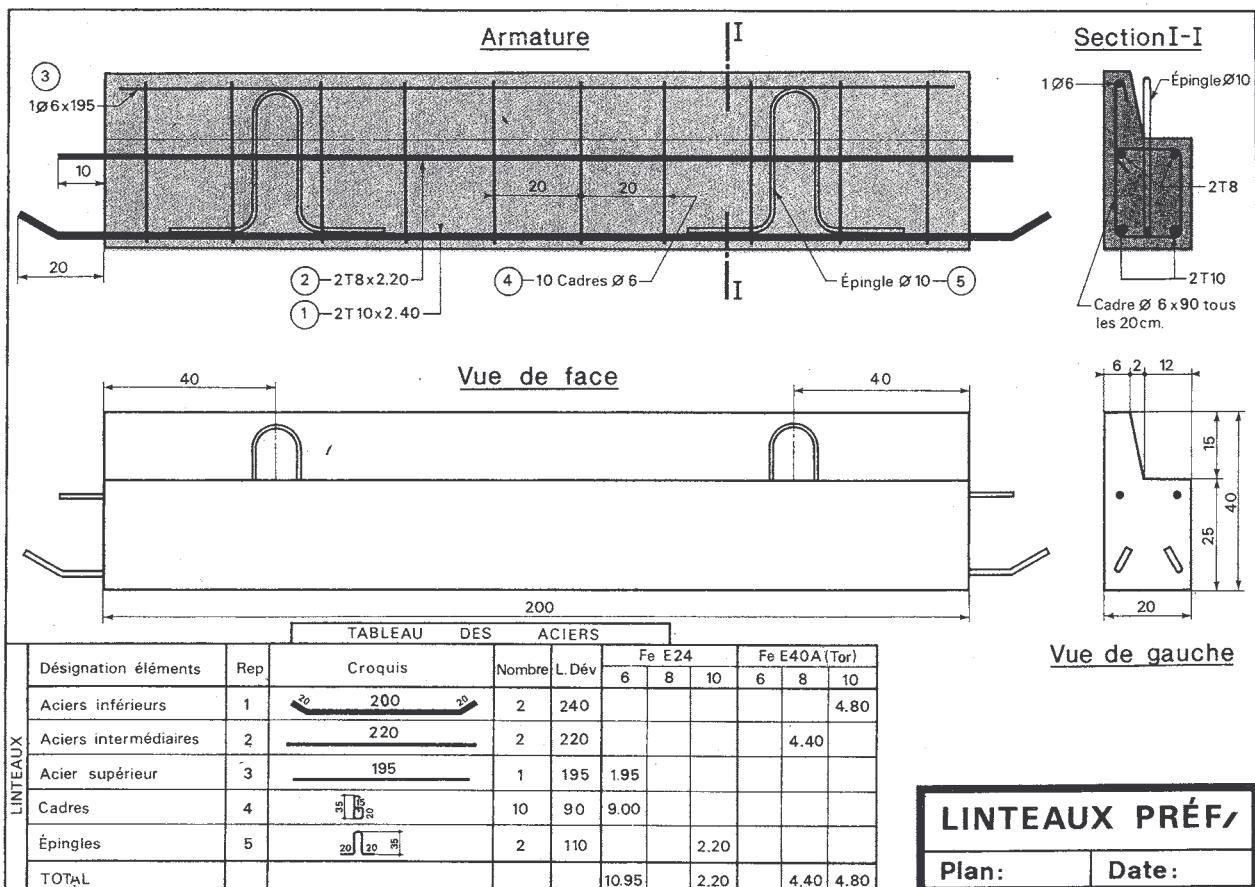
Le détail du façonnage des extrémités de barres (crochets) et les jonctions (recouvrements) sont également mentionnés sur les dessins ⑫ et ⑬.

### ► Exemple pour aciers longitudinaux :

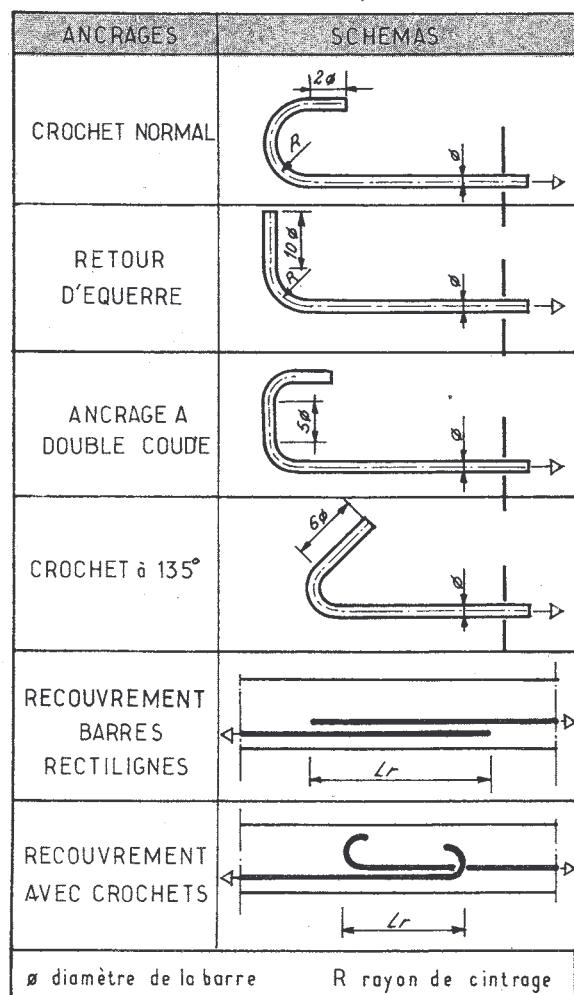
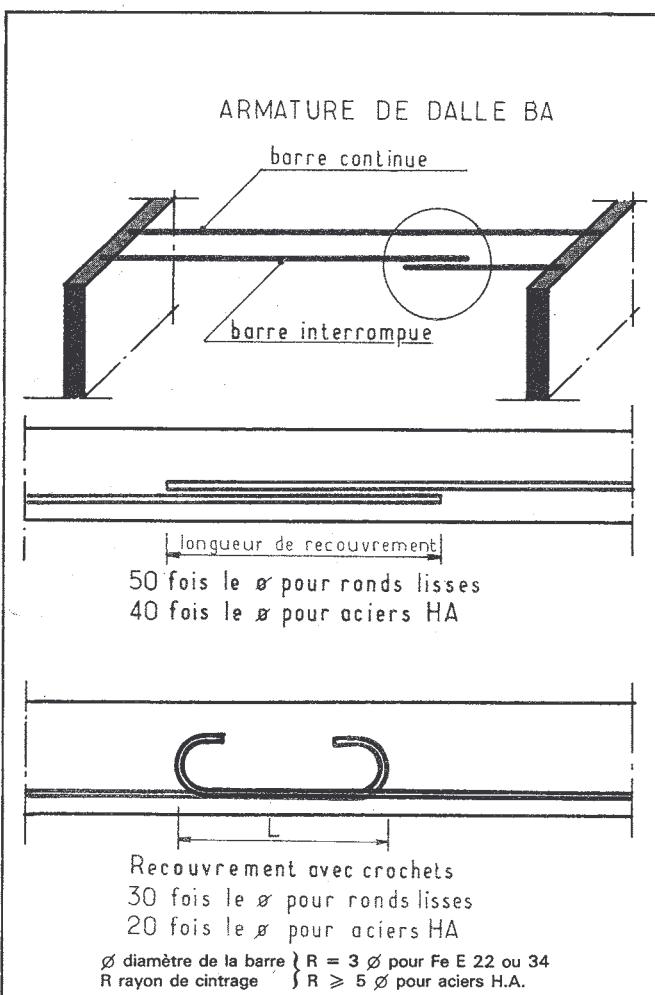


⑪ ⑫ et ⑬

voir page suivante



⑪ Linteaux préfabriqués



⑫ Armature de dalle B.A.

⑬ Ancrages

► Exemple pour aciers transversaux ⑭.

Les indications de façonnage pour :

- cadres
- étriers
- épingle
- cerces
- spires
- cadres frettés

sont également portées sur des dessins de détail à échelle réduite ⑮.

■ Le tableau de nomenclature ⑯ permet à l'aide des plans d'effectuer :

- la préparation des châssis d'armatures (*photo A ci-dessous*).
- L'organisation des travaux en série (*photo B ci-dessous*).

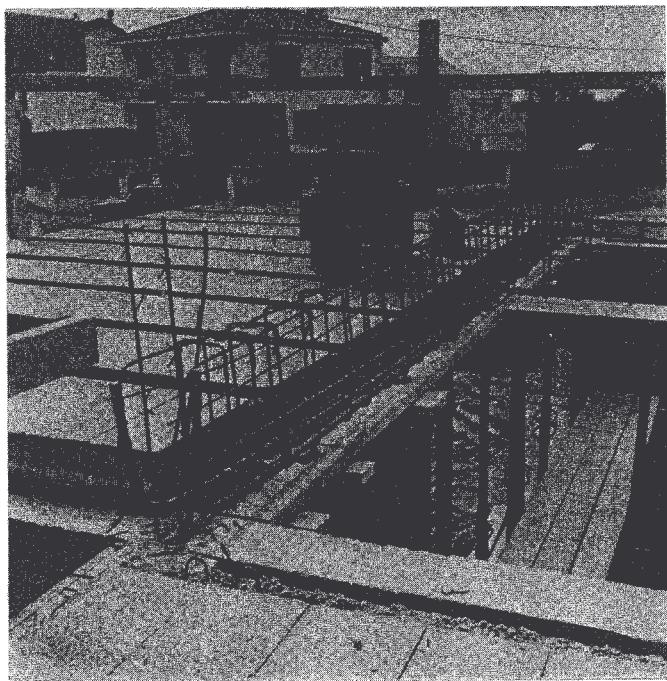
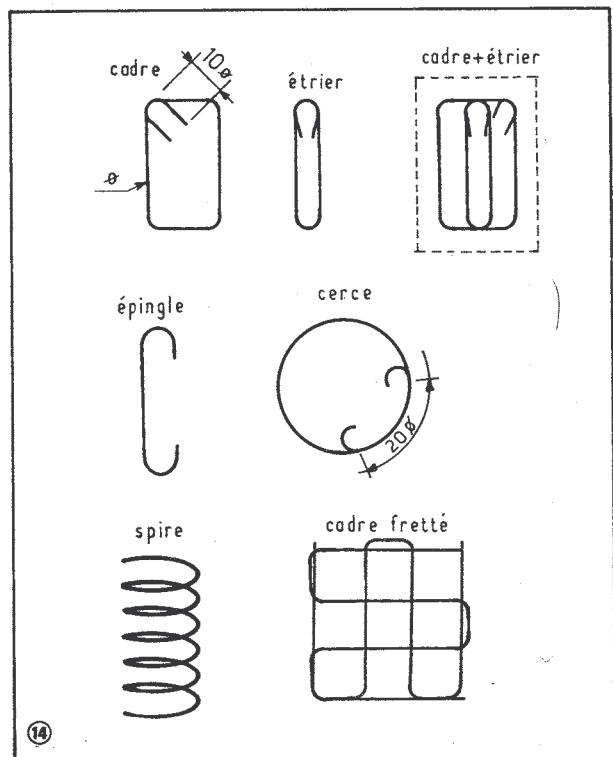


Photo A : Châssis d'armature de poutre (production à l'unité, en usine ou sur chantier)

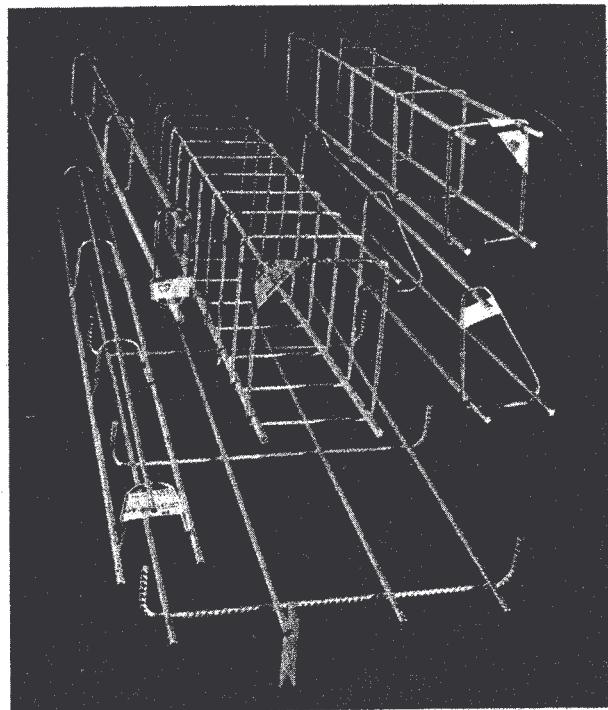


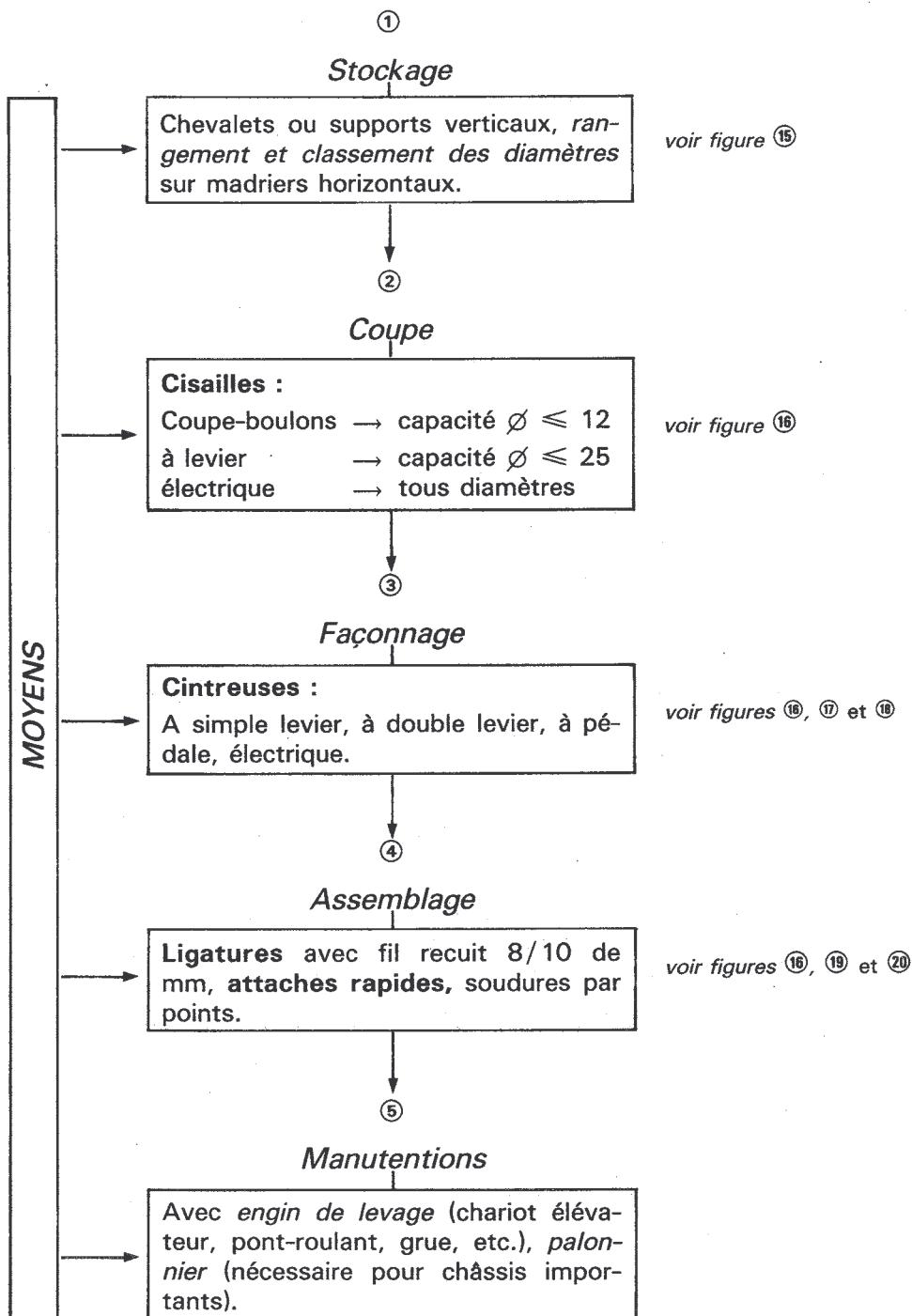
Photo B : Armatures standards (production série en usine (voir p. 100))

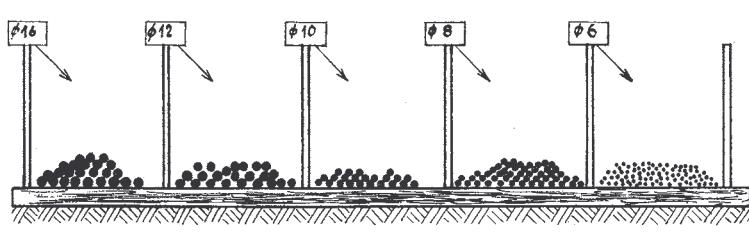
# DEUXIÈME PARTIE

## Préparation des armatures

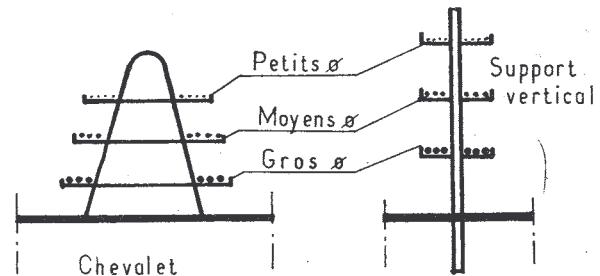
### 1 - PRÉPARATION DES ARMATURES

#### ■ A L'ATELIER DE PRÉFABRICATION DE L'ENTREPRISE OU SUR CHANTIER.





⑯A Parc aux aciers

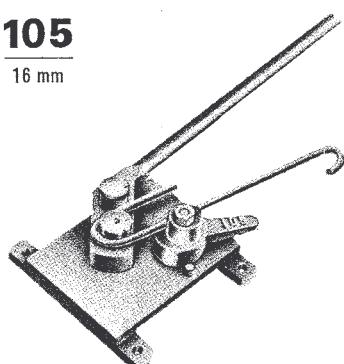


⑯B Stockage aciers

⑯ STOCKAGE

**105**

16 mm

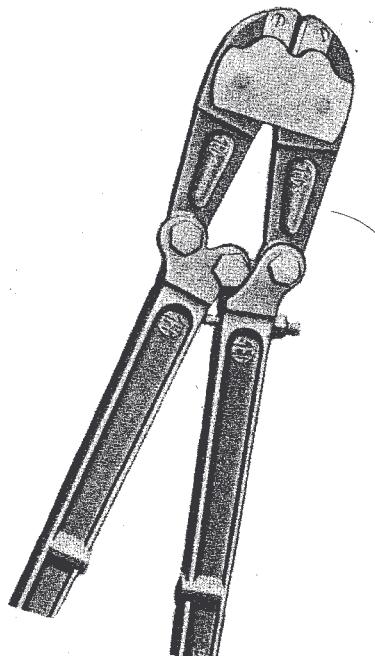
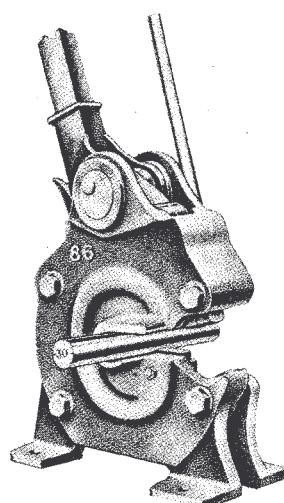


**86**

30 mm

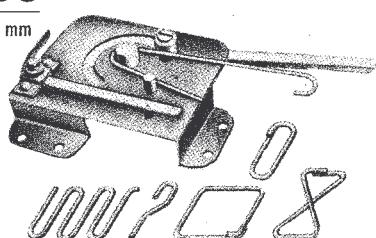
**88**

35 mm



**106**

12 mm

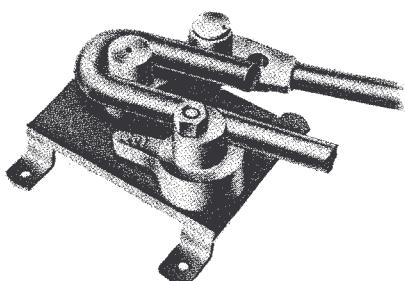


**103**

30 mm

**108**

35 mm



**117**

12 mm  
4 leviers

**118**

12 mm  
2 leviers

**119**

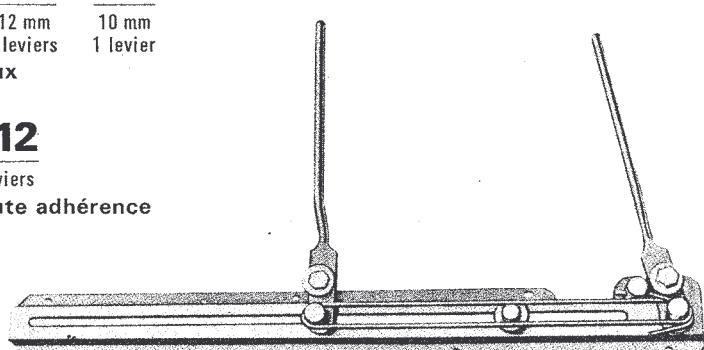
10 mm  
1 levier

**aciers doux**

**aciers haute adhérence**

**CHA 12**

12 mm - 2 leviers  
aciers haute adhérence

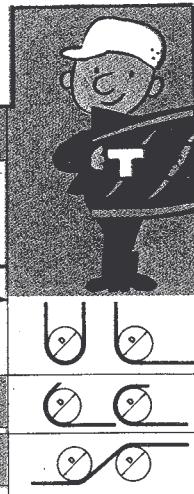


⑯ Cisailles et cintreuses

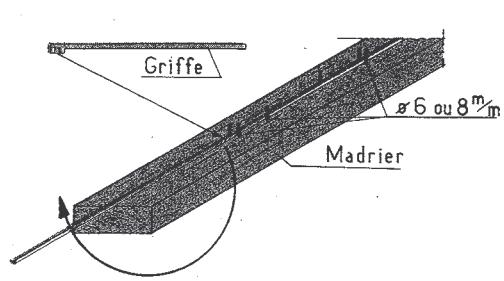


**façonnage**

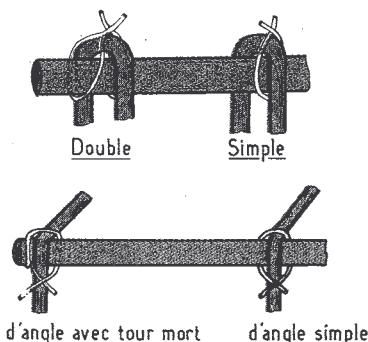
Barres : ø nominaux en mm	6	8	10	12	14	16	20	25	32	40
Selon Fiche d'identification N° 11 quater accepté par décision N° 22, le 18 juillet 1975.										
	A la main ou à la machine									
Etages cadres	30	30	40	40						
Ancreges	60	60	100	120	140	170	260	250	320	400
Coudes			140	170	200	250	320	400	500	500
	ancrage: toute disposition d'ancrage d'extrémité par courbure. coudé: changement de direction de l'armature, barre relevée,...									



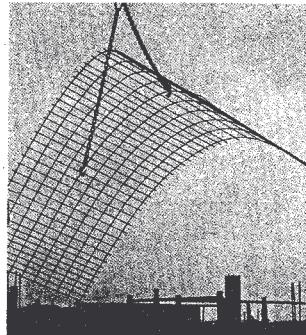
⑯ TOR Façonnage



⑯



⑯ Les attaches



⑯ Treillis assemblés

## ■ SUR CHANTIER PAR ARMATURES SEMI-PRÉFABRIQUÉES :

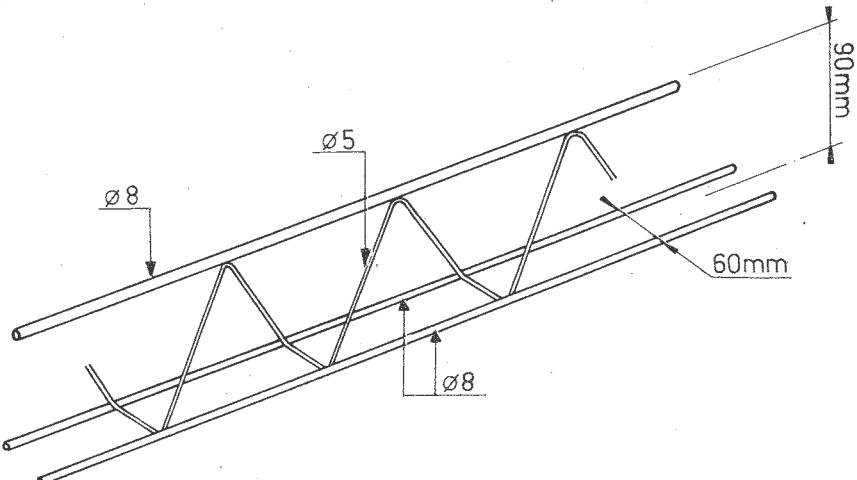
- ▶ emboîtables
  - ▶ combinables
- pour obtenir après assemblage des châssis complets par enfilage de barres complémentaires et quelques ligatures.

## ■ SUR CHANTIER EN UTILISANT UNE GAMME STANDARD D'ARMATURES PRÉFABRIQUÉES choisies sur catalogue en fonction :

- ▶ des charges à supporter
- ▶ des portées.

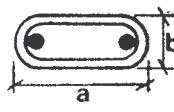
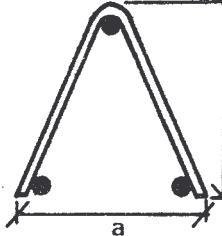
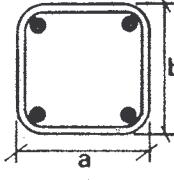
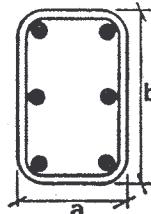
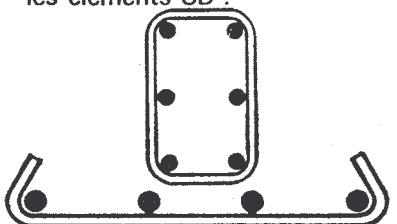
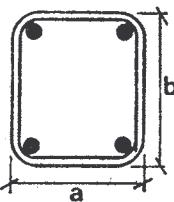
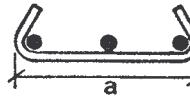
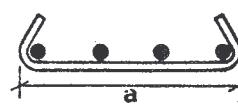
Les longueurs livrées étant de l'ordre de 6, 8, 10 m, il s'agit de les adapter aux dimensions des ouvrages.

Voir fig. ㉑ et tableau de la page suivante.



㉑ Armature de chaînage

## ARMATURES STANDARDS

SECTIONS	DIMENSIONS en cm		COMPOSANTS  FILANTS : F TRANSVERSAUX : T	LONGUEUR	UTILISATION
	a	b			
	10 15 20	4 4 4	F : 2 Ø 10 TOR T : Ø 5 e = 30 cm		Chaînage horizontal ou vertical
	10 10 10	10 15 20	F : 3 Ø 7 FeE 50 ou 3 Ø 8 FeE 50 T : Ø 5 e = 30 cm		Chaînage horizontal ou vertical
	10 10 10 10 15 15 15	10 15 20 25 30 15 20 25	F : 4 Ø 7 Fe TE 50 T : Ø 5 e = 30 cm	Longueur = 6 m	Chaînage horizontal ou vertical Poutre, linteau (acières de renfort possibles)
	10 10 15 15 15 20	35 40 30 35 40 40	F : 6 Ø 7 Fe TE 50 T : Ø 5 e = 30 cm		Semelle rectangulaire de fondation Longrine Peut être utilisé avec les éléments SD : 
	10 10 15 15 20	10 15 15 20	F : 4 Ø 10 TOR T : Ø 5 e = 15 cm		Poteaux Poutres Linteaux
	35	35	F : 3 Ø 7 FeE 50 T : Ø 7 e = 30 cm		Semelles de fondations
	45	45	F : 4 Ø 7 FeE 50 T : Ø 7 e = 30 cm		

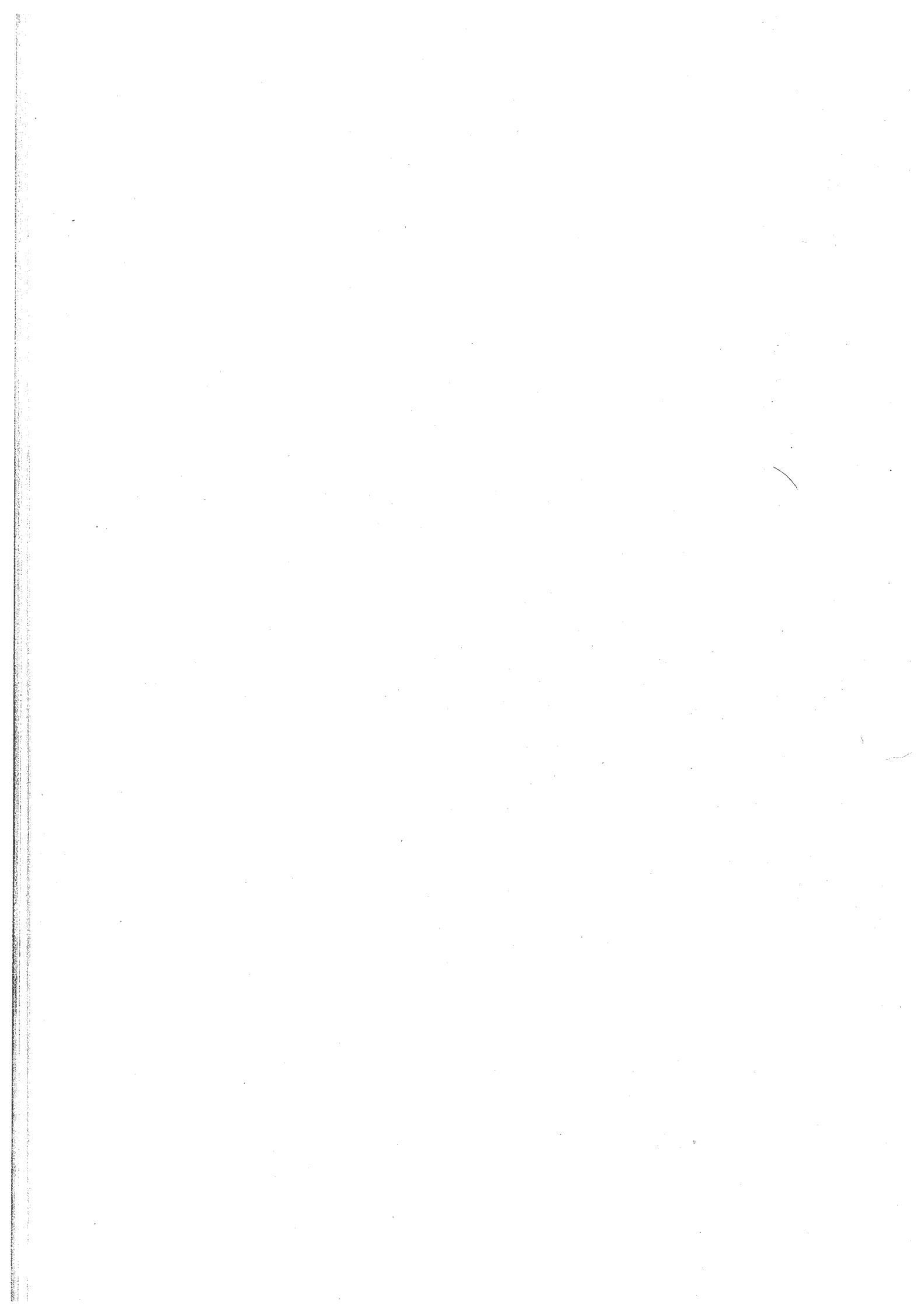
## **2 - MISE EN PLACE DES ARMATURES**

---

- L'huile de démoulage est passée sur les parois coffrantes avant de placer les armatures.
- Les cales ou distanciers sont nécessaires pour obtenir l'enrobage prévu.
- Les jonctions d'éléments dans les angles rentrants ou sortants s'effectuent à l'aide d'acières ou renforts complémentaires.
- La continuité entre éléments rectilignes peut s'effectuer :
  - ▶ par emboîtement des châssis (*Voir fig. 14 bis*).
  - ▶ par recouvrement à l'aide d'acières complémentaires (chapeaux).
  - ▶ par translation de cadres enfilés mais non fixés aux extrémités à joindre (poutres continues).
  - ▶ à l'aide d'acières en attente (poteaux superposés).

### **QUESTIONNAIRE**

1. *A partir d'un ouvrage, pris comme exemple, comment définir une armature ?*
2. *Comment se présente généralement la surface latérale des aciers à Haute Adhérence (H.A.) ?*
3. *Comment se traduit l'écrouissage quant à la résistance des aciers et à leur allongement ?*
4. *Comment désigne-t-on les treillis soudés sur les plans de béton armé du chantier ?*
5. *Faire les schémas de quelques types courants de crochets.*
6. *Quelles sont les opérations successives nécessaires pour la préparation des armatures ? Quels sont les moyens utilisés ?*



# THÈME 13

## Les fondations par semelles en B.A.

### PREMIÈRE PARTIE

#### Rôles. Buts recherchés

#### Charges et pressions

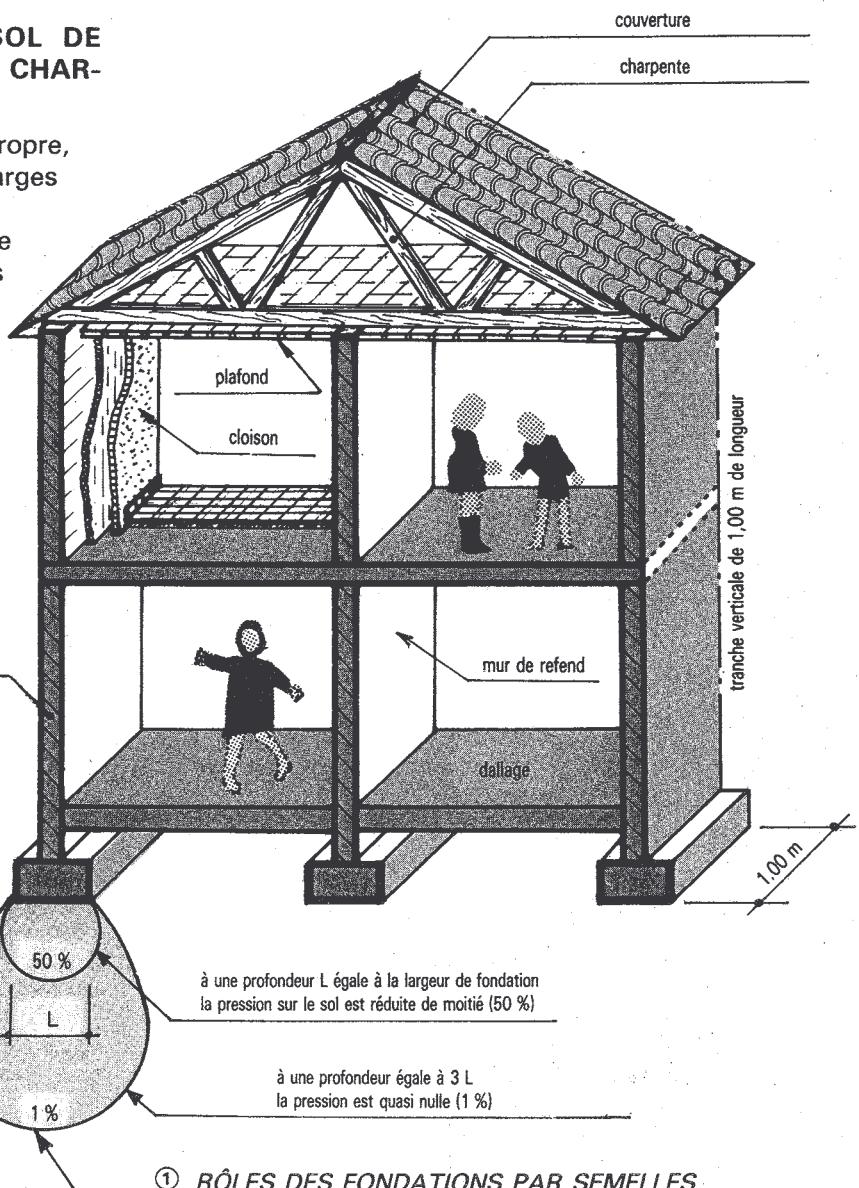
##### 1 - RÔLES DES SEMELLES ①

###### ■ ELLES TRANSMETTENT AU SOL DE FONDATION LES EFFETS DES CHARGES

- ▶ **verticales** : exemple → le poids propre, les surcharges
- ▶ **horizontales** : exemple → le vent
- ▶ **obliques** : exemple → la poussée des terres

###### ■ ELLES ONT POUR BUT DE RÉPARTIR SUR LE SOL les pressions exercées par les charges sur les murs et les poteaux.

poids propre { murs plancher charpente couverture  
surcharges { mobilier appareils personnes

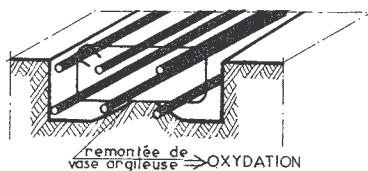


① RÔLES DES FONDATIONS PAR SEMELLES

- #### ► l'oxydation des aciers ⑨

→ béton de propreté ou polyane en fond de fouille pour éviter les remontées de boue.

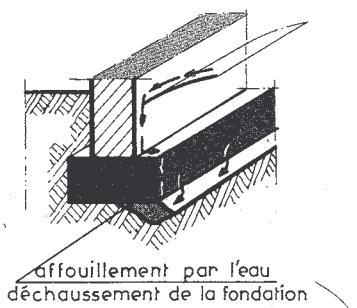
→ enrobage des aciers d'au moins 4 cm.



9

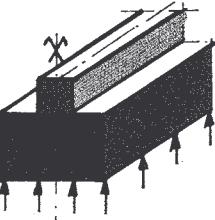
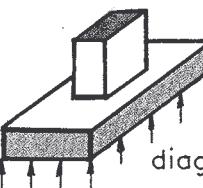
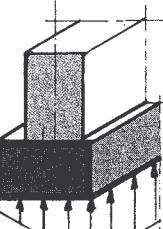
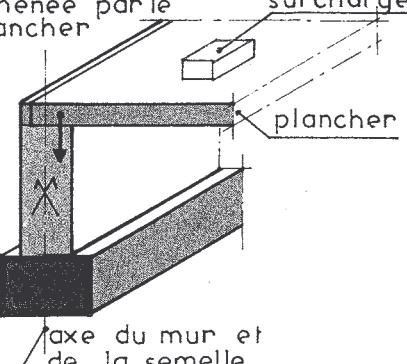
- la détérioration du sol d'assise par l'eau ⑩

→ pas d'affouillement en pied de fondation.



10

3 - NOTIONS SUR LES TYPES DE CHARGES ET LES DIAGRAMMES DES PRESSIONS

Appellation	Exemples de charges et pressions du sol
<b>Charge répartie uniforme centrée sur la fondation ⑪.</b>	 <p>CHARGE CENTRÉE exemple : plein mur</p> <p>⑪ Répartition uniforme des pressions</p>
<b>Charge concentrée axée sur la fondation ⑫.</b>	 <p>CHARGE CONCENTRÉE exemple : poteau</p> <p>diagramme supposé uniforme</p> <p>⑫ Répartition uniforme des pressions</p>
<b>Charge répartie uniforme excentrée ⑬.</b>	 <p>CHARGE EXCENTRÉE amenée par le plancher</p>  <p>surcharge plancher axe du mur et de la semelle</p> <p>diagramme des pressions</p> <p>⑬ Répartition non uniforme</p>
<b>Charge concentrée excentrée</b>	<p>EXEMPLE : pilier non axé sur la fondation</p>

## DEUXIÈME PARTIE

# 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 :**

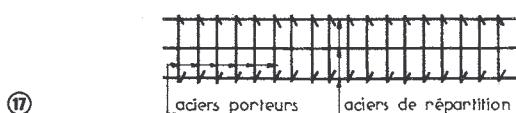
Supposons un bonhomme chargé et jambes écartées (16).

- ▶ 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 :

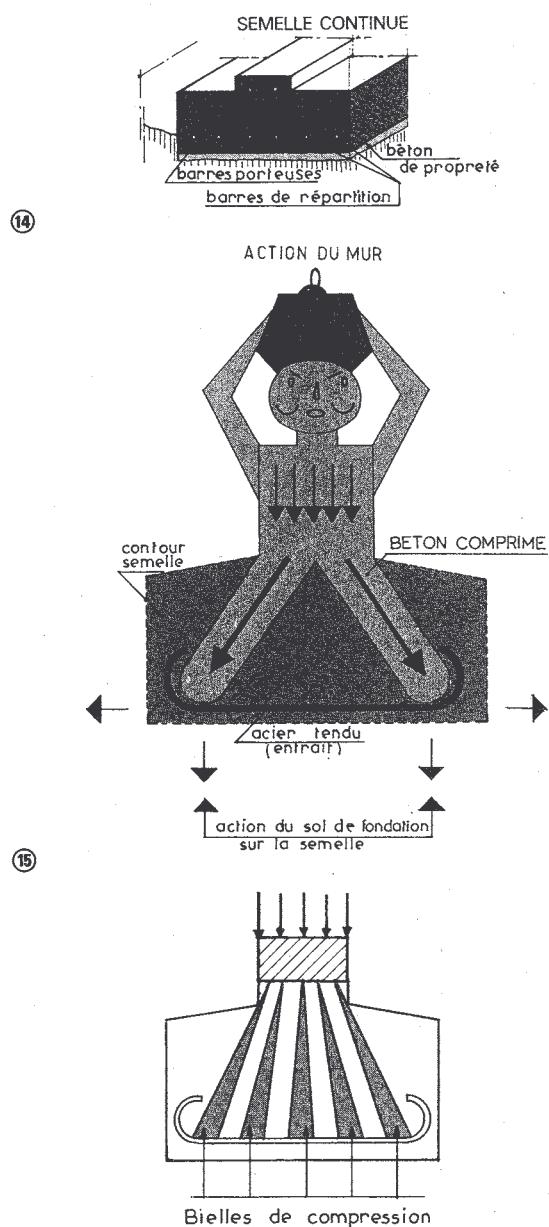
- ▶ les **acières principaux porteurs** (17) sont placés :
  - dans le sens transversal de la semelle,
  - à la partie inférieure pour reprendre les efforts de traction précédents.

VUE DE DESSUS

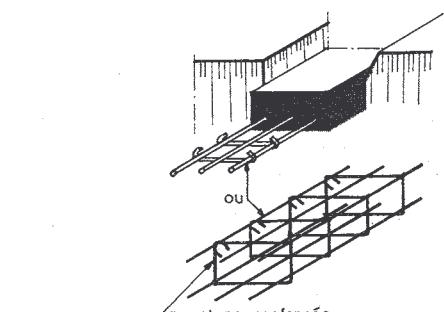


- ▶ Les **acières de répartition** servent à raidir la semelle dans le sens de la longueur. Ils sont placés sur les aciers transversaux.
- ▶ La **section des aciers** (17) (18) varie suivant :
  - la charge par mètre de mur,
  - la section de béton.

Voir les tableaux ci-après, page 108.



(16) Schéma de principe

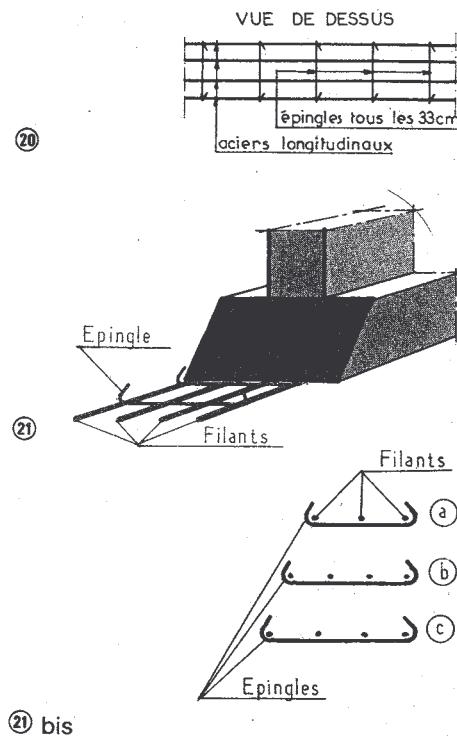


(18) Armatures classiques des semelles continues

■ Semelles pour sols homogènes et charges réparties uniformes centrées sur la fondation.

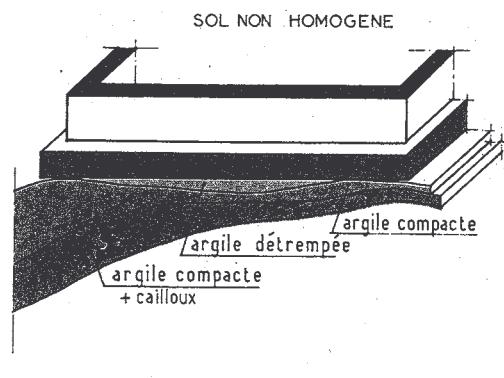
Armature	Charge portante par mètre (kg)				
	Section du béton		Contrainte admise au sol en bars		
	Larg.	Haut.	1	1,5	2
Aciers HA Fe E 40 Voir fig. ② bis					
ⓐ • 3 filants $\varnothing$ 8 HA • épingle $\varnothing$ 6 HA tous les 33 cm	45	20	4 500	6 750	9 000
ⓑ • 4 filants $\varnothing$ 8 HA • épingle $\varnothing$ 7 HA $e = 33$ cm	55	25	5 500	8 250	11 000
ⓒ • 4 filants $\varnothing$ 8 HA • épingle $\varnothing$ 8 HA $e = 33$ cm	65	25	6 500	9 750	13 000

- Le responsable du chantier peut ainsi choisir sur catalogue l'armature nécessaire pour les travaux.

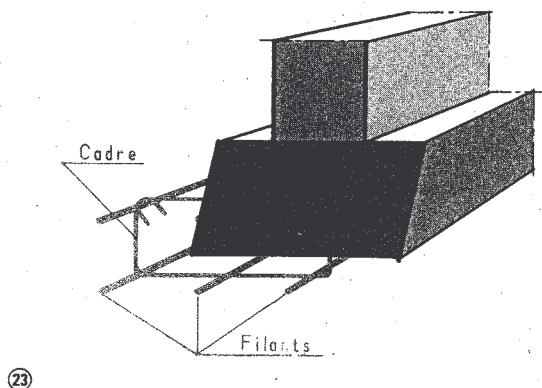


■ Semelles renforcées pour sols non homogènes (*Risque de tassement différentiel à éviter*).

- La semelle est associée à une poutre centrale de rigidité (voir croquis ②).
- Si elle est peu large  $\leq 60$  cm, la semelle est assimilée à une poutre plate reposant sur le sol, et armée symétriquement.
- Par exemple, sur la fig. ②, la semelle repose sur les appuis A et B et travaille en conséquence à la manière d'une poutre.



Armature	Charge portante par mètre (kg)				
	Section		Contrainte au sol (bars)		
	Larg.	Haut.	1	1,5	2
Aciers HA					
• 6 filants $\varnothing$ 8	45	25	4 500	6 750	9 000
• cadres $\varnothing$ 5	50	25	5 000	7 500	10 000
• $e = 20$ cm	50	30	5 000	7 500	10 000



## 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 ».

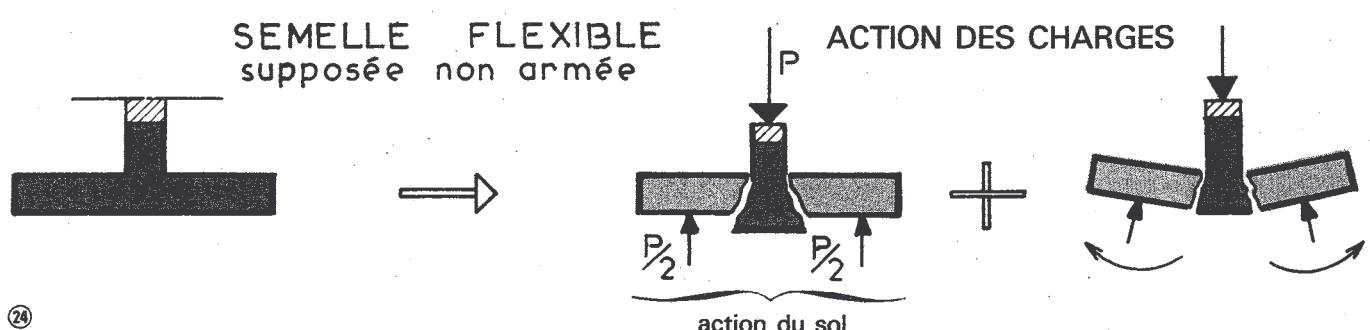
**EXEMPLE :**

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

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

### ■ PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT ④ et ⑤

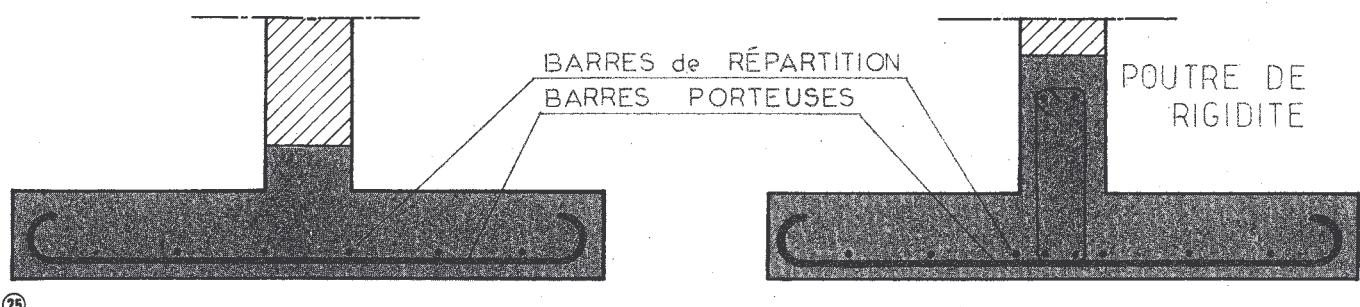
**Essai :** Semelle non armée transversalement



- CONSTATATION  $\longrightarrow$  poinçonnement + rotation
- CAUSE  $\longrightarrow$  cisaillement vertical + flexion

**NOTA :** les deux phénomènes se passent simultanément.

- SOLUTION ⑥:



#### REMARQUE :

Il est nécessaire d'avoir, pour les semelles flexibles, une section d'acier plus forte qu'avec les semelles rigides pour la même force portante.

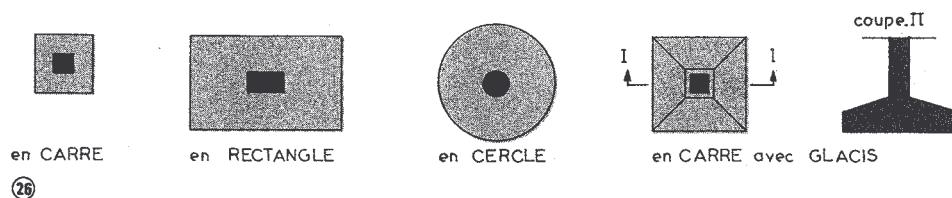
### 3 - SEMELLES ISOLÉES ㉗ ㉘ et ㉙

- Elles supportent des charges concentrées :

**EXEMPLE :**

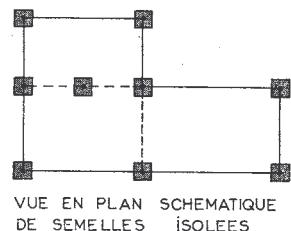
des poteaux en Béton Armé recevant des poutres de plancher.

- Elles ont une forme le plus souvent carrée ou rectangulaire, ou plus rarement celle d'un cercle dans le cas des têtes de puits cylindriques.



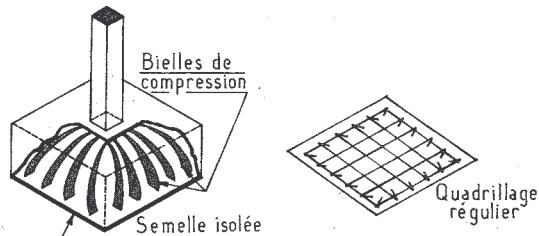
#### ■ PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

- La semelle isolée travaille dans les deux sens.
- Elle est soumise dans sa masse de béton à l'effet des « bielles de compression » comme les semelles continues rigides.
- La partie inférieure est donc tendue dans les deux sens.
- Les aciers placés à la base forment un quadrillage (acières porteurs).



VUE EN PLAN SCHEMATIQUE  
DE SEMELLES ISOLEES

㉗



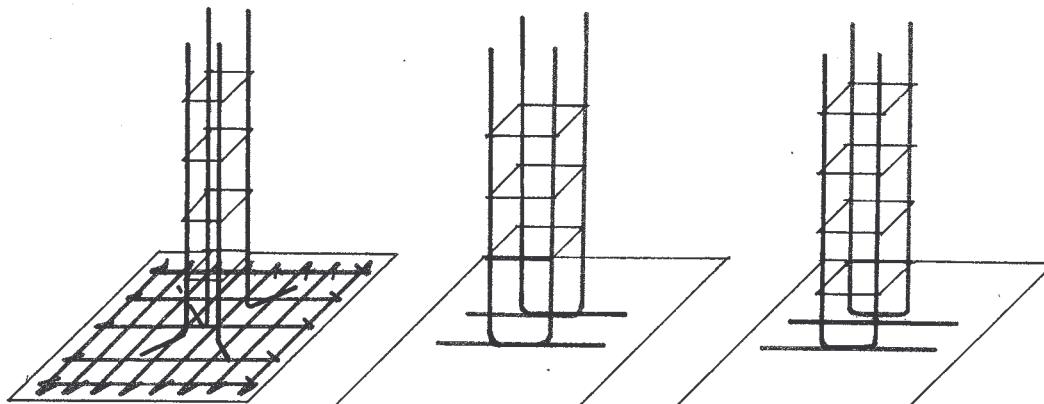
㉘

## TROISIÈME PARTIE

# Dispositions constructives

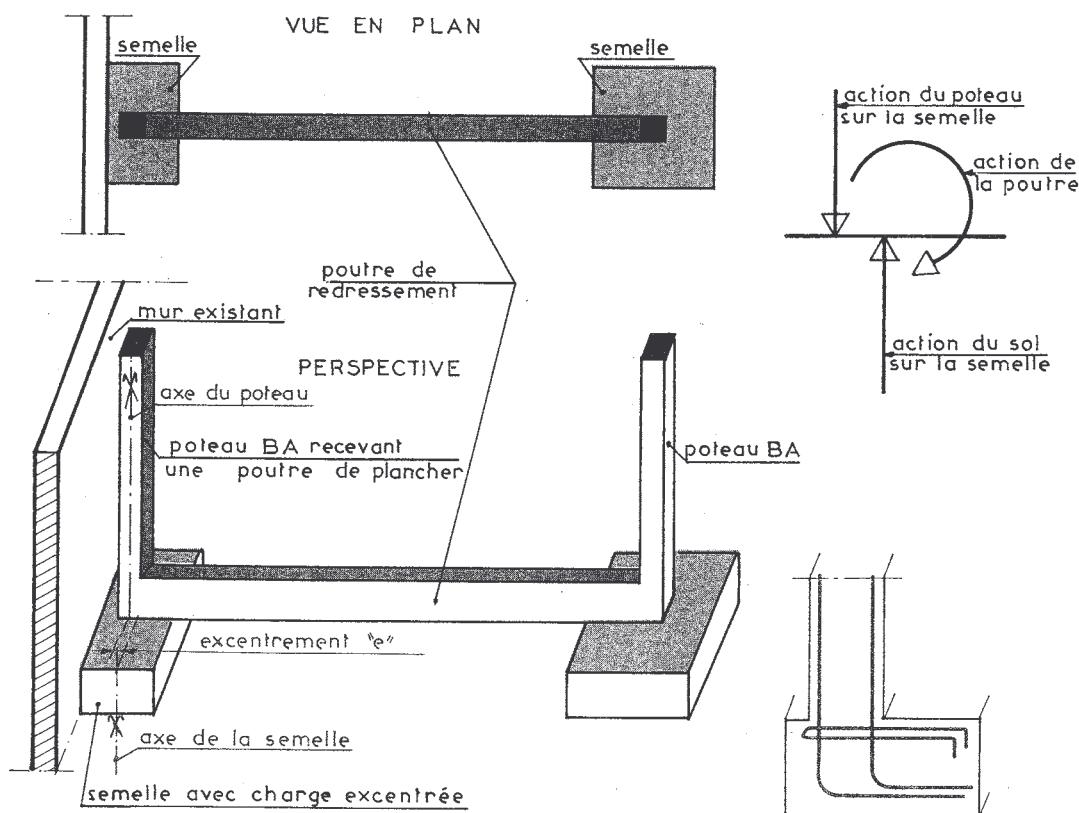
Cas rencontrés ②⁹ à ③³

### JONCTION POTEAU - SEMELLE



autres dispositions (quadrillage semelles non représenté)

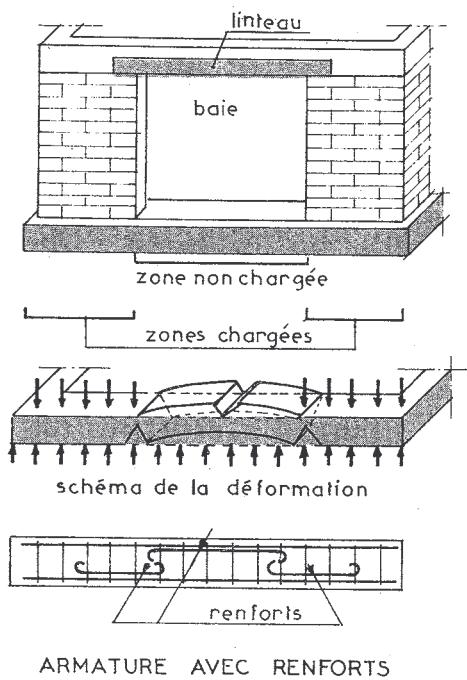
#### ② Liaison d'un poteau isolé avec la semelle



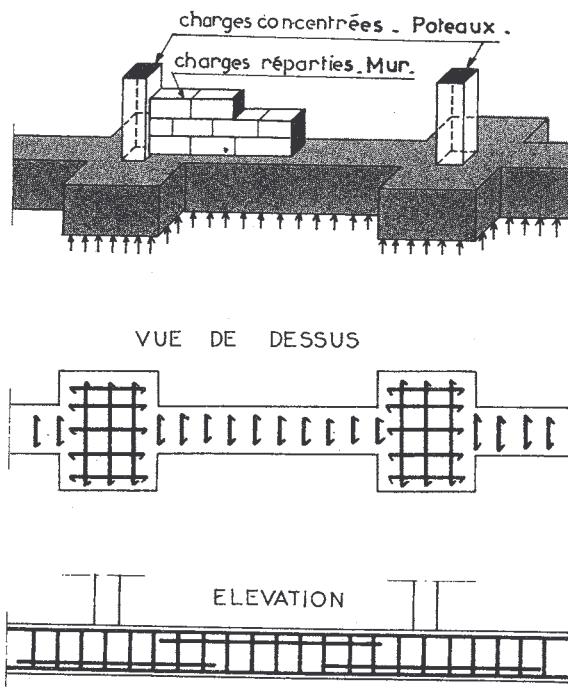
SCHEMA DE PRINCIPE  
liaison poteau - semelle

#### ③ Semelle isolée recevant un poteau situé contre un mur

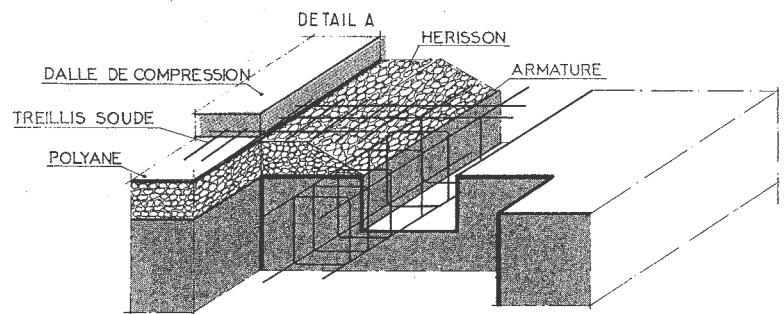
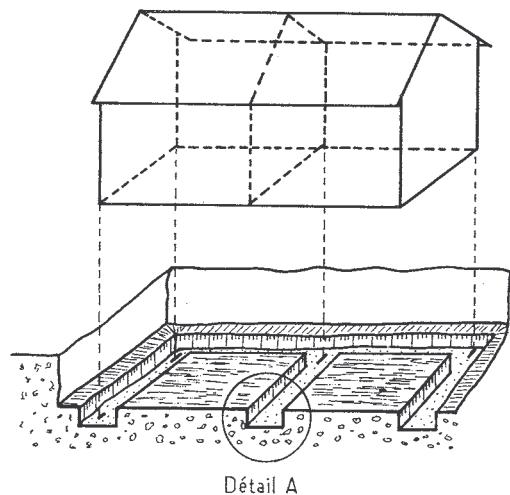
La semelle est dite « excentrée » par rapport à la charge.



**31 Semelle portant un mur non continu : présence d'une baie**

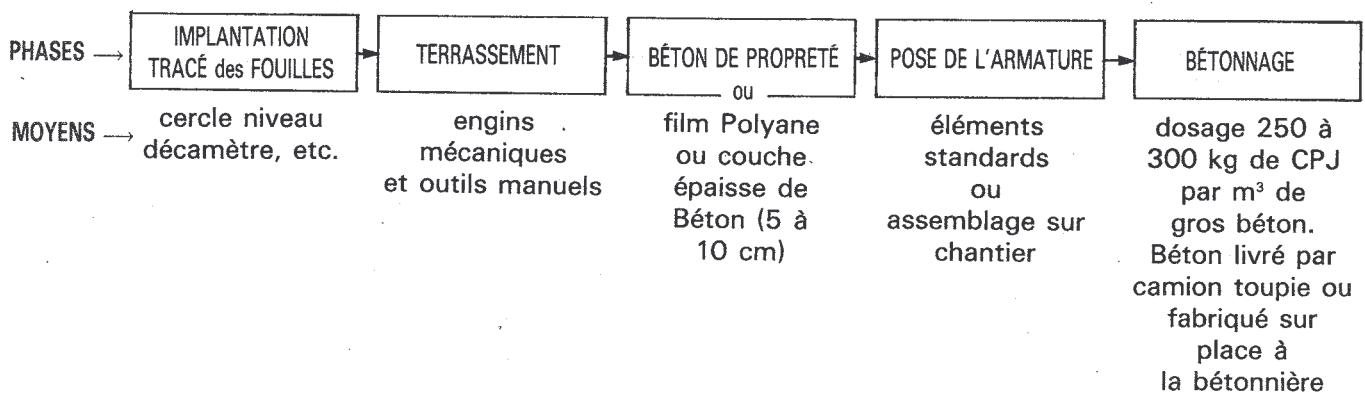


**32 Semelle continue recevant des poteaux et de la maçonnerie**



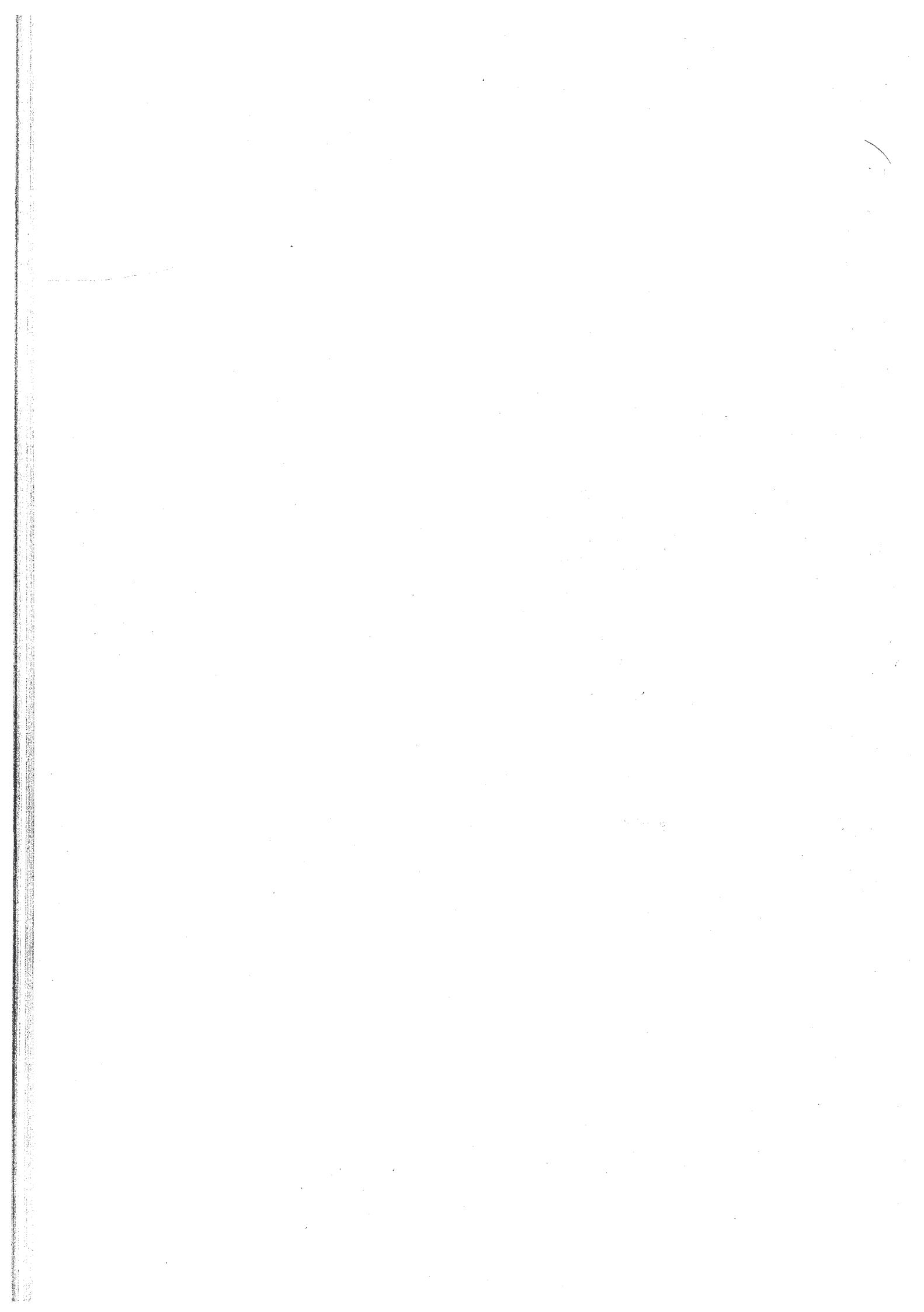
**33 Fondation de Pavillon avec sous-sol. Semelles et dallage sont coulés ensemble.**

## RÉALISATION DES SEMELLES



## QUESTIONNAIRE

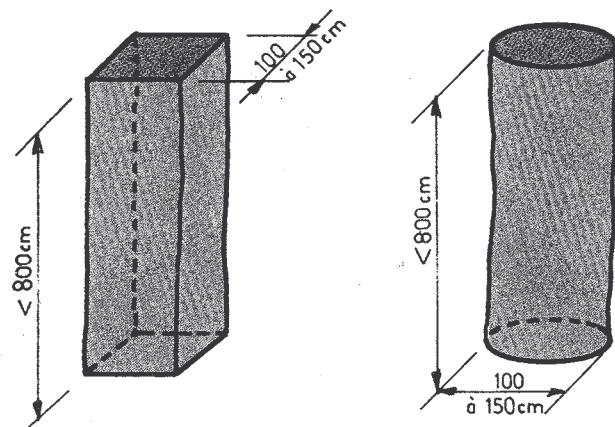
1. Quelle est la condition essentielle de stabilité des constructions ?
2. Donner une indication de la résistance admise d'un sol plastique cohérent argileux ?
3. Quelle est la profondeur minimale requise des fondations pour tenir compte de l'effet du gel dans votre région ?
4. Par des schémas, préciser la notion de :
  - charge centrée sur une fondation,
  - charge excentrée.
5. Schématiser le mode de fonctionnement d'une :
  - semelle rigide,
  - semelle flexible.
6. Pourquoi les semelles reposant sur des sols non homogènes sont-elles renforcées ?
7. Quelles précautions prendre pour une semelle qui porte un mur dans lequel se trouve une large baie, ce qui entraîne des charges inégales ?



# THÈME 14

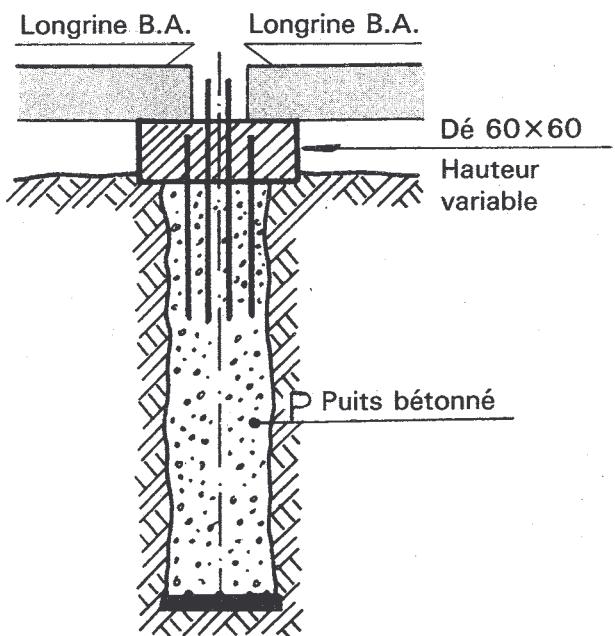
## Les fondations par puits et longrines préfabriquées

**UN PUITS EN BÉTON**, armé ou non, ressemble à un gros pilier ① ② et ③ Il transmet les charges au sol de fondation.



① Puits : section carrée

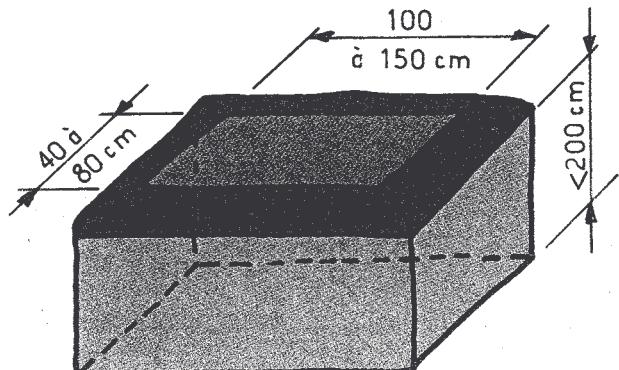
② Puits à section circulaire



③ Puits bétonné

**UN PLOT EN BÉTON** ④ assure le même rôle.

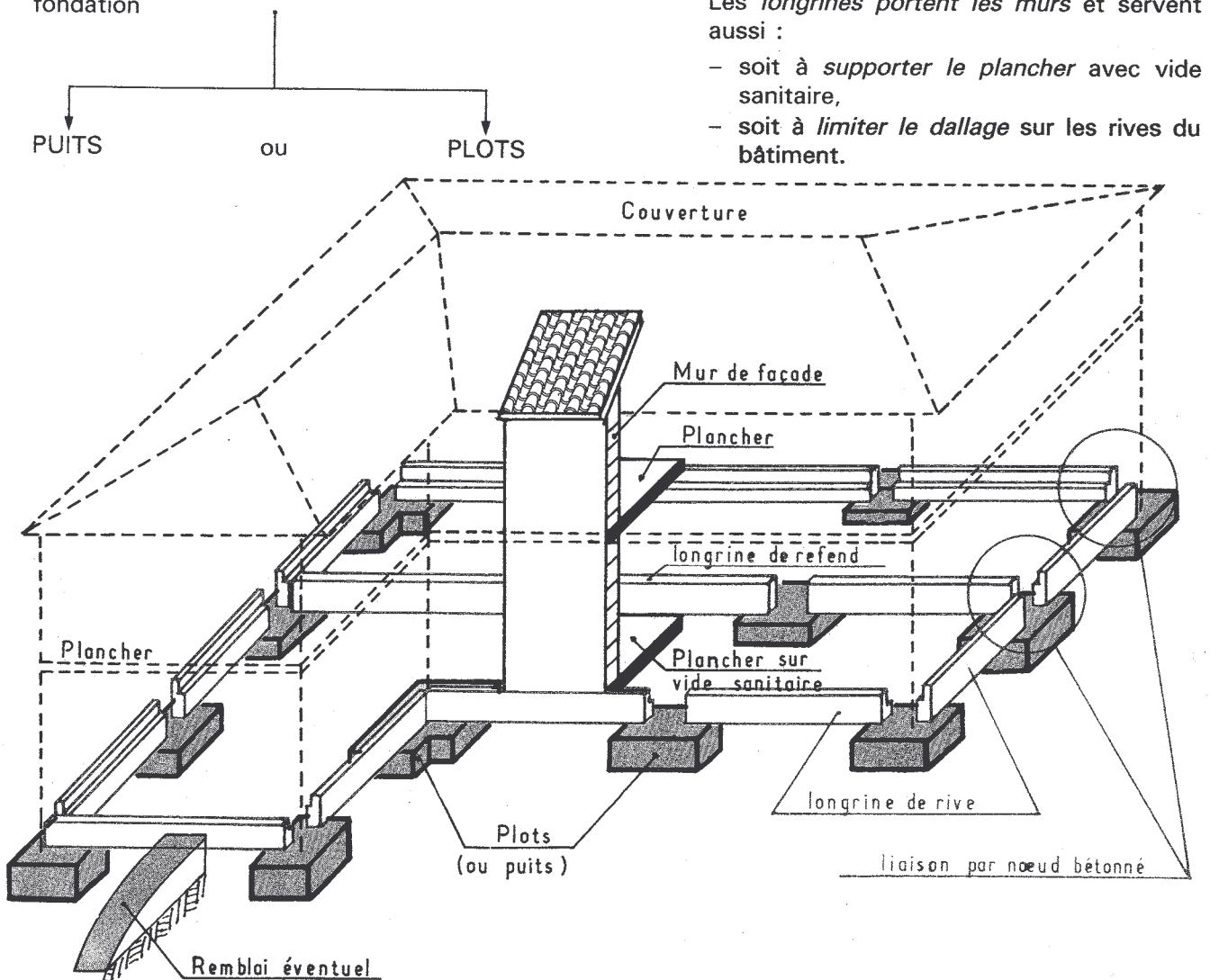
Il s'apparente à une semelle carrée ou rectangulaire massive, en gros béton, non armé ou peu armé.



④ Plot : section rectangulaire

## 1 - PRINCIPE DE CONSTRUCTION ⑤

- Il s'agit de réaliser un **ENSEMBLE PORTEUR** à la base du bâtiment par :
  - des points d'appui isolés sur le sol de fondation

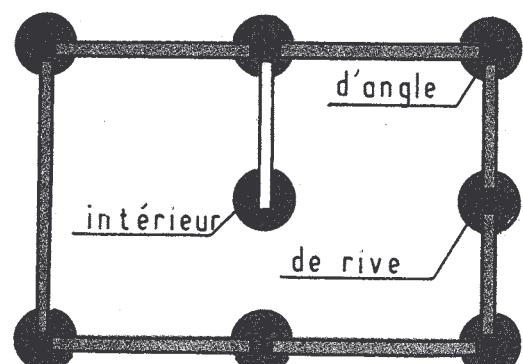


⑤ Principe de construction

## 2 - CARACTÉRISTIQUES

	Puits	Plots	Utilisation
■ Section suivant :	carré		
- charges	circulaire		
- résistance du sol	rectangulaire		
■ Dimensions	côté 100 à 150 cm $\varnothing$ id <sup>e</sup> prof. $\leq 8$ m.	largeur 40 à 80 cm longeur 80 à 150 cm prof. 60 à 200 cm	Procédé de plus en plus utilisé pour : - la maison individuelle - le secteur industriel  Les longrines sont souvent préfabriquées → réduction des temps d'exécution sur chantier
■ Distance entre axes	4 à 8 m		

VUE DE DESSUS (schéma)



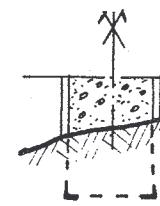
⑥ Puits ou plots

### 3 - RÉALISATION DES PUITS OU DES PLOTS

<b>IMPLANTATION</b> ⑦ ⑧	<p>⑦ Axes des plots ou des puits</p> <p>⑧</p>
<b>TERRASSEMENT MÉCANIQUE</b> ⑨ à ⑫	<p>⑨ Foreuses hydrauliques sur pelles</p> <p>⑩ Creusement à la pelle</p> <p>⑪</p> <p>⑫ Équipement en benne prenante</p>
<b>REMPILLAGE EN GROS BÉTON</b> ⑬	<p>⑬</p> <p>Déversement du béton - direct - par dumper, brouette, etc...</p> <p>gros béton</p> <p>aiguille vibrante</p> <p>vibration</p> <p>arasé au niveau prévu coté</p> <p>armatures pour liaison</p>

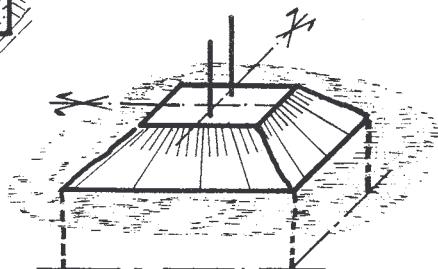
**COFFRAGE  
ÉVENTUEL  
⑯ et ⑯bis**

"dé" coffré



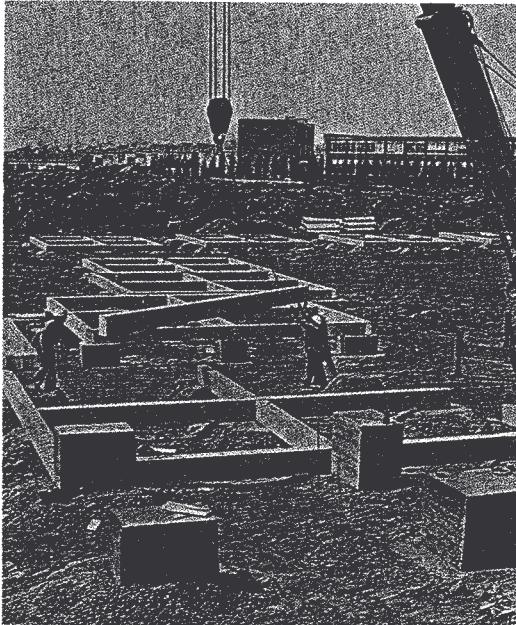
⑯

cote prévue

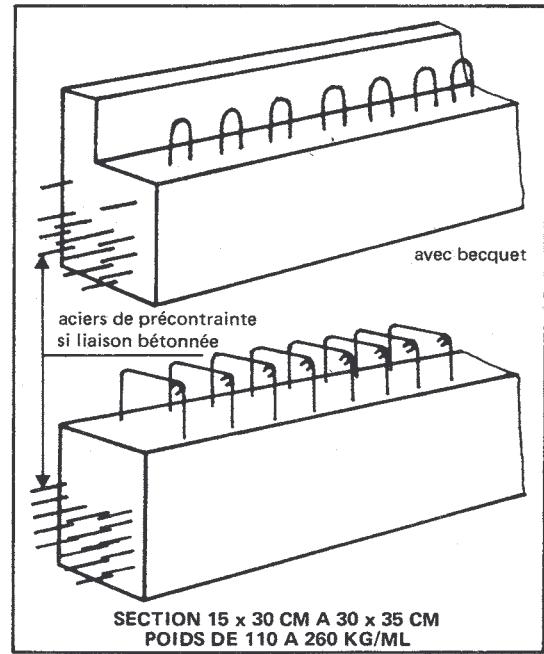


⑯ bis

- Un dé coffré sert à mouler le béton ⑯
- Si le plot doit dépasser de 30 à 40 cm, on peut éviter de coffrer en formant des pentes ⑯ bis



⑯ Maisons individuelles (Doc P.P.B.)



⑯

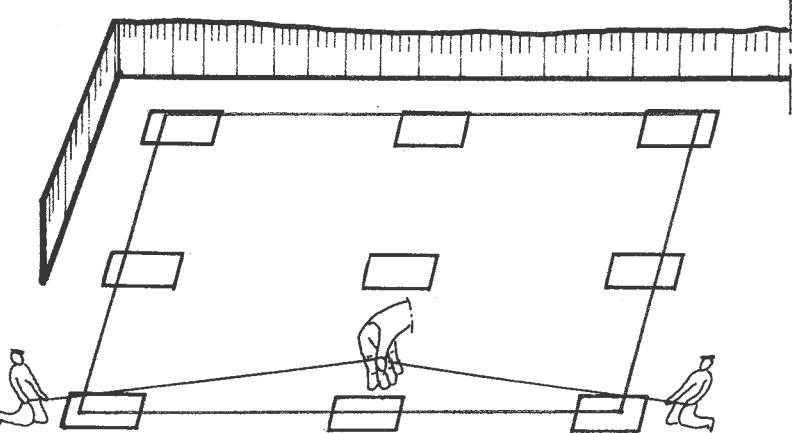
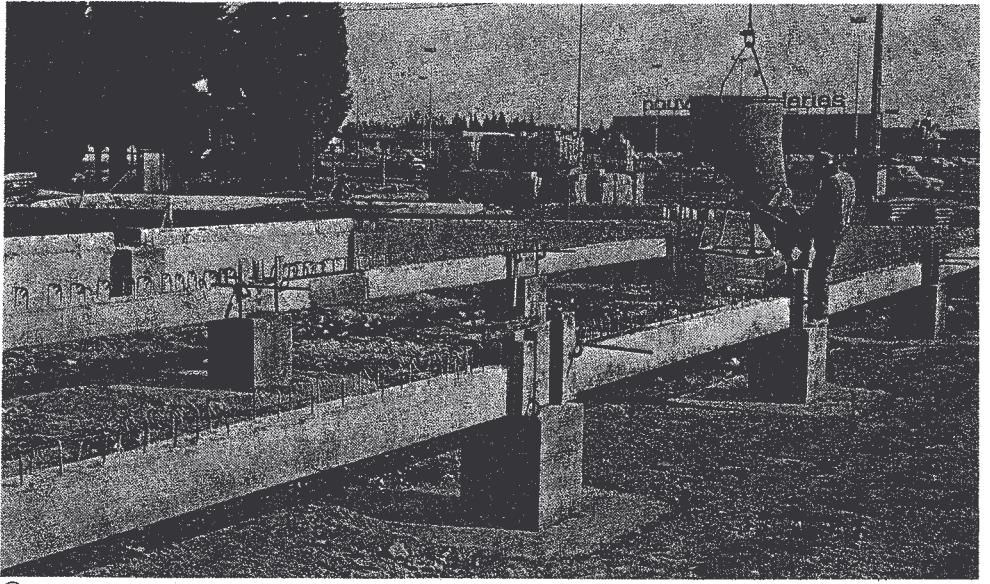
## 4 - MISE EN ŒUVRE DES LONGRINES ⑯ et ⑮

■ **Les longrines sont des poutres de sections rectangulaires avec ou sans becquet, en béton armé ou précontraint.**

■ **Rôles :**

- ▶ **porteur des murs de façades, de refends, etc.**
- ▶ **chaînage au niveau des fondations (liaison entre éléments).**

■ **POSE DES LONGRINES**

Opérations	Visualisation
<b>MANUTENTION</b> ⑯ ⑰ <b>Moyens :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- grue</li> <li>- chariot élévateur</li> <li>- pelle de chantier</li> <li>- camion grue</li> </ul>	 <div style="display: flex; justify-content: space-around; width: 100%;"> <span>⑯</span> <span>⑰</span> </div>
<b>MISE EN POSITION</b> ⑲ <b>Moyens :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- tracé au trait sur le dessus des plots (alignements)</li> <li>- calage éventuel (nivellement)</li> </ul>	 <p>⑲ <i>Mise en position</i></p>
<b>LIAISON DES ÉLÉMENTS</b> ⑳ <ul style="list-style-type: none"> <li>- coffrage du nœud</li> <li>- coulage et vibration du béton dosé à 350 kg de m³</li> </ul>	 <p>⑳ <i>Liaison des longrines</i></p>

## 5 - DIFFÉRENTS CAS RENCONTRÉS SUR CHANTIER

### ■ POSE DE PLANCHER ⑯ ⑰

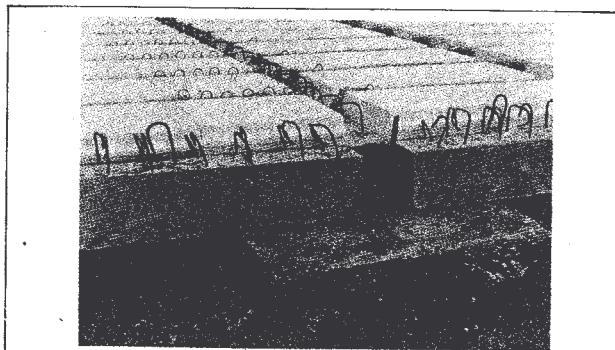
► L'ensemble (longrines, poutrelles, entrevois) est appelé **bloc plancher sanitaire**.

► Le plancher est constitué par :

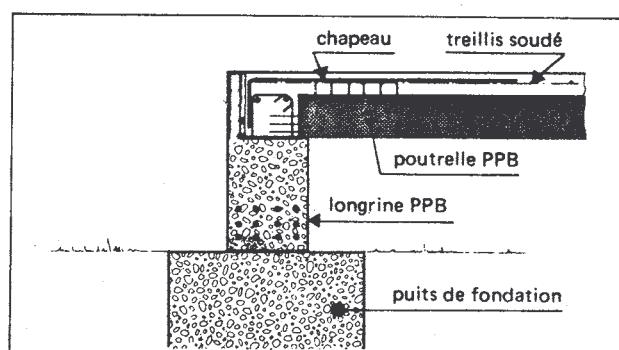
- des poutrelles précontraintes,
- des entrevois ou hourdis polystyrène

**EXEMPLE :**

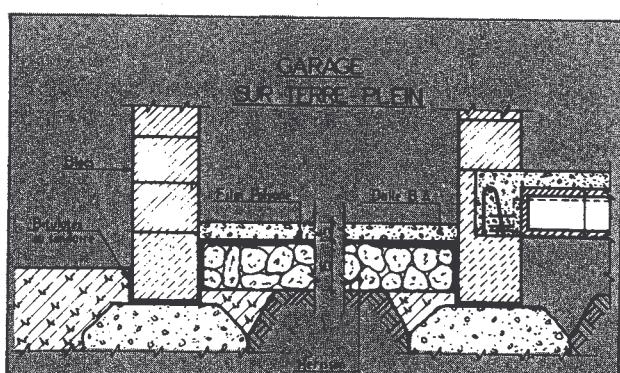
type PPB Fibralith pour assurer une isolation thermique efficace.



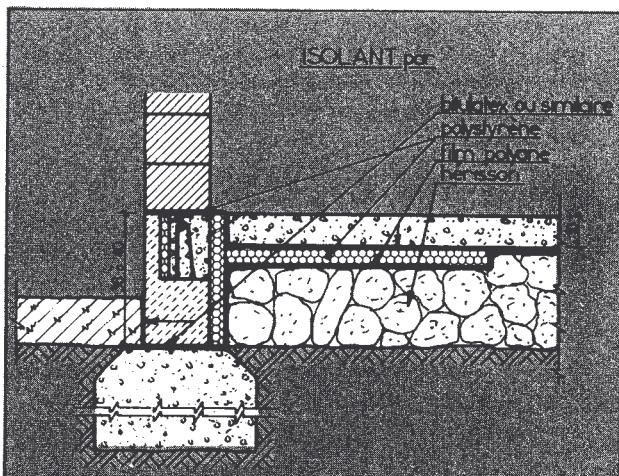
⑯ Bloc plancher sanitaire



⑰ Isolation thermique du chaînage



⑯ Garage sur terre-plein

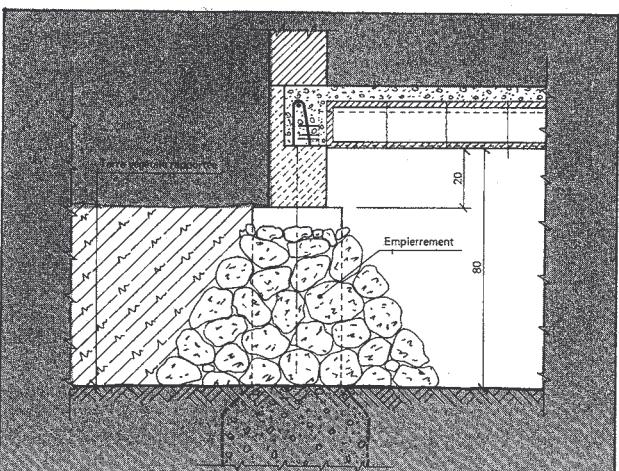


⑯ Isolation en rive du rez-de-chaussée habitable

### ■ FINITION ⑯ ET SCHÉMA DE PRINCIPE ⑰

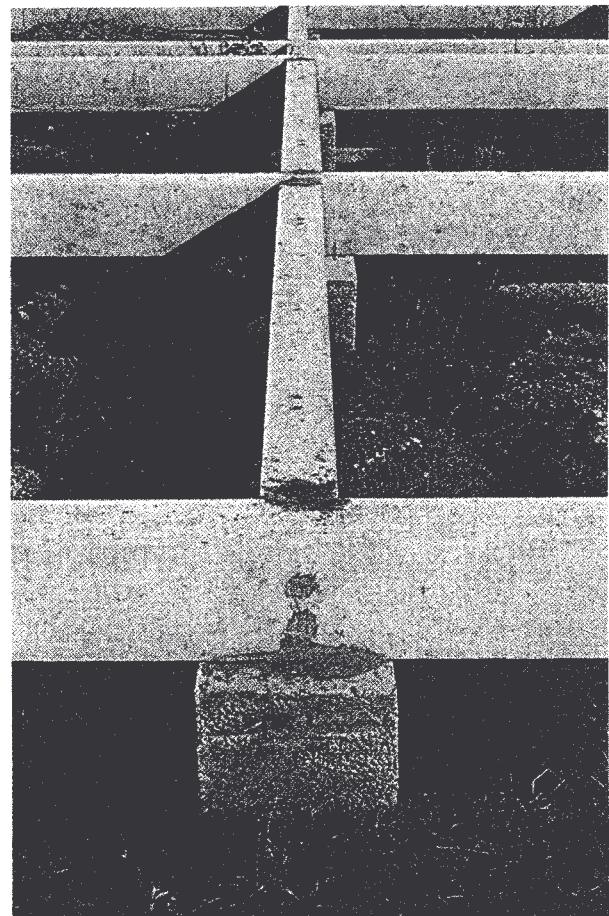
- Longrine apparente sans remplissage.
- Longrine cachée avec talutage par remblais.

⑯ Empierrement sous la longrine et apport de terre végétale →

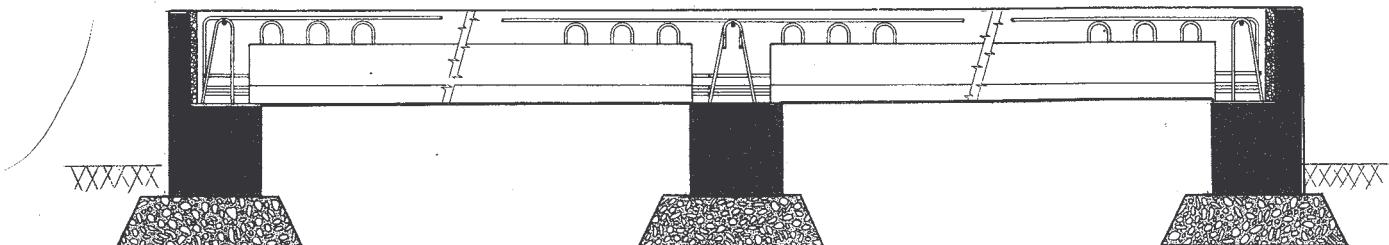


## QUESTIONNAIRE

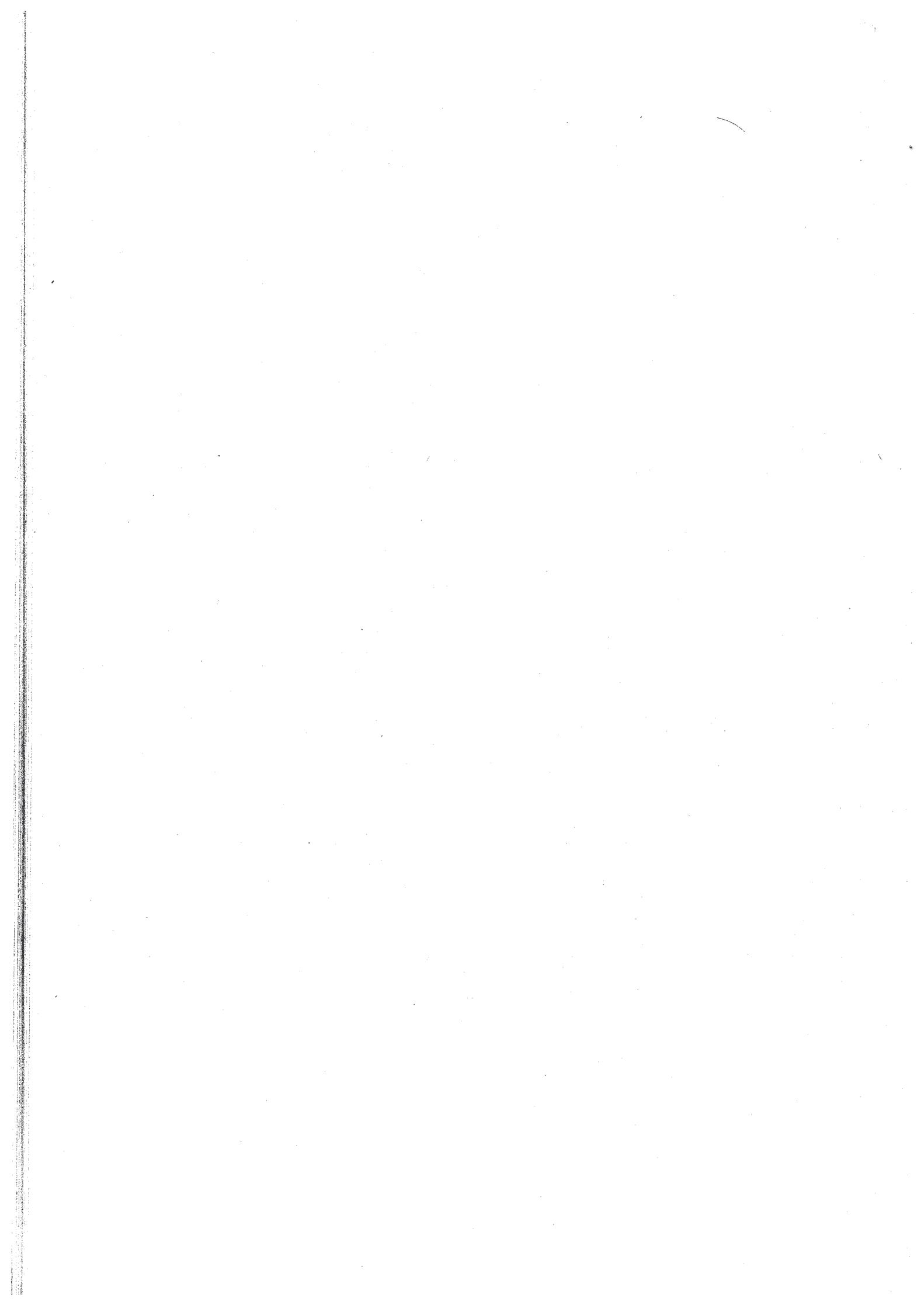
1. Quelle différence faites-vous entre un puits et un plot ?
2. En quoi consiste le principe de construction par longrines préfabriquées.
3. Détalier les phases nécessaires à la réalisation des plots.
4. Quelles sont les opérations à effectuer pour la mise en place des longrines ?
5. Comment procède-t-on lorsqu'il s'agit :
  - d'un vide sanitaire,
  - d'un terre-plein, pour réduire les ponts thermiques ?(schémas de construction correspondants)



26 Plots et longrines réalisés



27 La longrine à becquet : coupe transversale



# THÈME 15

**Les murs réalisés  
en bloc de béton  
ou de terre cuite**

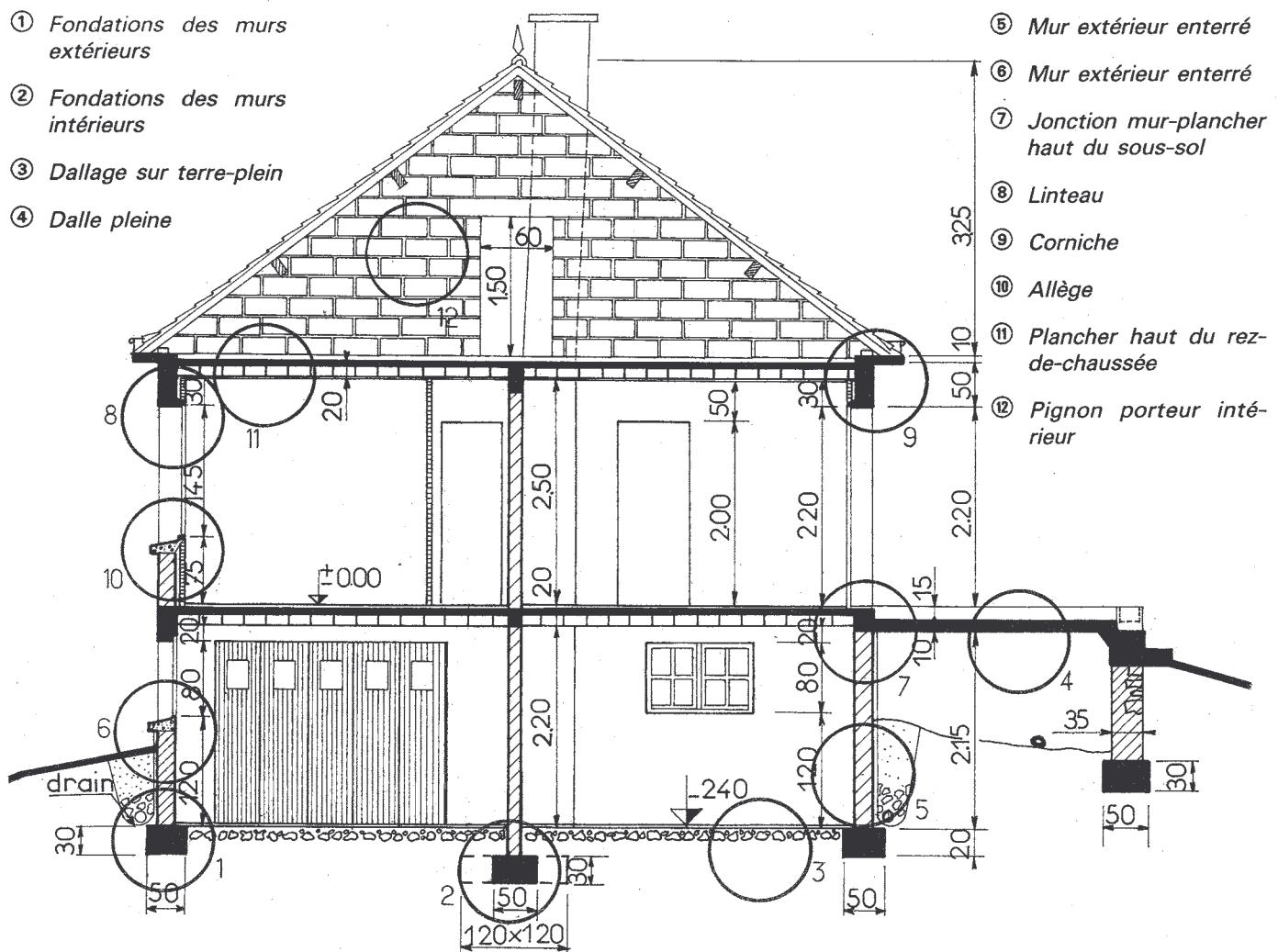
*Les blocs de béton de gravillon ou de terre cuite sont des « composants » très utilisés dans la construction des murs.*

## **PREMIÈRE PARTIE**

# **Murs d'habitation**

- ① *Fondations des murs extérieurs*
  - ② *Fondations des murs intérieurs*
  - ③ *Dallage sur terre-plein*
  - ④ *Dalle pleine*

- ⑤ *Mur extérieur enterré*
  - ⑥ *Mur extérieur enterré*
  - ⑦ *Jonction mur-plancher  
haut du sous-sol*
  - ⑧ *Linteaу*
  - ⑨ *Corniche*
  - ⑩ *Allège*
  - ⑪ *Plancher haut du rez-de-chaussée*
  - ⑫ *Pignon porteur intérieur*



au droit de chaque poteau en B.A

- ① *Coupe verticale* (voir Thème n° 3)

## 1 - CONDITIONS ESSENTIELLES

Les murs d'habitation ① doivent satisfaire à deux conditions essentielles :

### ■ Condition de résistance pour supporter :

- le poids propre du mur,
- les charges permanentes (plancher, cloisons, carrelage),
- les surcharges d'exploitation (mobilier, personnes).

#### EXEMPLE :

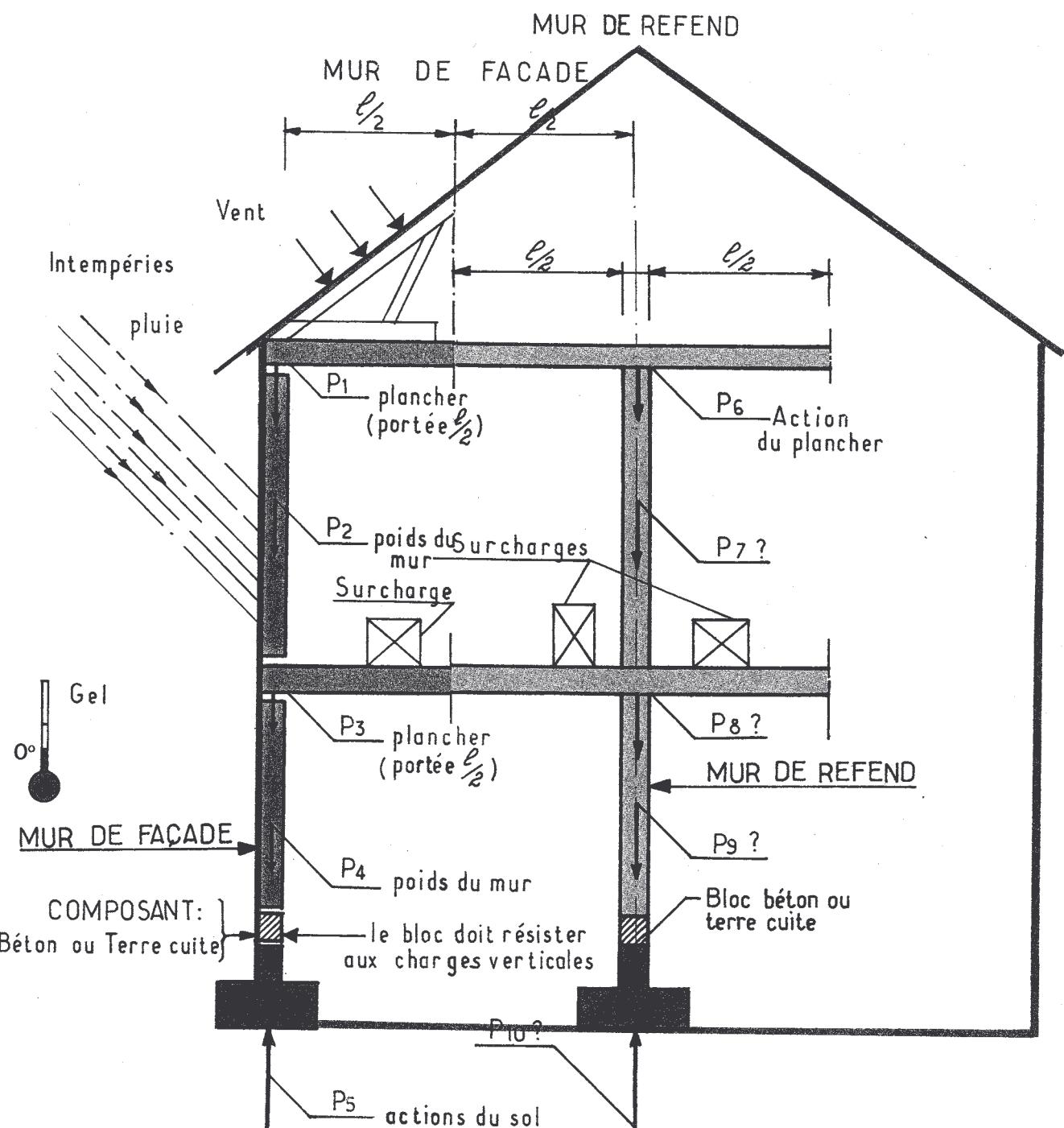
mur de refend, mur de façade ②.

### ■ Condition d'habitation pour isoler :

- des intempéries (pluie, gel),
- des bruits,
- des écarts de température

#### EXEMPLE :

mur de façade ②.



② Murs de façade et murs de refend (isolation non représentée)

## 2 - MURS TRADITIONNELS

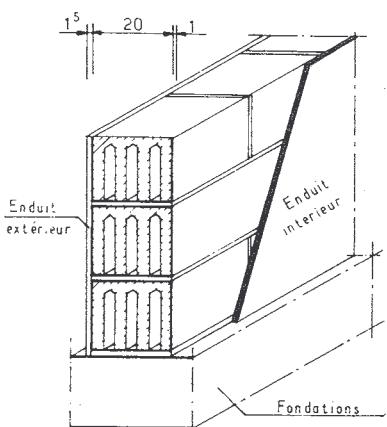
■ Un mur traditionnel est constitué par un assemblage, à joints de mortier, d'éléments ou blocs, pleins ou creux, de béton ou de terre cuite.

Suivant sa fonction, le mur est dit **porteur** ou de **remplissage**.

### ■ EXEMPLES DE MURS TRADITIONNELS EN MAÇONNERIE\* :

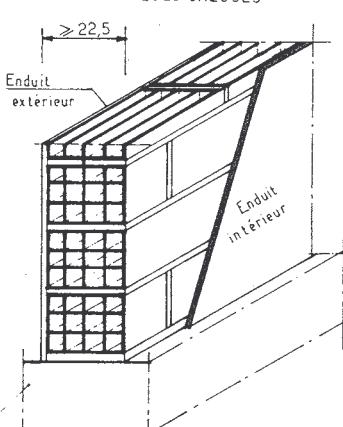
► à simple paroi, enduite ou non.

BLOCS CREUX DE GRANULATS COURANTS

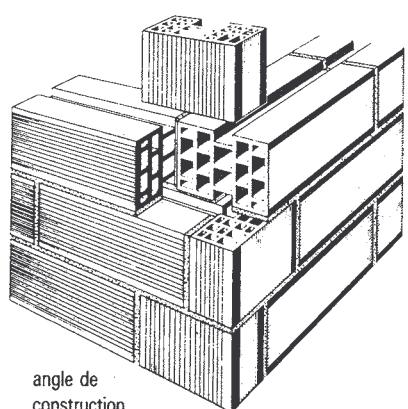


③a Mur avec blocs creux de granulats courants

BRIQUES CREUSES

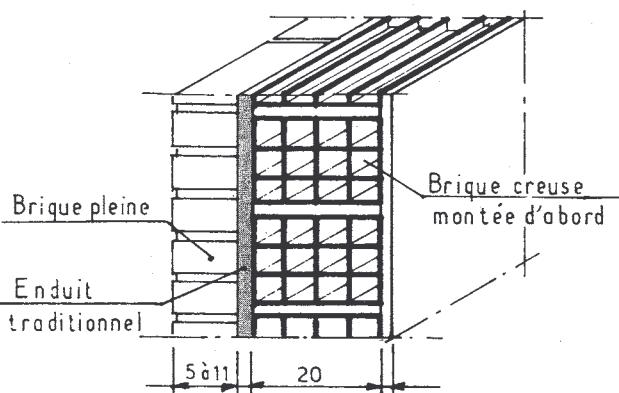


③b Mur avec briques creuses



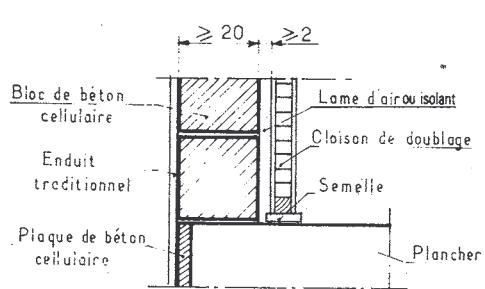
③c Mur avec briques à « rupture de joint »

► composite, composée par plusieurs matériaux associés.

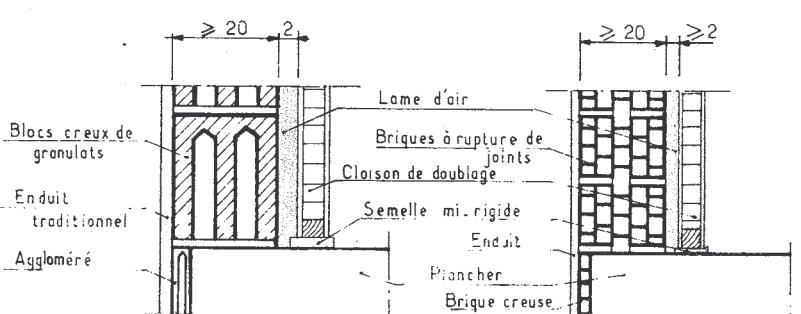
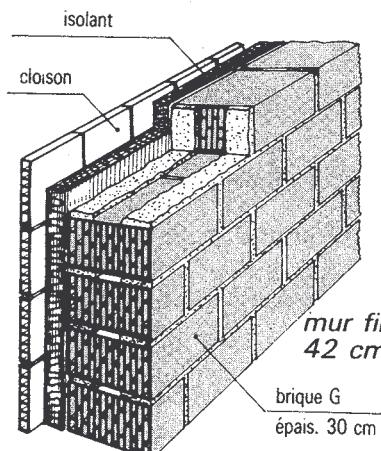


④

► à double paroi, à 2 parois distinctes, mais une seule a un rôle porteur.



⑤ c Blocs en béton cellulaire et cloison



⑤ a Blocs creux enduits et cloison

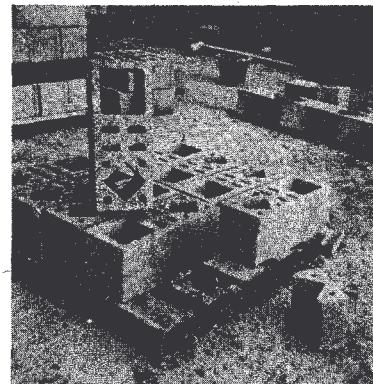
⑤ b Brique à rupture de joints et cloison

⑤d Mur avec brique « G » à 13 alvéoles et cloison de doublage

\* Avant de réaliser les murs, il est nécessaire de connaître les caractéristiques des produits utilisés.

## DEUXIÈME PARTIE

# Blocs en béton manufacturé et leur utilisation

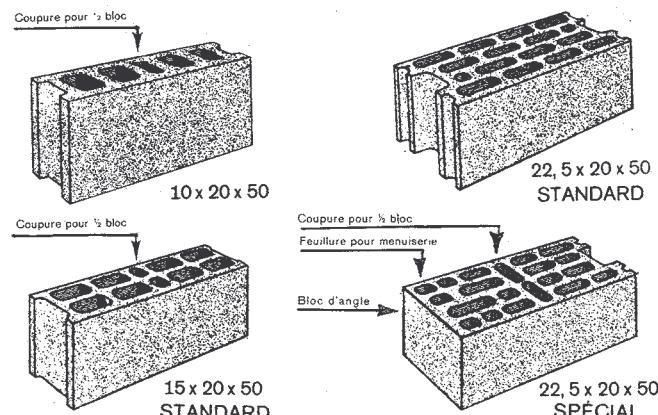


*Blocs d'angle*

■ Ce sont des **blocs préfabriqués pleins ou à plusieurs parois**, en béton de sable et gravillon.

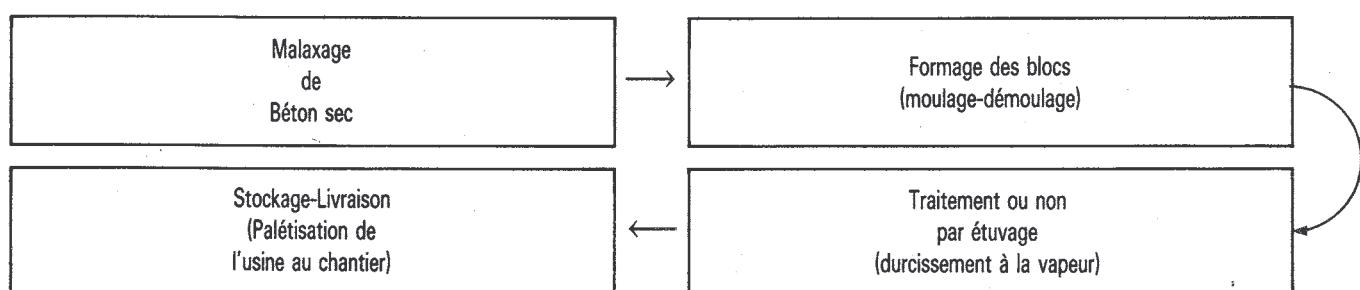
### ■ Ils sont obtenus :

- ▶ mécaniquement en usine.
- ▶ par vibration + compression d'un béton sec.
- ▶ par démoulage immédiat.



⑥ *Blocs creux*

### ■ MODE DE FABRICATION :



### ■ CARACTÉRISTIQUES

Les blocs sont désignés par :

#### ▶ une lettre :

##### *EXEMPLE :*

B pour les blocs Béton de granulats courants.

L pour les blocs réalisés avec des granulats Légers.

#### ▶ un nombre indiquant la résistance à la compression par cm<sup>2</sup> de la section brute (vidés non déduits).

##### *EXEMPLES :*

B 40 (bars) ↔ 4 (MPa)

B 60 (bars) ↔ 6 (MPa)

B 80 (bars) ↔ 8 (MPa)

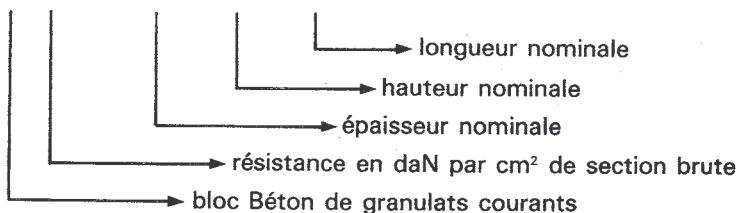
• 1 MPa (Mégapascal) = 10 bars ou 100 Newtons/cm<sup>2</sup>

- les dimensions nominales (l'épaisseur indiquée est celle du mur fini avec l'enduit extérieur et intérieur supposés réalisés).

Classes des blocs creux en béton lourd	Dimensions nominales			Rangées d'alvéoles	Dimensions de fabrication		
	Épais.	Haut.	Long.		E	H	L
B 40	7,5	20	50	1	5	19	49,5
	10	-	-	-	7,5	-	-
	12,5	-	-	-	10	-	-
	15	-	-	2	12,5	-	-
	17,5	-	-	-	15	-	-
	20	-	-	-	17,5	-	-
	22,5	-	-	2 et 4	20	-	-
	25	-	40 et 50	-	22,5	-	39,5 et 49,5
	27,5	-	-	4	25	-	-
	30	-	-	-	27,5	-	-

EXEMPLE DE DÉSIGNATION pour la commande :

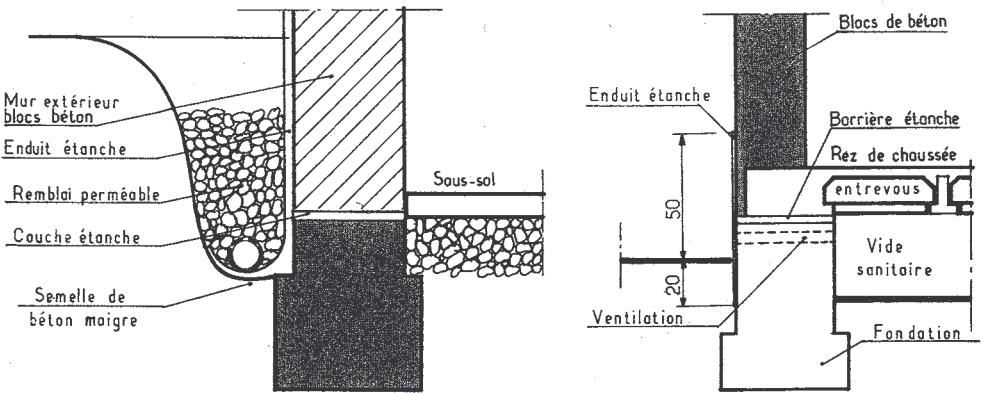
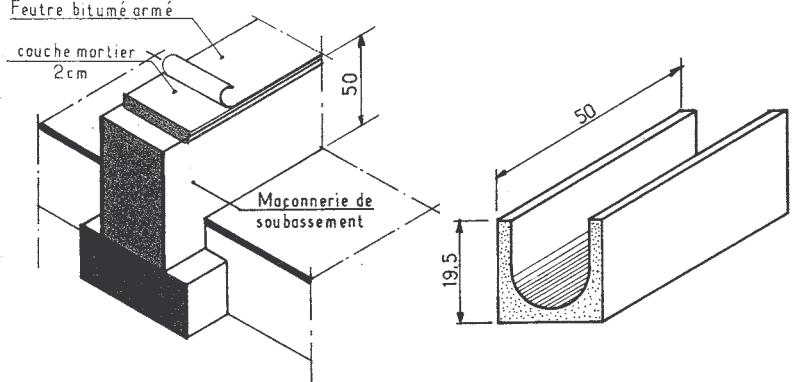
B 60 de 20 × 20 × 50 à N rangées d'alvéoles.



## ■ QUALITÉS REQUISSES

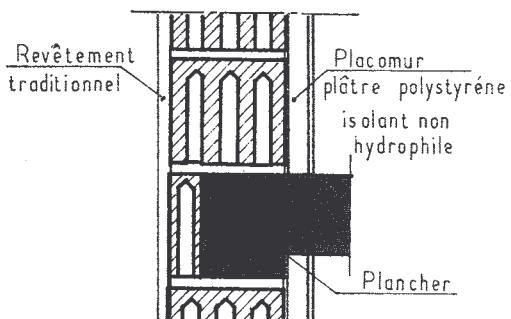
- **Aspect** → ni fissuration, ni déformations ou arrachement, les arêtes ne doivent pas s'effriter.
- **Précision** →  $\pm 2$  mm sur la hauteur,  $\pm 1$  mm sur les épaisseurs.
- **Résistance** → le coefficient de sécurité est compris entre 6 et 8 suivant que les charges sur le mur sont centrées ou excentrées.
- **Non gélivité** sous l'effet de gels et dégels successifs.
- **Adhérence** avec le mortier de pose et les enduits.

## ■ RECOMMANDATIONS D'UTILISATION

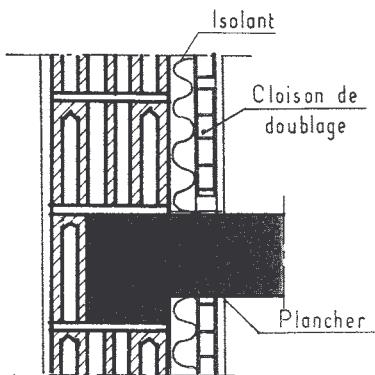
But recherché	OUVRAGES
Résistance et Protection contre l'eau	<p>MURS DE SOUS-SOL - SOUBASSEMENT ⑦ ⑧ ①</p> <p>Blocs pleins ou creux à cloisons épaisses prenant appui sur la semelle de fondation en Béton Armé.</p> <p>La classe B 80 permet de répondre aux exigences des cas courants.</p>  <p>⑦ a Fondation béton armé</p> <p>⑦ b Cas d'un vide sanitaire</p>
Résistance à l'écrasement + Étanchéité + à l'eau de pluie	<p>MURS DE FAÇADE (Charges excentrées) voir figures ① et ②</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plein-mur et allèges ⑧</li> <li>• Les blocs d'épaisseur minimale 20 cm sont obligatoires pour s'opposer à l'eau et aux déperditions. Un doublage avec isolant du côté intérieur complète la paroi ⑩.</li> <li>• Le remplissage des joints (horizontaux et verticaux) des maçonneries enduites doit s'effectuer conformément aux conditions relatives à la résistance aux charges et à la pénétration de l'eau de pluie.</li> <li>• Chaînes d'angle et tableaux de baie (voir p. 126) <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les blocs d'angles permettent de réaliser des chaînages verticaux dans une alvéole de 10 cm × 10 cm.</li> </ul> </li> <li>• Linteaux et chaînage ⑨</li> </ul> <p>Ils peuvent être moulés dans les éléments standards en forme de U :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- reposant sur un coffrage pour les linteaux,</li> <li>- scellés au mortier pour les chaînages afin de faciliter l'exécution et obtenir un parement homogène.</li> </ul>  <p>⑧ Soubassement de façade</p> <p>⑨ Blocs béton en U</p>

(suite)

• Rives des planchers ① ⑩



⑩ Rive de plancher



**NOTA :**

On peut utiliser également :

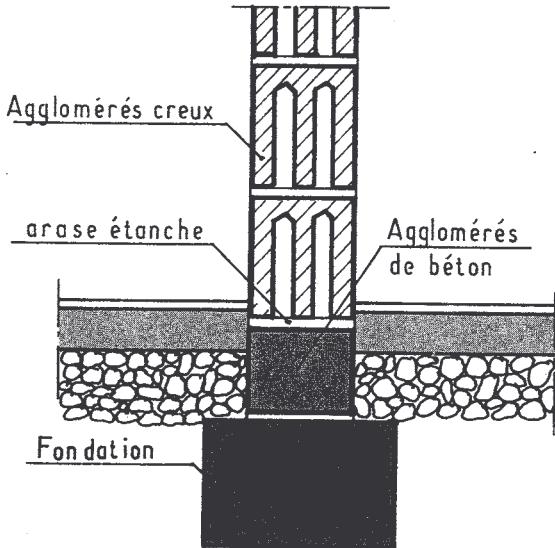
- des blocs en béton cellulaire autoclavé de masse volumique 500 kg/m<sup>3</sup>,
- des blocs typifiés avec isolant (polystyrène) incorporé entre 2 éléments de béton (bloc ISECO).

**MURS DE REFEND** (charges généralement centrées) ① ⑪ ⑫

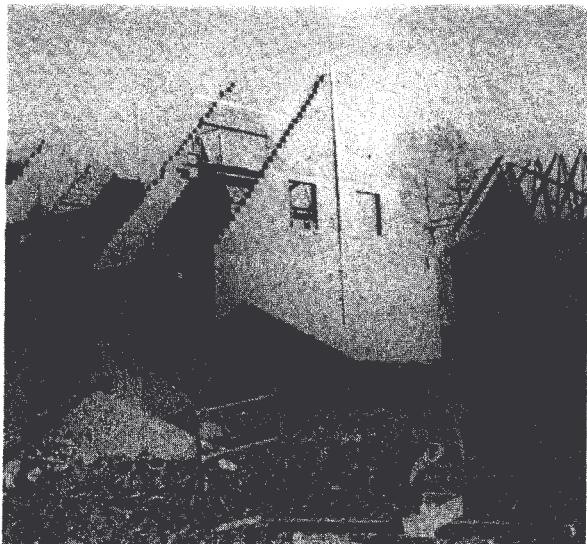
Ils sont souvent porteurs avec ou sans ossature incorporée (raidisseurs horizontaux ou verticaux en Béton armé).

Ce sont les blocs de 15 cm d'épaisseur, pleins ou creux, qui sont souvent utilisés en raison de leur faible encombrement.

Résistance à l'écrasement  
(murs porteurs très sollicités)



⑪



⑫

Résistance pour  
porter les charpentes

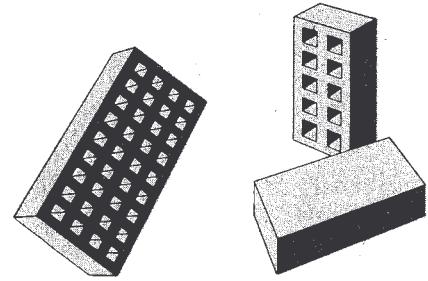
**POINTES DE PIGNON ou de REFENDS** ① ⑫

Les blocs de 15 × 20 × 50 creux sont surtout utilisés, dans le cas du pavillon, pour les refends, et pignons intérieurs. Les blocs de 20 × 20 × 50 à parois minces servent pour les pignons extérieurs.

Les blocs sont laissés en redans pour obtenir les pentes et le rampant est obtenu par un béton de remplissage.

## TROISIÈME PARTIE

# Produits de terre cuite et leur utilisation



⑬ Briques pleines et perforées

### 1 - PRODUITS DE TERRE CUITE : les Briques

- Les briques sont obtenues par cuisson de certaines argiles à une température voisine de 1000 °C.
- Par combinaison chimique à partir de 700 °C, l'argile, en perdant son eau, se transforme en terre cuite.
- L'oxyde de fer des argiles donne la coloration aux briques.

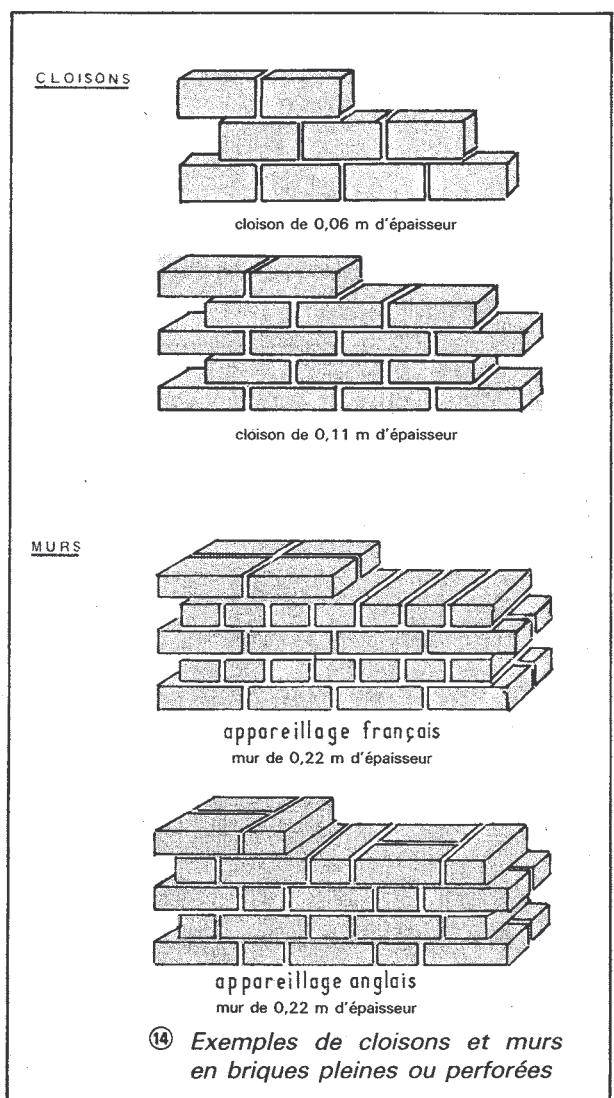
### ■ CARACTÉRISTIQUES ET UTILISATIONS DES BRIQUES PLEINES OU PERFORÉES ⑯ et ⑭

- Elles servent à réaliser :
  - des parements extérieurs ou intérieurs décoratifs (appareillages en briques),
  - des murs simples ou doubles enduits ou non ⑭.
- Les briques sont obtenues soit :
  - par filage (passage de l'argile dans la filière),
  - par pressage (compression de la pâte dans un moule).

Les briques perforées présentent des trous dans la proportion de 40 % de la section totale.

### ► QUALITÉS REQUISES

- Résistance au gel (à 25 cycles de gel et dégel).
- Peu de dilatation à l'humidité (gonflement).
- Pas d'éclatements dus à l'expansion de grains de chaux.
- Peu d'efflorescences (sels) pouvant former taches.
- Aspect suivant la destination du produit.
- Régularité des coloris et des dimensions.



⑭ Exemples de cloisons et murs en briques pleines ou perforées

### ► Dimensions et résistances

	Dimensions courantes				Résistances moyennes	
	Épais.	Larg.	Long.	Catégorie	Résistance	
					MPa	Bar
Briques pleines ou perforées ⑬ Symbole : B.P.	40	105	220	I	20	200
	55	105	220	II	30	300
	60	105	220	III	40	400
	55	105	330			
Tolérances sur briques calibrées :				1 MPa = 10 bars 1 bar = 10 Newton/cm²		
* 3 % sur longueur et largeur * 3 mm sur hauteur						

## BRIQUES CREUSES A PERFORATIONS

- **verticales ou Blocs Perforés** avec des trous verticaux représentant au plus 60 % de la section totale,
- **horizontales** avec alvéoles parallèles au lit de pose. Les « trous » représentent au moins 40 % de la section totale.

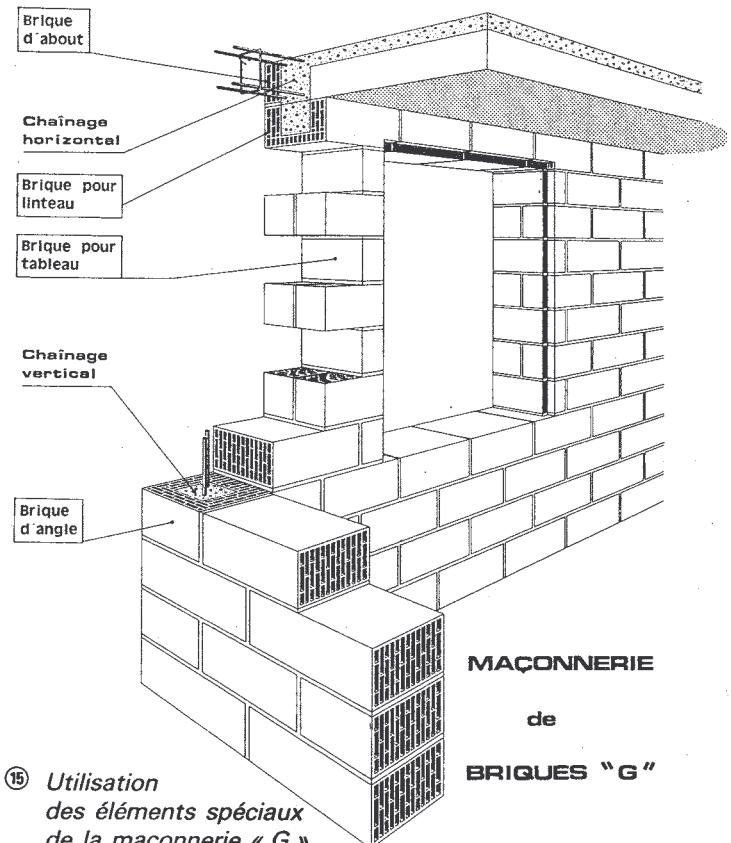
## LE MUR EN BRIQUE « G » <sup>(15)</sup>

**La brique dite « G » à perforations verticales ou horizontales** a été conçue pour obtenir une résistance thermique améliorée par :

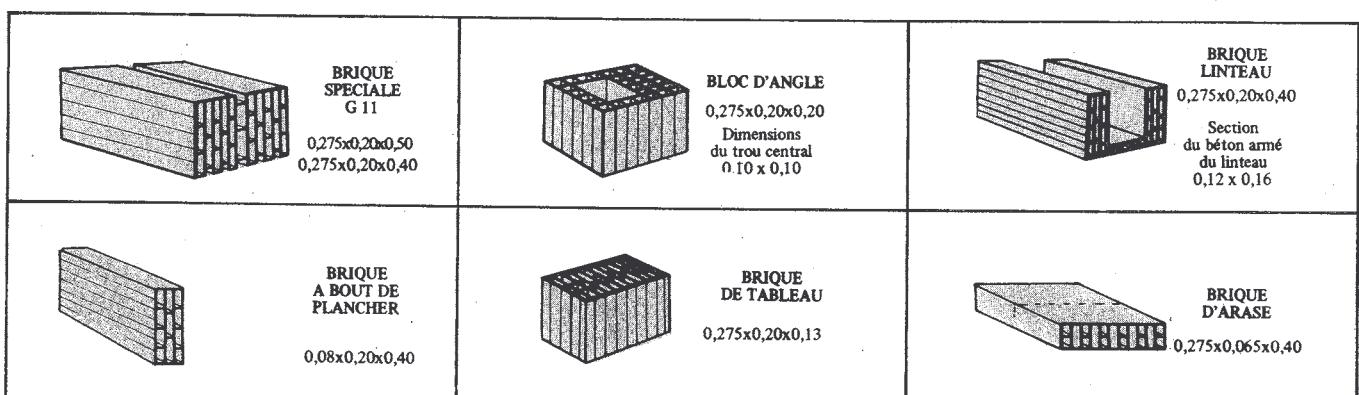
- un nombre important d'alvéoles (12 à 15 rangées et au-delà),
- des attaches transversales en quinconce.

Elle est utilisée essentiellement pour les murs de façade.

### ► Caractéristiques de la brique « G » (Voir ci-dessous).



<sup>(15)</sup> Utilisation  
des éléments spéciaux  
de la maçonnerie « G »



Désignation	Dimensions courantes	Résistance moyenne		
		catégorie	MPa	Bar
Blocs Perforés symbole B.P.	⑯ a Les briques « G » à alvéoles verticales (blocs perforés) Pour murs simples Épaisseurs courantes : 30 à 37,5 cm Hauteur 20cm Longueurs 30 et 40 cm	B.P.	15	150
Briques « G » à alvéoles horizontaux : • creuses → symbole C • à rupture de joint → symbole R.J.	⑯ b Les briques « G » à alvéoles horizontaux Pour murs simples : Épaisseurs courantes : 27,5 et 30 cm Hauteur 20cm Longueurs 40 et 50 cm	I	4	40
		II	6	60
		III	8	80

### Élément spéciaux :

- d'angle de mur → blocs d'angle évidé
- de tableaux de baies → demi-blocs orientés alternativement à chaque assise
- de linteaux      { → bloc en forme de U  
ou de chaînage
- de rive des planchers pour obtenir un parement homogène

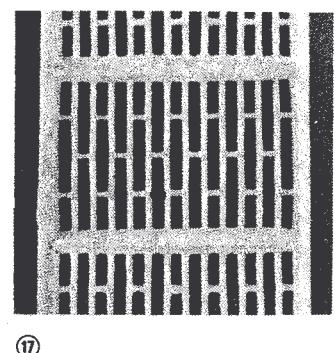
► Qualités requises : (voir page 130)

► Recommandations techniques

**La qualité du mur dépend de la qualité de la mise en œuvre et des dispositions suivantes :**

- respecter le **sens de pose** ⑯ → cloisons superposées alvéoles superposées
- **ne pas utiliser de briques cassées ou percer la maçonnerie pour colmater ensuite avec du mortier,**
- utiliser du **mortier bâtarde** de chaux et ciment  $\approx 500$  kg de liant par  $m^3$  de sable pour les joints,
- utiliser les **éléments spéciaux** d'angle, tableau, linteau, chaînage, about de plancher.

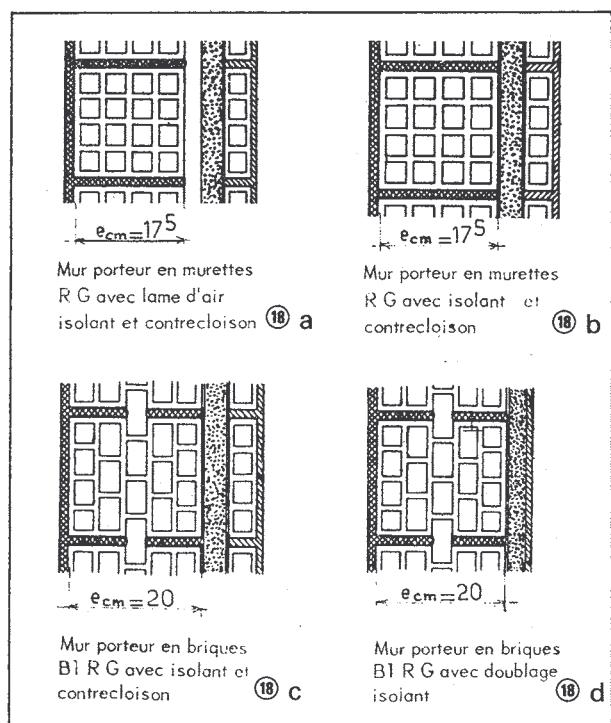
support homogène  
en terre cuite = { bonne tenue  
des enduits  
isolation thermique  
améliorée }



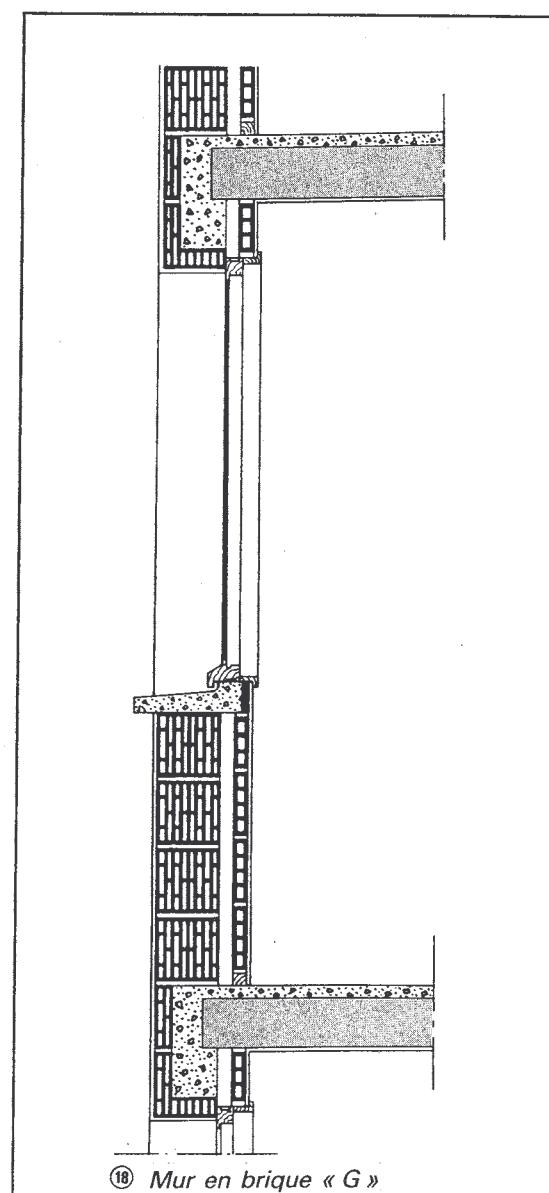
⑯

## ■ MURS RÉALISÉS AVEC LES BRIQUES CREUSES ⑯

- murs à simple paroi :
  - non porteurs,
  - porteurs.
- murs avec cloison de doublage :
  - sans isolant,
  - avec isolant.
- Types de briques creuses :
  - type C : à faces de pose continue,
  - type R.J. : à rupture de joint (coupure du joint horizontal).



↔ ⑯ →



► Dimensions des produits

Désignation	Dimensions courantes			Utilisations
	Épais.	Haut.	Larg.	
Briques plâtrières	3	20	40	cloison de doublage rive de planchers
	4	20		
	5	20		
	5	20	et	
	6	20		
	7	20	50	
Briques de moyen format	8	20	40	cloison de doublage cloison de séparation mur de remplissage
	8	20	40	
	15	20	40	
Briques de grand format creuses (C) ou à Rupture de Joint (R.J.)	20	20	40	murs intérieurs (C) murs extérieurs (R.J.)
	22,5	20	(et 50)	
	25	20		
	27,5	20		
	30	20		
	32,5	20		

► Résistances moyennes

Désignation et classifications	Résistance à l'écrasement	
	MPa	Bar
Briques ordinaires	2,8	28
Briques creuses ou à rupture de joints	C ou R.J. 40	4
	C ou R.J. 60	6
	C ou R.J. 80	8

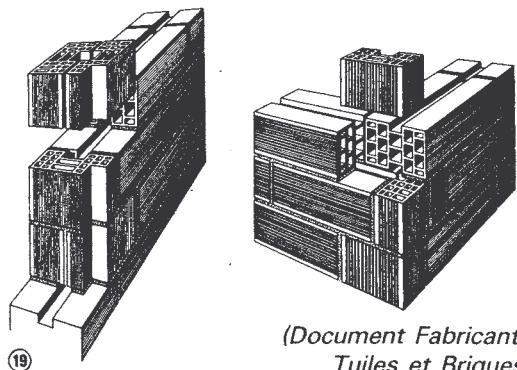
OUVRAGES PARTICULIERS

Les angles, tableaux de baies et linteaux sont réalisés de façon similaire à ceux des briques "G".

► Qualités requises (voir page 130) :

► Dispositions constructives (voir page 132) :

- Elles rejoignent celles qui sont relatives à la briques « G » pour les murs extérieurs.
- - Les particularités concernant :
  - la brique à rupture de joint,
  - les murs intérieurs
 font l'objet des vues :
  - d'ensemble ⑯,
  - de détails techniques ⑰ ⑱.



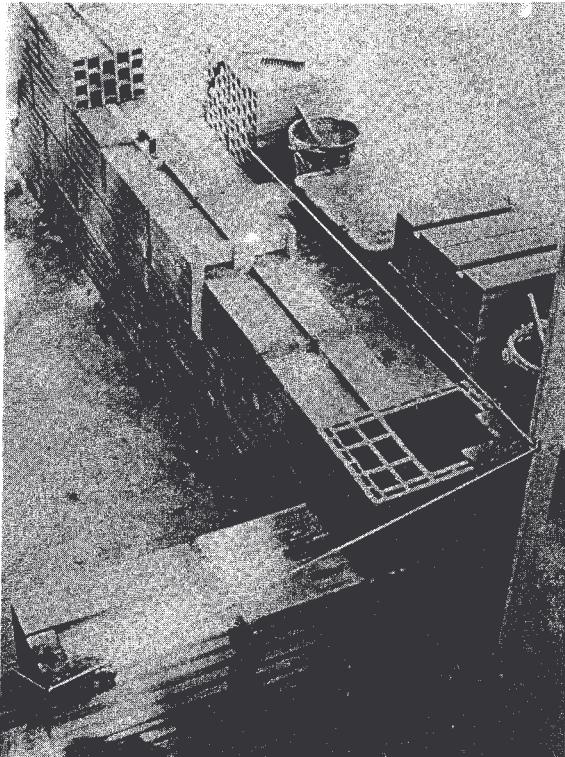
(Document Fabricants Tuiles et Briques)

## 2 - PRINCIPE DE SÉCURITÉ

Le coefficient de sécurité appliqué tient compte de la nature du matériau et du mode de chargement.

Produit de Terre cuite	Coefficient de Sécurité	
	chargement centré mur de refend	chargement excentré mur de façade
Briques creuses de type C à joints pleins.	7	10
Briques à rupture de joints ou à joints partiels R.J.	9	11
Briques pleines ou perforées	7	9
Blocs perforés	7	9

**Condition :** la hauteur du mur entre planchers ne doit pas dépasser le produit : (épaisseur du mur × 15)



⑲

## QUESTIONNAIRE

1. A quelles conditions doivent satisfaire les murs d'habitation ?
2. Comment définir un mur ?
3. Réaliser des schémas de murs traditionnels :
  - à simple paroi,
  - à double paroi.
4. Quelle est la valeur du coefficient de sécurité appliqué pour la résistance à l'écrasement des blocs béton ?
5. Quelles sont les recommandations d'utilisation pour les murs de façades en blocs de béton creux ?
6. Comment sont obtenus les rampants des pignons intérieurs ou extérieurs ?
7. Par quel procédé obtient-on la forme des briques ?
8. Quelles sont les qualités requises pour les matériaux en Terre cuite utilisés pour les murs extérieurs ?
9. Qu'est-ce qui caractérise une brique « G » ?
10. Quelles recommandations techniques relatives à la pose des briques à rupture de joint peut-on faire au sujet :
  - des angles ?
  - des chaînages ?

# THÈME 16

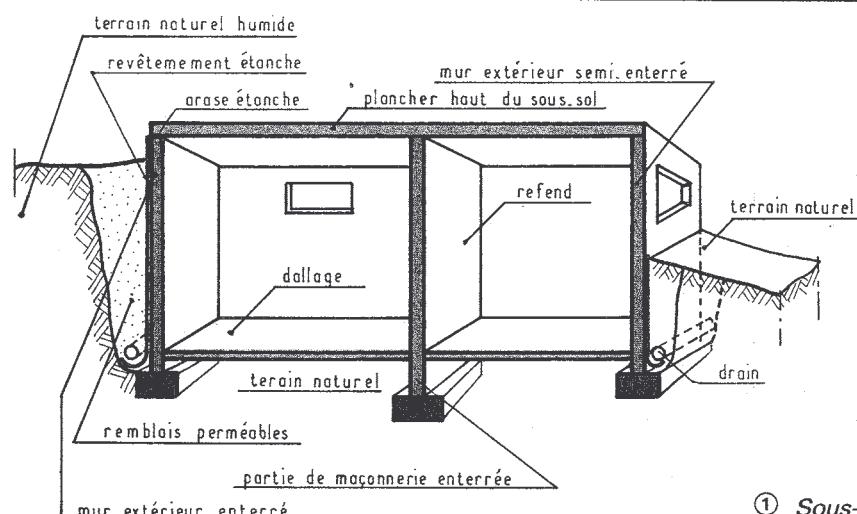
## La maçonnerie du sous-sol

### 1 - DE QUELS TRAVAUX S'AGIT-IL ?

Il s'agit de :

#### ■ LA MAÇONNERIE DES MURS EXTÉRIEURS DU SOUS-SOL ① :

- enterrés,
- ou semi-enterrés } qui sont classés en fonction de leur utilisation



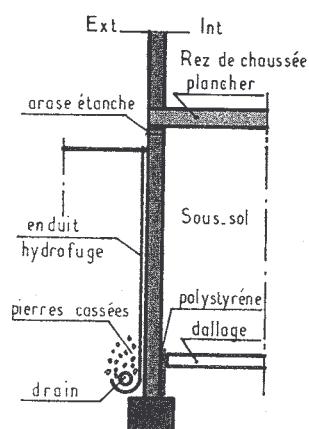
① Sous-sol de pavillon

#### ► Murs de 1<sup>e</sup> catégorie ②

murs limitant des locaux utilisés

**EXEMPLES :**

- caves, garages,
- locaux collectifs,
- locaux d'habitation.



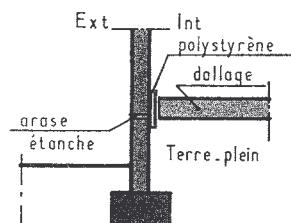
② Murs de 1<sup>e</sup> catégorie

#### ► Murs de 2<sup>e</sup> catégorie ③

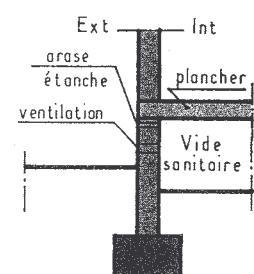
murs dont la face interne limite un espace non utilisable.

**EXEMPLES :**

- murs bordant un **vide sanitaire**,
- murs qui maintiennent un **terre-plein** intérieur.



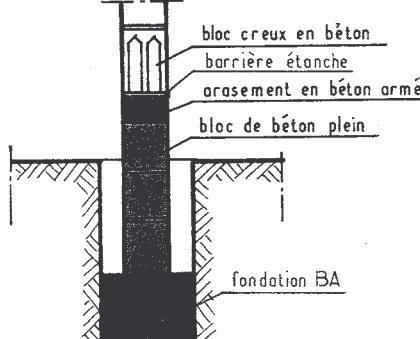
③ Murs de 2<sup>e</sup> catégorie



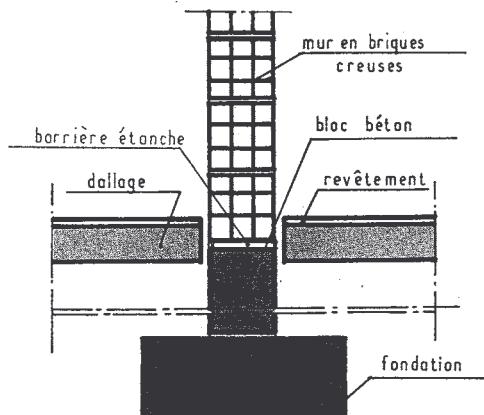
## ■ LA PARTIE DE MAÇONNERIE DES MURS INTÉRIEURS PORTEURS ENTERRÉS DANS LE SOL

### EXEMPLE :

départ d'un mur de refend.



④



⑤ Mur intérieur

## 2 - RÔLES DES MURS DE SOUS-SOL

### ■ Ces murs sont destinés à :

- ▶ **supporter les charges verticales,**
  - permanentes → masse propre des ouvrages (murs, planchers, etc.),
  - d'exploitation → meubles, personnes, etc.
  - de neige.
- ▶ **résister aux actions horizontales telles que :**
  - la poussée du vent sur les façades,
  - la poussée des remblais.
- ▶ **empêcher la pénétration de l'eau par infiltration à travers la paroi.**

### ■ Il en résulte trois conditions essentielles :

- ▶ **condition de résistance** à l'écrasement sous les charges verticales.
- ▶ **condition de stabilité** au renversement sous l'effet des poussées.
- ▶ **condition de confort**
  - isolation thermique pour locaux habités,
  - protection contre l'humidité.

## 3 - SOLUTIONS RETENUES POUR LES MURS EXTÉRIEUX

### ■ Matériaux utilisés pour satisfaire les conditions de résistance et de stabilité des murs porteurs enterrés :

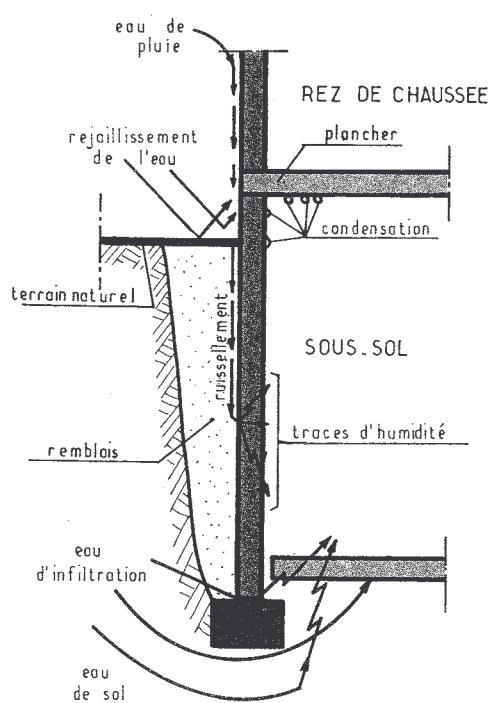
- ▶ **blocs pleins ou creux de béton d'épaisseur minimale 20 cm hourdés au mortier de chaux et ciment ;**  
les briques creuses sont interdites,  
les briques perforées sont admises,  
le dosage en liant du mortier de pose est de 350 à 500 kg par mètre cube de sable 0/3.
- ▶ **béton banché faiblement armé d'épaisseur minimale 15 cm qui nécessite des coffrages (banches).**

### ■ Ensemble drainage et écran d'étanchéité pour satisfaire la condition de protection contre l'humidité (voir ① et ②).

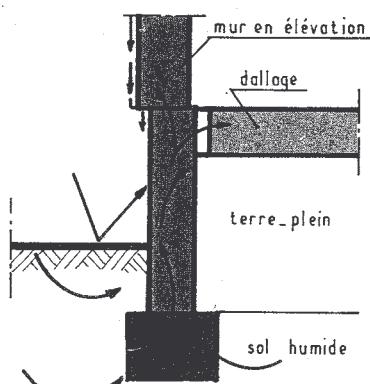
#### ▶ Incidents à craindre

- **Infiltrations d'eau ⑥ et ⑦**
  - à travers la paroi,
  - au niveau de la fondation.
- **humidité dans le mur** par remontées capillaires (effet de mèche) avec condensations côté intérieur du mur.
- **action de l'eau sur le sol de fondation** avec risque de tassement et déordres consécutifs.

⑥ Mur de 1<sup>e</sup> catégorie :  
risques à éviter



⑦ Mur de 2<sup>e</sup> catégorie :  
risques à éviter



► Solutions techniques

⑨ à ⑫

Il s'agit :

- de collecter et diriger l'eau au pied du mur ⑪,

- d'obtenir :
  - sur la paroi : un écran d'étanchéité
  - dans le mur : une coupure de capillarité

• Organes collecteurs

- le **caniveau** ⑧ permet d'obtenir aussi la pente voulue  $\geq 5 \text{ mm par mètre}$ . Il est réalisé en mortier de ciment.

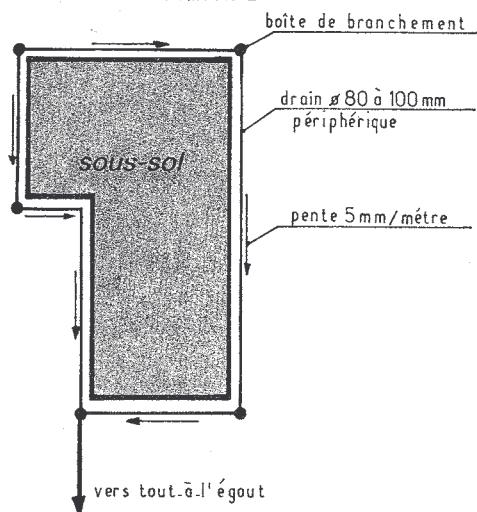
- les **drains**, de diamètre 8 à 10 cm, collectent l'eau.

Ils peuvent être en :

- terre cuite → drain de 33 à 50 cm de long
- ciment → tuyau de 100 cm de long
- P.V.C. → tuyau plastique strié et perforé de plus en plus utilisé

- les **boîtes de branchement** sont placées à chaque changement de direction du drain.

SCHEMA DE PRINCIPE



⑧ Schéma de principe

• **Écran d'étanchéité**  
①, ②, ⑨ et ⑩

1<sup>e</sup> solution

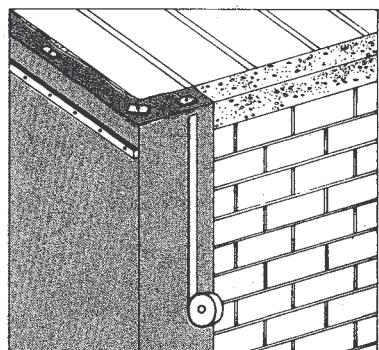
2<sup>e</sup> solution

sur Murs en agglos

**Enduit classique au mortier de ciment avec hydrofuge.**  
**Peinture bitumineuse appliquée en 2 couches (voir Thème n° 9 « Les Mortiers »).**

**NOTA :** les murs en béton banché forment un écran, la peinture bitumineuse appliquée protège la peau du béton.

**Film étanche ⑨**  
(Polyane ou Griltex) simplement appliqué contre la paroi sans réalisation préalable d'enduit.



Fixation du film étanche

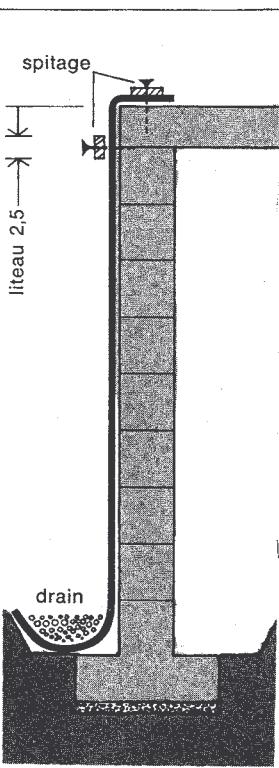
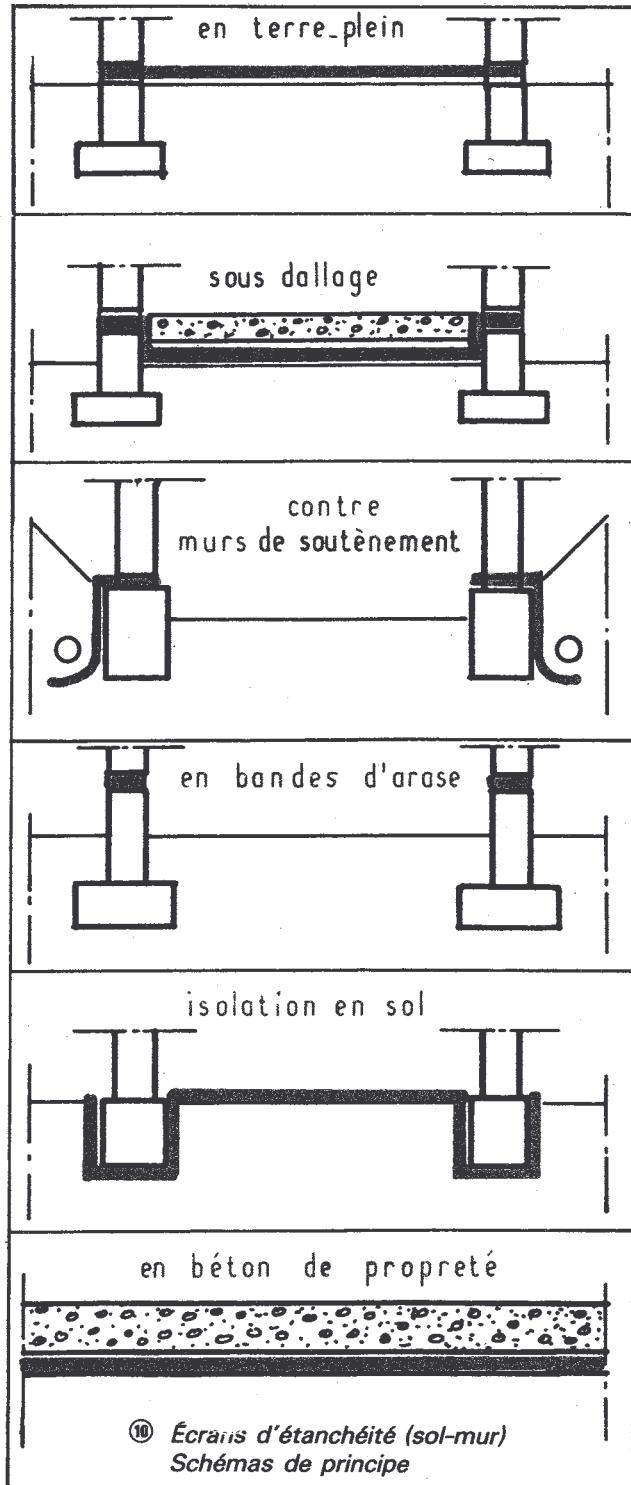


Schéma de principe

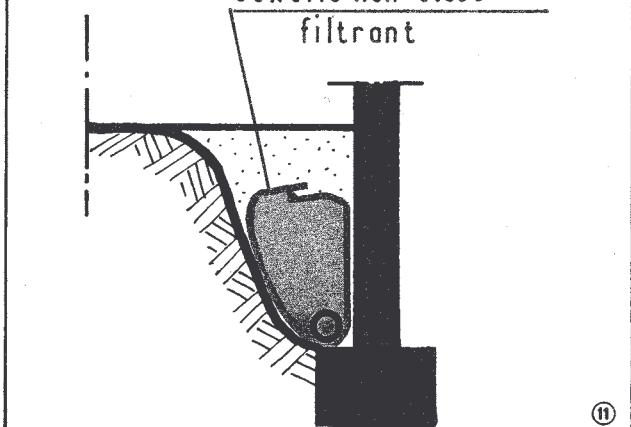
Étanchéité achevée

⑨ Mise en œuvre



⑩ Écrans d'étanchéité (sol-mur)  
Schémas de principe

textile non tissé filtrant



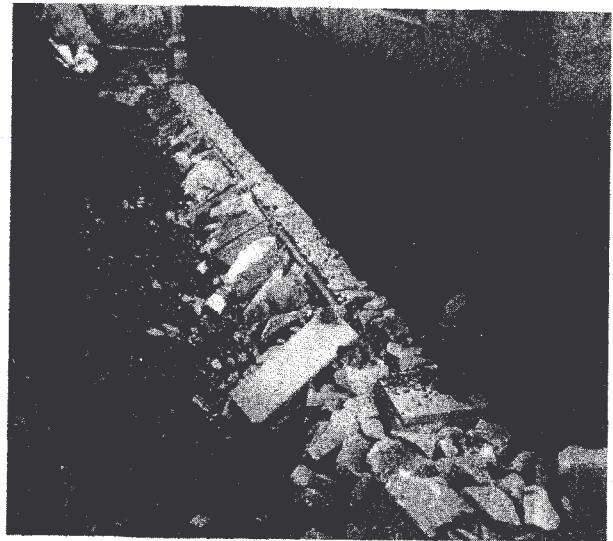
⑪

• **Tranchée drainante ⑪**

Les matériaux granuleux servent de filtre avec ou sans utilisation de non tissés synthétiques.

- Coupure de capillarité par barrière étanche dans l'épaisseur du mur ③, ④, ⑤ et ⑫.

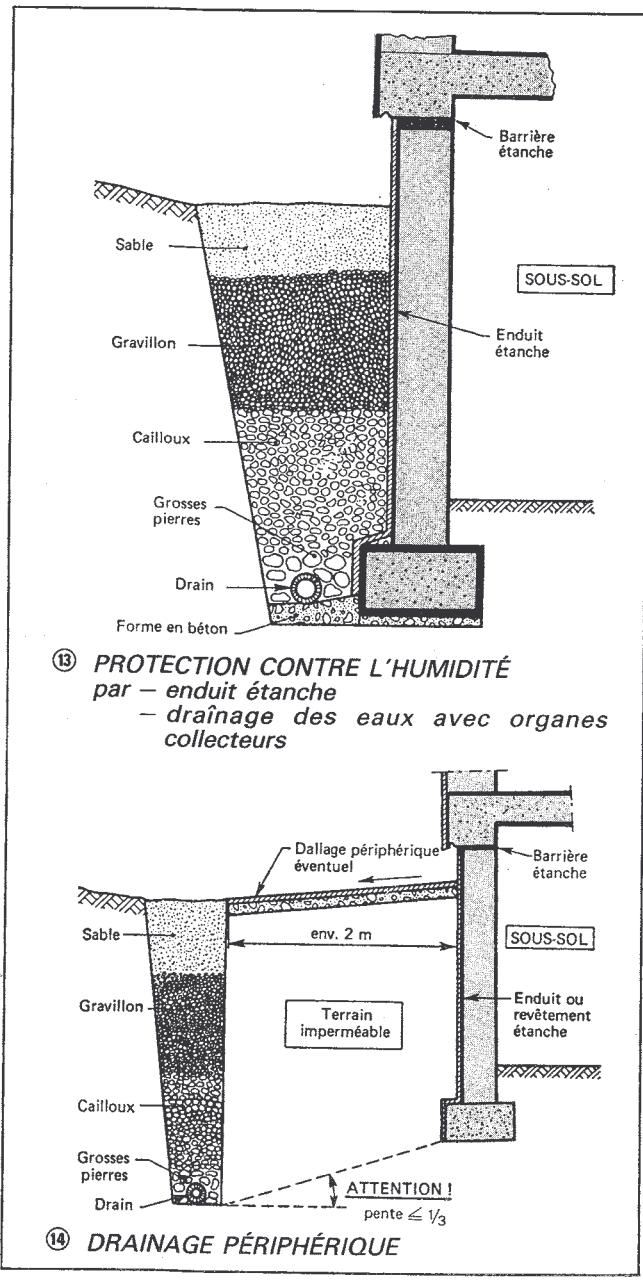
- chape de bitume armé,
- arase en mortier hydrofugé de 3 à 4 cm d'épaisseur dosé à 500 kg de ciment,
- feuille de polyéthylène placée en sandwich entre deux couches de mortier, épaisseur 100 microns.

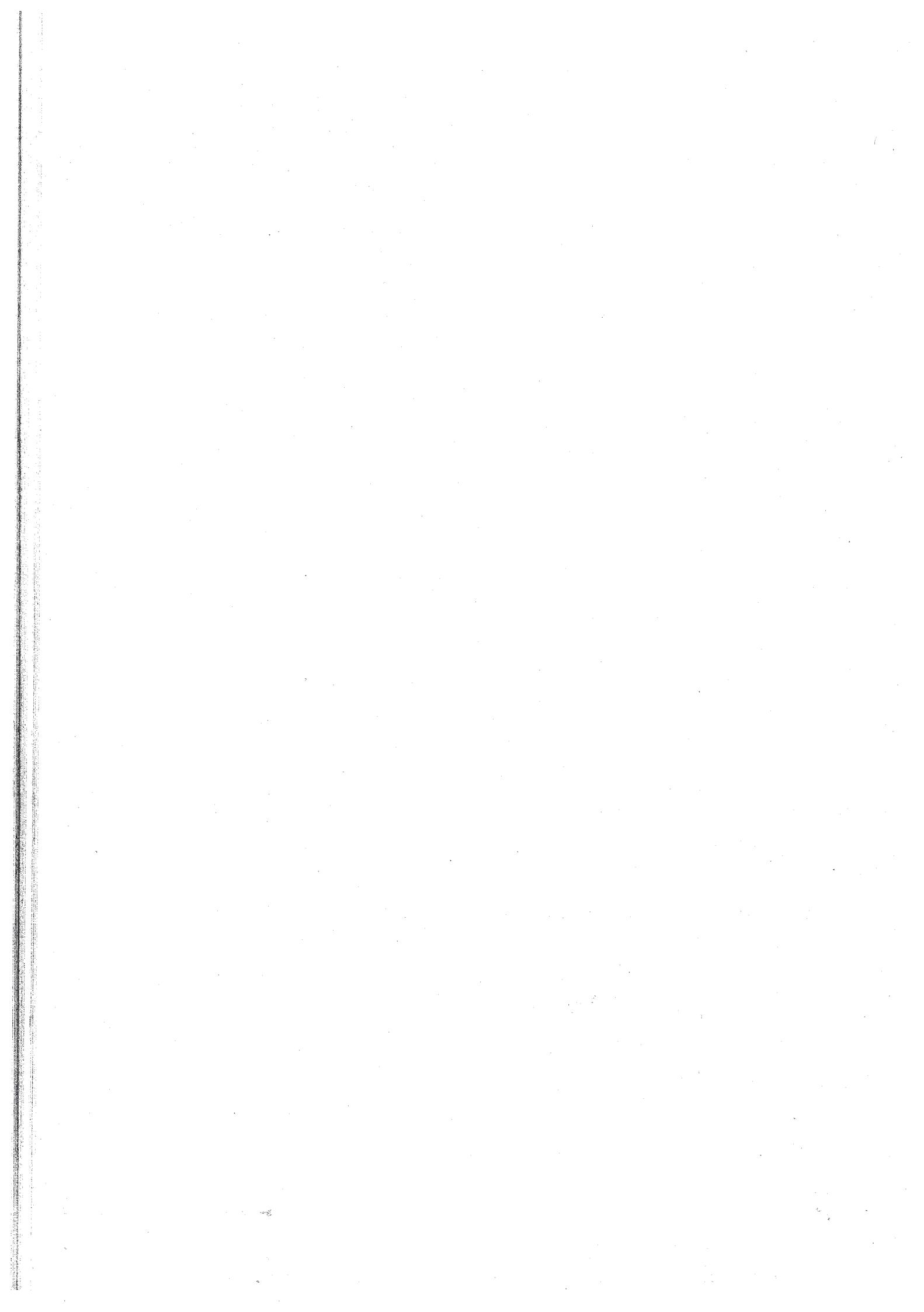


- ⑫ • Mur semi-enterré en blocs creux  
• Drainage à la base du mur  
• Enduit hydrofugé et peinture bitumineuse avant remblai

## QUESTIONNAIRE

1. A quoi servent les murs de sous-sol ?
2. Comment sont classés les murs de sous-sol ?
3. Quels sont leurs principaux rôles ?
4. Quels risques ou incidents sont-ils à craindre ?
5. Quelles solutions constructives préconisez-vous ?
6. Comment peut-on réaliser l'écran d'étanchéité ? (Voir page 76)
7. Justifier les dispositions des croquis 13 et 14 pour lutter contre les infiltrations d'eau.





# THÈME 17

## La réalisation des murs de sous-sol

### 1 - DOSSIER DE TRAVAIL

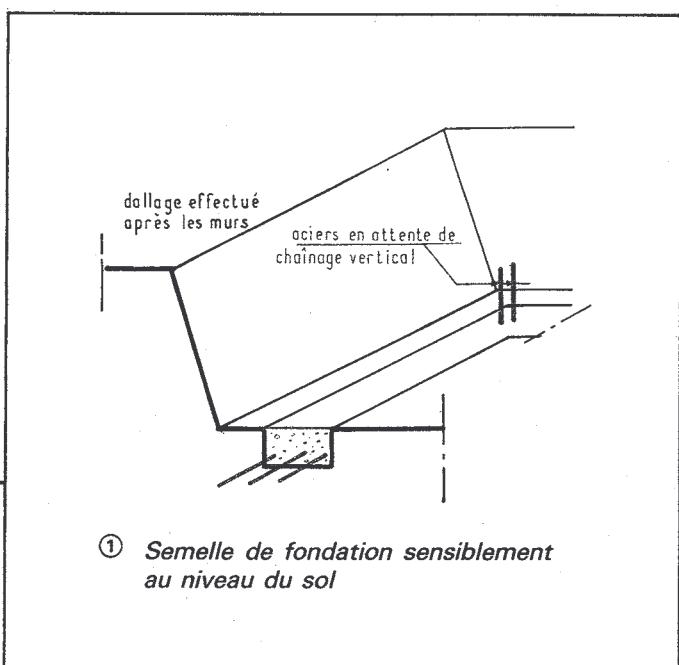
(Voir Thème n° 3 : « PROJET DE CONSTRUCTION »)

#### ■ DONNÉES DE DÉPART

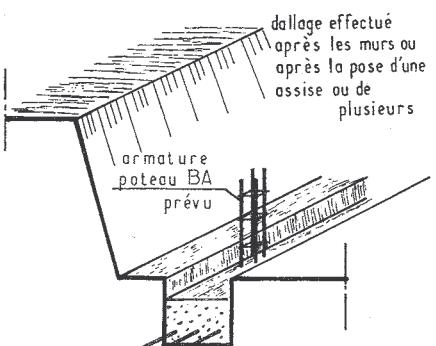
Le constructeur dispose :

- ▶ des plans du pavillon.
- ▶ du descriptif qui mentionne ou précise :
  - la nature et les dimensions des blocs,
  - la disposition des chaînages,
  - les dosages,
  - les recommandations professionnelles.
- ▶ des plans d'exécution.

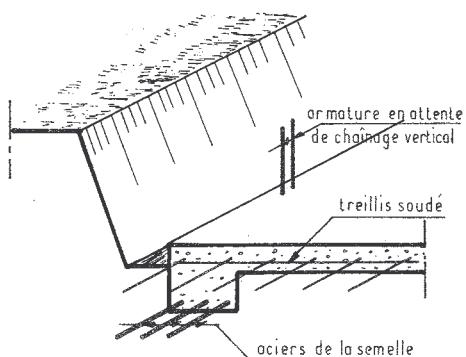
- Les fondations sont réalisées (*Cas rencontrés : ① ② et ③*).
- Les aciers en attente des poteaux ou des chaînages verticaux sont placés.



① Semelle de fondation sensiblement au niveau du sol



② Semelle de fondation en contrebas du sol nivelé



③ Dallage réalisé en même temps que les fondations (cas fréquents)

## ■ POSE A LA TRUELLE ⑫ et ⑬

► Le maçon étale le mortier à la truelle en **couche régulière** sur l'assise inférieure.

Il creuse un léger sillon pour favoriser la mise en place et la **stabilité** de l'élément.

**Il tasse chaque bloc tout en l'alignant** au cordeau tendu entre les blocs d'extrême-  
mité.

**Il serre le mortier** refluant et le coupe à la truelle pour affleurer le parement.

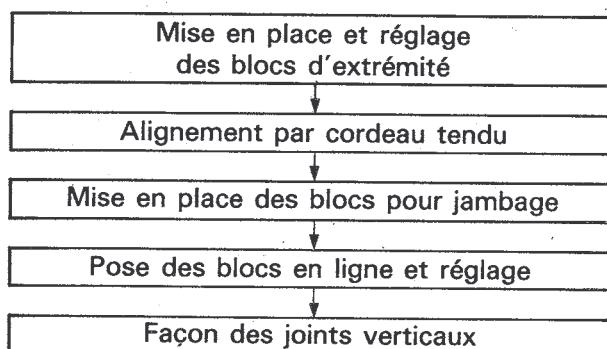
Les  **joints verticaux** peuvent s'effectuer en série.



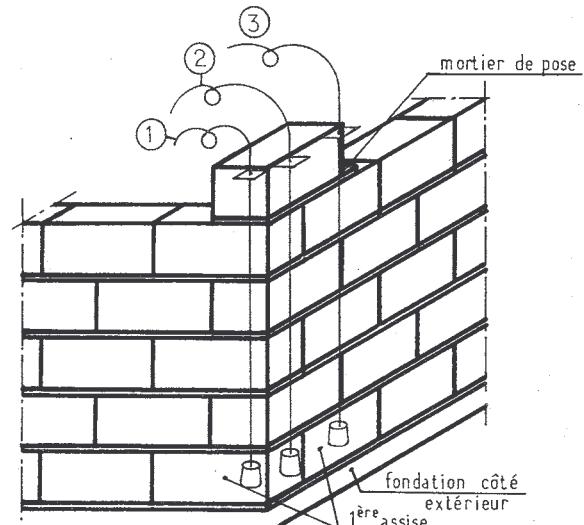
### ⑫ Mise en place des blocs béton

- Pose à la truelle,
- Alignement au cordeau.

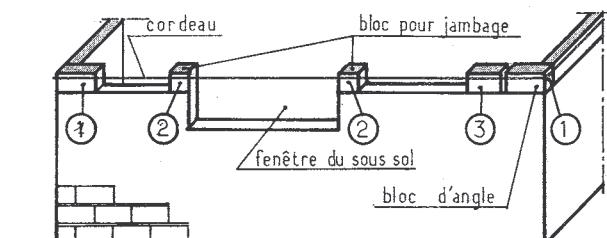
## ► Ordre des opérations successives ⑭



**NOTA :** échafaudage par tréteaux avec protections réglementaires ⑮

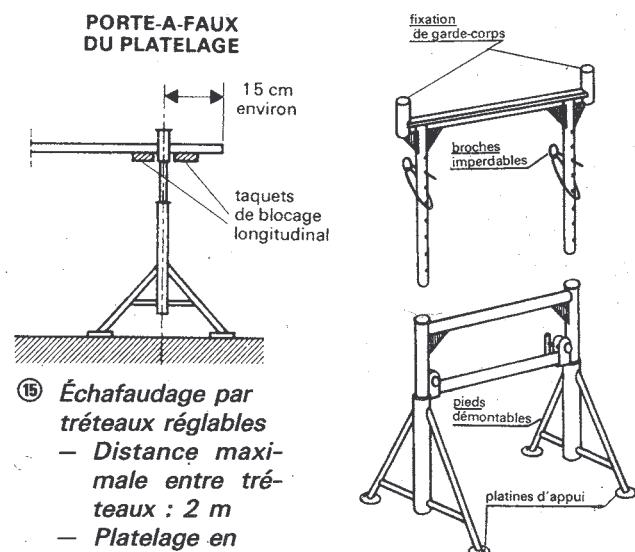


⑬ Réglage d'un angle au fil à plomb



### ⑭ Alignement des blocs au cordeau

- 1 - Blocs d'angle
- 2 - Blocs de jambage
- 3 - Blocs pour plein-mur



- ⑮ Échafaudage par tréteaux réglables
- Distance maximale entre tréteaux : 2 m
  - Plate-lage en bastaings ou planches de 40 millimètres d'épaisseur

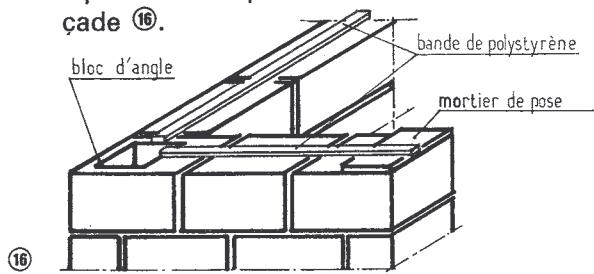
(Doc. O.B.T.P.)

## ■ POSE A LA RÈGLE CALIBRÉE OU AU CADRE MÉTALLIQUE

**But recherché :**  
régularité des joints horizontaux.

- ▶ La règle est disposée sur l'assise (ou le cadre métal) pour obtenir une couche régulière de mortier déposé.
- ▶ Cette méthode est peu répandue, l'ouvrier se fiant plutôt à son habileté manuelle.

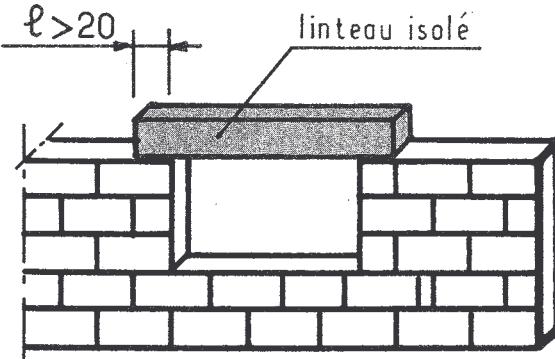
► Une bande de polystyrène laissée en place au milieu de l'assise permet d'obtenir une rupture de joint en évitant le « pont thermique » dans les murs de façade ⑯.



## 3 - LIAISON DES MURS - APPUIS DES POUTRES - CHAÎNAGES VERTICAUX

CAS D'ÉTUDE	RENSEIGNEMENTS TECHNIQUES	CROQUIS
<p>Liaison des murs de façade et de refends.</p> <p><b>OBJECTIFS RECHERCHÉS :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- stabilité des murs</li> <li>- réduction des ponts thermiques (échanges de chaleur à travers les murs)</li> </ul>	<p><b>PARFOIS :</b></p> <p>↓ la liaison était effectuée par pénétration d'un élément (2 ou 3 sur la hauteur).</p> <p><b>Inconvénients :</b></p> <p>↓ → Pont thermique important, → Risque de pénétration d'eau par capillarité.</p> <p><b>DÉSORMAIS :</b></p> <p>↓ désolidarisation totale façade-refend sauf aux chaînages horizontaux.</p> <p><b>Avantages :</b></p> <p>↓ → rapidité d'exécution, → suppression du pont thermique, → isolation intérieure continue.</p> <p><b>CONCLUSION :</b></p> <p>↓ Les chaînages verticaux sont recommandés et les chaînages horizontaux assurent les liaisons en tête de mur.</p>	<p><b>CROQUIS</b></p> <p>⑯</p> <p><b>DESOLIDARISATION façade refend (chaînage horizontal non réalisé)</b></p> <p>⑰ Vue de dessus schématique</p>

<p><b>OBJECTIF RECHERCHÉ :</b> Liaison effective sur la hauteur du mur</p>	<p><b>VARIANTE :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- on monte d'abord les murs de façade,</li> <li>- on perfore quelques alvéoles au droit des refends,</li> <li>- on coule un potelet en béton faiblement armé pour solidariser.</li> </ul>	<p>⑯ Détail liaison façade-refend (vue de dessus)</p>
<p><b>Appui des poutres porteuses du plancher sur les murs de façade.</b></p> <p><b>OBJECTIF RECHERCHÉ :</b> Égaliser les pressions sur le mur</p>	<p>La poutre transmet une charge concentrée qu'il s'agit de répartir sur le mur par un « sommier de répartition ».</p> <p>La poutre réalisée sur place ou préfabriquée peut prendre appui sur un poteau en béton armé :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- coulé dans des blocs spéciaux d'angle ce qui évite tout coffrage (voir photo ⑳),</li> <li>- coulé en place en réalisant un coffrage avec des panneaux plaqués sur les agglos préalablement montés.</li> </ul>	<p>⑰ Poutres de sous-sol préfabriquées</p>
	<p>⑱ Sommier de répartition</p>	<p>⑲ Poteau B.A. coulé dans un bloc d'angle</p>

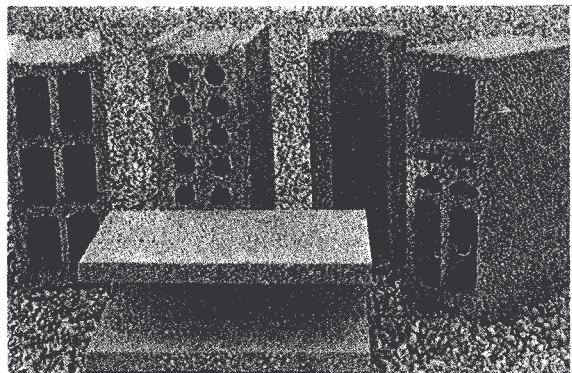
<p><b>Appui des linteaux isolés</b></p> <p><b>OBJECTIF RECHERCHÉ :</b></p> <p><b>Sécurité des ouvrages</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La longueur d'appui « <math>l</math> » des linteaux sur la maçonnerie est en fonction de la portée,</li> <li>- La longueur minimale de l'appui est de 20 cm.</li> <li>- De plus, « <math>l</math> » est au moins égale au <math>1/10^{\circ}</math> de la portée.</li> </ul> <p><b>EXEMPLE :</b> linteau de portée : <math>250 \text{ cm} \rightarrow l \geq 25 \text{ cm}</math></p>	 <p>②3 Longueur minimale de l'appui : 20 cm</p>
<p><b>Réalisation des chaînages verticaux</b></p> <p><b>OBJECTIFS RECHERCHÉS :</b></p> <p>Raidir les murs dans le plan vertical Réduire les fissurations des maçonneries</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ils sont réalisés au moins dans les angles rentrants et parfois sortants des maçonneries (voir croquis ④).</li> <li>- L'armature minimale correspond à <math>1,60 \text{ cm}^2</math> ou 3 aciers H.A. de diamètre 8 mm.</li> <li>- Ils sont incorporés dans l'épaisseur des murs dans les blocs spéciaux.</li> <li>- Le béton est dosé à 350 kg de CPJ 45 par <math>\text{m}^3</math> et mis en place par pilonnage ou vibration.</li> </ul>	 <p>②4 Blocs spéciaux d'angle pour chaînage vertical</p>

#### 4 - REMARQUES SUR LES COFFRAGES

##### ■ LES TRAVAUX DE COFFRAGE ④ ⑤ ⑥ POUR LES :

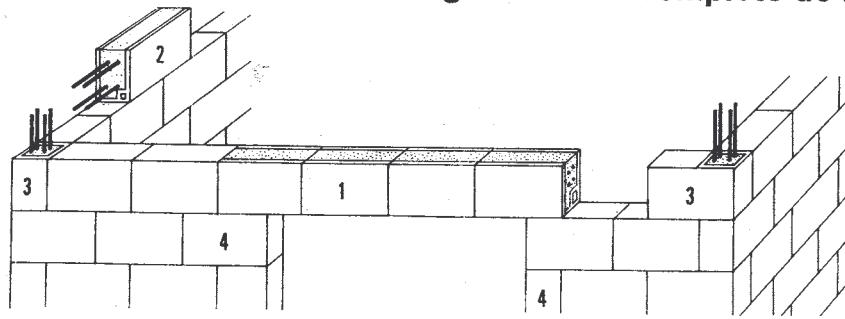
- ▶ potelets d'angle ou de jambages (chaînages verticaux),
- ▶ linteaux de petite et grande portée,
- ▶ chaînages horizontaux

sont grandement simplifiés par l'utilisation de blocs accessoires spéciaux.



②5 Blocs béton

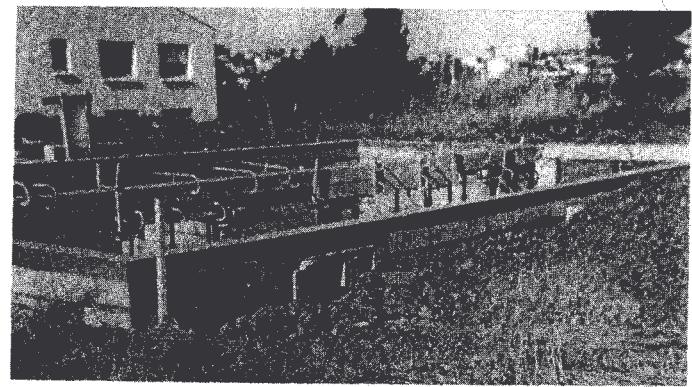
## une gamme très complète de blocs accessoires spéciaux



⑯ *Blocs accessoires spéciaux*

Bloc pour linteaux, feuillures, planchers.	1
Bloc pour chaînages et planchers.	2
Bloc pour angles et poteaux.	3
Bloc pour jambages, feuillures, tableaux, $\frac{1}{2}$ blocs.	4

■ **LE COFFRAGE DE L'ARASE** ⑰ au niveau inférieur du plancher s'effectue par utilisation de planches de coffrage de 3 à 4 mètres de longueur maintenues par serre-joints.



⑰ *Chaînages horizontaux - Arase pour plancher*

## QUESTIONNAIRE

1. *Comment implanter la porte de garage d'un sous-sol en vue de la construction des murs ?*
2. *Quelles recommandations faut-il suivre pour placer correctement les blocs de béton ?*
3. *Est-il utile de lier les murs ? Dire pourquoi ?*
4. *Comment réalise-t-on les chaînages verticaux ?*
5. *Quelles sont les précautions à prendre pour les appuis de poutres ?*

# THÈME 18

## Les murs en béton banché

*Le béton est dit BANCHÉ s'il nécessite un coffrage pour obtenir la forme du mur.*

### PREMIÈRE PARTIE Principes généraux

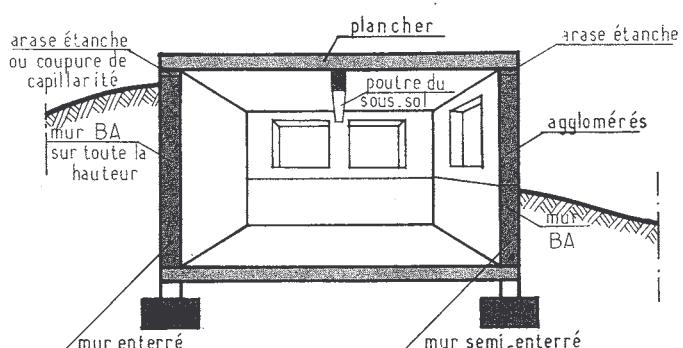
#### 1 - DOSSIER DE TRAVAIL

##### ■ Les murs extérieurs de sous-sol ①

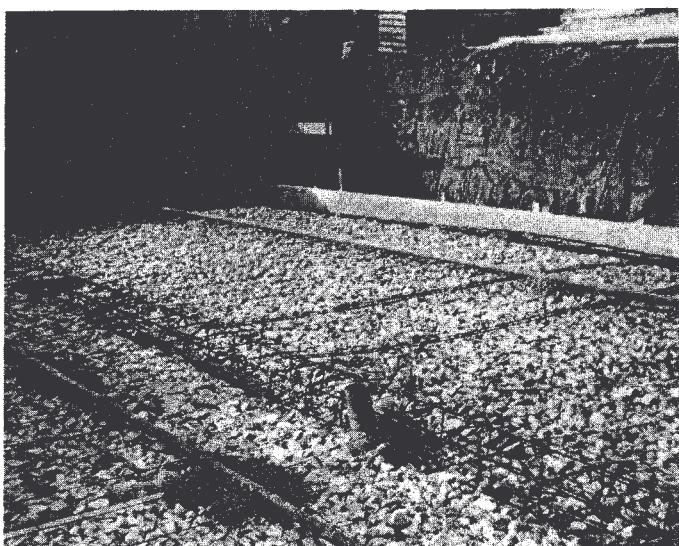
- enterrés totalement,
  - enterrés partiellement,
- peuvent être réalisés :
- ▶ en béton armé sur toute la hauteur du sous-sol.
  - ▶ en béton armé sur une partie de la hauteur, et en blocs pleins ou creux en béton ou éléments de terre cuite (briques creuses) au-dessus.

##### ■ État d'avancement des travaux sur le chantier ②

- les fondations sont réalisées.
- le dallage du sous-sol est achevé.
- les fondations par semelles continues et isolées sont souvent coulées simultanément.
- les aciers en attente dans les semelles ont été placés.



① Les murs extérieurs du sous-sol



② - Coulage simultané des fondations et du dallage.  
- Coffrage sommaire en rive

■ Extrait du D.T.U. (Document Technique Unifié) sur les dispositions constructives minimales.

► Épaisseur des murs :

Elle doit être au moins égale à 15 cm.

► Armature :

- *l'enrobage* des aciers est d'au moins 3 cm.
- *une armature minimale* est placée du côté extérieur pour limiter les fissurations ③ et ④.

Sections d'aciers par mètre

En position	diamètre	section
verticale	Ø 4 mm	0,50 cm <sup>2</sup>
horizontale	Ø 5 mm	1 cm <sup>2</sup>
distance entre axes des aciers $\leq 25$ cm		

→ Renforts :

- à chaque extrémité de mur pour former chaînage vertical 1,5 cm<sup>2</sup>
- à chaque bord d'une ouverture ⑤ verticalement et horizontalement  $\approx 1$  cm<sup>2</sup>
- pour chaînages horizontaux des planchers section d'acier  $\geq 1,5$  cm<sup>2</sup>

■ L'entreprise de gros-œuvre doit effectuer :

► l'implantation des murs et des baies

- par tracé au trait bleu sur le béton des fondations ⑥.
- par confection d'une talonnette en béton ou amorce de mur ⑦.

► le coffrage d'une paroi (extérieure ou intérieure suivant la commodité du chantier) et réservation des baies ⑧ et ⑨.

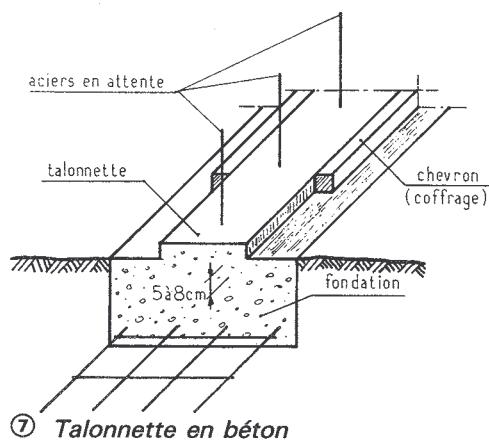
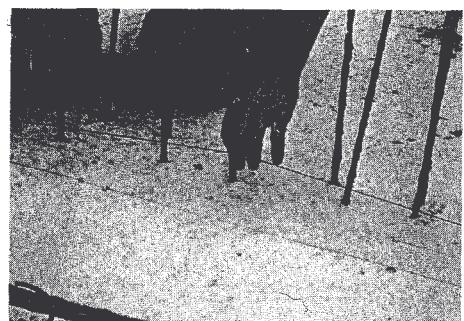
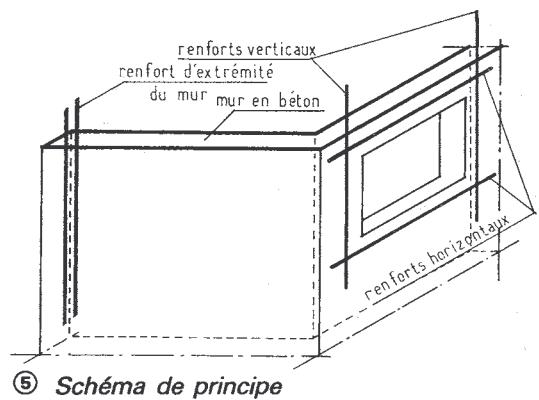
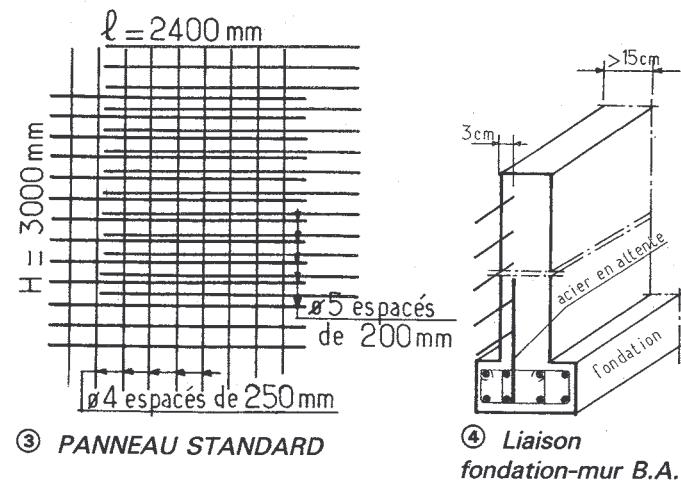
► la mise en place du treillis soudé et des aciers complémentaires.

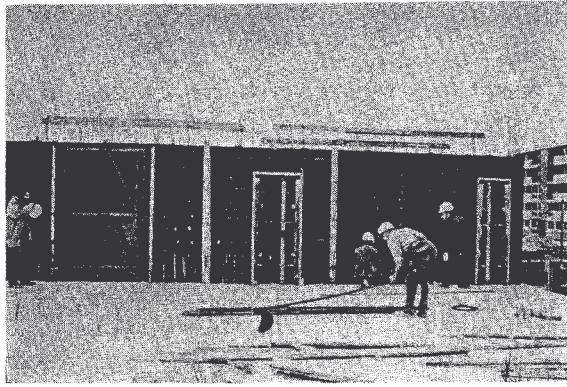
► le coffrage de la paroi en vis-à-vis en stabilisant l'ensemble du coffrage du mur.

► la mise en place du béton par vibration.

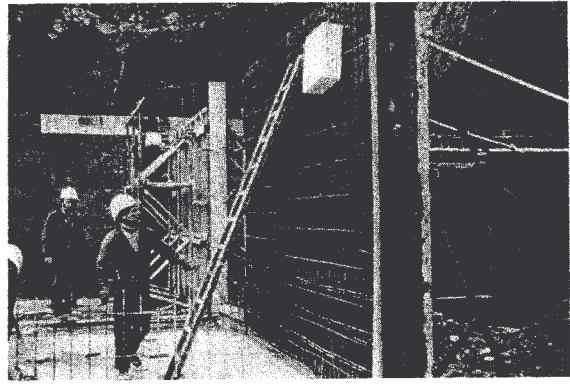
► le décoffrage des murs.

- La sécurité en cours d'exécution doit constituer un souci permanent de la part de tous les participants.





⑧ Coffrage d'un côté et mise en place de l'armature

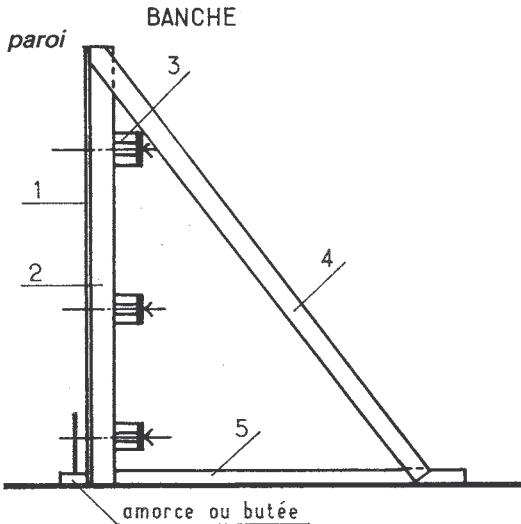


⑨ Coffrage et armature

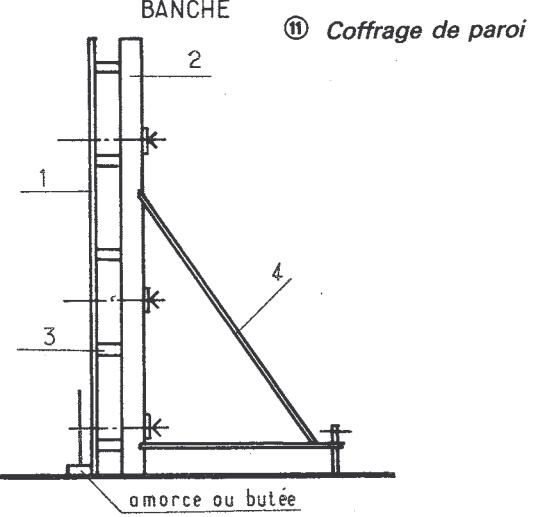
## 2 - PRINCIPES COMMUNS POUR LES COFFRAGES DE MURS EN BÉTON

### ■ TERMINOLOGIE des principaux éléments constitutifs de coffrages bois ou métal ⑩ ⑪ et ⑫.

⑩ Coffrage de paroi



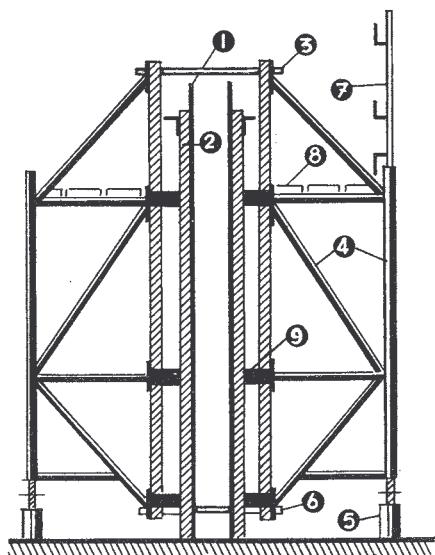
BANCHE



(Doc. SIMPRA)

⑫ Banche standard métallique (banche monolithe lourde)

- 1 Face cofrante ou peau
- 2 Raidisseur primaire vertical
- 3 Entretoise : distanceur tendeur de tête
- 4 Ferme de raidissement
- 5 Vérin stabilisateur
- 6 Entretoise : distanceur tendeur de pied
- 7 Garde corps
- 8 Platelage ou passerelle de service
- 9 Raidisseur secondaire horizontal



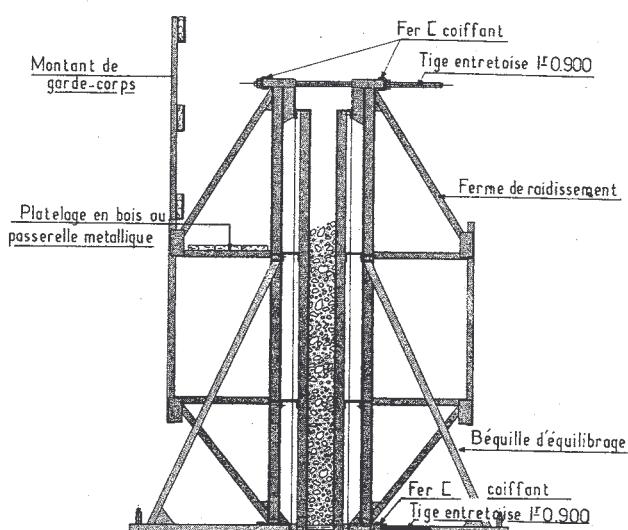
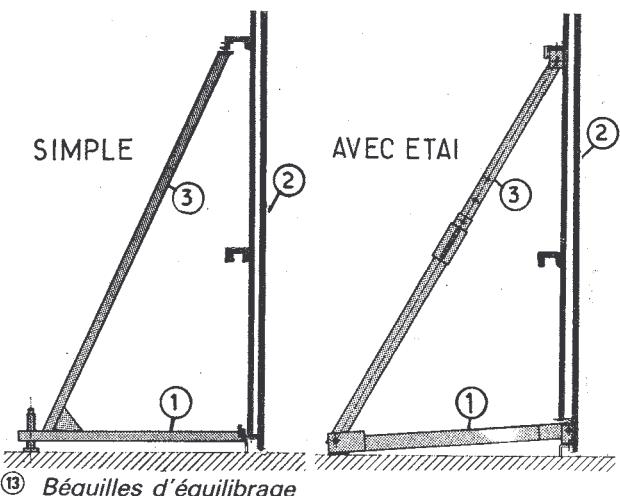
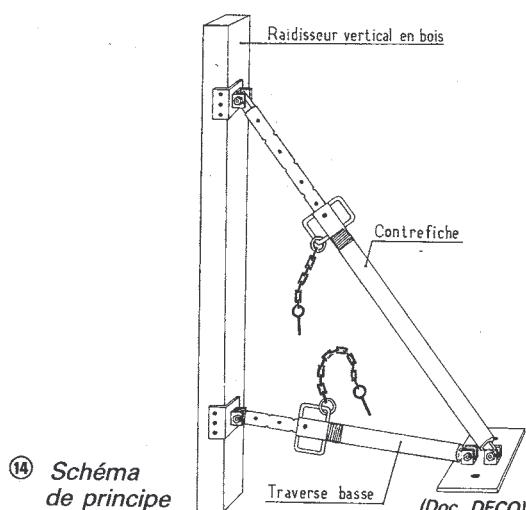
(Doc. SIMPRA)

## ■ PRINCIPES DE CONSTRUCTION DES COFFRAGES :

### ► STABILITÉ des parois coffrantes.

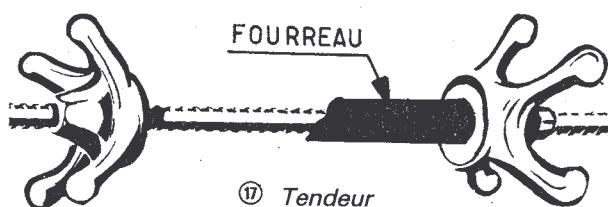
Elle est assurée par :

- une « butée » en pied ou « amorce de mur » sur laquelle les parois coffrantes viennent buter, tout en étant alignées en pied (voir croquis ⑦).
- une triangulation obtenue pour chaque ensemble stabilisateur (voir les croquis ⑩ ⑪ ⑫ et schémas ⑬ ⑭) par :
  - une *traverse basse horizontale* ①
  - un *raidesseur vertical* ou montant ②
  - une *contrefiche inclinée* ③



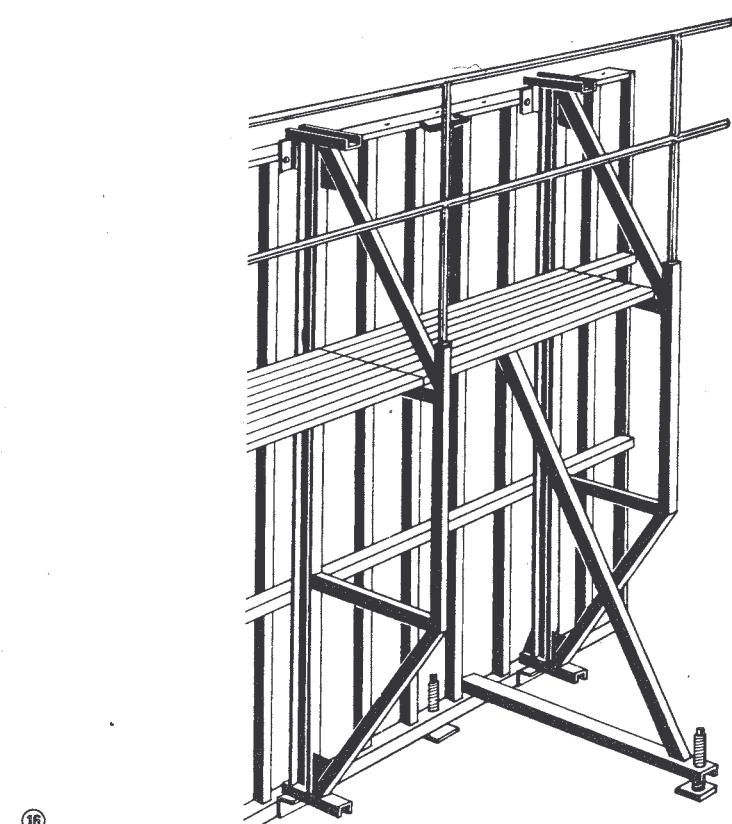
La ferme de raidissement est triangulée ⑯ et ⑰.

- des **entretoises** qui permettent d'obtenir le parallélisme des parois et qui servent en même temps de :
  - **distanceur** → écartement constant,
  - **tendeur** ⑯ → maintien des parois sous l'effet des poussées du béton frais et vibré.



#### Règle pratique :

Si une première paroi est stabilisée, l'autre paroi en vis-à-vis peut être maintenue en prenant appui sur la première.



► **RAPIDITÉ de coffrage et de décoffrage**

Elle s'obtient en utilisant des éléments manipulables et un minimum d'accessoires à mettre en place pour les opérations de :

- *montage* des éléments,
- *réglage* de la verticalité et de l'horizontalité,
- *manutention, transport, réemploi*.

► **ÉTANCHÉITÉ entre éléments coffrants**

pour obtenir des parements acceptables (fuite de laitance limitée).

► **SÉCURITÉ en cours des travaux de :**

- *montage,*
- *coulage,*
- *décoffrage.*

### 3 - TYPES DE BANCES

*Une banche est un outil destiné au coffrage de murs en béton armé*

Pour des raisons évidentes d'économie et de réemplois faciles, les constructeurs utilisent :

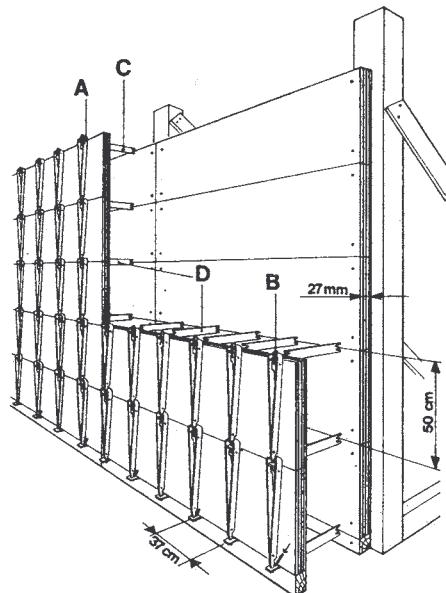
■ **des banches démontables** ⑯ avec raidisseurs bois ou métal et des panneaux standards :

- entièrement en planches assemblées,
- avec cadre bois et peau en contreplaqué,
- avec cadre métal et peau en contreplaqué,
- entièrement métalliques.

(Voir planches ci-après.)

■ **des banches monolithes**, entièrement métalliques, véritable *coffrage outil* : la peau coфрante, le système de raidissement et le dispositif support (passerelle) sont solidaires (voir croquis ⑯).

⑯



(Doc. Batimétal)

- A Grandes clavettes DEKO
- B Petites clavettes
- C Griffes récupérables
- D Griffes noyées

## DEUXIÈME PARTIE

# Coffrages (voir p. 155 à 158)

## 1 - MÉTHODES DE COFFRAGE DES PAROIS

### ■ PROCÉDÉS TRADITIONNELS pour travaux non répétitifs ou murs de faible hauteur (voir ⑯ à ⑳).

- ▶ les 2 parois sont coiffées avec des panneaux de contreplaqué ou des planches placées horizontalement maintenues par des **raidisseurs verticaux** (bastaings) ⑯.
  - ▶ • la surface cofrante est en contreplaqué ou constituée par des planches.
  - les **raidisseurs primaires horizontaux** sont en chevrons ou en bastaings ou en profilés métalliques en forme d'U.
  - les **raidisseurs secondaires verticaux** sont en bastaings ou en madriers ⑰.
  - ▶ • l'une des parois est maintenue par :
    - des raidisseurs *primaires* *verticaux*,
    - des raidisseurs *secondaires* *horizontaux* ⑱.
  - l'autre paroi prend appui sur la précédente et est raidie par des **raidisseurs verticaux seulement** ⑲.
- Variante de coffrage (voir le schéma ⑳).

### ■ PROCÉDÉS UTILISANT DES PANNEAUX STANDARDS.

#### ▶ Caractéristiques des panneaux bois :

- largeur : 50 cm
- longueur : 100 cm, 150 cm, 200 cm, 250 cm
- épaisseur : 3 cm environ
- masse : 16 à 20 kg par m<sup>2</sup>

#### ▶ Modes opératoires

Ils sont précisés :

- sur la planche n° 24 intitulée : **Coffrage Rapide DIFCO** ; l'ordre des opérations est visualisé sur les vues n°s 1 à n° 6,
- sur les photos 25 et 26 (*Procédé COFRECO*) avec **coffrages par panneaux standards et raidisseurs métalliques**.

Le maintien des panneaux standards :

- pour les parois,
  - pour l'angle sortant,
- sera observé sur les photos 27 et 28

#### ▶ Caractéristiques des panneaux métalliques :

- panneaux standards : 50 cm X 150 cm
- assemblage par broches et clavettes.

#### ▶ Montage des banches, des angles extérieurs et intérieurs.

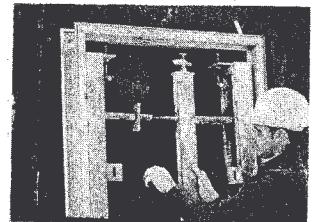
Les procédés de coffrage sont explicités :

- pour le **plein-mur** ⑳,
- pour l'**angle extérieur** ⑳.

## 2 - ARMATURE

### ■ La mise en place de l'armature (treillis soudé 5/4) s'effectue après :

- le **coffrage d'une paroi**,
- la **réservation des baies prévues effectuée en traditionnel ou avec un mannequin réglable**.



### ■ Les aciers **verticaux** du mur viennent recouvrir les aciers en attente de la fondation de 40 fois le diamètre

#### EXEMPLE :

Pour un Ø 5 mm le recouvrement sera d'*au moins* 200 mm.

### ■ La liaison aux angles rentrants et sortants sera assurée par des aciers complémentaires ou un panneau de treillis coudé.

### ■ L'enrobage minimal de 3 cm est obtenu avec des distanciers plastiques.

## 3 - COULAGE DU BÉTON

### ■ Dosage du béton dans les conditions courantes de fabrication :

350 kg de CPJ 45 par m<sup>3</sup> en place,  
ou 325 kg de CPJ 45 si le béton est réalisé en centrale (auto-contrôle surveillé).

### ■ Classe granulaire :

0/5 pour le sable de rivière,  
10/20 pour les gravillons roulés ou concassés.

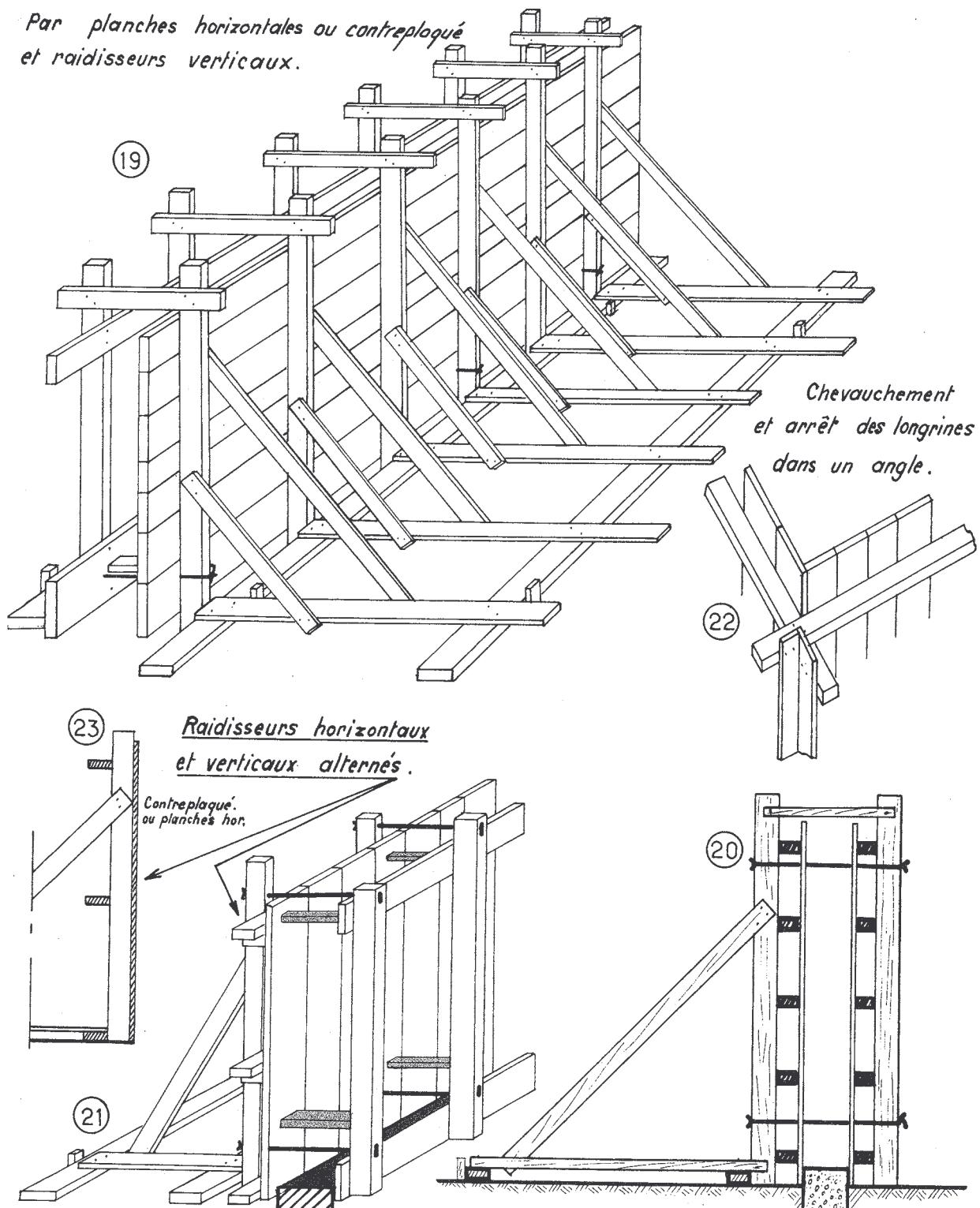
### ■ Vibration :

Elle s'effectue à l'aiguille de 25 à 30 mm de diamètre au fur et à mesure du coulage par couches horizontales successives de 30 cm environ.

### ■ Contrôle de la tenue des coffrages. (Verticalité, alignement, maintien des parois.)

## COFFRAGE DES PAROIS

*Par planches horizontales ou contreplaqué et raidisseurs verticaux.*

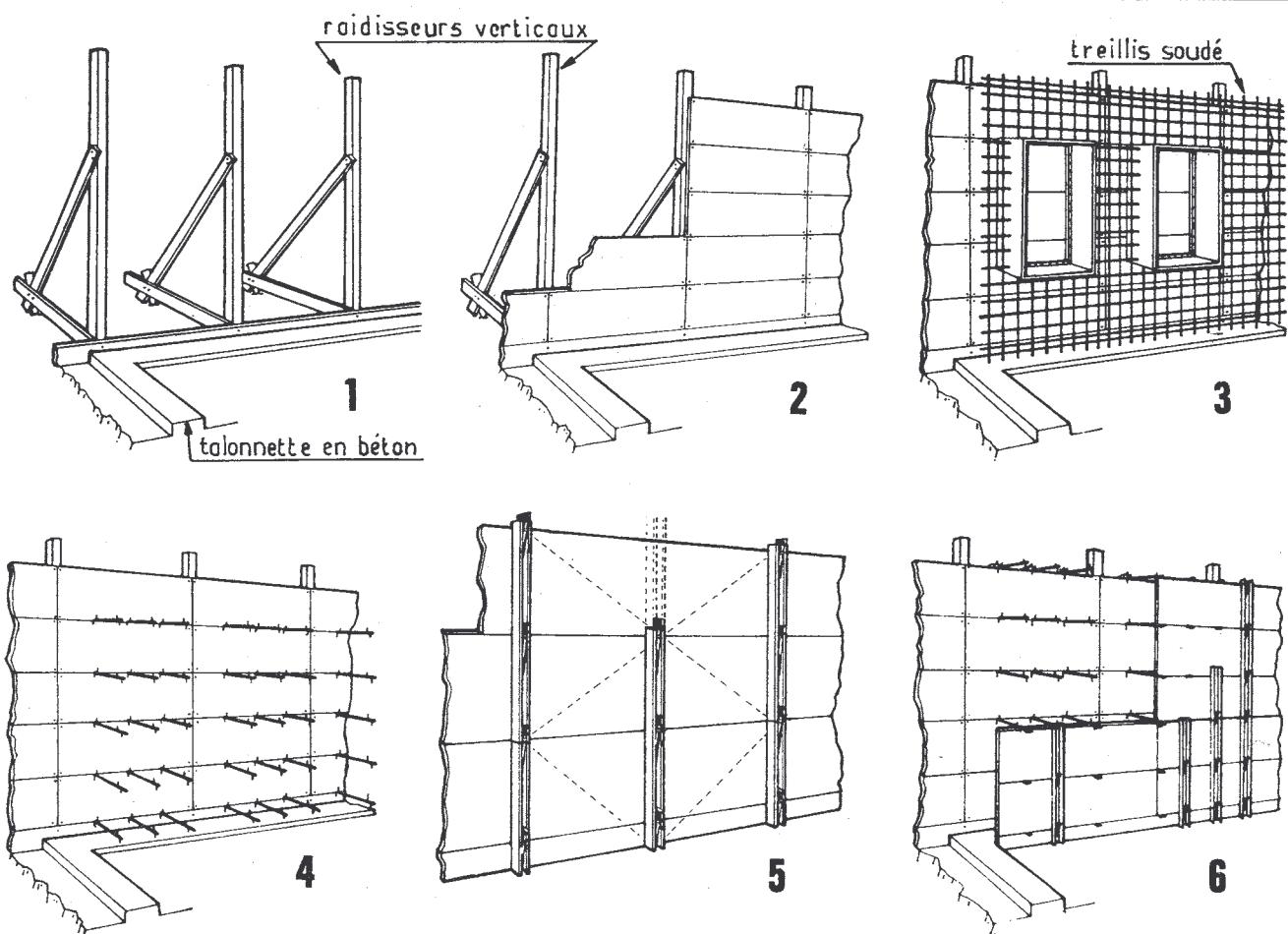


*Par planches verticales pour une face, horizontales pour l'autre ou ponneau de contreplaqué*

*Par planches verticales pour les 2 faces, ou ponneau de contreplaqué coffrage*

PROCÉDÉS TRADITIONNELS

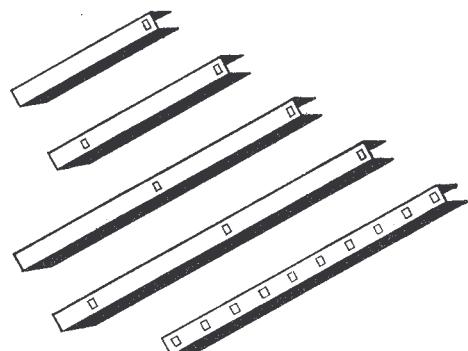
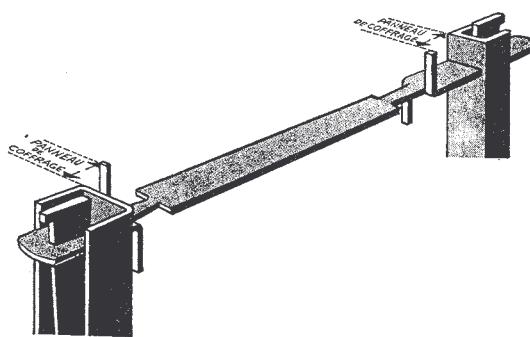
## COFFRAGE RAPIDE "DIFCO"

MONTAGE DU COFFRAGE :

- 1. Chevrons avec planches de pied.
- 2. Pose des panneaux de coffrage (face ext.).
- 3. Armatures et évidements.
- 4. Mise en place des distanceurs suivant épaisseur du mur
- 5. Mise en place des fers U et clavettes (côté extérieur)
- 6. Montage de la face intérieure

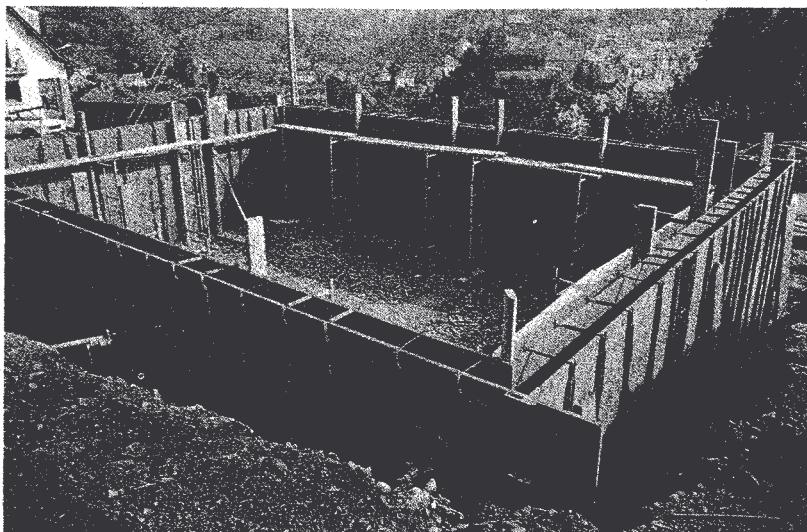
TROIS PIECES PRINCIPALES

- 1. Distanceur\_Tendeur\_Raidisseur\_(pour toutes épaisseurs de mur)
- 2. Clavettes de serrage
- 3. Fer U perforé

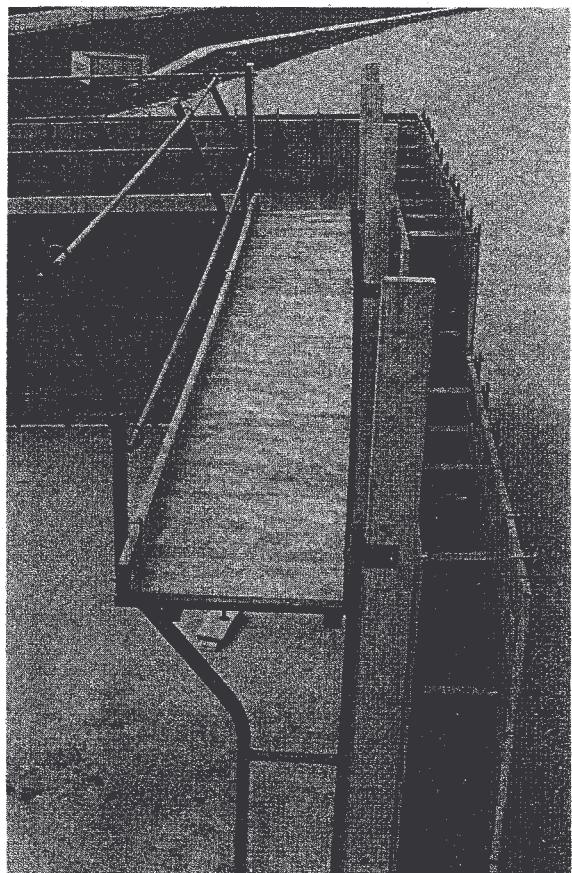


②⁵ à ②⁸

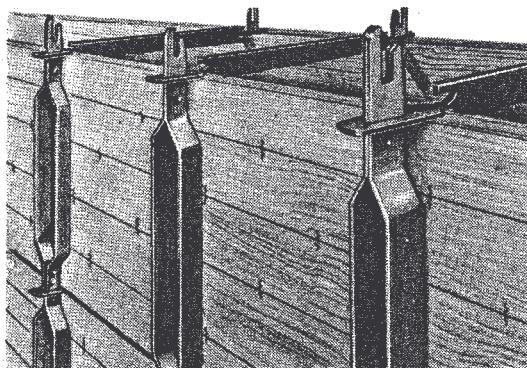
## COFFRAGE PAR PANNEAUX STANDARDS ET RAIDISSEURS METALLIQUES



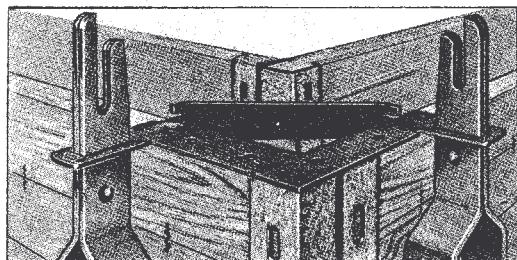
②⁵ Sous-sol de pavillon



②⁶ Passerelle de travail



②⁷ - Tendeurs et clavettes



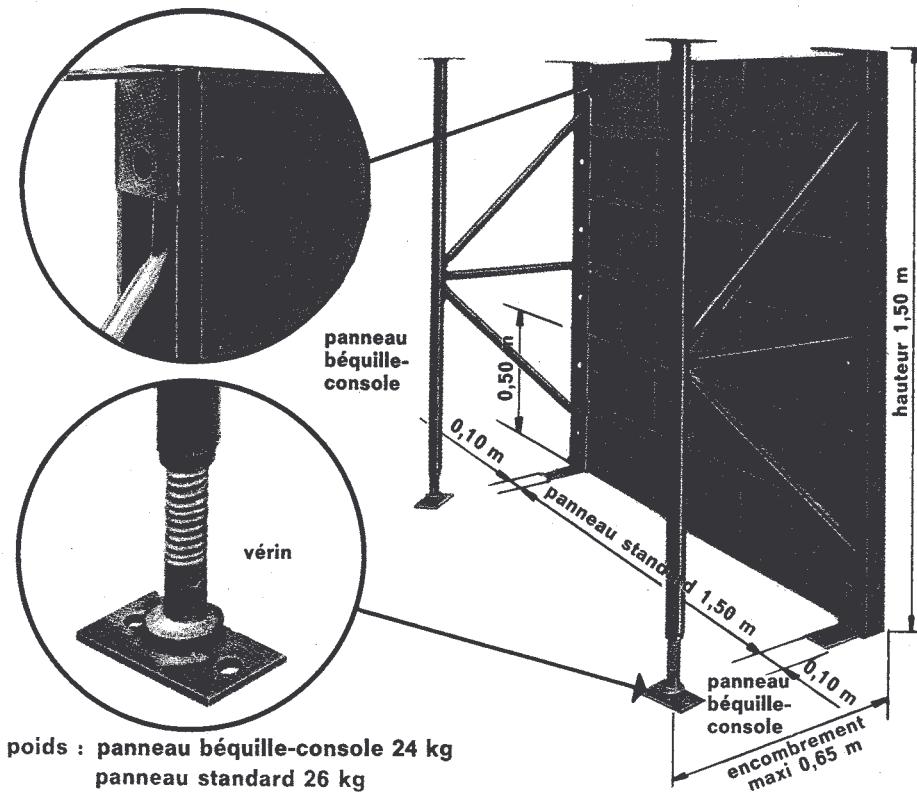
②⁸ Coffrage de l'angle

(Documentation COFRECO)

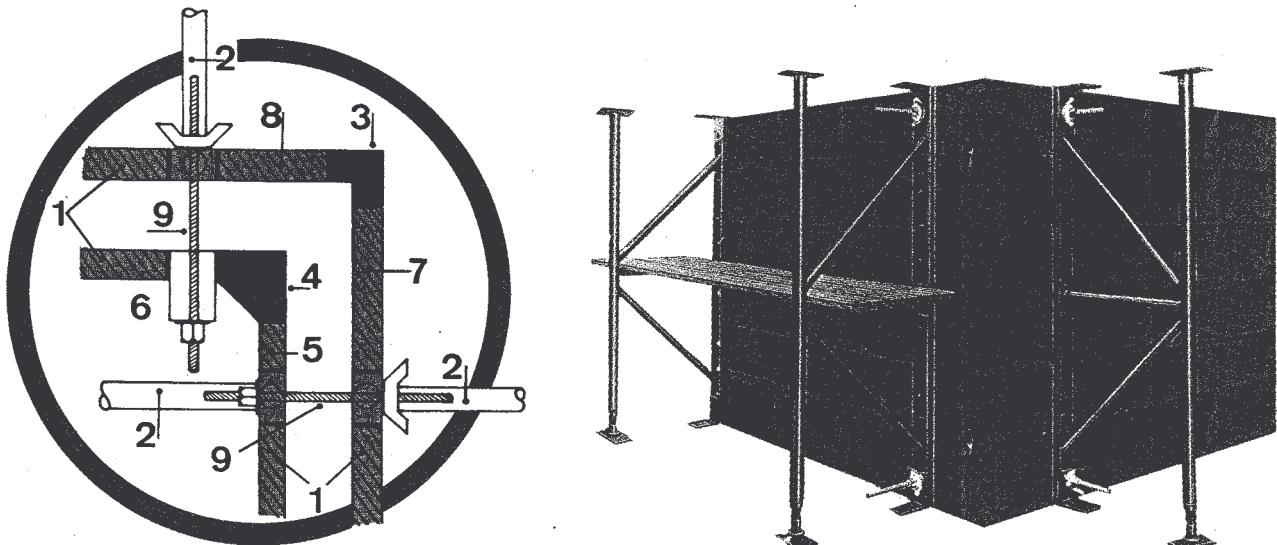
# COFFRAGE PAR PANNEAUX STANDARDS MÉTALLIQUES

(Procédé L.A.H.O.)

29 et 30



29 Le coffrage à panneaux métalliques « L.A.H.O. » type 2 000



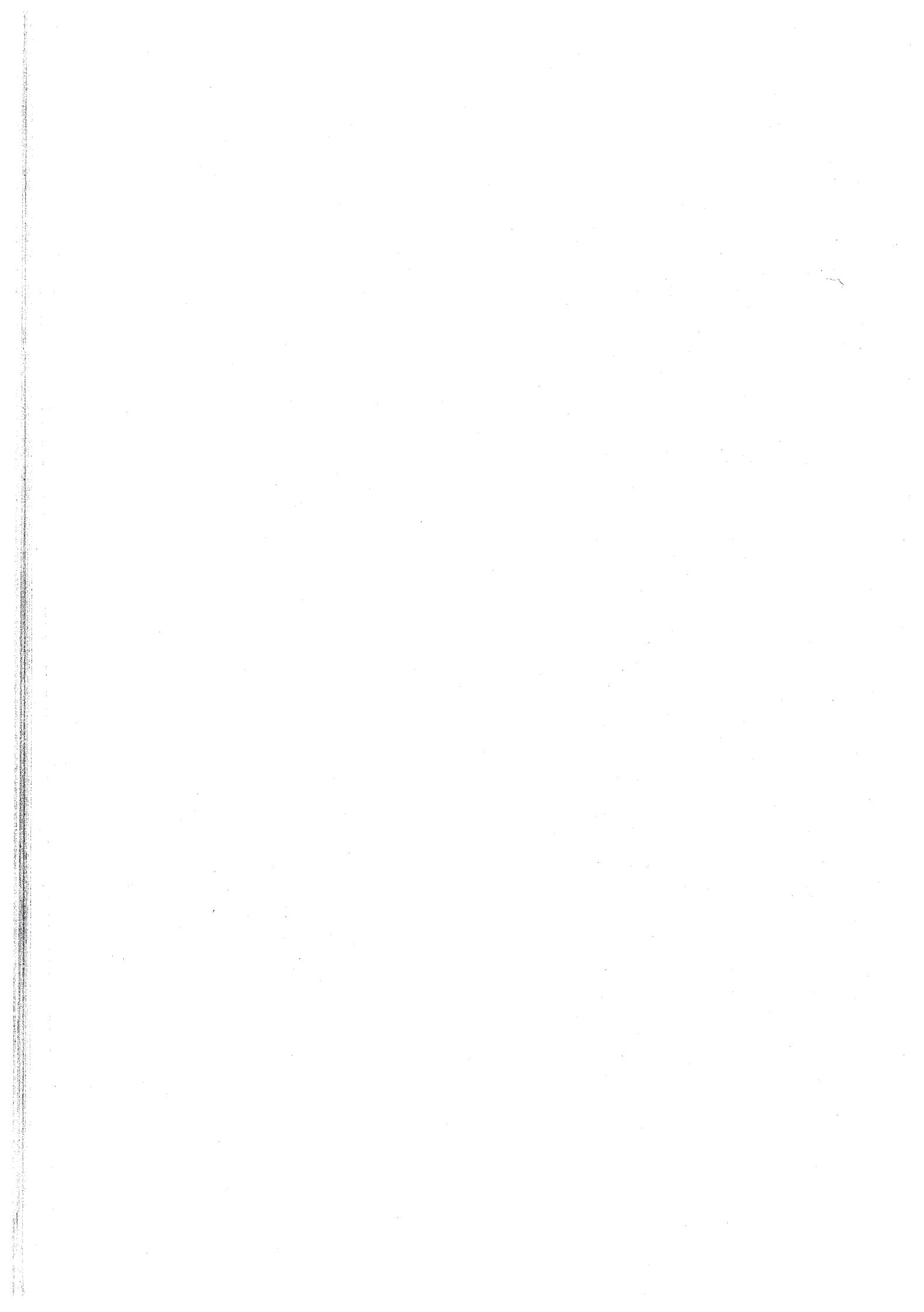
## NOMENCLATURE DES PIÈCES COMPOSANT UN ANGLE TYPE :

- |                                      |                                 |
|--------------------------------------|---------------------------------|
| 1 - panneau métallique standard      | 6 - panneau renforcé            |
| 2 - panneau-béquille-console à vérin | 7 - panneau métallique standard |
| 3 - angle extérieur                  | 8 - panneau métallique          |
| 4 - angle intérieur                  | 9 - tige entretoise             |
| 5 - panneau métallique               |                                 |

30 Montage d'un angle extérieur

## **QUESTIONNAIRE**

1. *Avec quels matériaux peut-on construire les murs de sous-sol ? Pourquoi ?*
2. *Les murs du sous-sol réalisés en béton doivent-ils être armés ? Pourquoi ?*
3. *Quelles sont les opérations principales à effectuer pour construire un mur en béton banché ?*
4. *Comment obtient-on la stabilité d'une paroi ?*
5. *Schématiser un procédé de coffrage traditionnel de mur banché. Justifier votre choix et le rôle de chacun des éléments constitutifs.*



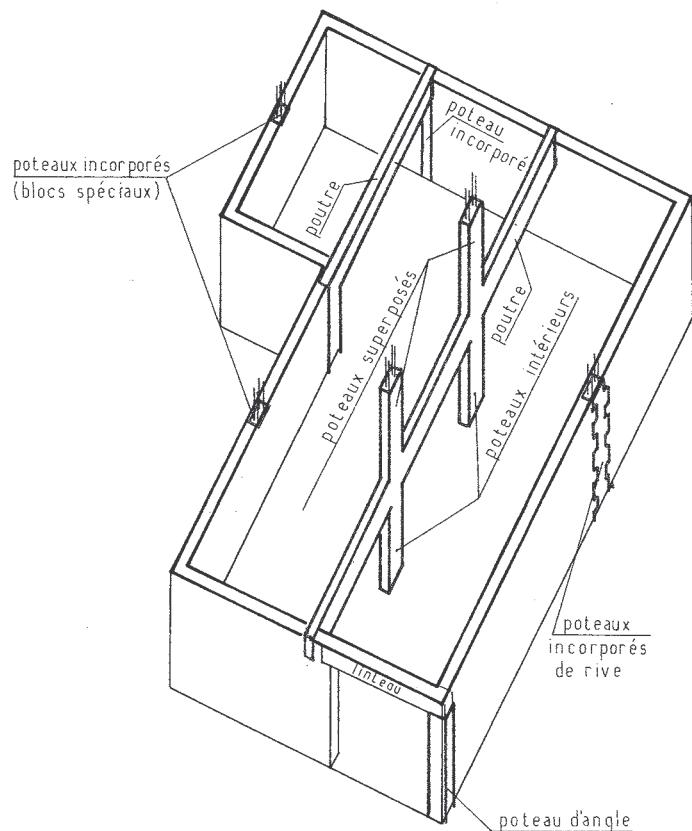
# THÈME 19

## Les poteaux en béton armé

- Les poteaux en B.A. sont des éléments porteurs verticaux en béton avec armature incorporée.
- Ils constituent des points d'appui pour transmettre des charges concentrées.
- Ils servent à supporter les linteaux, poutres, planchers, etc.

### 1 - PRINCIPAUX RÔLES DES POTEAUX

- Les poteaux supportent les charges (permanentes et d'exploitation) verticales transmises par les poutres de planchers ①.
- Ils servent de chaînages verticaux.
- Ils contribuent à la stabilité du bâtiment (effet des charges, des variations de température, du vent).
- Ils sont appelés ② suivant leur emplacement dans la construction :
  - ▶ poteau d'angle
  - ▶ poteau de rive (ou de façade)
  - ▶ poteau intérieur
- Ils peuvent être :
  - ▶ isolés, alignés ou non :
    - sur semelle continue,
    - sur semelle isolée.
  - ▶ incorporés dans l'épaisseur du mur en maçonnerie.

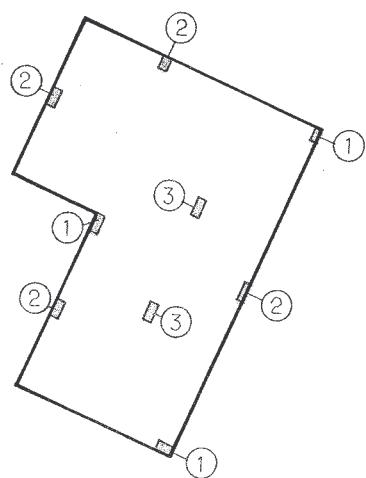


NOTA: Plancher non représenté

#### ① Poteaux

##### Légende

- ① poteau d'angle
- ② poteau de rive
- ③ poteau intérieur

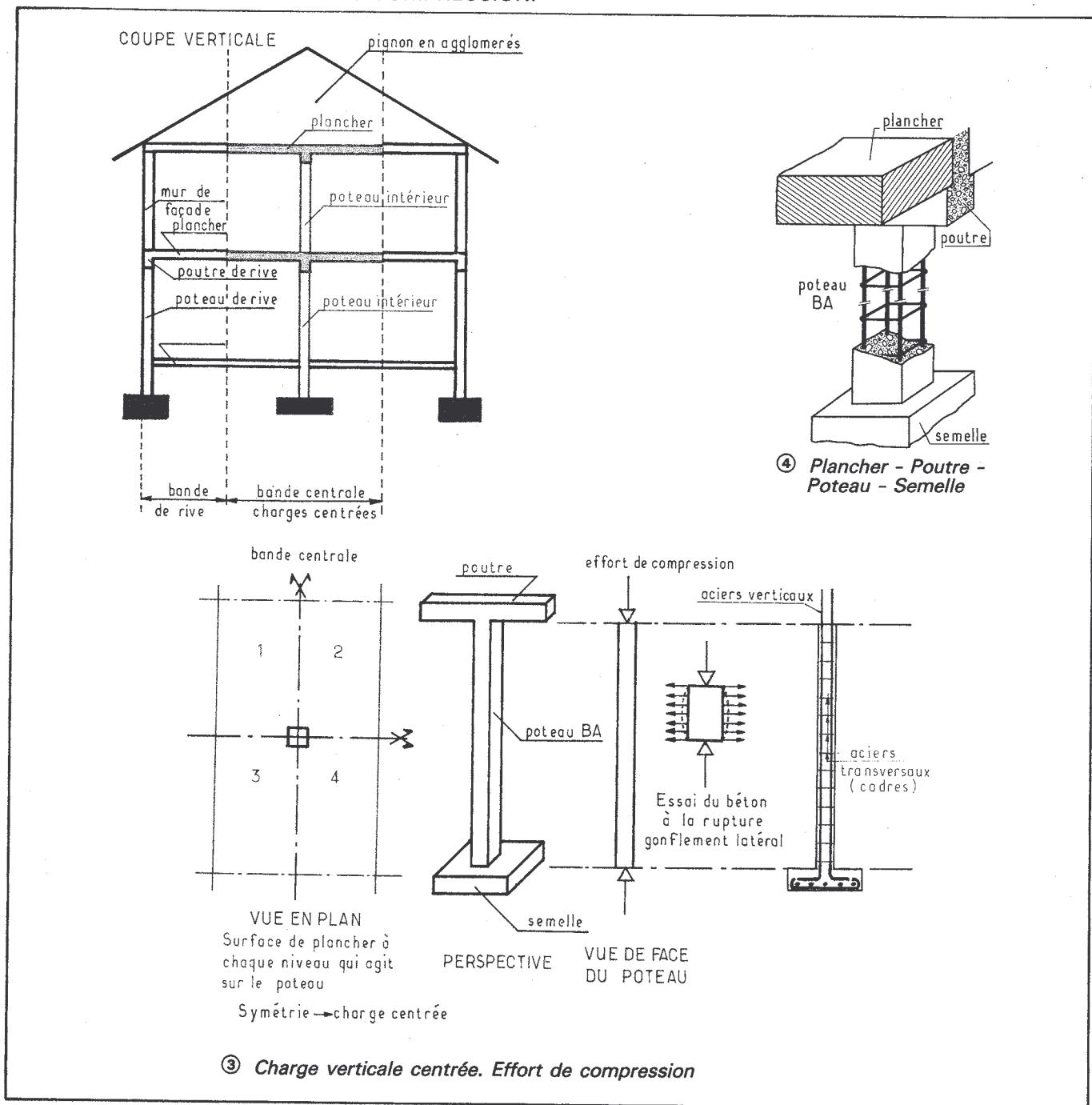


#### ② Appellation des poteaux

## 2 - ARMATURE DES POTEAUX

A - ACTION EXERCÉE : charge verticale CENTRÉE sur un poteau isolé intérieur.

■ Nature des efforts : effort de COMPRESSION.



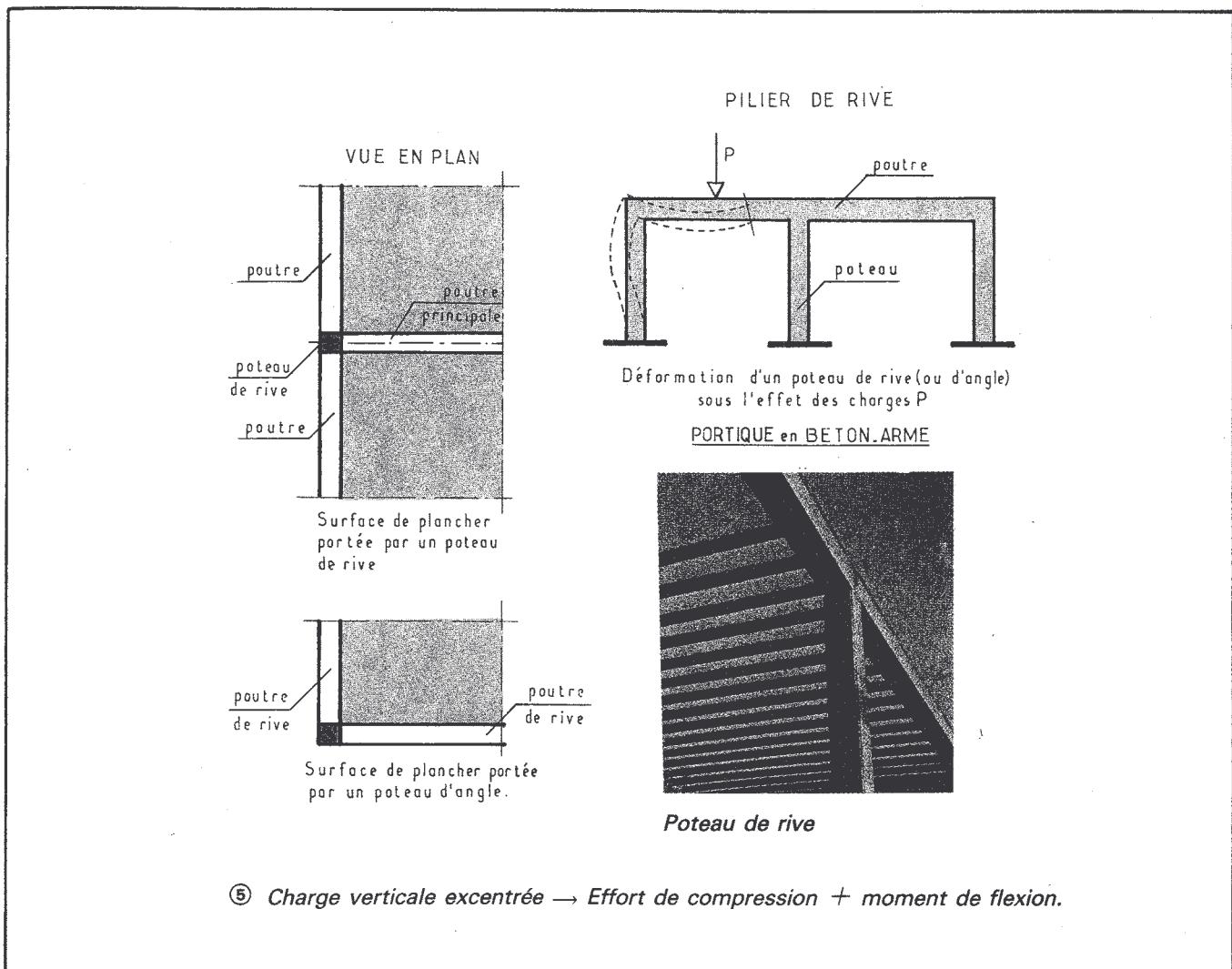
■ Rôle des aciers :

- si le poteau est court, la hauteur étant plus petite que 15 à 20 fois le petit côté «  $a$  » de la section :
  - les aciers placés dans le sens de la hauteur seront comprimés avec le béton,
  - les aciers transversaux (cadres, étriers) empêcheront le béton d'éclater latéralement.
- si le poteau est long ( $h \geq 15$  à 20 fois «  $a$  ») :
  - les aciers verticaux et les aciers transversaux qui les ceinturent, s'opposeront au « flambage » du poteau.

## ARMATURE DES POTEAUX (suite)

B – ACTION EXERCÉE : charge verticale EXCENTRÉE sur un poteau d'angle, de rive.

■ Nature des efforts : effort de COMPRESSION + moment de FLEXION.



### ■ Rôle des aciers :

- ▶ les aciers verticaux aident le béton en compression et s'opposent au moment de flexion dans les zones tendues.
- ▶ les aciers transversaux participent à la résistance du poteau et augmentent sa force portante.

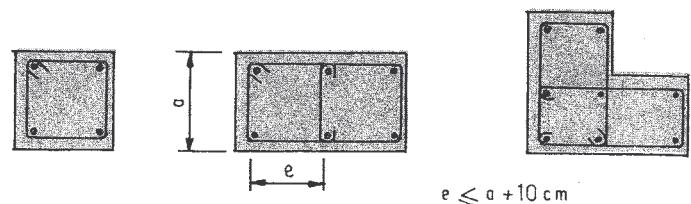
### CONCLUSION PRATIQUE

Dans tous les poteaux,  
les aciers verticaux et transversaux  
sont nécessaires.

### 3 - RECOMMANDATIONS PROFESSIONNELLES

#### ■ ACIERS VERTICAUX

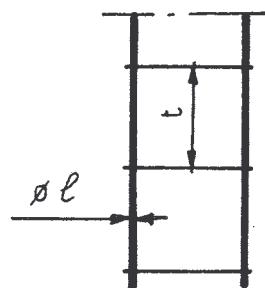
- Ils sont placés au voisinage des parois.
- Leur section minimale est fonction du périmètre de la section de béton ( $4 \text{ cm}^2$  par mètre).
- Cas de la section rectangulaire : voir les croquis ⑥ et ⑥ bis.



⑥ Armatures des sections de poteaux

#### ■ ACIERS TRANSVERSAUX (cadres, étriers, épingle).

- le diamètre minimal des aciers transversaux doit être au moins égal au tiers du diamètre des aciers verticaux.
- les cadres sont écartés au plus de :
  - 15 fois le diamètre des aciers verticaux,
  - la plus petite dimension du poteau augmentée de 10 cm.



$$t < 15 \varnothing l$$

$$t < a + 10 \text{ cm}$$

⑥ bis Ecartement des cadres

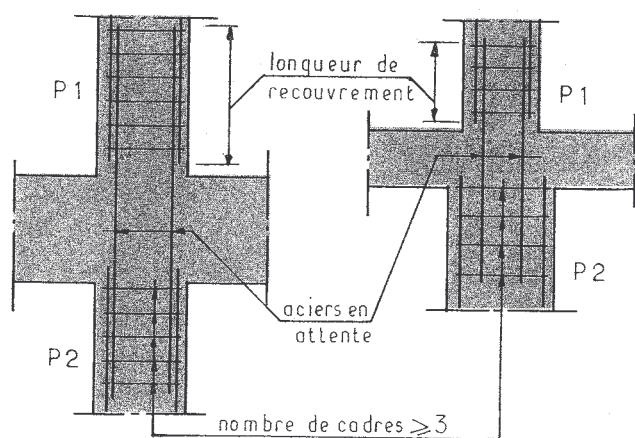
#### ■ La longueur de recouvrement ⑦ des aciers en attente est au moins égale à :

- 24  $\varnothing$  pour aciers H.A.  
30  $\varnothing$  pour ronds lisses

- Un minimum de trois cours d'aciers transversaux (cadres) est nécessaire sur la longueur de recouvrement.

#### ■ Enrobage minimal

- Il est au moins égal :
  - au diamètre des aciers utilisés,
  - à 2 cm pour les parements exposés aux intempéries,
  - à 3 cm pour les poteaux enterrés,
  - à 4 cm pour les ouvrages à la mer.

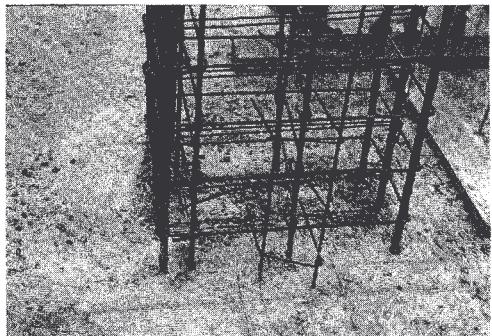
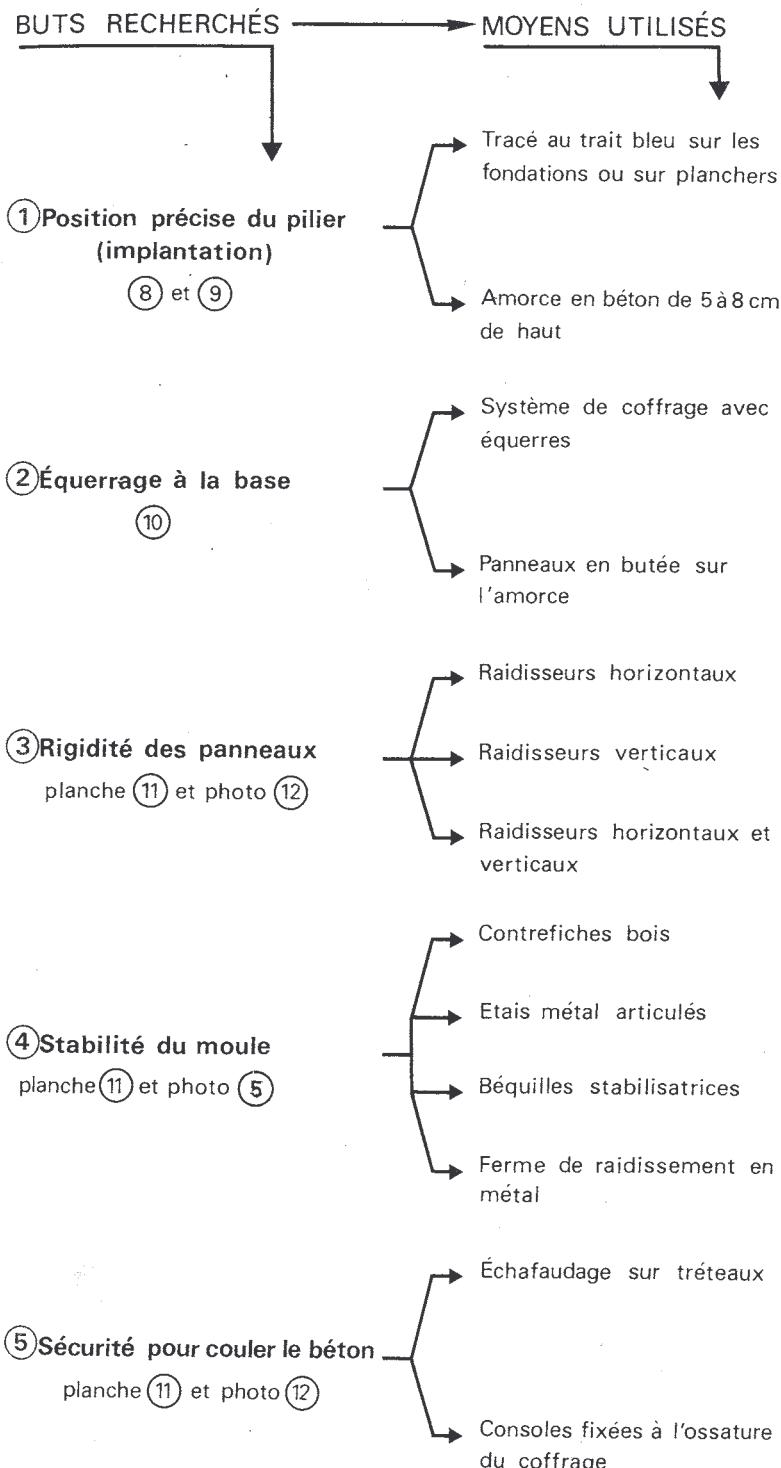


⑦ Longueur de recouvrement

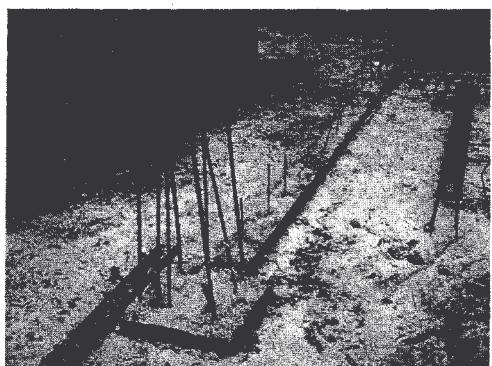
## 4 - RÉALISATION DES POTEAUX

### ■ COFFRAGE

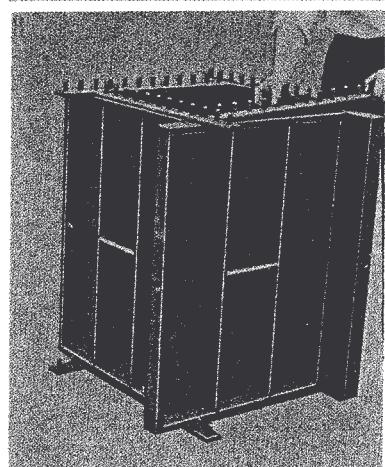
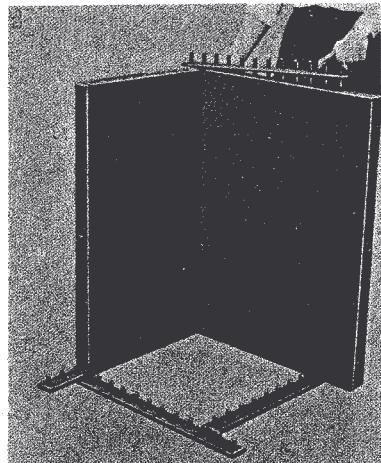
#### ► coffrage des poteaux isolés :



⑧ Tracé au trait bleu. Jonction basse



⑨ Amorce en béton

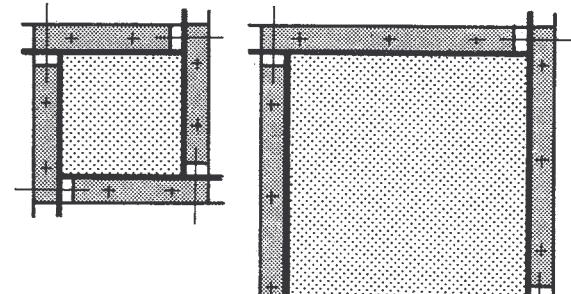
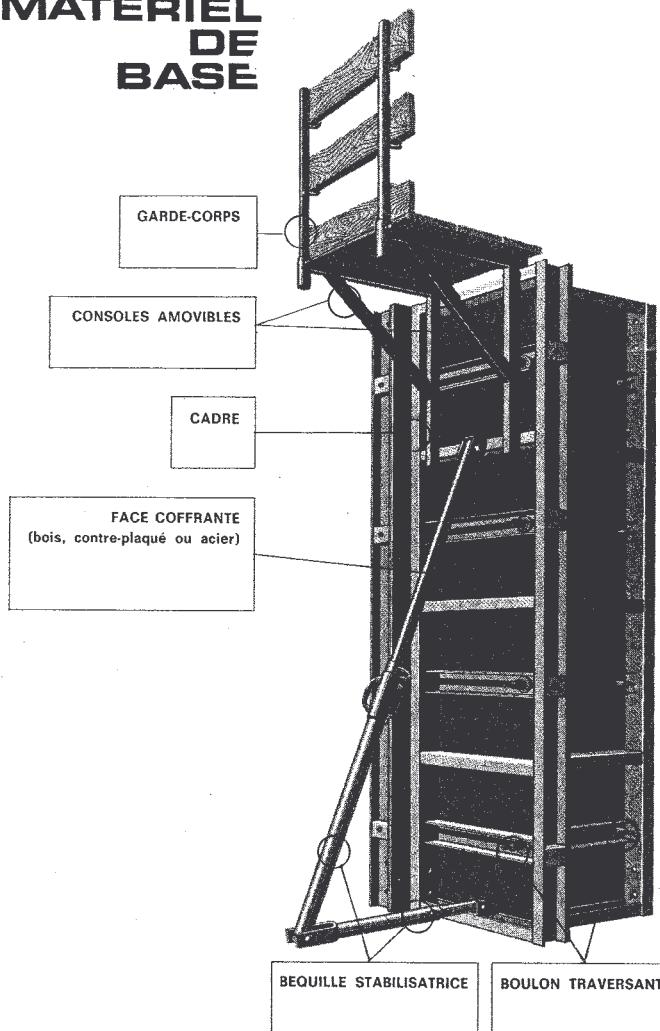


⑩ Panneaux en butée sur l'amorce

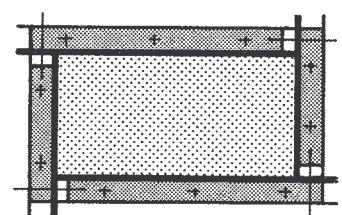
#### REMARQUE :

Les gaines en amiante-ciment ou les boisseaux peuvent parfois servir de coffrage intégré.

## MATERIEL DE BASE



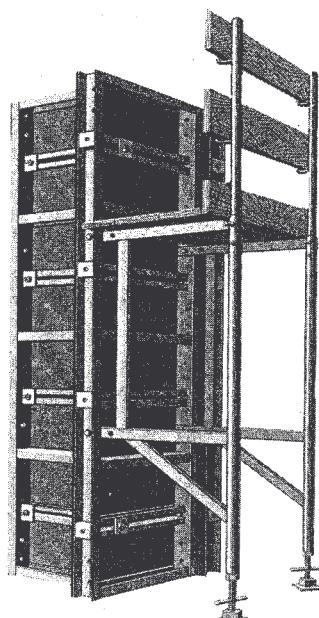
Sections rectangulaires  
de  $0 \times 0$  à  $0,50 \times 0,50$  m  
de  $0 \times 0$  à  $1,00 \times 1,00$  m  
sur 2 faces  
de  $0 \times 0$  à  $0,50 \times 0,50$  m  
sur les deux autres  
de  $0 \times 0$  à  $1,00 \times 1,00$  m



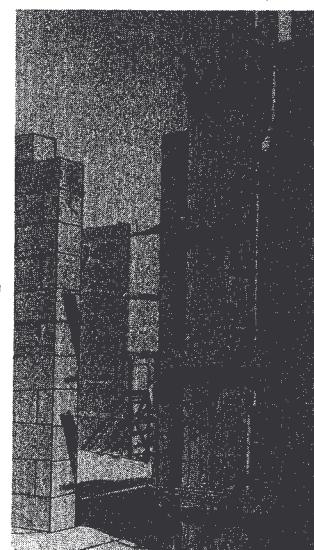
### COFFRAGES POUR POTEAUX

Toutes sections exactement :  
de  $0 \times 0$  à  $50$  cm  $\times 50$  cm et de  $0 \times 0$  à  
 $100$  cm  $\times 100$  cm.

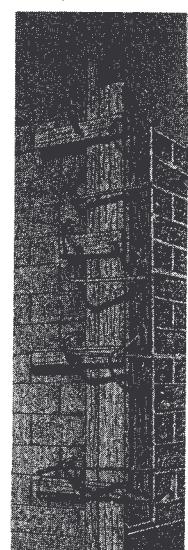
En 3 hauteurs standards superposables :  
1,50 m - 2,50 m et 3 m  
(face cofrante bois contreplaqué ou acier).



⑫ Coffrage traditionnel de poteaux



poteau intérieur incorporé



poteau d'angle intérieur

► Suivant les chantiers et les entreprises (petites et moyennes) on procède par utilisation de :

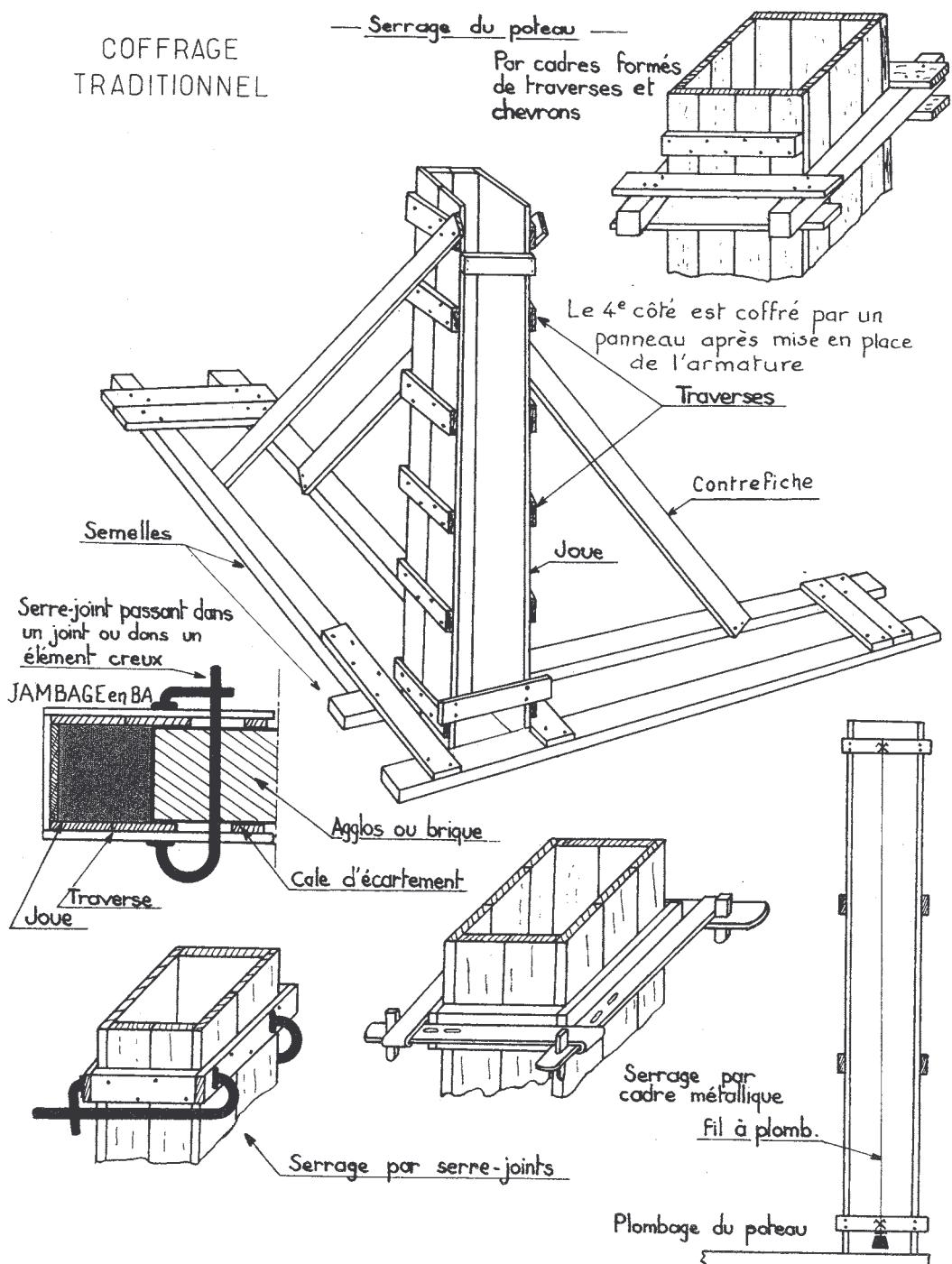
— **coffrages outils**

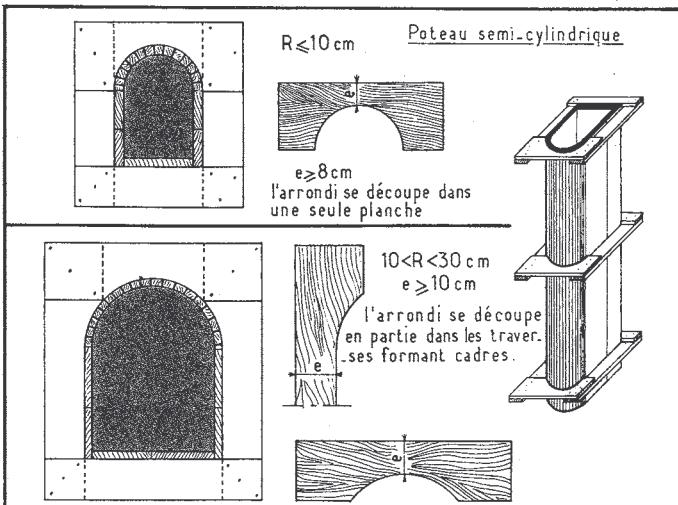
*Observez la planche n° 11*

— **coffrages traditionnels ou évolués**

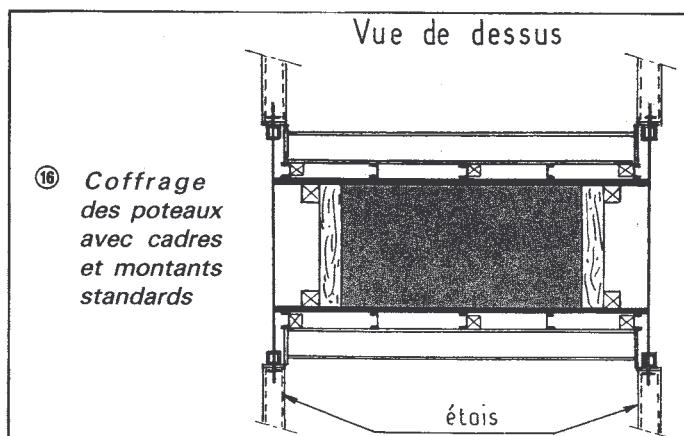
*Observez la planche 13 ci-dessous et les figures et photo 14 15 et 16 ci-après (page suivante).*

PLANCHE 13 : COFFRAGE TRADITIONNEL

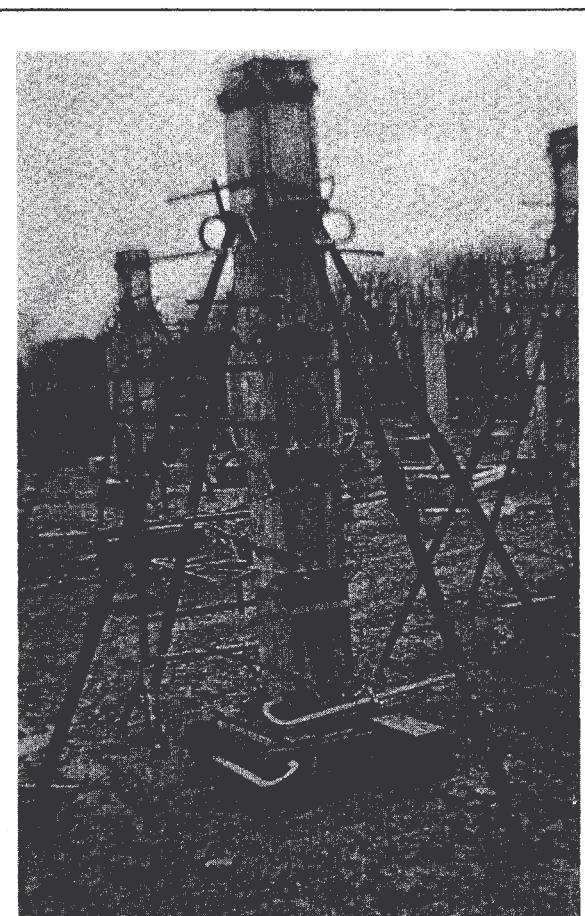




⑭ Poteau semi-cylindrique



⑯ Coffrage des poteaux avec cadres et montants standards

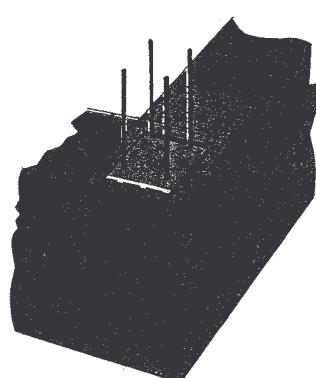


⑮ Coffrage traditionnel

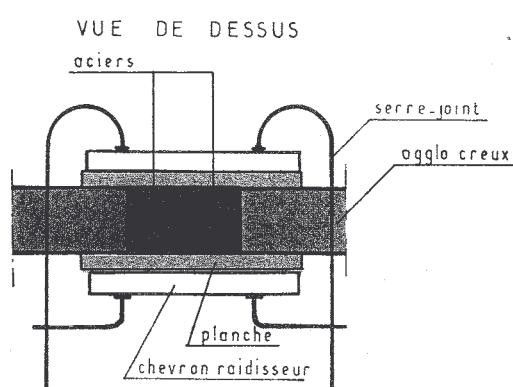
### ► Coffrage des poteaux incorporés ⑯ ⑰ et ⑲.



⑯



⑰ Potelet B.A. incorporé dans un angle



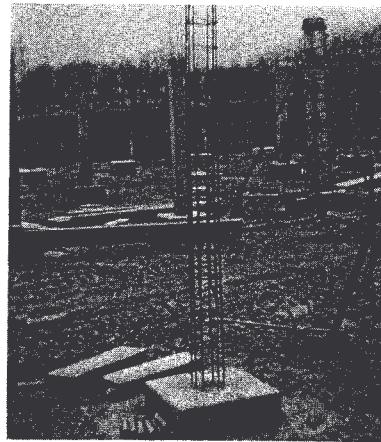
POTEAU INCORPORÉ

⑲ Poteau incorporé en plein mur

MOYENS	INTÉRÊT
<ul style="list-style-type: none"> <li>blocs spéciaux d'angle en béton ou terre cuite avec évidement. Ces éléments standards peuvent servir en :           <ul style="list-style-type: none"> <li>- angle</li> <li>- jambage</li> <li>- plein mur</li> </ul> </li> <li>panneaux coffrants en bois maintenus par serrage contre les parois.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>le coffrage se trouve réalisé avec la maçonnerie</li> <li>même épiderme pour accrocher les enduits sur la paroi</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>simplicité et rapidité de mise en œuvre</li> </ul>

## ■ ARMATURE (Voir thème n° 12 « ARMATURES »)

- Le ferraillage, c'est-à-dire le façonnage des cadres et l'assemblage, peut s'effectuer sur place ou à l'atelier de préfabrication.
- L'armature peut également être choisie sur catalogue fabricants.
- La mise en place ⑯ s'effectue :
  - en respectant la longueur de recouvrement,
  - l'enrobage prévu avec des distanciers.



⑯

Extrait de catalogue :

ARMATURES POUR POTEAUX (STANDARD) PRINCIPAUX MODELES*		CHARGES PORTANTES MAXIMALES EN KG*			
DESCRIPTION longueur 6 mètres	DESIGNATION Larg. Haut. en cm	Section béton	Poteau d'angle	Poteau de façade	Poteau intérieur
4 filants Ø 10 HA Fe E 40 cadres Ø 5 TL FeTL 50 e = 15 cm	10-10 10-15 15-15 15-20	15X15 15X20 20X20 20X25	13 000 13 000 16 600 16 600	16 700 16 700 21 300 21 300	18 700 23 400 29 000 29 000

● Assemblage par soudures électriques  
● Aciers Haute Adhérence (HA) et Tréfilé Lisse (TL)

## ■ BÉTONNAGE ET VIBRATION

- Dosage du béton fabriqué ou livré par camion-toupie (350 kg de ciment de classe 45).

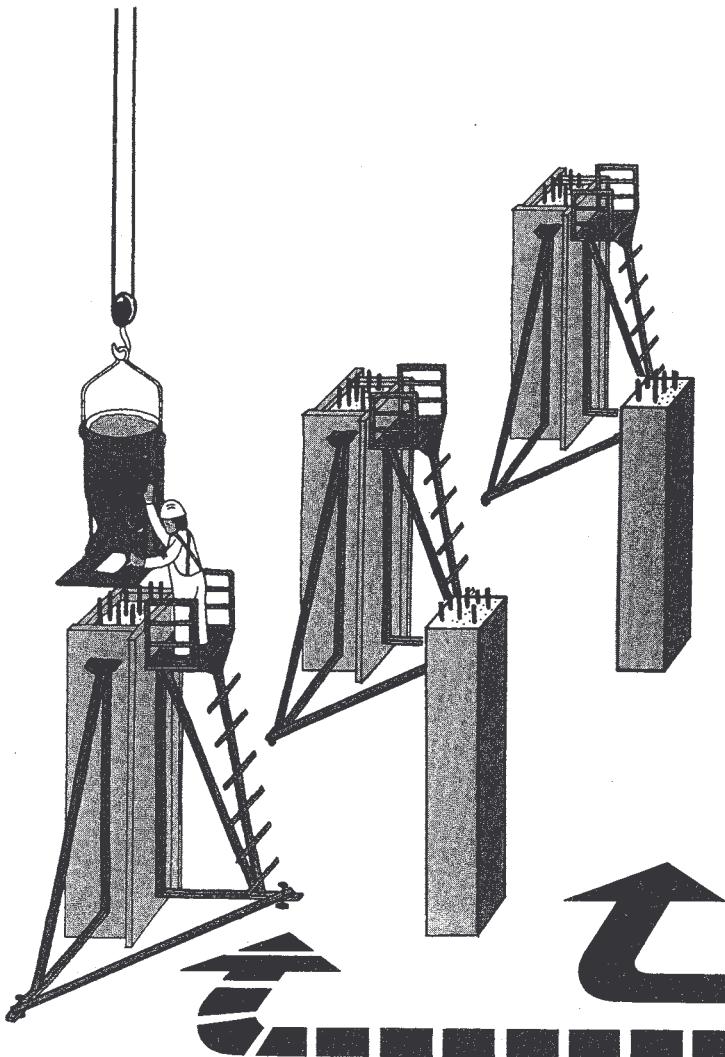
### ► Granularité

- sable de rivière 0/5
- gravillons 8/10 ou 10/20 suivant la section et la possibilité de bétonnage correct.

L'enrobage prévu des aciers est égal à 1,5 fois le diamètre maximal du granulat.

- Tolérances : l'imperfection de rectitude des poteaux est estimée au plus égale à la plus grande des 2 valeurs :

- 1 cm,
- hauteur en cm divisée par 500.



## ■ DÉCOFFRAGE

Avec les précautions d'usage, à titre indicatif :

- 12 h après coulage avec un ciment rapide (classe 45 R).
- 24 h après coulage avec un ciment de la classe 45.

La température ambiante moyenne étant de 20 °C.

### REMARQUE :

La section du poteau, la hauteur, l'armature, le dosage, la vibration, le type de coffrage, les précautions prises par les ouvriers sont des facteurs à prendre en compte.

⑰ Schéma de visualisation

(Coffrage HUSSON)

## **QUESTIONNAIRE**

1. *A quoi servent les poteaux en Béton Armé dans une construction ?*
2. *Comment les aciers sont-ils placés dans un poteau ?*
3. *Quelle est la solution la plus économique pour réaliser le coffrage d'un poteau incorporé. Dire pourquoi ?*
4. *Comment la sécurité peut-elle être assurée en tête de poteau pour les coffrages entièrement en métal ?*
5. *Quel est le dosage de béton par m<sup>3</sup> en place avec un ciment de la classe 45 ?*
6. *Faut-il vibrer les poteaux ? Pourquoi ?*

# THÈME 20

## Les linteaux en béton armé

Les linteaux en béton armé ① sont situés au-dessus des baies (portes et fenêtres).

Ils franchissent la largeur de la baie et prennent appui sur les jambages en maçonnerie.

### 1 - RÔLES

#### LES LINTEAUX SONT DES POUTRES DE FAIBLE PORTÉE.

##### ■ Ils supportent :

- le poids de la partie de maçonnerie située au-dessus d'eux,
  - le poids d'une partie de plancher.
- En conséquence, ils doivent résister au moment de flexion (voir Thème 11 « Béton Armé - Principes »).

##### ■ Ils transmettent les charges qu'ils reçoivent aux maçonneries.

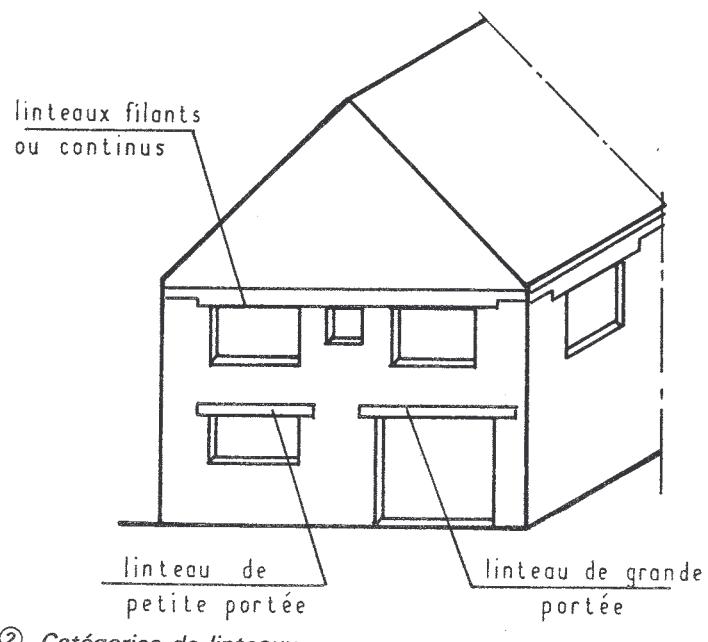
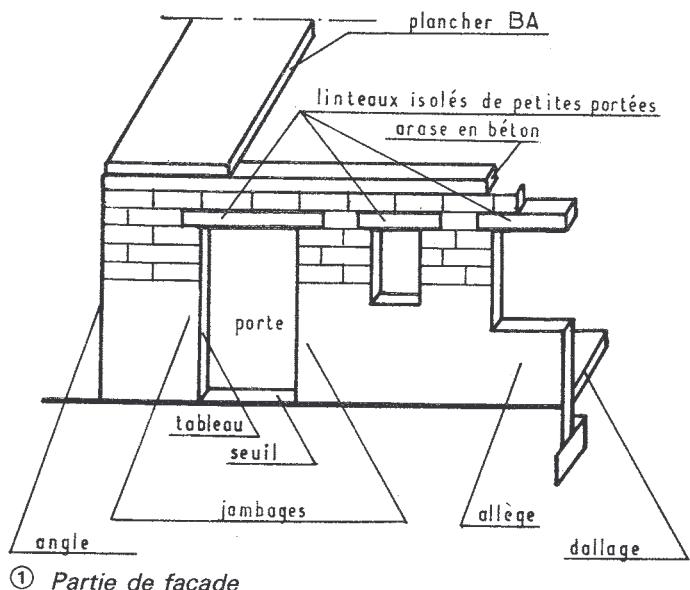
### 2 - CATÉGORIES DE LINTEAUX ②

##### ■ Suivant leur portée, on distingue :

- les linteaux des baies courantes :
  - petite portée  $\leq 150$  cm
  - faible hauteur  $\leq 20$  cm
- les linteaux de baies plus larges :
  - plus grande portée : 1,50 m à 4,00 m.

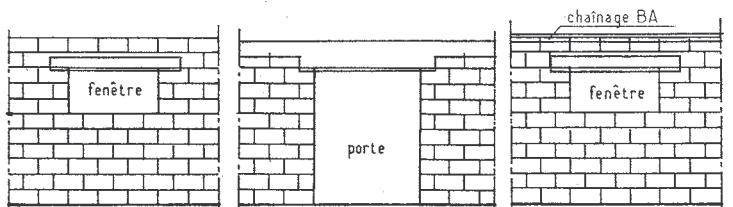
##### EXEMPLE :

Porte de garage, d'atelier, etc.



■ Suivant leur emplacement et leurs liaisons, on trouve :

- ▶ les linteaux isolés ③
- ▶ les linteaux filants, liés directement avec le chaînage ④
- ▶ les linteaux semi-isolés, non liés directement au chaînage qui les surmonte ⑤.



③ Linteau isolé    ④ Linteau filant    ⑤ Linteau semi-isolé

### 3 - DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES

Elles concernent :

■ L'habillage des linteaux du côté extérieur avec des « planelles » de 5 cm d'épaisseur ou d'éléments spéciaux en forme de U, afin de réduire :

- le risque de fissuration des enduits,
- les ponts thermiques.
- ▶ Le matériau d'habillage doit être de *même nature* que celui des murs (terre cuite ou béton).

#### **EXEMPLES :**

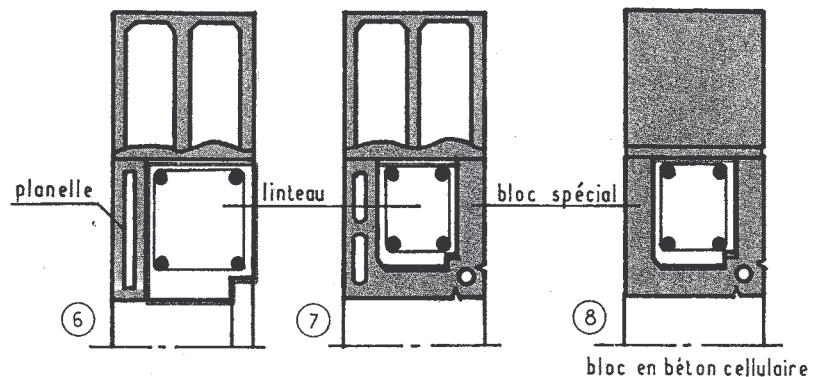
Dispositions prescrites ⑥ ⑦ et ⑧.

#### **CONTRE-EXEMPLES :**

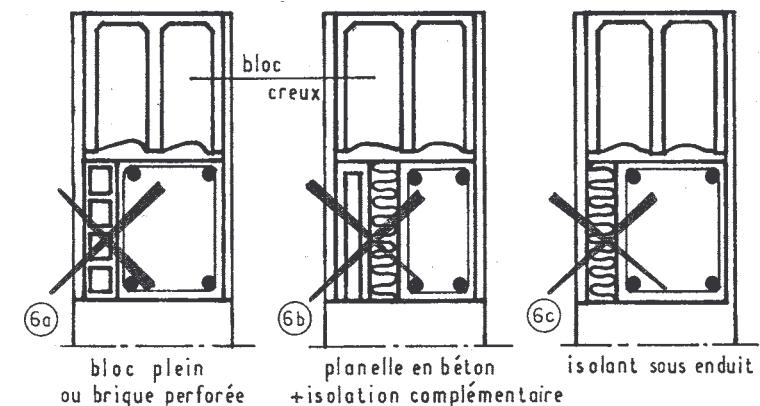
Voir croquis ⑥a, ⑥b, ⑥c.

#### Exemples : DISPOSITIONS PRESCRITES D'HABILLAGES DE LINTEAUX

##### COUPES VERTICALES sur LINTEAUX



#### Contre exemples: DISPOSITIONS PROSCRITES



## ■ Les appuis en maçonnerie ⑨

- La longueur minimale d'appui doit être au moins égale à 20 cm et au 1/10 de la portée du linteau.
- La surface de repos doit être horizontale.

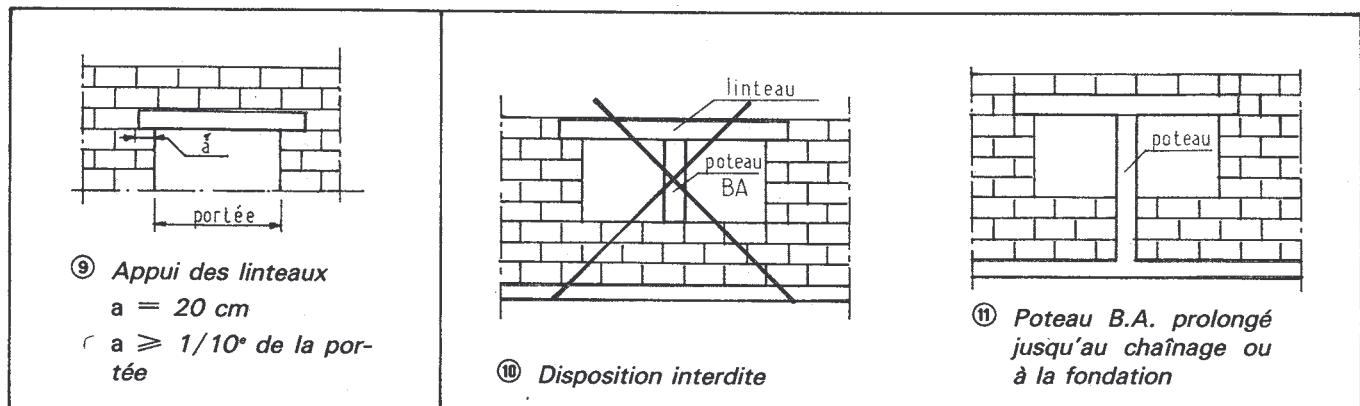
## ■ Les trumeaux porteurs des linteaux ont une largeur minimale :

- au moins égale à 2 fois la longueur d'un bloc,
- de 80 cm.

**Sinon, on peut adopter l'une des solutions ci-après :**

- un potelet en B.A. est incorporé dans la maçonnerie du trumeau.

- un linteau filant ou continu est alors réalisé pour répartir les efforts dans la maçonnerie porteuse sous réserve que les sections de béton et d'acier conviennent.



## 4 - RÉALISATION DES LINTEAUX ET POUTRES

*Elle comprend les opérations suivantes :*

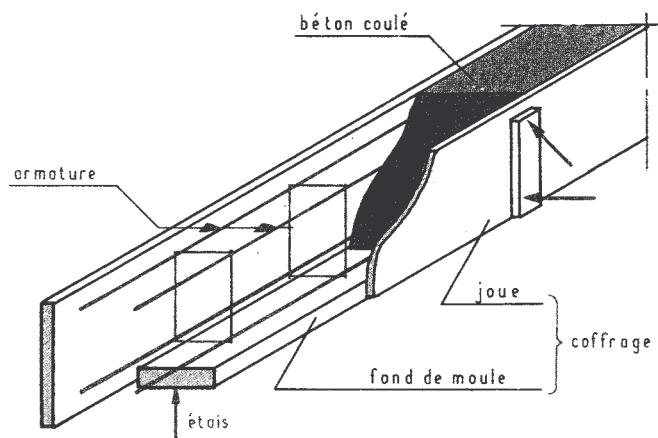
- I. – le coffrage du fond de moule et des joues ⑫
- II. – le ferrailage et la mise en place de l'armature
- III. – le bétonnage
- IV. – le décoffrage

## ■ COFFRAGE

### ► Buts recherchés

- horizontalité du fond de moule,
- verticalité des joues,
- alignement avec le mur,
- stabilité de l'ensemble.

### ► Moyens utilisés suivant les cas rencontrés (voir pages suivantes : §A, B, C, D, E).



⑫ Coffrage du fond de moule et des joues

## A – Coffrage élémentaire de linteaux de faible hauteur ⑬ ⑭ et ⑮

### • ÉLÉMENTS

**Fond de moule** (élément coffrant horizontal)

### • MATÉRIAUX ET MATÉRIEL

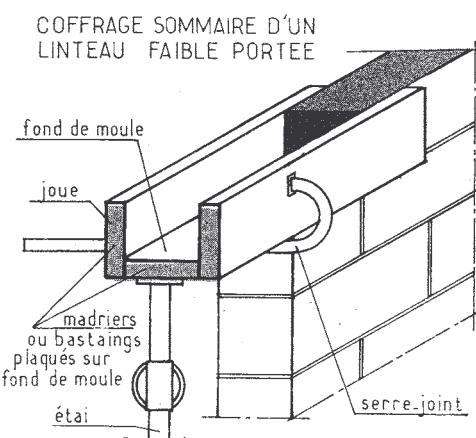
- mur de 15 cm → bastaing 5 cm X 15 cm
- mur de 20 cm → madrier 8 cm X 20 cm
- les étais métal permettent le réglage à hauteur et l'obtention de l'horizontalité.

### • ÉLÉMENTS

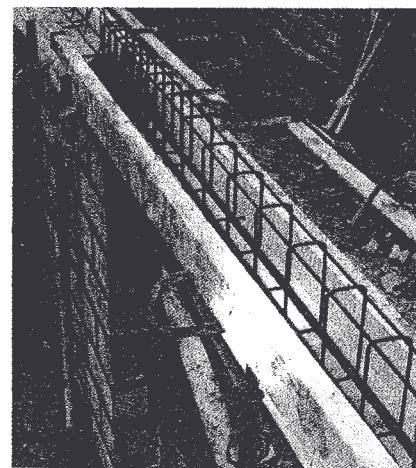
**Joues** (éléments coffrants latéraux verticaux)

### • MATÉRIAUX ET MATÉRIEL

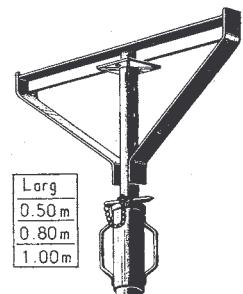
- Utilisation soit de :
  - planches de 32 mm ou 40 mm d'épaisseur,
  - bastaings ou madriers.
- Maintien des joues par serre-joint.



⑬ Coffrage sommaire d'un linteau faible portée



⑭ Linteau de garage.  
Coffrage et armature



⑮ Consoles pour étais tubulaires « MAG »  
Largeur :  
0,50 m ;  
0,80 m ;  
1,00 m

## B – Coffrage traditionnel d'un linteau de grande portée ⑯

### • le fond de moule est soutenu par :

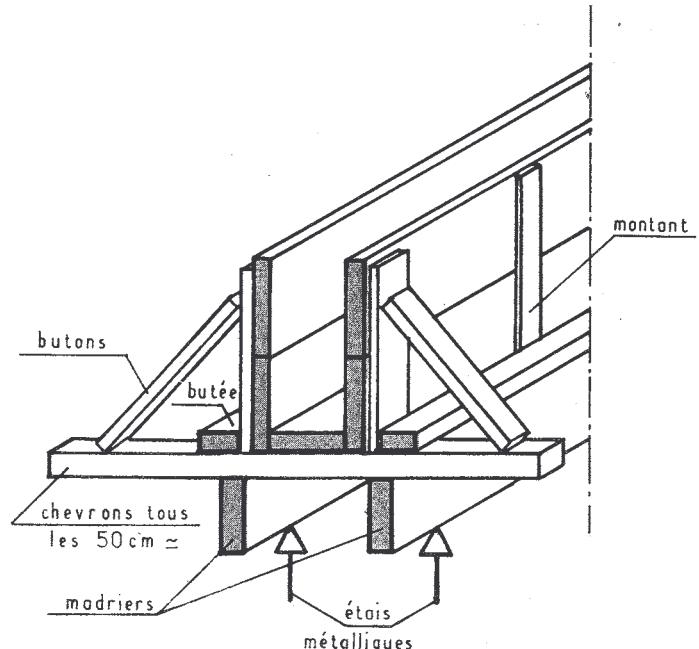
- des madriers longitudinaux supportés par des étais,
- des chevrons transversaux qui reposent sur les madriers.

### • les joues sont stabilisées par :

- une butée en pied,
- une série de butons prenant appui sur les montants et les chevrons (principe de la triangulation).

### NOTA :

On peut utiliser aussi un coffrage métallique.



⑯ Coffrage d'un linteau de grande portée (porte de garage)

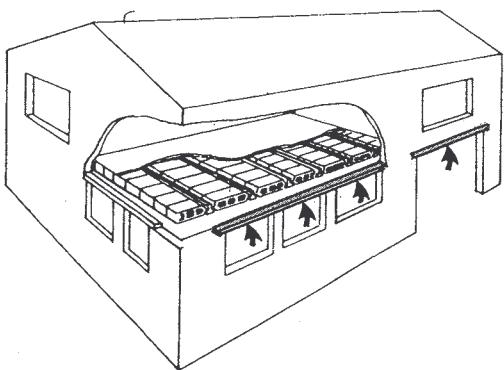
C - Coffrage partiellement préfabriqué en utilisant soit :

c.) un élément préfabriqué de faible épaisseur appelé prélinteau qui fait office de fond de moule incorporé au linteau.

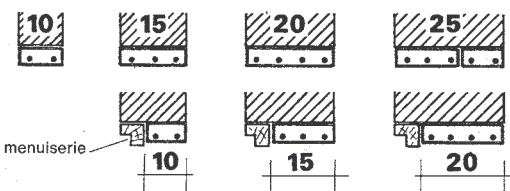
- Principe d'utilisation et appuis des linteaux.

Voir croquis ⑯ et ⑰ ci-contre.

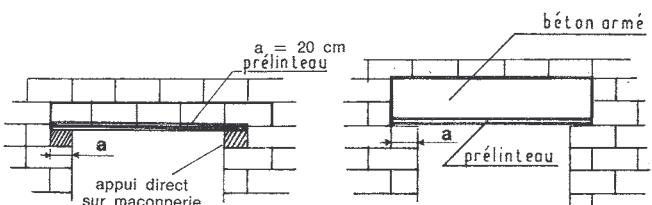
- Linteaux de façade porteurs ou non. Voir croquis ⑯ et ⑰ ci-contre.



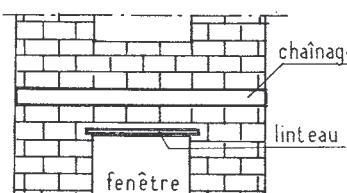
⑯ Linteau de façade porteur ou non de plancher ou de sous-toiture



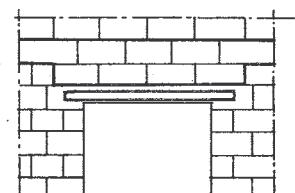
⑯ Principe d'utilisation



⑰ Appuis des linteaux



⑯ Linteau indépendant



⑰ Prélinteau maçonné

c<sub>2</sub>)/des blocs spéciaux en béton en forme d'U ⑲ et ⑳

- Caractéristiques des blocs :

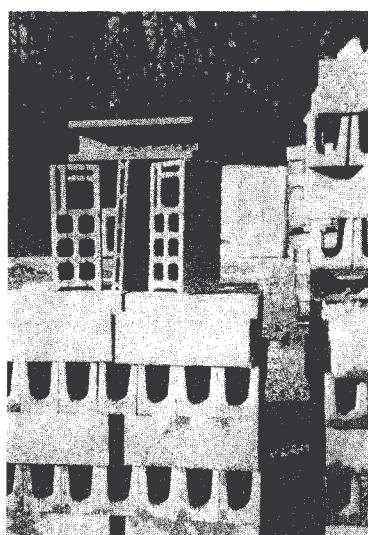
longueur  $\approx$  50 cm  
hauteur  $\approx$  20 cm  
largeur  $\approx$  20 cm  
épaisseur des parois 3 cm environ.

Ils servent à la fois au coffrage du fond et à celui des parois en les juxtaposant.

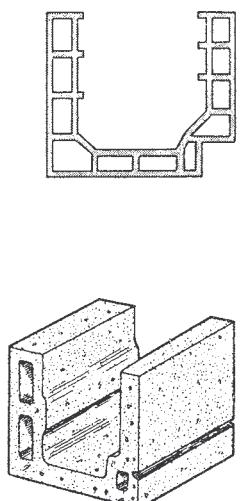
- Mise en place :

Les blocs sont maintenus en sous face par un madrier et quelques étais.

Ils sont disposés côte à côte et alignés avant de placer l'armature.



⑲ Éléments spéciaux en U de longueur 50 cm.

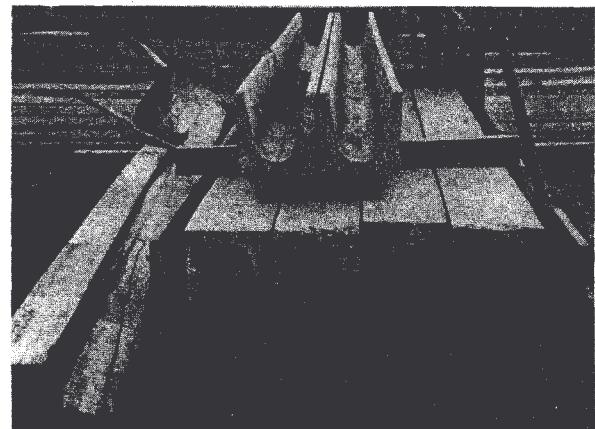


⑳ Éléments en forme d'U utilisés pour les linteaux ou les chaînages

c<sub>3</sub>) des profils en béton armé en forme d'U ④

• Caractéristiques :

- l'épaisseur des profils évidés est celle du mur,
- la longueur « L » est celle de la portée augmentée de celle des appuis :  
 $L = 1,00 \text{ à } 3,00 \text{ m et plus}$
- l'évidement sert à loger l'armature.



④ Éléments préfabriqués pour linteaux

• Mise en place :

- les profils utilisés ne nécessitent **ni coffrage, ni étaiement** (sauf un étai éventuel au milieu de la portée),
- la **manutention** s'effectue à la main ou au chariot élévateur ou à la grue.

**NOTA :**

Cette solution est élégante et ultra rapide mais l'épiderme est différent de celui des agglomérés.

D - Coffrage réalisé au sol pour linteaux entièrement préfabriqués de petite ou grande dimension

Un moyen de levage s'avère nécessaire compte tenu de la **masse des éléments** (masse volumique du béton armé = 2 500 kg/m<sup>3</sup>).

E - Coffrage constitué par le cadre métallique qui sert de bâti pour les baies.

## 5 - ARMATURE

Voir aussi le thème « LES ARMATURES »

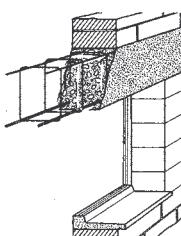
■ Constitution de l'armature ⑤ et ⑥

► des linteaux isolés :

- **petite portée :**

- les *acières principaux* sont placés à la partie inférieure *avec ou sans aciers de montage + cadres*.

LINTEAUX



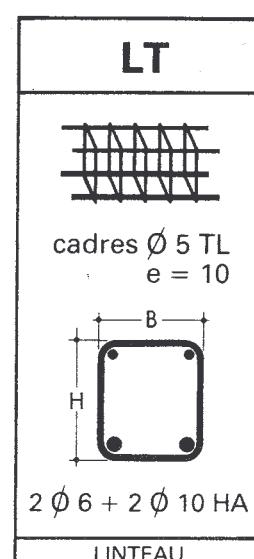
⑤

- **grande portée :**

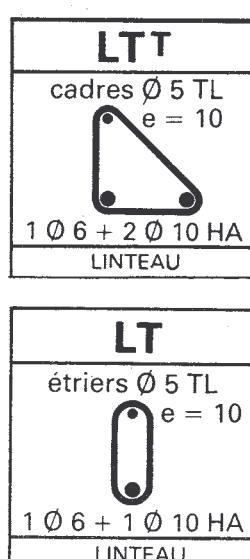
- • *acières principaux* en bas,
- *acières de montage* en haut,
- *cadres* tous les 15 à 20 cm.

► des linteaux filants : même principe en utilisant des armatures de même diamètre en bas et en haut de la section de béton.

■ Les armatures préfabriquées choisies sur catalogue fabricant sont très utilisées (voir extrait catalogue page suivante).



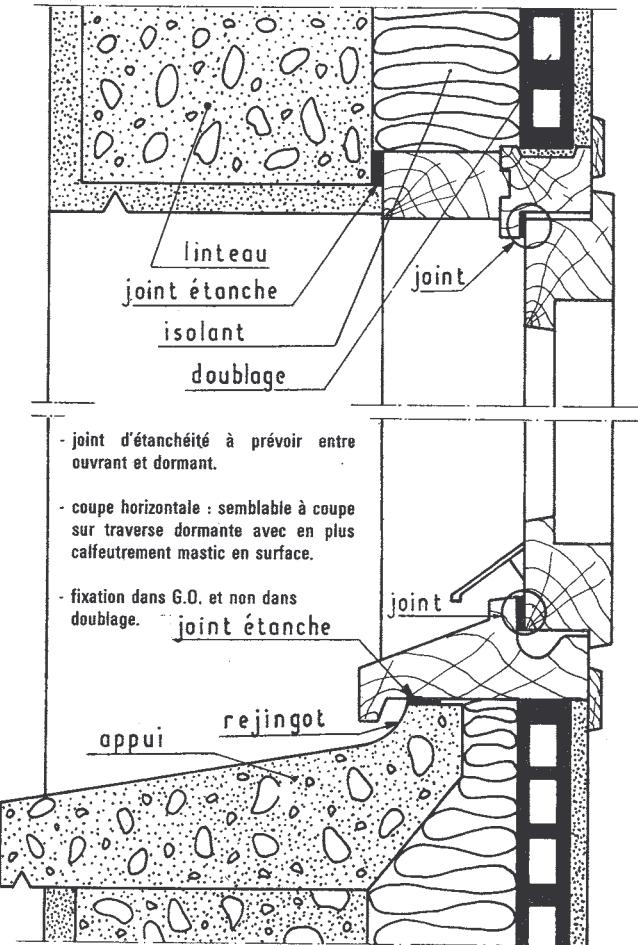
⑥



ARMATURES POUR LINTEAUX (STANDARD)		CHARGES PORTANTES MAXIMALES EN KG PAR MÈTRE							
DESCRIPTION longueur 6 mètres	DÉSIGNATION Réf. Larg. Haut. en cm	Section Béton	PORTÉE ENTRE APPUIS EN MÈTRS						
			1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.50	
LT 2 filants Ø 6 HA Fe E 40 2 filants Ø 10 HA Fe E 40 cadres Ø 5 TL FeTE 50 e = 10 cm		LT 10-15 LT 15-15 LT 15-20	15 X 20 20 X 20 20 X 25	3940 4180 4700	3150 3320 3760	2270 2310 3040	1670 1690 2230	1280 1300 1710	820 830 1090
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Assemblage par soudures électriques</li> <li>● Aciers Haute Adhérence (HA) et Tréfilé Lisse (TL)</li> </ul>									

## 6 - BÉTONNAGE

- Dosage du béton 300 à 350 kg de ciment de la classe 45.
- Quantité de granulats pour **50 kg de liant** :
  - 80 dm<sup>3</sup> de sable de rivière 0/5,
  - 120 dm<sup>3</sup> de gravillons 10/20.
- La mise en place s'effectue par pilonnage ou vibration en veillant à l'enrobage réglementaire des aciers.



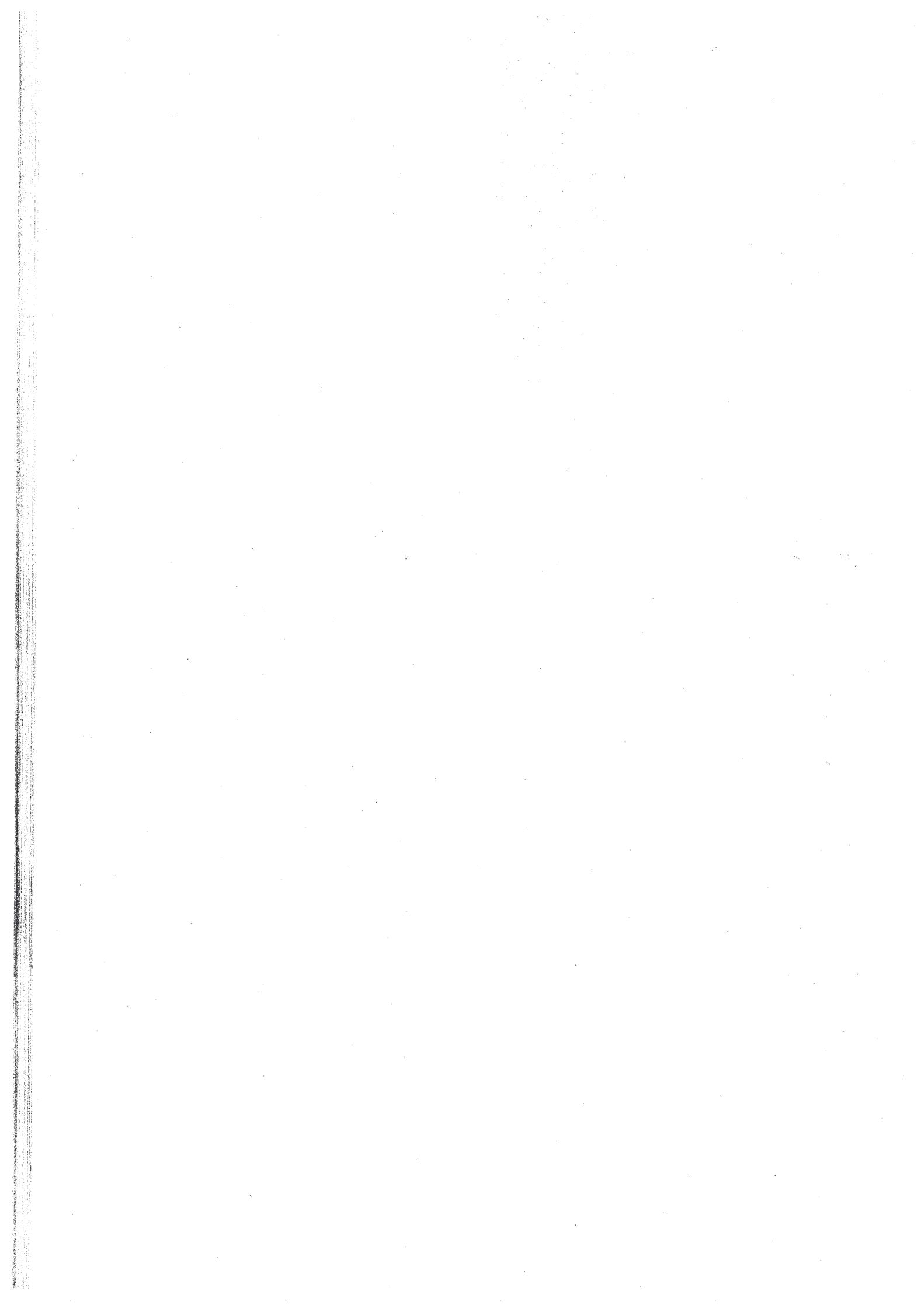
## 7 - DÉCOFFRAGE <sup>②</sup>

- Compte tenu des charges dues à la maçonnerie qui viennent ensuite sur le lintea, le fond de moule reste en position coiffée avec quelques étais, pendant une huitaine de jours si possible.

② Coupe verticale de principe sur fenêtre

## QUESTIONNAIRE

1. Pourquoi cherche-t-on à isoler le béton du linteau du côté extérieur par une planelle ?
2. Les linteaux peuvent-ils être associés au chaînage ? Dites pourquoi ?
3. Les blocs spéciaux en forme d'U sont-ils recommandés ? Vous donnez la justification.
4. Un linteau de portée 1,00 m et de section 20 cm X 20 cm doit porter 4 000 kg de charge. Par lecture du tableau du paragraphe 5, désigner les aciers utilisés.

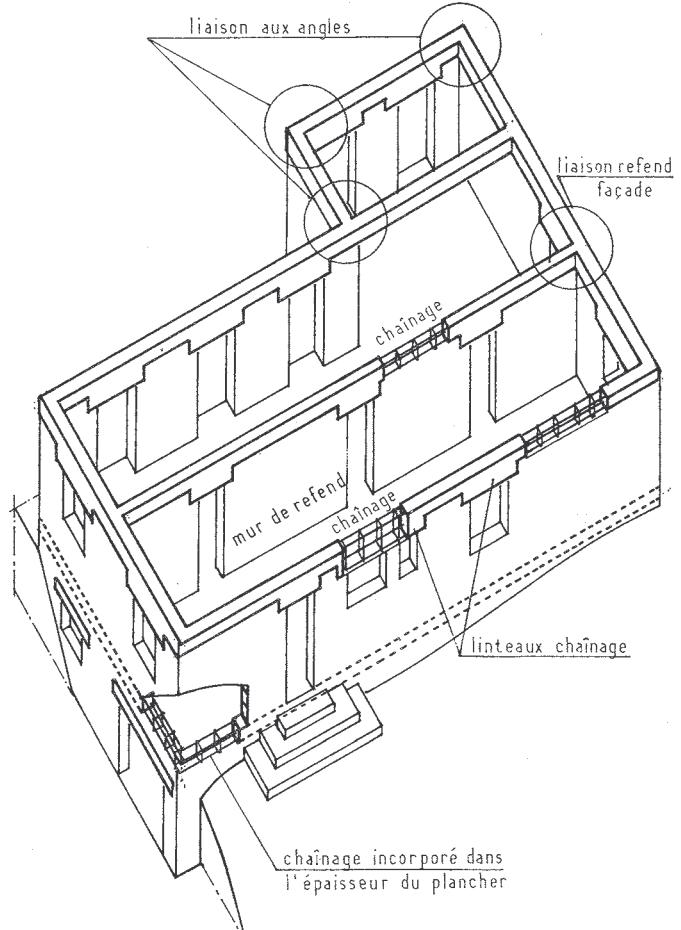


# THÈME 21

## Les chaînages en béton armé

*Les chaînages horizontaux ① réalisés en béton armé sont situés :*

- au niveau des planchers de chaque étage,
- au couronnement de mur.
- Ils ceinturent les murs (façades, pignons et refends) et sont continus.
- Ils sont conçus pour absorber des efforts de traction (comme une chaîne).

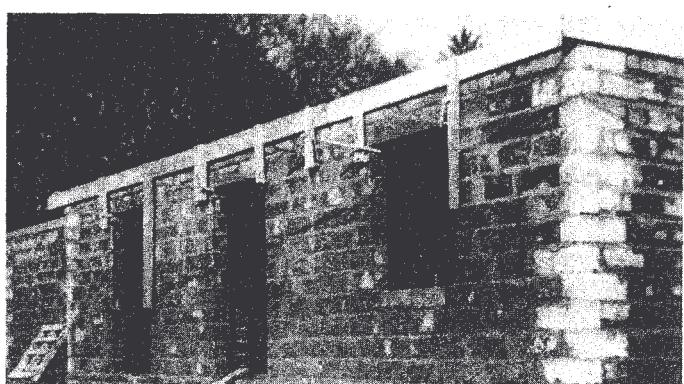


① Chaînages horizontaux

### 1 - RÔLES PRINCIPAUX DES CHAÎNAGES

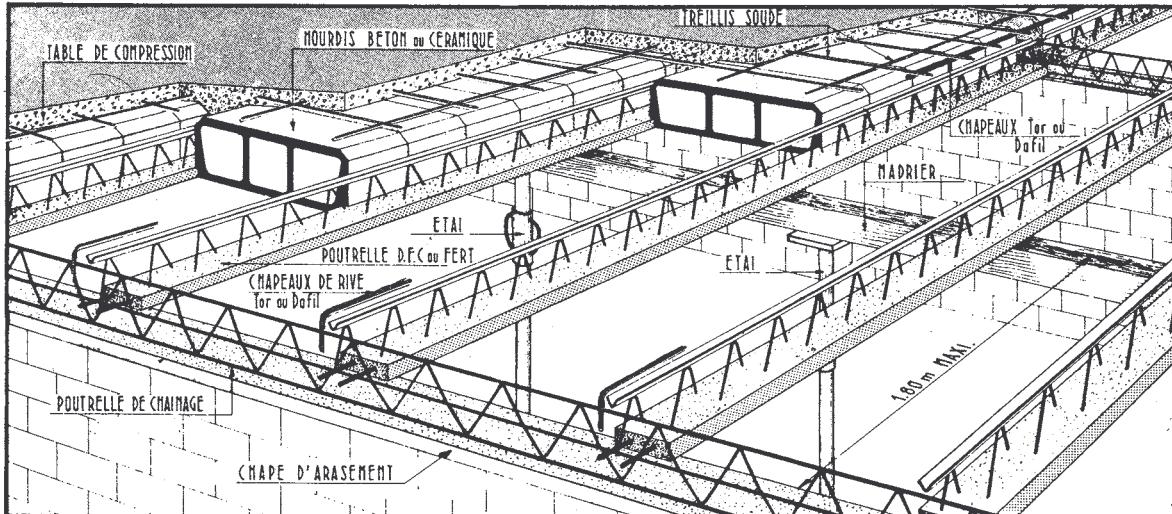
Voir les thèmes 12 « ARMATURES » et 17 « RÉALISATION DES MURS DE SOUS-SOL »

- Ils contribuent à la stabilité du bâtiment avec les chaînages verticaux. Les murs sont reliés entre eux.
- Ils réduisent les risques de fissuration ②. Les divers éléments (blocs, linteaux, etc.) de la maçonnerie sont solidarisés.
- Ils résistent aux efforts de traction, c'est leur rôle essentiel.



② Façade de pavillon et le coffrage du chaînage

REMARQUE	OBSERVATION IMPORTANTE
<ul style="list-style-type: none"> <li>Les chaînages peuvent être associés :           <ul style="list-style-type: none"> <li>soit aux linteaux → linteaux-chaînages (voir fig. ①),</li> <li>soit au plancher → chaînage incorporé ③,</li> <li>soit aux corniches et aux voiles en B.A. → chaînage incorporé ③.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>L'examen de la vue n° ③ montre que les murs sont reliés par :           <ul style="list-style-type: none"> <li>le chaînage de rive (sens longitudinal),</li> <li>les poutrelles du plancher (sens transversal).</li> </ul> </li> </ul>



③ Plancher et son chaînage en rive avec murs porteurs

Le plancher en B.A. constitue ainsi un ensemble de chaînages multiples incorporés.

## 2 - CONDITIONS DE RÉALISATION

### ■ 1<sup>re</sup> constatation :

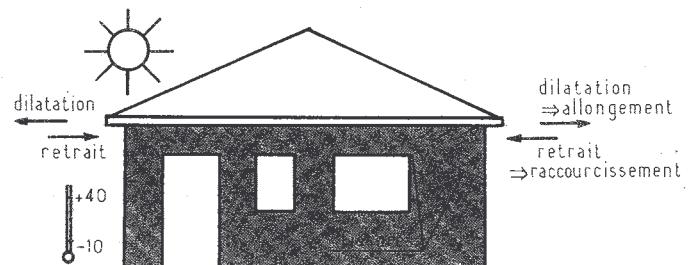
- La chaleur et le froid alternés provoquent des variations de dimensions.

### ► Conséquence pratique :

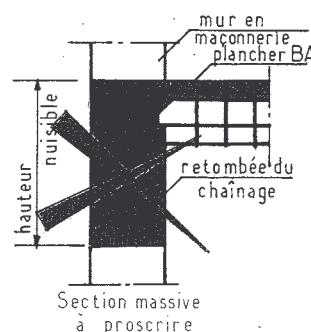
Il est nécessaire :

- de réduire les effets du retrait et de la dilatation du béton ④.
  - ⑤ éviter les sections massives.
  - ⑥ placer en rive un élément mince de même nature que la maçonnerie (planelle béton ou terre cuite, éléments en U).

Voir le thème 20 « LES LINTEAUX » (exemples et contre-exemples).



④ Retrait et dilatation du béton

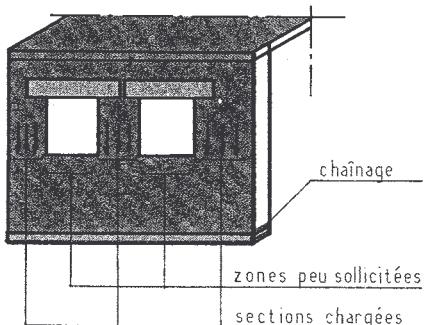


⑤ Façade exposée. Chaînage de rive

## ■ 2° Constatation :

(6)

- La présence des baies d'une façade, par exemple, ne permet pas d'obtenir une charge uniformément répartie sur les maçonneries (7).

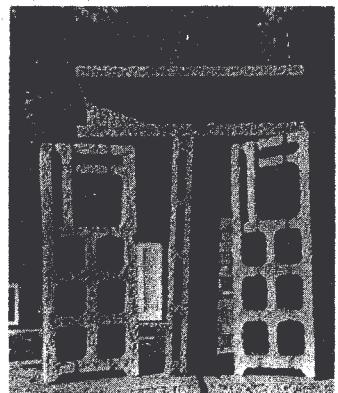


(7) Partie de façade

### ► Conséquence :

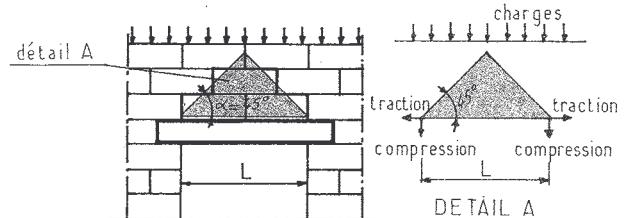
Les maçonneries subissent des **efforts de compression et de traction** par formation d'arcs (effet de voûte) (8).

L'arc est formé par les redans des agglos-mérés au-dessus du linteau.



A remarquer :

- l'élément en U disposé sur la photo horizontalement,
- l'agglos creux de 5 cm disposé entre deux agglos d'angle.



(8) Efforts de compression et de traction

## ■ Conclusion :

Une armature minimale est indispensable dans les chaînages.

## 3 - ARMATURES

### ■ ACIERS PRINCIPAUX OU LONGITUDINAUX (9) et (10).

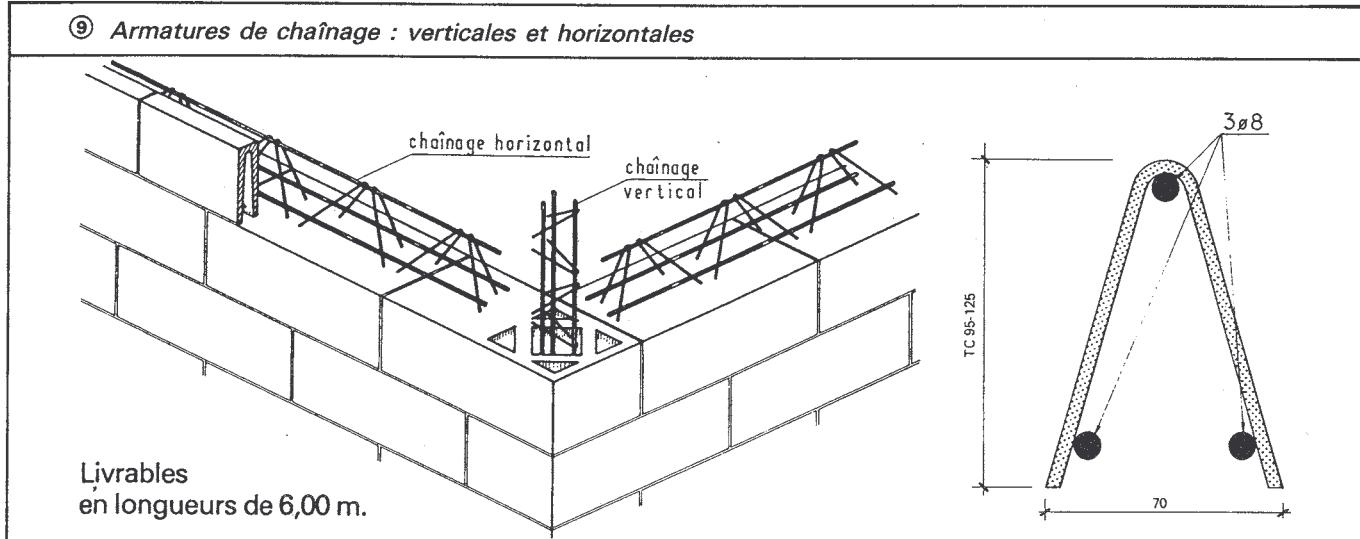
La section minimale prescrite correspond à :

- 0,5 % de la section de béton dans le cas d'acier à haute adhérence.
- 3 aciers H.A. de diamètre 8 mm ou 2 aciers H.A. de diamètre 10 mm.
- 4 aciers de diamètre 10 mm dans le cas d'acier de nuance douce.

#### EXEMPLE :

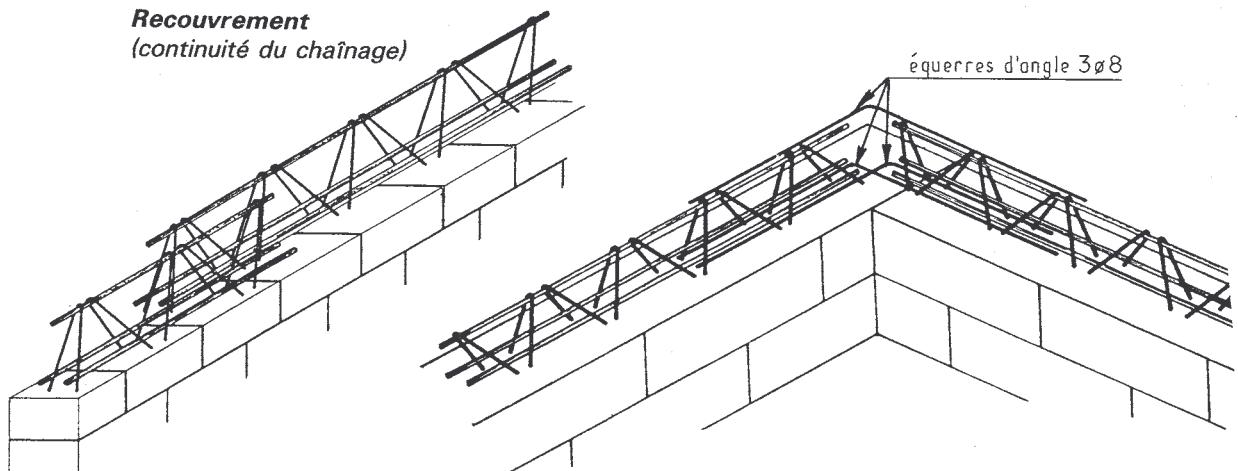
$$\begin{aligned} \text{Section du béton du chaînage : } & 20 \text{ cm} \times 20 \text{ cm} = 400 \text{ cm}^2 \\ \text{Section minimale : } & \frac{0,5 \times 400 \text{ cm}^2}{100} = 2 \text{ cm}^2 \end{aligned} \quad \left. \right\} \text{Soit : 4 H.A. de diamètre 8 mm}$$

### (9) Armatures de chaînage : verticales et horizontales



⑩ Détails d'exécution

**Recouvrement**  
(continuité du chaînage)



**Angle de mur**

■ ACIERS SECONDAIRES OU TRANSVERSAUX ⑪ et ⑫

- ▶ Les cadres sont généralement disposés avec **écartement régulier** pour maintenir les aciers en position.
- ▶ Les épingles sont utilisées dans les **chaînages plats**.

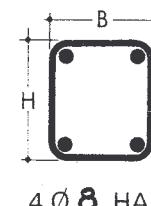
■ ACIERS DISPOSÉS AUX ANGLES DE MURS

Ils doivent :

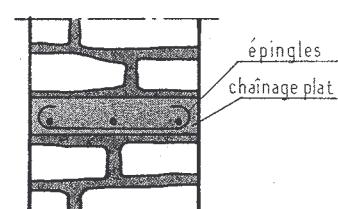
- ▶ assurer la continuité du chaînage (voir planche ⑩).
- **verrouillage d'angle**
- ▶ éviter de provoquer l'éclatement du béton (poussée au vide) sous l'effet de la mise en traction des aciers ⑬.
- **disposition rationnelle des équerres** complémentaires ou des aciers filants avec retour d'équerre ⑭ ⑮.



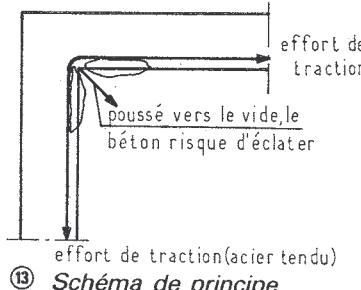
cadres Ø 5  
 $e = 25$



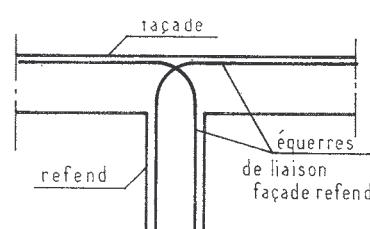
⑪ Cadres



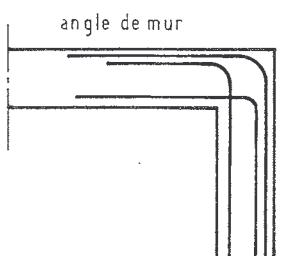
⑫ Épingles



⑬ Schéma de principe



⑭ Vue de dessus



⑮ Vue de dessus

■ **ARMATURES COMPLÈTES PRÉFABRIQUÉES** (*voir aussi le thème 12 « LES ARMATURES »*) choisies dans le catalogue fabricant.

Les aciers sont assemblés en usine par **points de soudure** à l'arc électrique.

► **Les dispositions classiques avec cadres ou étriers sont détaillées ci-après (voir planche ⑯ ci-dessous).**

► Les armatures sont également en forme de **V renversé** ( $\Lambda$ ), ce qui favorise le transport en les emboîtant (*voir la planche ⑯*). Les dispositions pratiques sont représentées :

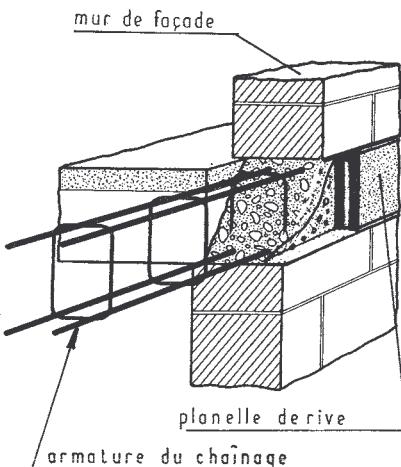
- pour les angles,
- pour les recouvrements.

(*Voir les détails d'exécution sur la planche ⑯*)

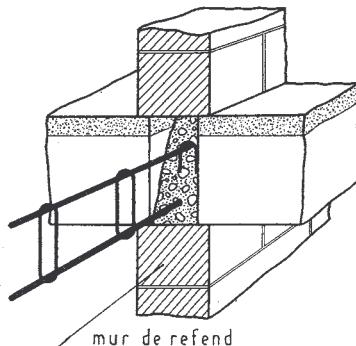
⑯ *Chaînages*

## CHAÎNAGES

ARMATURES POUR CHAÎNAGES PRINCIPAUX MODÈLES	
DESCRIPTION longueur 6 mètres	DÉSIGNATION Réf. Larg. Haut. en cm
CH 2 filants $\varnothing$ 10 HA Fe E 40 étriers $\varnothing$ 4,5 TL FeTE 50 $e = 40$ cm	CH 4-10 CH 4-12 CH 4-15
CHT 3 filants $\varnothing$ 8 HA FeTE 50 cadres $\varnothing$ 4,5 TL FeTE 50 $e = 40$ cm	CHT 10-10
CH 4 filants $\varnothing$ 7 HA FeTE 50 cadres $\varnothing$ 4,5 TL FeTE 50 $e = 40$ cm	CH 10-10 CH 10-15 CH 15-15
EL 4 filants $\varnothing$ 8 HA Fe E 40 cadres $\varnothing$ 4,5 TL FeTE 50 $e = 20$ cm	EL 10-10 EL 10-15 EL 15-15



- Conformité aux sections minimales réglementaires :
  - DTU 23/1 : 1,5 cm<sup>2</sup> pour tous aciers de Fe E 40 à FeTE 50
  - DTU 20/11 : 1,6 cm<sup>2</sup> pour aciers Fe E 40 soit : 1,5 cm<sup>2</sup> pour aciers FeTE 50
- Aciers Haute Adhérence (HA) et Tréfilé Lisse (TL)

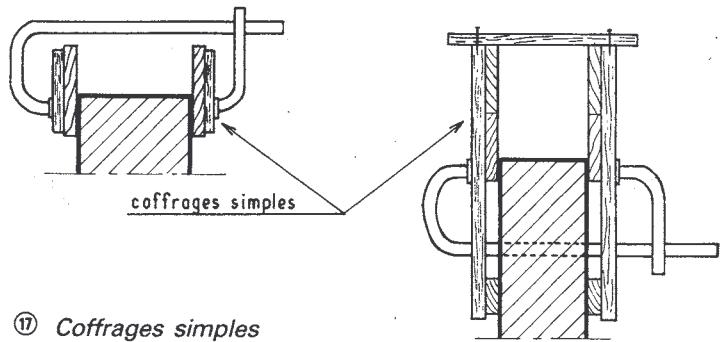


## 4 - COFFRAGE

Il s'effectue à l'aide :

■ de planches de 30 à 40 mm d'épaisseur et de 3 à 4 m de longueur maintenues à la hauteur voulue ⑯ et ⑰ :

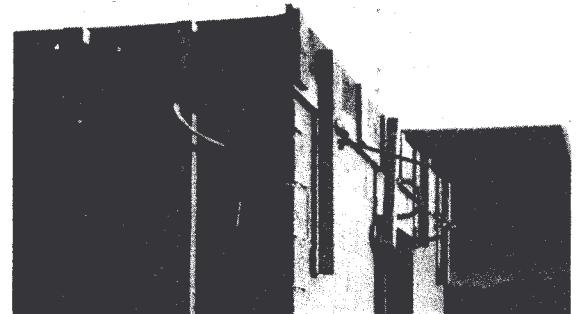
- ▶ soit par des serre-joints seulement,
- ▶ soit par des montants et des serre-joints.



⑯ Coffrages simples

■ de blocs spéciaux en forme de U dans lequel se loge l'armature.

- ▶ bloc en terre cuite pour les murs en briques creuses ou à rupture de joint,
- ▶ bloc béton pour murs en agglos ⑯.



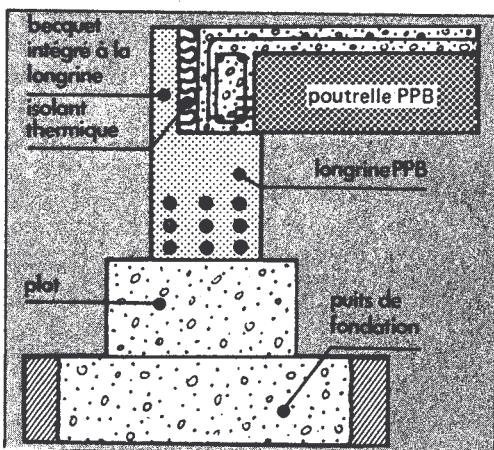
⑯ Coffrage d'un chaînage avec des panneaux de planches

■ d'agglomérés de 5 cm d'épaisseur ou de planelles, placés du côté extérieur des murs de façade et scellés au mortier ⑯.

- ▶ Les poutrelles et entrevois du plancher forment les éléments coffrants du côté intérieur ⑯.

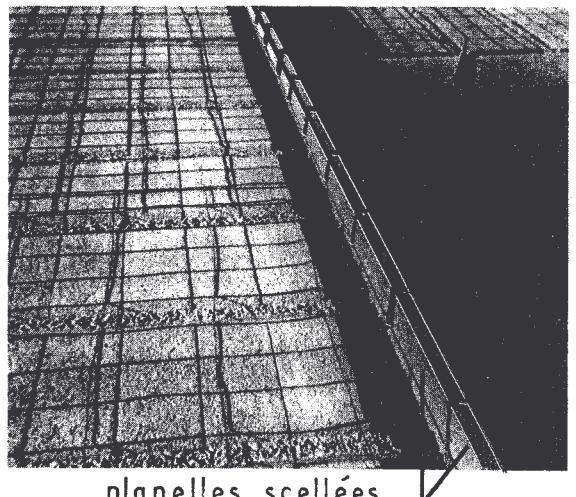


⑯ Blocs béton courants et en forme d'U



⑯ Chaînage au niveau des fondations

- ▶ Dans ce cas, le chaînage est donc incorporé dans l'épaisseur du plancher. Voir la photo ⑯ et la vue d'ensemble ⑯.



planelles scellées

⑯ Planelles scellées en rive de plancher

## 5 - BÉTONNAGE DES OUVRAGES

- Le béton fabriqué sur place ou livré est dosé à 350 kg de ciment CPA ou CPJ de la classe 45, par mètre cube de béton.

Granulats utilisés :

- sable de rivière  $\# 500 \text{ dm}^3$  granularité 0/3
- gravillons  $\# 720 \text{ dm}^3$  granularité 5/10 ou 10/15

- Le béton est mis en place :

- ▶ soit par **vibration** à l'aiguille,
- ▶ soit par **piquage**.

- Les **cales plastiques** sont disposées sur les aciers pour l'obtention de l'enrobage.

- Les blocs seront humidifiés si besoin avant le coulage.

**NOTA :**

Si le chaînage est incorporé, le coulage s'effectue en même temps que le plancher :

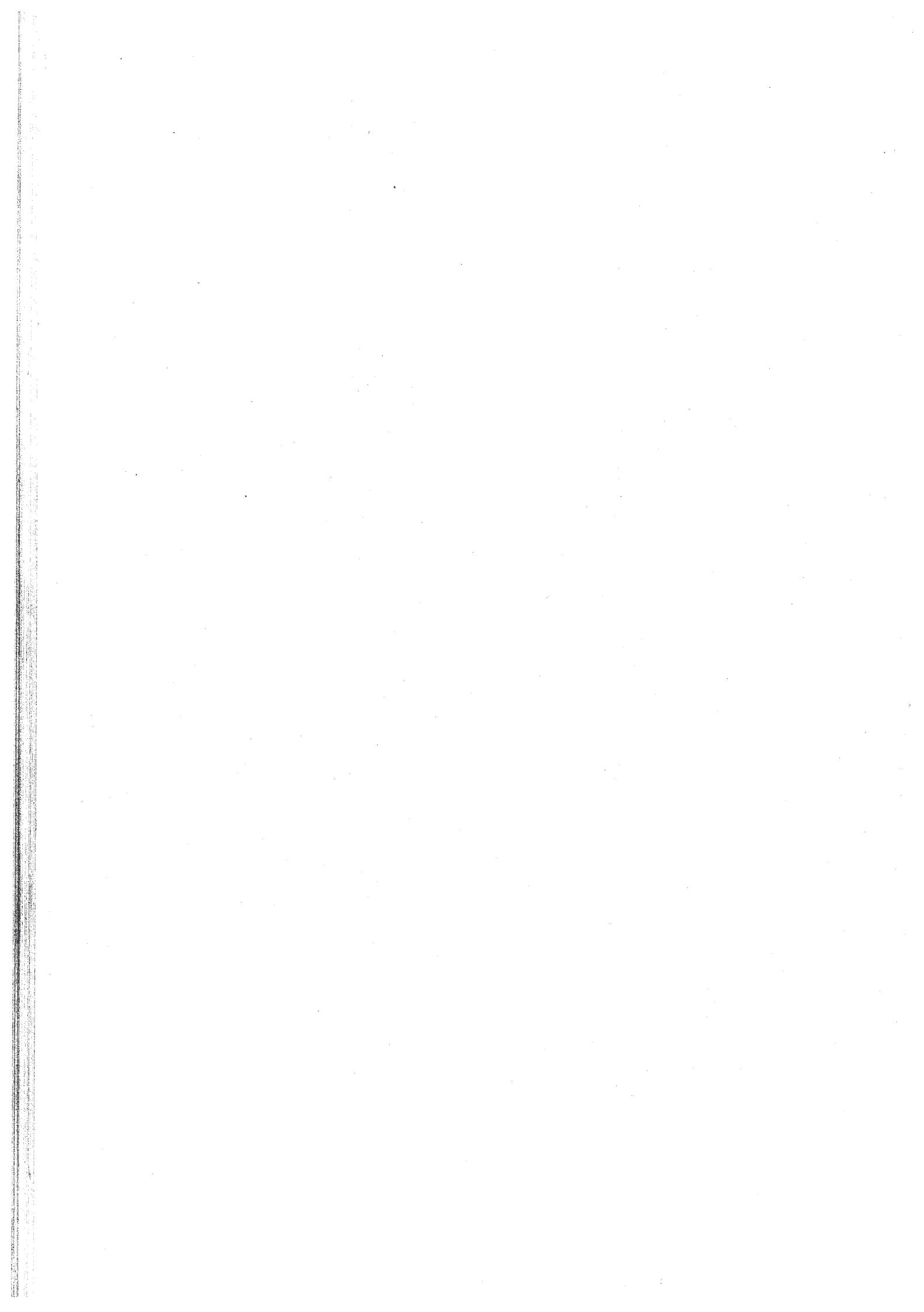
- gain de temps,
- même efficacité.



②2 Bétonnage par vibration à l'aiguille

## QUESTIONNAIRE

1. Pourquoi réalise-t-on des chaînages au niveau des planchers ?
2. Un client vous dit : un chaînage très épais est préférable. Que lui répondez-vous ?
3. Les chaînages sont des éléments tendus. D'où peuvent provenir les efforts de traction ?
4. Comment sont disposés les aciers aux angles de mur ? Faire un schéma.
5. Schématiser le coffrage d'un chaînage de largeur 20 cm et d'une hauteur de 10 cm.  
Même travail pour une hauteur de chaînage de 20 cm.
6. Combien de barres en Ø8 TOR faut-il placer au minimum dans un chaînage de section 20 cm X 15 cm ?
7. Indiquer le dosage préconisé pour couler un chaînage.



# THÈME 22

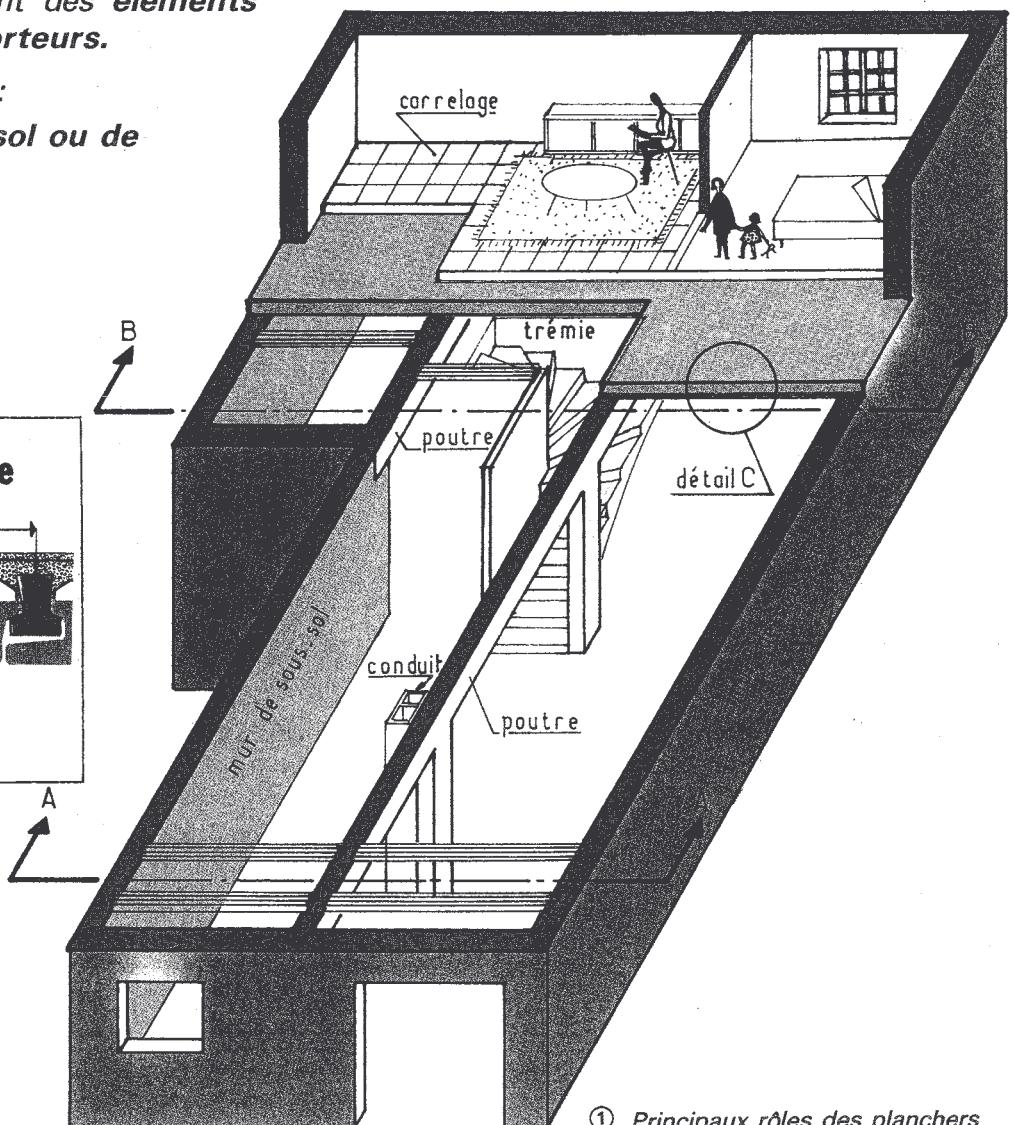
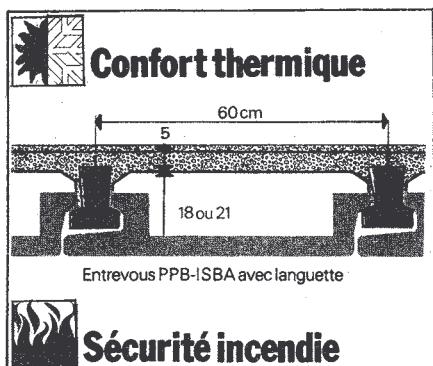
## Les planchers en béton

### PREMIÈRE PARTIE Rôles et principes

*Les planchers B.A. sont des éléments plans horizontaux, porteurs.*

*Ils prennent appui sur :*

- les murs du sous-sol ou de l'étage :*
  - façade
  - pignon
  - refends
- les murs et les poutres.*



① Principaux rôles des planchers

## 1 - PRINCIPAUX RÔLES DES PLANCHERS (Voir croquis ① page précédente)

### ■ RÔLE PORTEUR

- Ils transmettent les charges et les surcharges verticales aux murs, poutres, poteaux, etc.

**EXEMPLES :**

Cloisons, mobilier, personnes.

Ils doivent résister aux moments de FLEXION comme les poutres.

- Ils constituent un support rigide et stable pour les revêtements appliqués :

- en face supérieure

**EXEMPLES :**

Carrelages scellés, moquettes.

- en face inférieure

**EXEMPLES :**

Enduits de plâtre, plafonds suspendus.

**REMARQUE :**

Ils permettent aussi d'ancrer les balcons en B.A.

### ■ RÔLE DE PROTECTION

- Ils améliorent :

- l'isolation thermique (contre l'échange de chaleur). [Voir détail C, figure ①],

- l'isolation acoustique (contre les bruits),
- l'isolation contre l'humidité.

**EXEMPLE :**

Plancher sur vide sanitaire.

- Ils participent à la protection incendie des locaux ①.

### ■ AUTRES RÔLES

- Ils déterminent les niveaux du bâtiment.

**EXEMPLE :**

1<sup>er</sup>, 2<sup>er</sup>, 3<sup>er</sup> niveau (ou étage).

- Ils constituent une aire utilisée pour :

- le stockage : meubles, marchandises,
  - la circulation intérieure,
  - l'habitation (surface habitable).

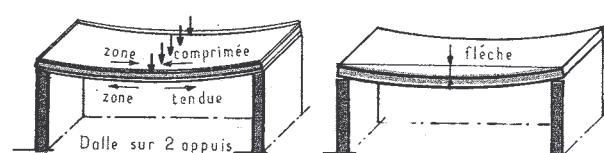
- Ils permettent le passage par des trémies ou ouvertures dans les planchers pour :

- les escaliers et les ascenseurs,
  - les conduits de fumée et de ventilation,
  - les vide-ordures.

## 2 - PRINCIPE DE CONSTRUCTION

■ Condition de bon fonctionnement dans la zone médiane d'une travée ②. Les charges appliquées sur les planchers ont tendance à provoquer une déformation appelée « flèche » ③ qui est due :

- à l'effort de COMPRESSION qui agit sur les fibres supérieures,
- à l'effort de TRACTION qui s'exerce sur les fibres inférieures.



② Déformation sous charge

③ Flèche

EN RÉSUMÉ, dans la zone médiane, on a :

- compression (en haut)
- traction (en bas)



**CONDITION :**

Le plancher doit résister aux moments de flexion.

### ■ Principe de construction

- Le béton est destiné surtout à équilibrer l'effort de compression.
- Les aciers permettent d'équilibrer l'effort de traction.
- **Règle pratique :** les aciers sont placés dans les zones tendues du plancher.

### 3 - APPLICATION A LA DALLE PLEINE

Une dalle pleine est une plaque horizontale porteuse en béton armé, d'épaisseur 8 à 16 cm, qui repose sur les appuis constitués par les poutres ou les murs.

#### SOLUTIONS CONSTRUCTIVES

CAS RENCONTRÉS	SCHÉMA DE PRINCIPE ET DISPOSITIONS PRATIQUES
<b>I. Appuis sur 2 côtés</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>La dalle peut reposer soit sur :           <ul style="list-style-type: none"> <li>deux murs</li> <li>un mur et une poutre</li> <li>sur deux poutres</li> </ul> </li> <li>La dalle est supposée uniformément chargée.</li> </ul>	<p>APPUIS des PLANCHERS charges réparties</p> <p>murs charges réparties</p> <p>poutre mur (ou poutre) zone comprimée fibre neutre zone tendue</p> <p>ARMATURE</p> <p>aciérs de répartition aciers porteurs</p> <p>ENCASTREMENT sur appui de rive</p> <p>Détails :        <ul style="list-style-type: none"> <li>Fig. (a) : Dalle reposant sur deux murs avec charges réparties.</li> <li>Fig. (b) : Dalle reposant sur un mur et une poutre avec charges réparties.</li> <li>Fig. (c) : Dalle reposant sur deux poutres avec charges réparties.</li> <li>Fig. (d) : Schéma de l'armature avec aciers de répartition et aciers porteurs.</li> <li>Fig. (e) : Détail d'encastrement à un appui de rive.</li> </ul> </p> <p>REMARQUES :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Les aciers porteurs ou principaux sont placés à la partie inférieure de la dalle, parallèlement au petit côté.</li> <li>Les aciers de répartition, parallèles au grand côté s'appuient sur les aciers porteurs.</li> </ul>
<b>II. La dalle est continue soit à :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>2 travées</li> <li>3 travées ou plus</li> </ul> <p>et uniformément chargée.</p>	<p>mur poteau mur</p> <p>⑤ Zone tendue T</p> <p>encastrement sur appui poutre mur de façade mur</p> <p>Légende ■ zone tendue</p> <p>⑥ Zone tendue : en rose</p> <p>REMARQUES :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Les aciers principaux sont placés dans les zones tendues, c'est-à-dire :           <ul style="list-style-type: none"> <li>en partie inférieure de la dalle sur toute la longueur des travées pour le 1<sup>er</sup> lit de barres,</li> <li>au-dessus les appuis de rive et les appuis intermédiaires. Ils sont dénommés « chapeaux ».</li> </ul> </li> </ul> <p>⑦ Coupe suivant AA (voir fig. ①)</p> <p>⑧ Coupe suivant BB (voir fig. ①)</p>

## ■ RECOMMANDATIONS PROFESSIONNELLES ⑨ à ⑯

- ▶ L'épaisseur de la dalle est  $\geq 1/30^\circ$  de la portée.
- ▶ L'écartement des 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 de répartition.
- ▶ La section des aciers de répartition doit être au moins égale au  $1/4$  de celle des aciers porteurs.

▶ La disposition des treillis soudés dans le cas de 2 lits pour l'armature inférieure fait l'objet du croquis ⑬.

▶ La longueur des chapeaux de chaque côté d'un appui est comprise entre le  $1/4$  et le  $1/5^\circ$  de la portée de la dalle (voir fig. ⑧).

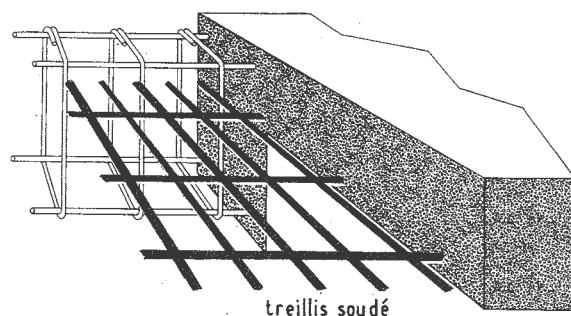
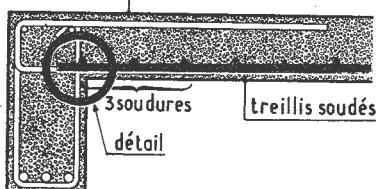
### EXEMPLE :

Dalle de portée  $L = 400$  cm ; longueur des chapeaux entre 80 cm à 100 cm.

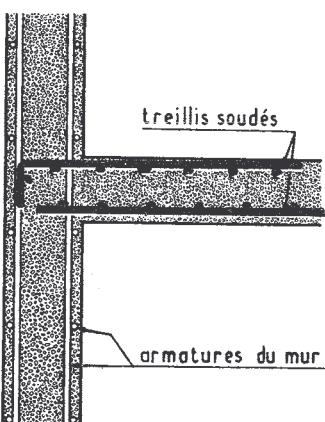
▶ Le chaînage horizontal incorporé ou non est nécessaire (voir thème 21 « LES CHAÎNAGES »).

▶ L'enrobage minimal doit être au moins égal au diamètre de l'acier ou aux valeurs indiquées ci-après ⑯.

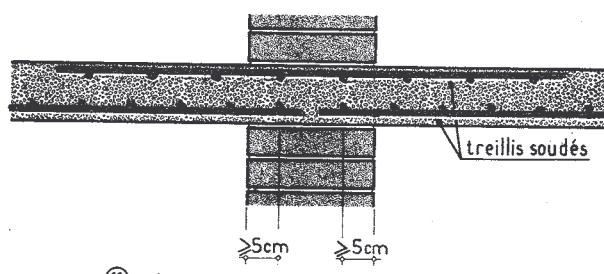
armatures en barres



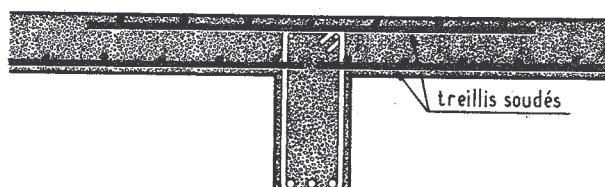
⑨ Appui de rive sur une poutre B.A.



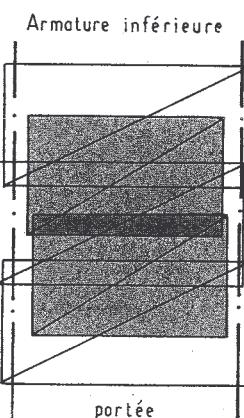
⑩ Appui de rive sur un mur B.A.



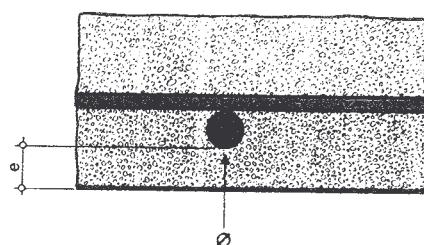
⑪ Appui intermédiaire sur un mur



⑫ Appui intermédiaire sur une poutre



⑬ Armature inférieure



⑭ Enrobage minimal

$e \geq 4$  cm. pour les ouvrages à la mer et au voisinage de la mer.

$e \geq 2$  cm. pour les ouvrages courants

$e \geq 1$  cm. pour des cas exceptionnels (locaux couverts et sans condensation).

## DEUXIÈME PARTIE

# Planchers avec poutrelles préfabriquées

### 1 - PROCÉDÉS DE CONSTRUCTION

#### ■ SYSTÈME PORTEUR

Il est constitué par :

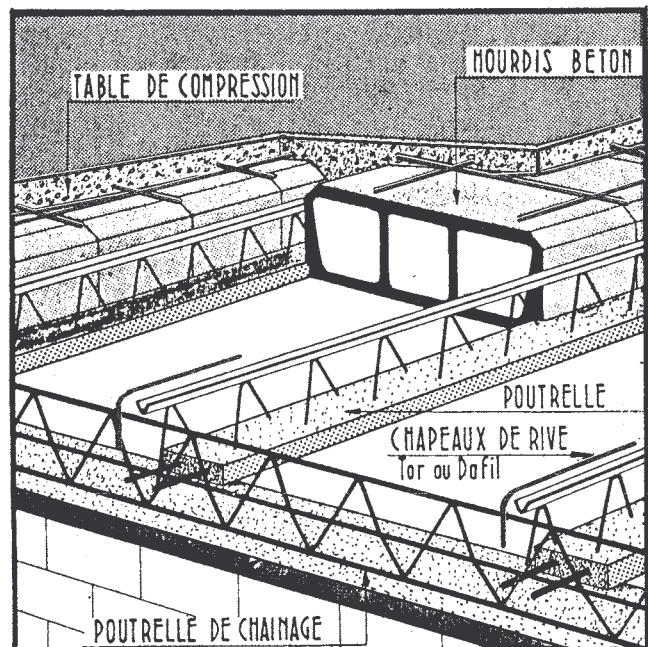
- ▶ des poutrelles préfabriquées <sup>⑯</sup> et <sup>⑰</sup>
  - a) à treillis métalliques et talon en béton,
  - b) en béton précontraint en forme de T renversé.
- ▶ une table de compression en béton, généralement armé d'un treillis soudé (épaisseur  $\geq 4$  cm).  
Le béton coulé sur place assure la liaison de la poutrelle avec la table de compression.

#### ■ SYSTÈME COFFRANT (*voir planche ⑰ page suivante*)

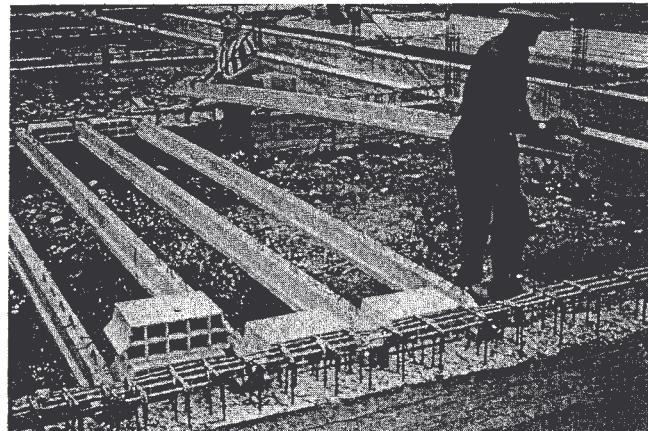
Il est constitué par les entrevois qui sont disposés entre les poutrelles en prenant appui sur leur talon.

##### ▶ Nature des entrevois :

- béton de gravillon,
- terre cuite,
- polystyrène expansé,
- polystyrène protégé en sous face par du plâtre, des fibres agglomérées,
- béton cellulaire.



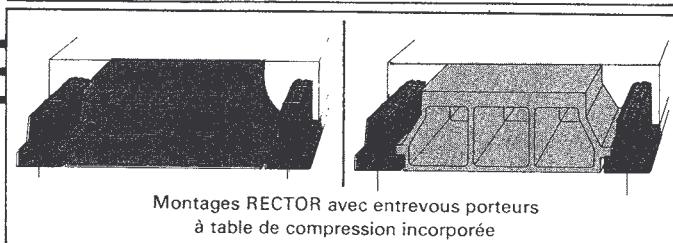
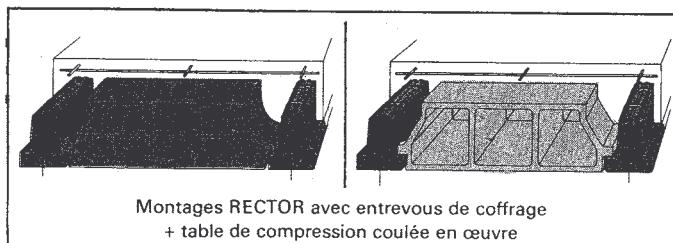
<sup>⑯</sup> Poutrelles préfabriquées à treillis métalliques et talon en béton



<sup>⑰</sup> Poutrelles précontraintes. Mise en œuvre du plancher.

## ► Rôle des entrevois :

- Ils servent de coffrage pour la table de compression et de support pour l'enduit du plafond ⑯.



## ⑯ Montages RECTOR

- Ils peuvent être porteurs sans nécessiter le coulage d'une table de compression ⑰ et ⑱.

### EXEMPLE :

Entrevois béton ou céramique.

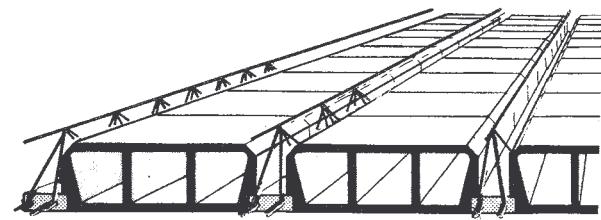


## ⑯ Coulage du béton

### REMARQUE :

La table de compression a pour rôle d'assurer :

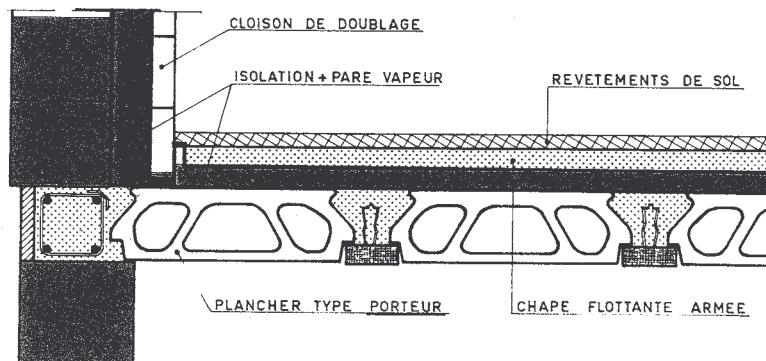
- la répartition des charges à la surface du plancher,
- la solidarisation de l'ensemble des éléments (liaison horizontale).



MONTAGES	Hauteur des entrevois en cm.	Table de compression en cm.
<b>PLANCHERS COURANTS</b>		
<b>Entrevois béton</b>		
	10	4
	12	4
	14	4
	16	4
<b>PLANCHERS COURANTS</b>		
<b>Entrevois céramique</b>		
	18	4
	20	4
	25	4
	30	4
<b>Entrevois porteurs béton</b>		
<b>Entrevois porteurs céramique</b>		

## ⑰ CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES

Exemple d'application d'un plancher porteur à dalle de compression incorporée + chape flottante.

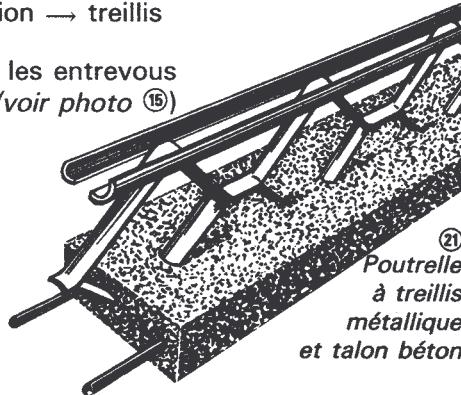


⑲ Schéma de montage. Type porteur. Plancher OMNIA

## 2 - POUTRELLES PRÉFABRIQUÉES A TREILLIS MÉTALLIQUES

### ■ RÔLES

- ▶ résister à l'effort de traction dans les zones tendues → membrures
- ▶ permettre la liaison poutrelle-table de compression → treillis
- ▶ supporter les entrevois → talon (voir photo ⑯)



### ■ CARACTÉRISTIQUES

- ▶ Constitution de l'armature :
  - membrure supérieure : feuillard en forme de V,
  - membrure inférieure : 2 ronds d'acières H.A.,
  - diagonales : treillis continu en acier tréfilé.
- ▶ Talon en béton { épaisseur 4 cm  
largeur 12 cm
- ▶ Masse de la poutrelle avec talon : 14 kg par mètre → légèreté et manutention facile. (Voir aussi le croquis ⑯.)

## 3 - POUTRELLES PRÉFABRIQUÉES PRÉCONTRAINTEES

### ■ Intérêt des poutrelles précontraintes.

- ▶ Le béton reste toujours comprimé dans chacune des sections de la poutrelle chargée ou non.

**EXEMPLE :**

- AVANT mise en service et sous l'action de la précontrainte ⑯.
- APRÈS mise en service sous l'effet des charges appliquées ⑯.

- ▶ La fissuration du béton des poutrelles n'est pas à craindre.

### ▶ Fabrication des poutrelles en usine.

Elle s'effectue sur des bancs horizontaux de 100 m de long et 2,50 m à 4,00 m de large.

#### Types de poutrelles fabriquées

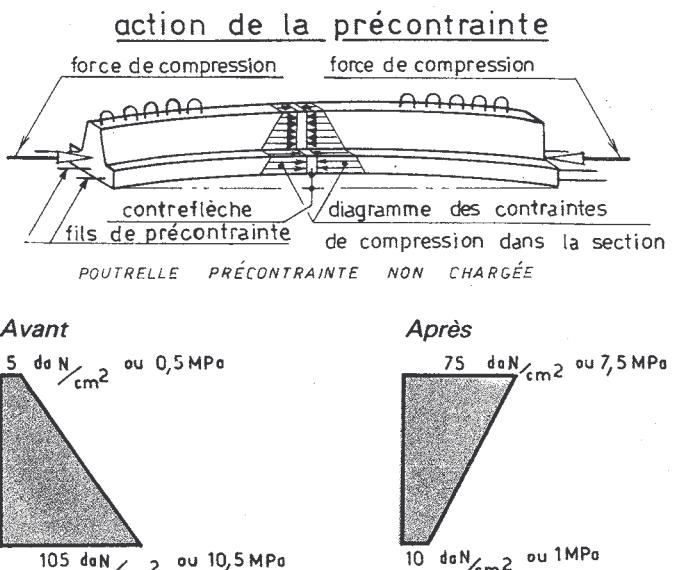
Désignation ou repérage suivant hauteur de poutrelle et fabricant

Hauteur (mm)	Largeur du talon (mm)	Nombre de fils de précontrainte
110	100	2 à 4
120 ou 130	110	2 à 5
140 ou 150	120	2 à 6
170	130	3 à 8

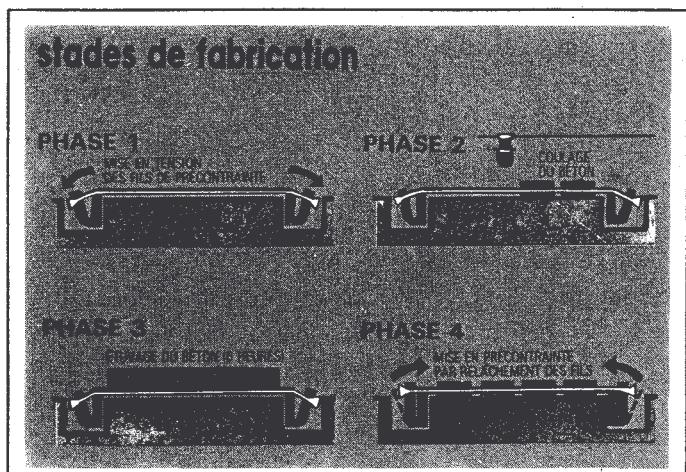
Longueur : toutes dimensions jusqu'à 8 à 9 mètres.

Masse : 18 à 30 kg par mètre suivant les sections de béton.

L'entraxe de poutrelle est de 60 cm pour tous les types de planchers.



⑯ Diagramme des contraintes du béton



⑯ Stades de fabrication

## 4 - MISE EN ŒUVRE

■ L'équipe chargée de la réalisation sur chantier dispose généralement d'un plan de pose qui précise les consignes de mise en œuvre relatives :

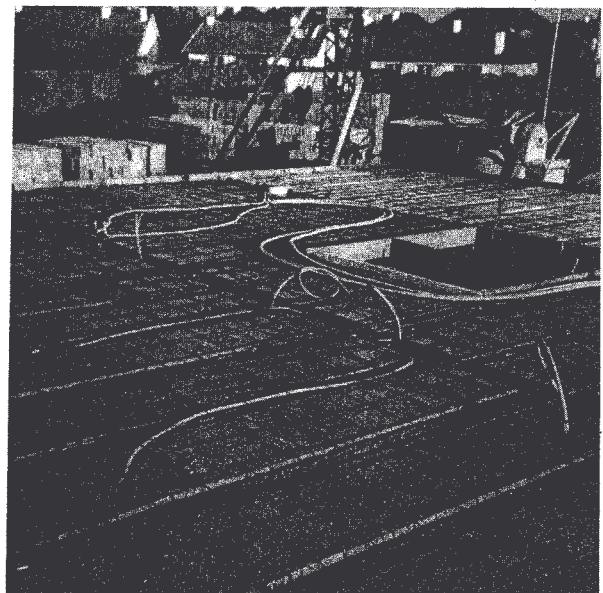
- ▶ à l'étaiement,
  - ▶ à la position des poutrelles,
  - ▶ à l'armature de la table de compression,
- EXEMPLE :**  
Treillis 4/3, 150 × 300
- ▶ aux chapeaux sur appuis,
  - ▶ au chaînage incorporé,
  - ▶ au dosage béton,
  - ▶ aux recommandations particulières pour :
    - chevêtre (autour des conduits),
    - trémies (ouverture pour l'escalier),
    - balcons, etc.

Voir : planche ⑯ p. 195 « PLANCHERS AVEC POUTRELLES A TREILLIS »  
et

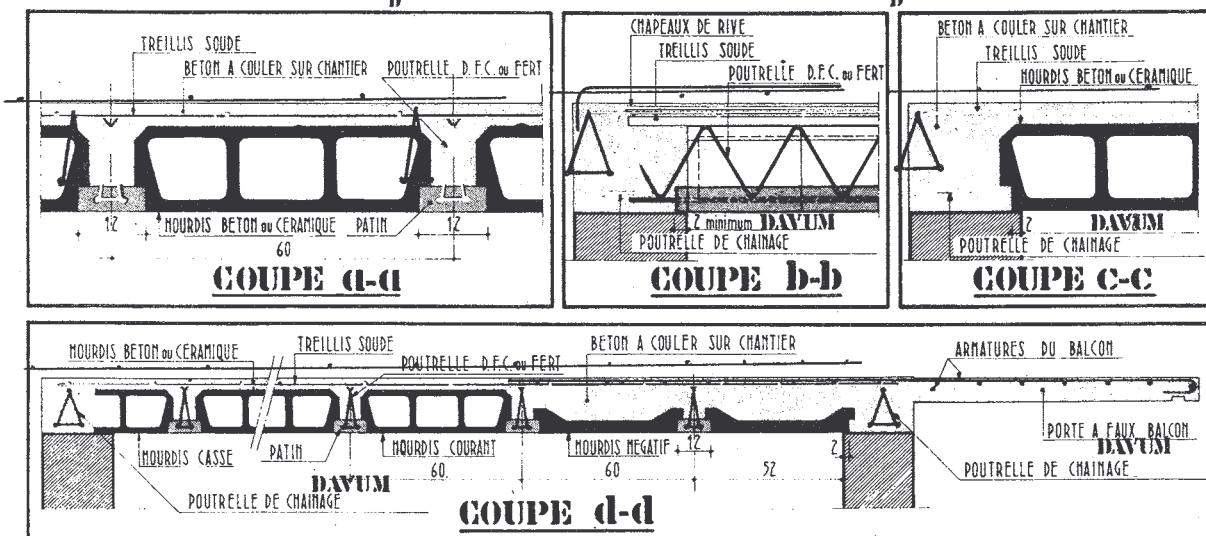
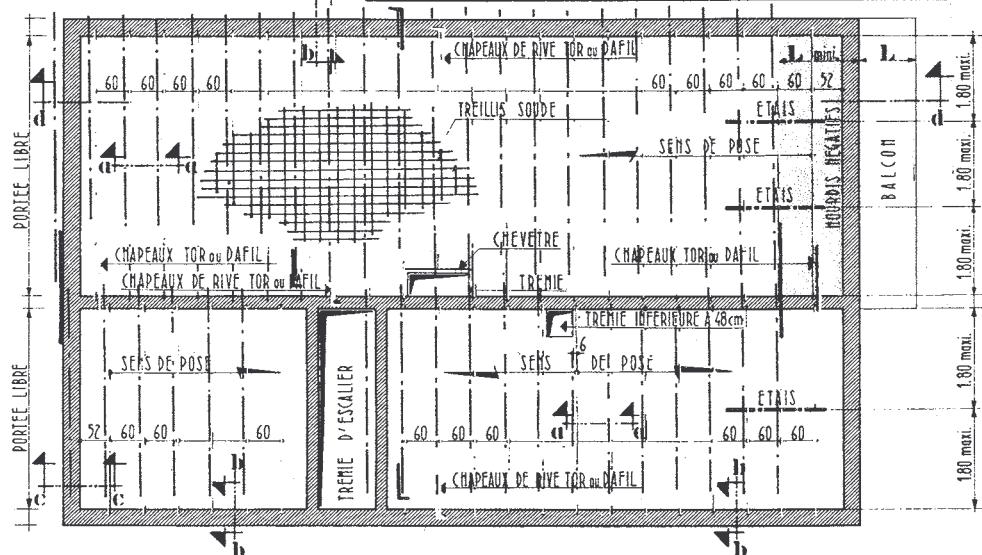
Planche ⑰ p. 196 « PLANCHERS A POUTRELLES PRÉCONTRAINTEES ».



Surfaçage de la dalle à l'hélicoptère

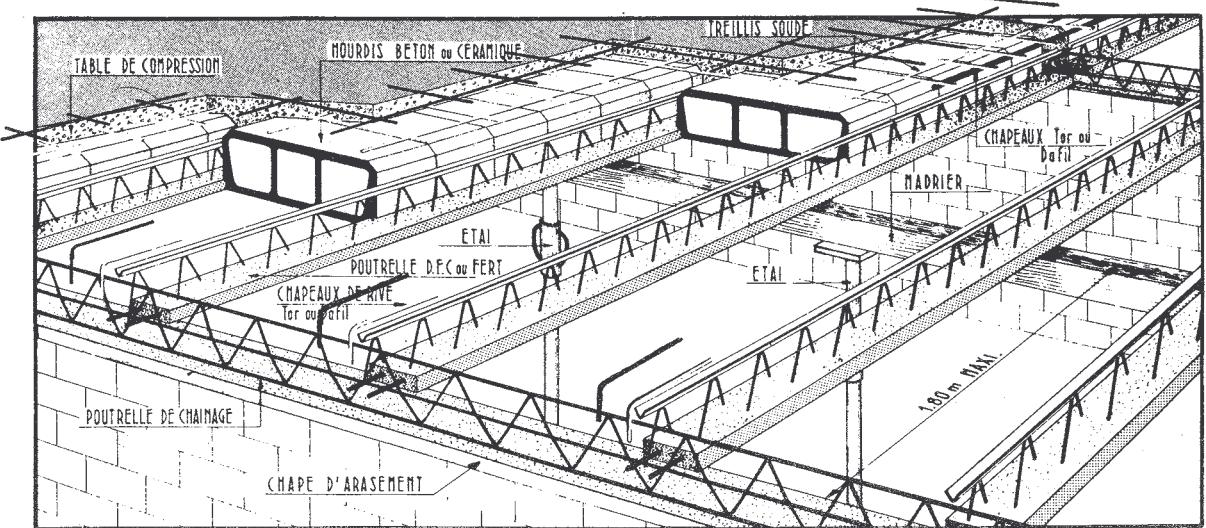


Plancher avant coulage :  
- trémie d'escalier coffrée  
- gaines électriques noyées

**b PLAN DE POSE TYPE**

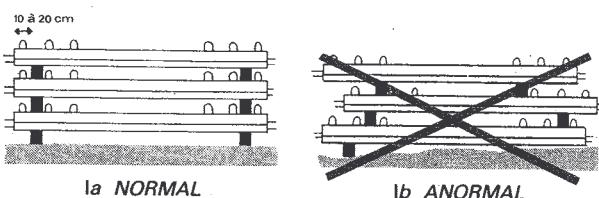
**Les différentes opérations sont à exécuter dans l'ordre suivant:**

- |  |   |
|--|---|
| 1)-EXECUTION DES ARASES DE POSE SUR MAISONNERIE<br>2)-MISE EN PLACE ET REGLAGE DES ETAIS<br>3)-MISE EN PLACE DES POUTRELLES<br>4)-MISE EN PLACE DES HOUARDIS | 5)-MISE EN PLACE DU CHAINAGE<br>6)-MISE EN PLACE DU TREILLIS SOUDE<br>7)-MISE EN PLACE DES CHAPEAUX<br>8)-BETONNAGE |
|--|---|



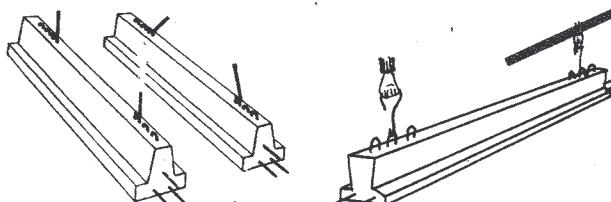
## RECOMMANDATIONS TECHNIQUES DE MISE EN ŒUVRE

## I. Stockage des poutrelles



Stockez les poutrelles sur des appuis horizontaux en superposant toujours les chevrons intermédiaires.

## II. Levage et manutention



IIa Manutention par élévation et levage mécanique

IIb Manutention à la main à l'aide d'étriers

## III. Mise en place des poutrelles suivant le plan de pose

## ► Conditions

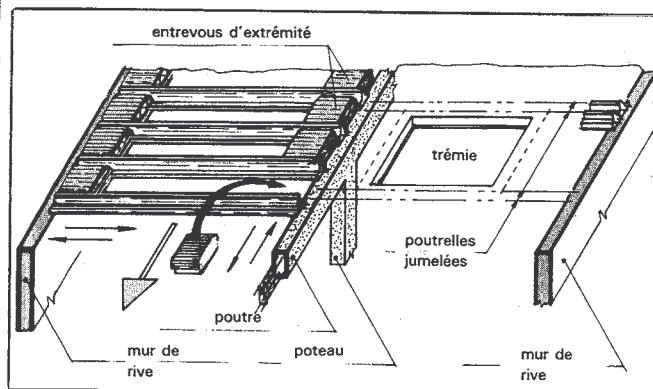
Longueur d'appui des poutrelles :

- 5 cm  $\approx$  sur un mur ;
- 2 cm  $\approx$  sur une poutre, un linteau ou un mur en béton armé ;  
(pour permettre le passage des aciers du chaînage ou ceux de la poutre).

## ► Moyens

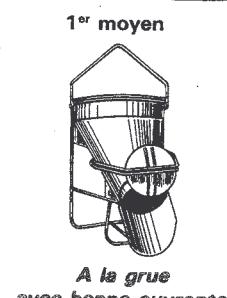
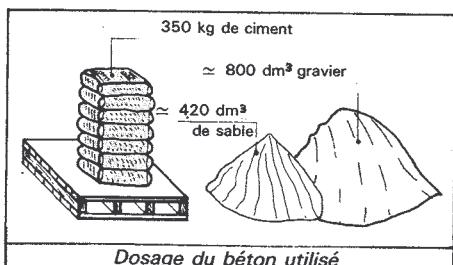
Réglage de l'emplacement des poutrelles :

- un entrevois borgne est placé à chaque extrémité pour obtenir l'écartement. Un jeu de 5 mm à 8 mm est prévu.
- Les réservations (trémies) nécessitent souvent des poutrelles jumelées pour établir un chevêtement.



III Réglage de la position des poutrelles

## VI. Distribution du béton :



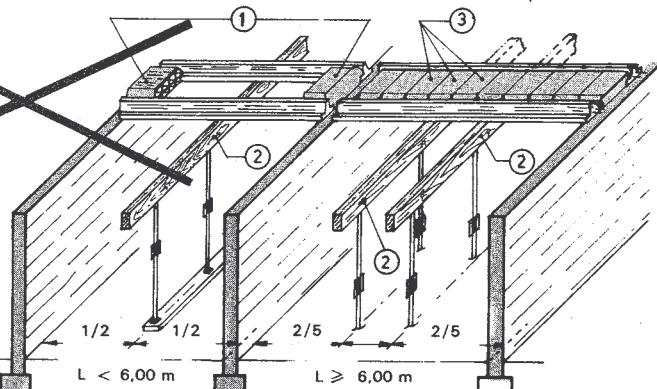
## IV. Étalement et mise en place des entrevois intermédiaires

► Conditions : L'étalement s'effectue AVANT la pose des entrevois intermédiaires

- à simple file d'étais { suivant la portée entre appuis.
- à double file d'étais { suivant la portée entre appuis.

## ► Moyens

- Les étais à vis sont placés « sans forcer » sous le madrier placé perpendiculairement aux poutrelles ;
- prévoir généralement une cale de 5 mm pour la remontée des entrevois sous le talon de la poutrelle.



IV Étalement des poutrelles

## V. Armature du chaînage et de la dalle de compression

► Les chaînages sur murs sont incorporés dans l'épaisseur du plancher.

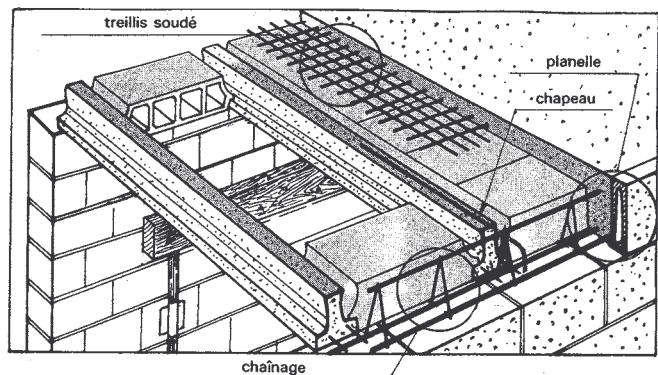
Armature de la dalle de compression.

- Section minimale d'acier : soit : 2 Ø 10 H.A. (Haute Adhérence) ou : 3 Ø 8 H.A.

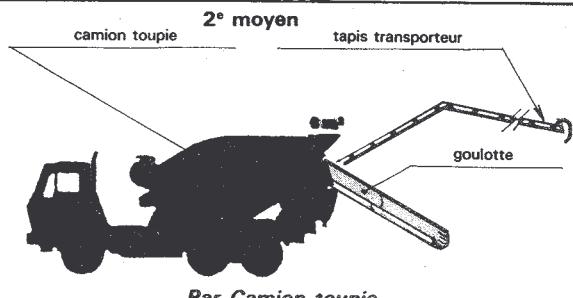
*Nota : une planelle est scellée en rive.*

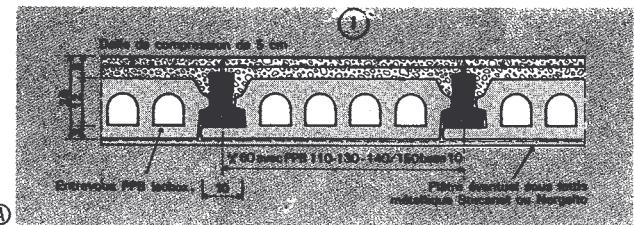
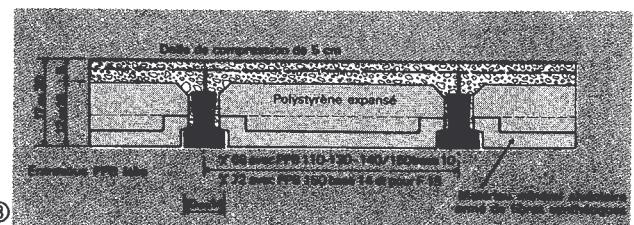
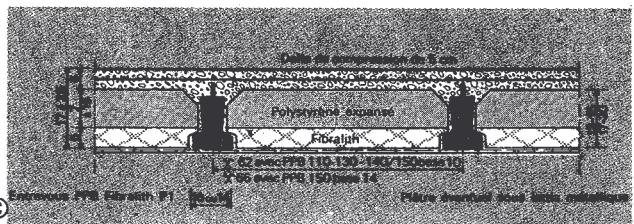
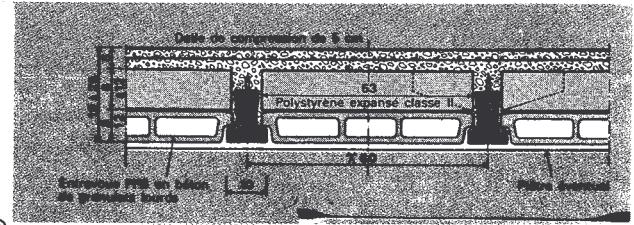
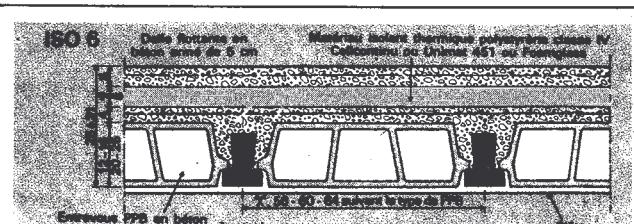
► L'armature de la dalle de compression d'épaisseur  $\approx$  5 cm, comprend :

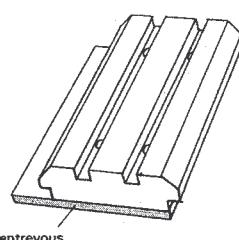
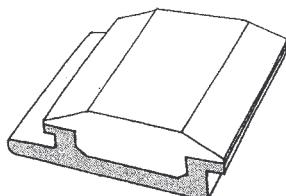
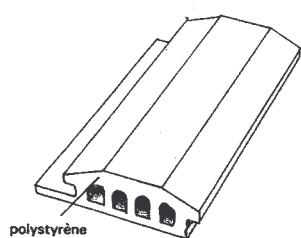
- Le treillis soudé, avec fils porteurs placés perpendiculairement aux poutrelles, déroulé sur les entrevois ;
- Les chapeaux de rive ou de continuité, placés sur le treillis soudé, avec une longueur égale au moins au 1/5<sup>e</sup> de la portée à partir de l'appui.



V Armature de la dalle B.A.



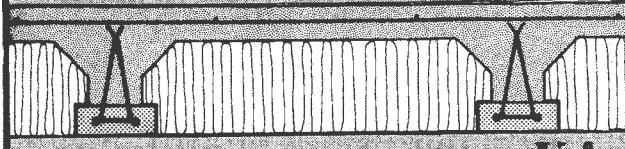
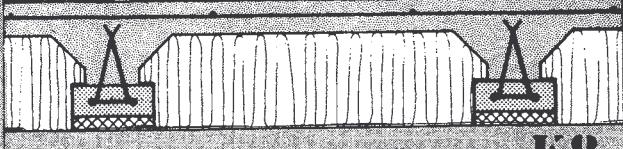
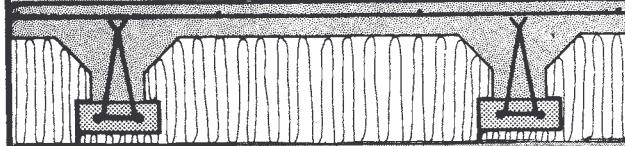
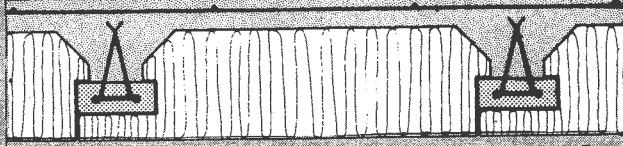
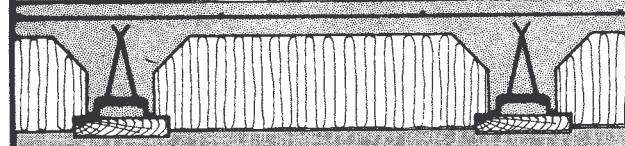
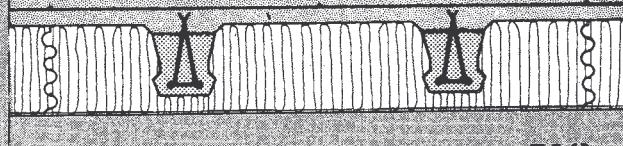
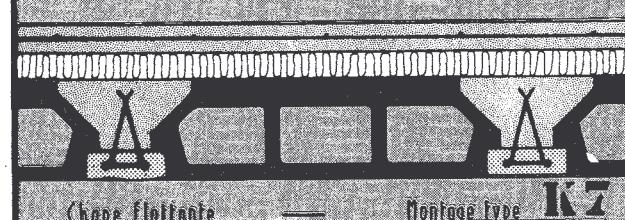
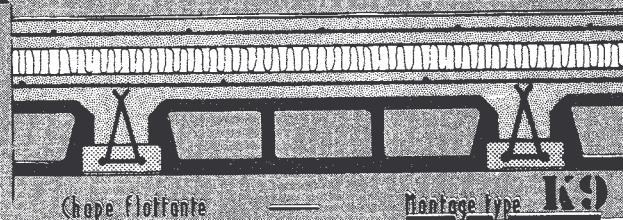
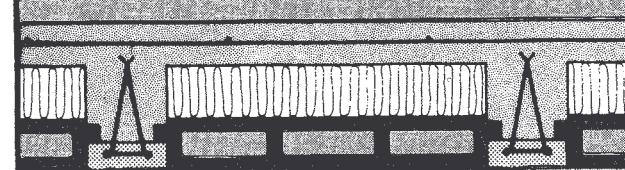
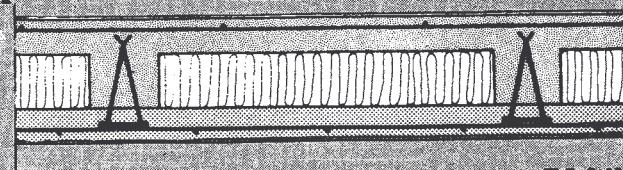
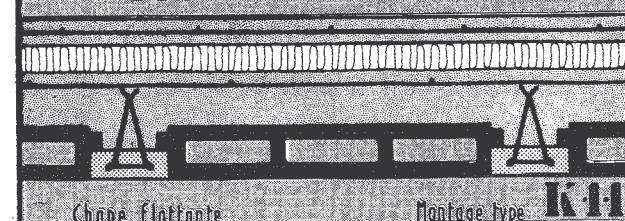
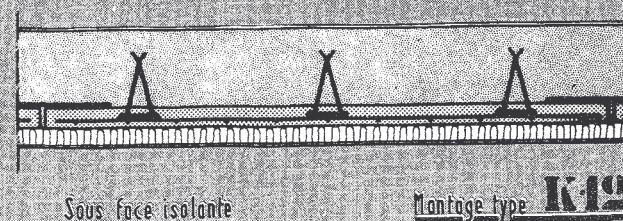
Domaine d'utilisation	Types de planchers isolants	Particularités
		<b>Entrevois en polystyrène expansé avec languette incorporée couvrant la poutrelle béton en sous-face.</b>
		<b>Entrevois isolants mixtes :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• polystyrène expansé,</li> <li>• mousse minérale armée de fibres synthétiques en sous-face.</li> </ul> (Avec ou sans languette).
		<b>Entrevois composites constitués par :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• du polystyrène expansé,</li> <li>• du fibralith constitué par des fibres de bois minéralisées enrobées de ciment en sous-face.</li> </ul>
		<b>Entrevois béton en sous-face surmonté d'un pain de polystyrène expansé de 6 à 12 cm d'épaisseur.</b>
		<b>Plancher courant avec dalle flottante ou indépendante reposant sur une isolation continue en polystyrène.</b>

**ENTREVOUS ISOLANTS A LANGUETTE**

Ⓐ entrevois polystyrène

Ⓑ entrevois mixte

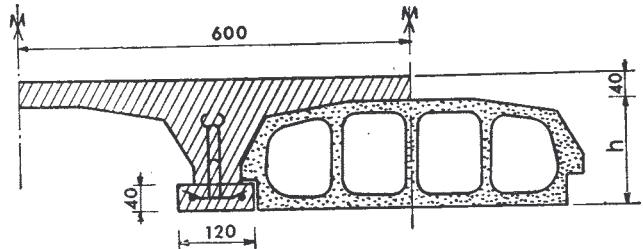
Ⓒ entrevois mixte

**Planchers avec hourdis polystyrène**Sans isolant sous pavin béton — Montage type **K1**Avec isolant sous pavin béton — Montage type **K2****Planchers avec hourdis polystyrène**Avec longuette de 2cm sous pavin béton—Montage type **K5**Avec longuette de 4cm sous pavin béton—Montage type **K4****Plancher avec hourdis polystyrène**Avec socle bois — Montage type **K3****Plancher D.E.C.-SIPRA**Montage type **K6****Planchers composites isolants**Chape flottante — Montage type **K7**Chape flottante — Montage type **K9****Planchers composites isolants**Hourdis plat à retournement — Montage type **K8**Pralade élégie — Montage type **K10****Planchers "LOI DE MASSE" avec isolation thermique**Chape flottante — Montage type **K11**Sous face isolante — Montage type **K12**

## QUESTIONS D'OBSERVATION ET DE RÉFLEXION SUR LES PLANCHERS

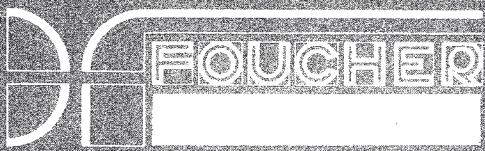
*Vous observez la planche ⑯*

1. *Quelle est la longueur d'appui recommandée de la poutrelle sur le mur ?  
Donner une justification ?*
2. *Pourquoi les aciers inférieurs des poutrelles sont-ils placés au-dessus des aciers inférieurs du châssis ?*
3. *Pourquoi faut-il respecter l'entraxe des poutrelles ? Comment procède-t-on ?*
4. *Quelle est l'utilité des chapeaux :  
– sur les appuis de rive ?  
– sur les appuis intermédiaires ?*
5. *Par quel moyen peut-on assurer l'ancrage d'un balcon ?*
6. *Pourquoi les poutrelles de deux travées sont-elles légèrement décalées au droit du mur de refend ?*
7. *Quel est l'écartement maximal à ne pas dépasser pour les files d'étais ?*
8. *Sur le croquis ci-contre, la poutrelle de plancher après bétonnage est en forme de T (zone hachurée).  
Quel intérêt présente cette disposition ?*



*Vous observez les planches ⑯ et ⑰*

1. *Comparer et discuter les montages isolants de la planche ⑯.*
2. *Même question pour la planche ⑰.*



ISBN 2-216-00375-1

A