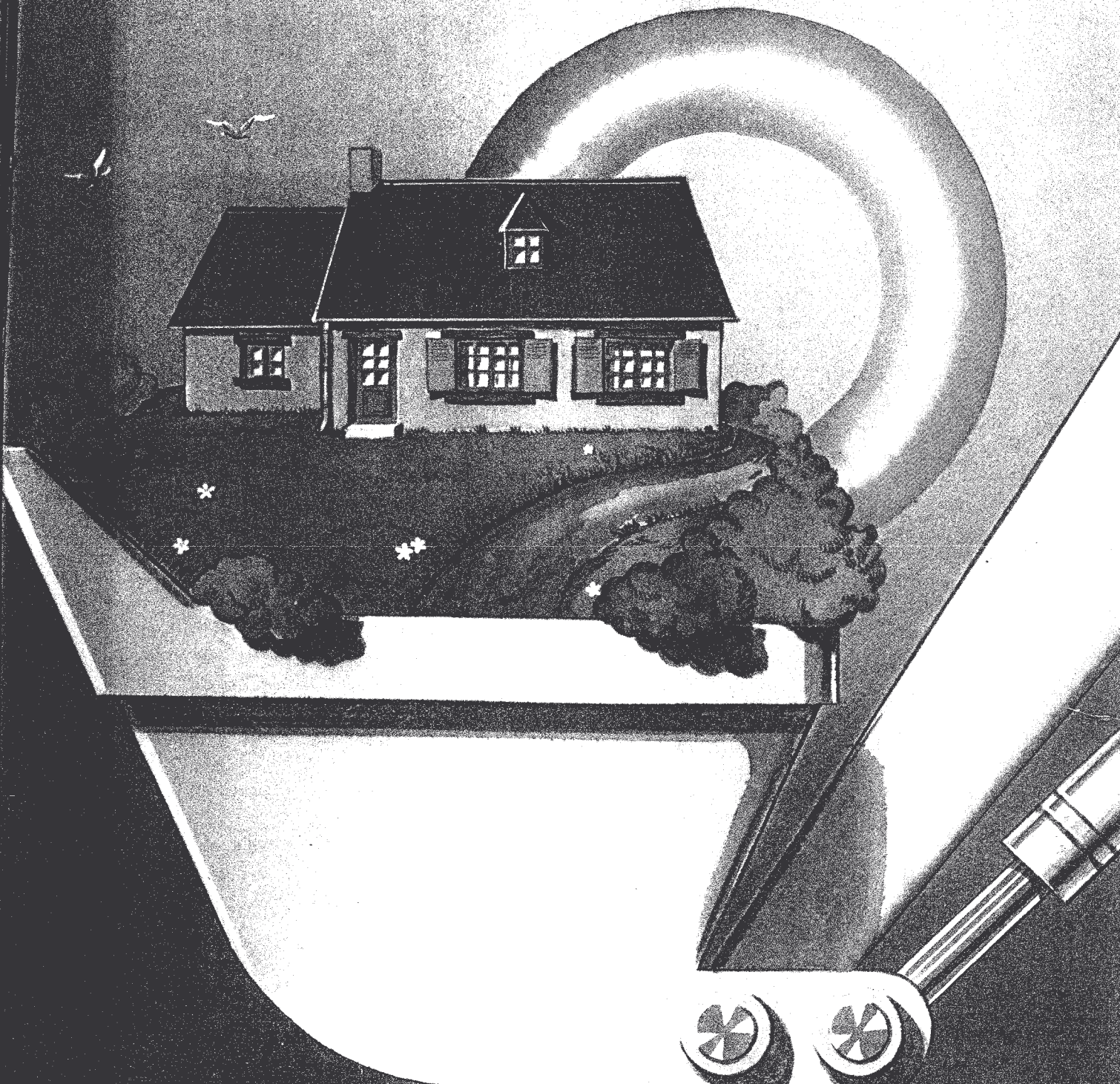


TECHNOLOGIE

H. RENAUD

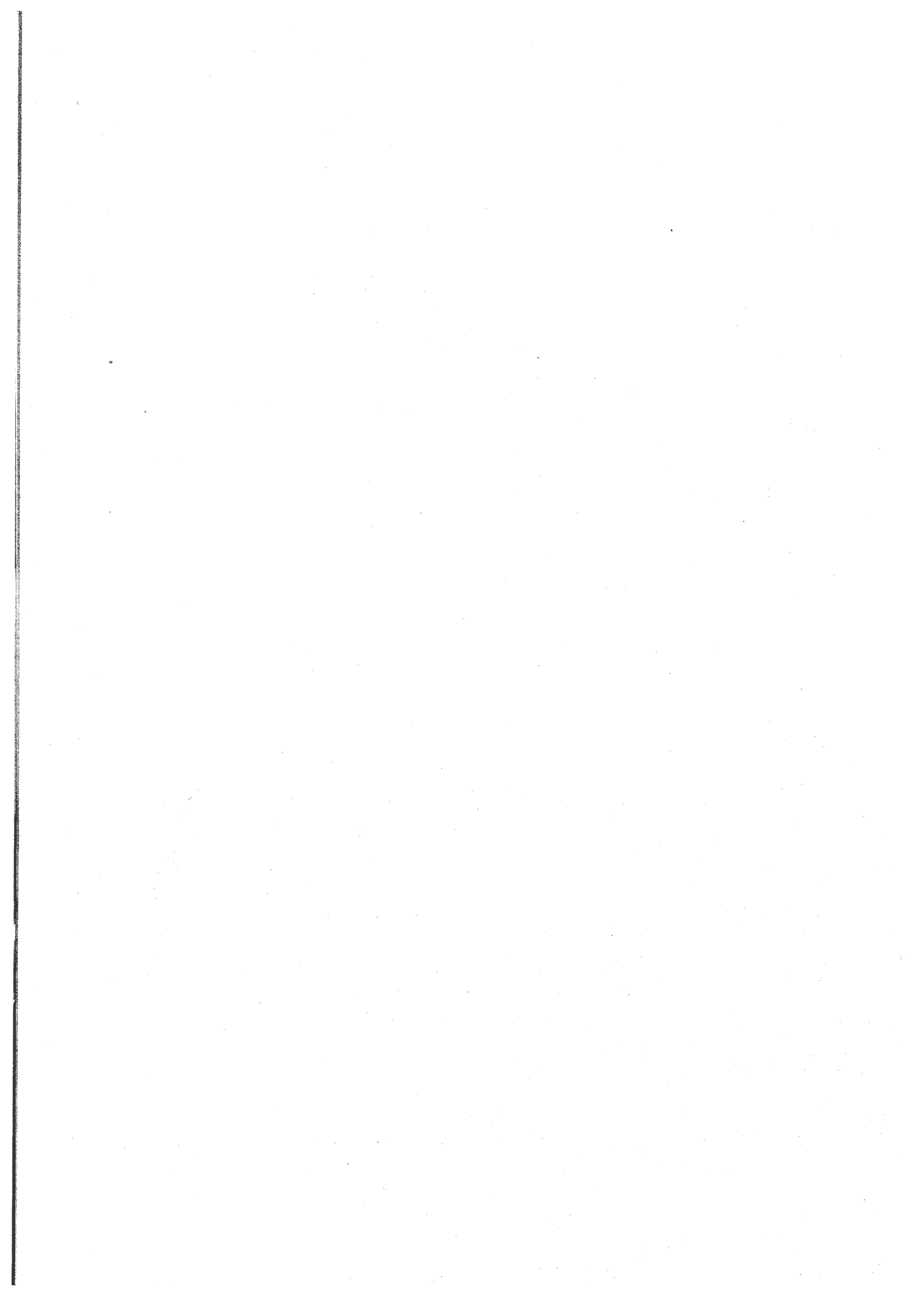
H. RENAUD

# CONSTRUCTEUR BÂTIMENT TECHNOLOGIE



 FOUCHER

1



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

# CONSTRUCTEUR BÂTIMENT

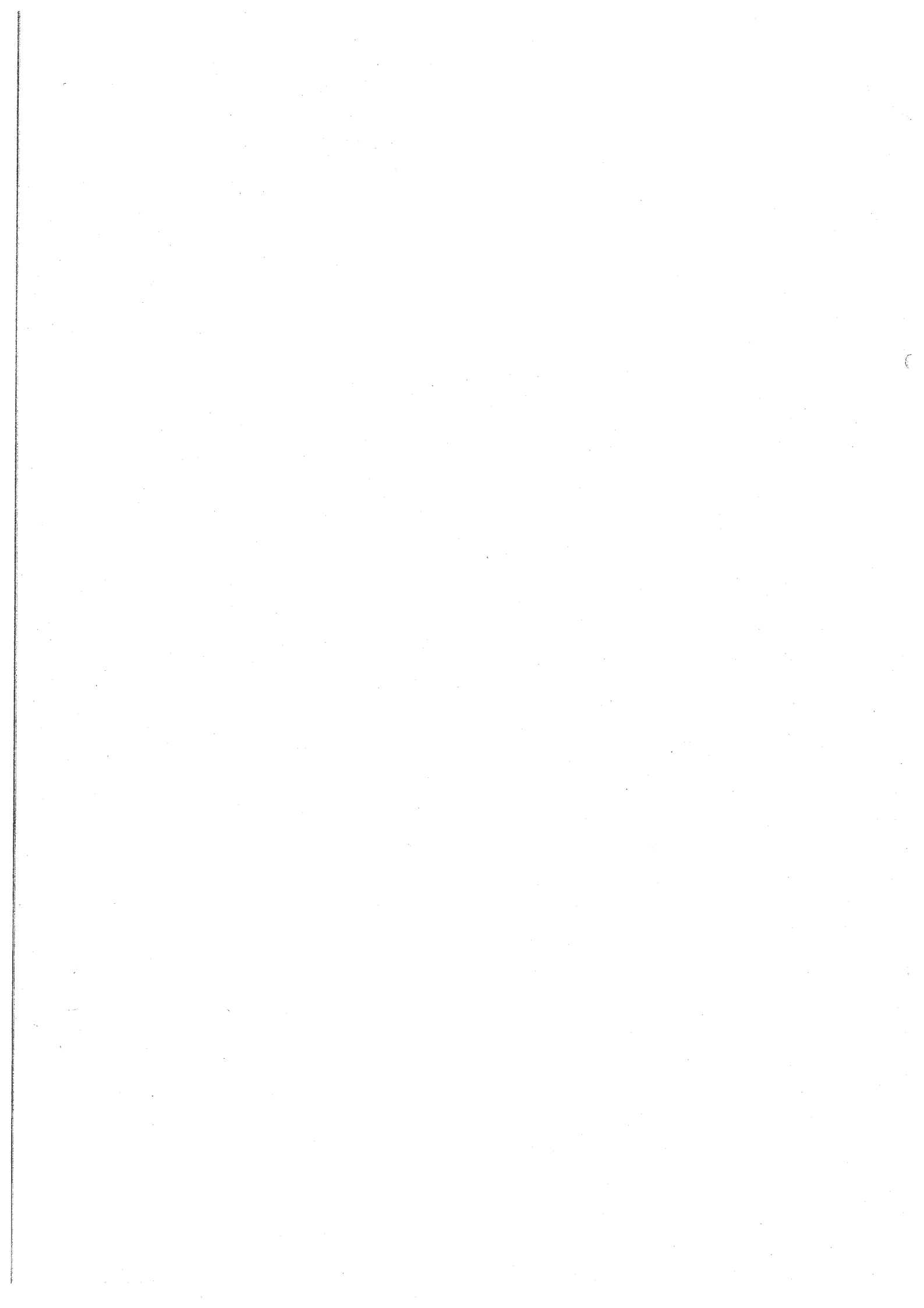
---

## TECHNOLOGIE

---

tome **I**

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

{ le coffrage  
les armatures  
le bétonnage } de { poteaux  
murs  
linteaux  
planchers

► 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 ?	} Désignation et situation }
- Quels linteaux ?	

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

<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<sup>e</sup>, 1/10 000<sup>e</sup> ;
- ▶ un plan de masse à l'échelle 1/500<sup>e</sup> ;
- ▶ 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 (dèvis descriptif).

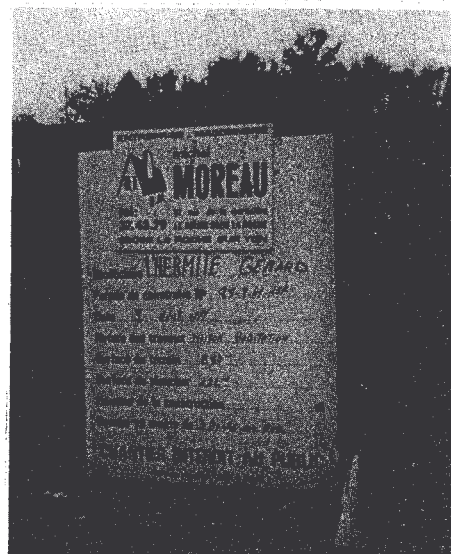
---

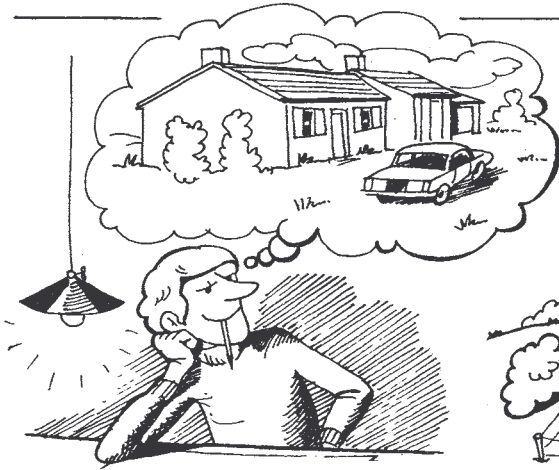
■ **NOTA :**

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.

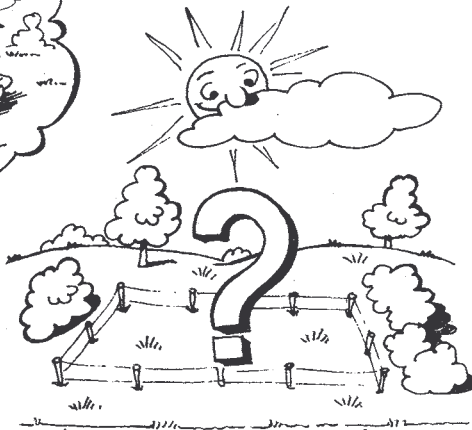
---

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



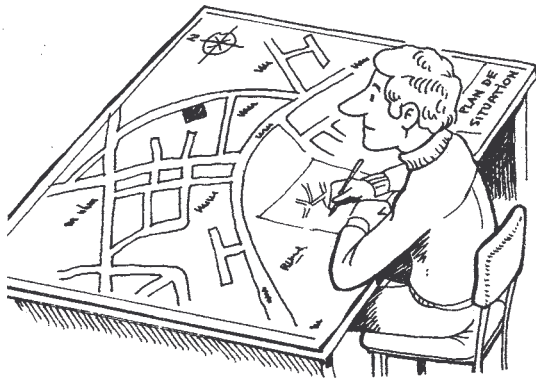
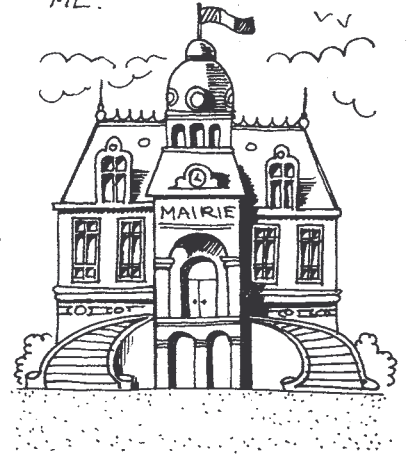


VOUS DÉCIDEZ DE FAIRE  
CONSTRUIRE VOTRE MAISON !  
IL FAUDRA D'ABORD CONNAÎTRE  
LES FORMALITÉS ADMINISTRATIVES  
OBLIGATOIRES À EFFEC-  
TUER EN VUE DE CONSTRUIRE ...



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'URBANIS-  
ME.

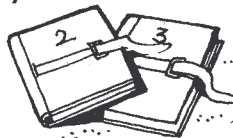


À CETTE DEMANDE EN 3 EXEMPLAIRES  
VOUS JOIGNEZ 1 PLAN DE SITUATION  
DÉTAILLÉ DU TERRAIN.

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

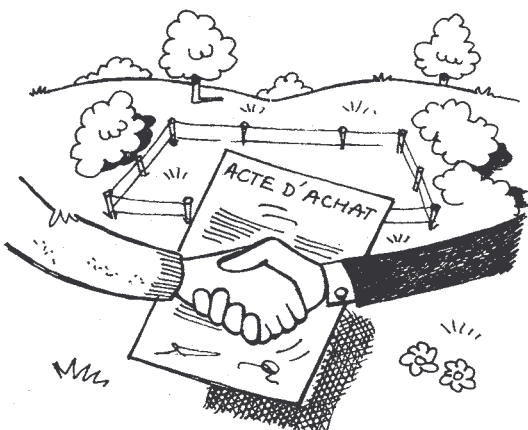
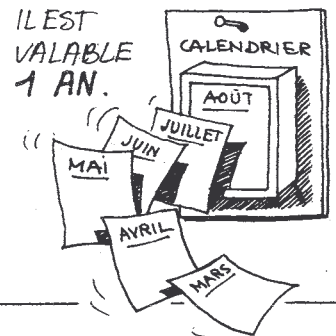


ET LES DEUX AUTRES, AU  
DIRECTEUR DÉPARTEMENTAL  
DE L'ÉQUIPEMENT.



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

IL EST  
VALABLE  
1 AN.



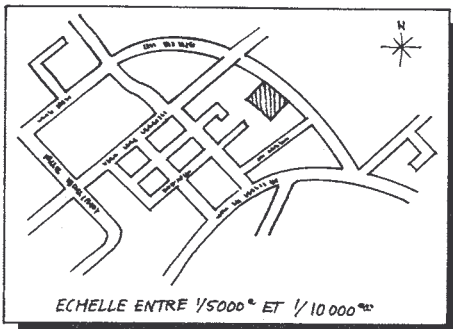
VOUS PASSEZ L'ACTE D'ACHAT DU  
TERRAIN DEVANT LE NOTAIRE, VOUS  
VOILÀ PROPRIÉTAIRE !  
MAINTENANT, VOUS POUVEZ PENSER  
À L'ÉTUDE DES PLANS DE VOTRE  
FUTURE MAISON !



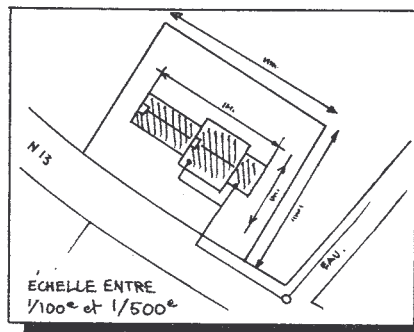
UN ATELIER D'ARCHITECTURE VA METTRE AU POINT LE  
PROJET, EN TENANT COMPTE DE VOS IDÉES, ET DE  
VOS DÉSIRS, POUR L'OBTENTION DU PERMIS DE  
CONSTRUIRE.

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 :

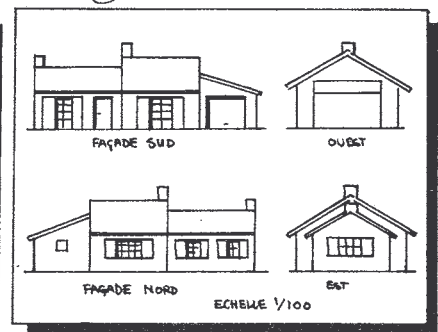
① PLAN DE SITUATION



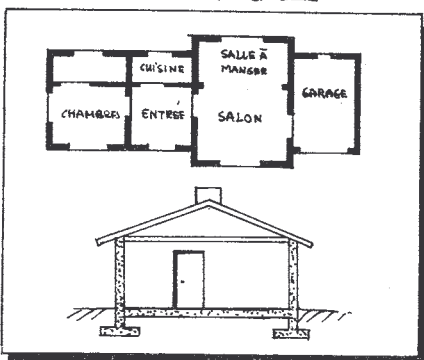
② PLAN DE MASSE



③ PLAN DES FAÇADES



④ COUPES HORIZONTALE ET VERTICALE.



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



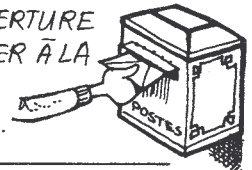
LES DEUX AUTRES, À LA DIRECTION DÉPARTEMENTALE DE L'ÉQUIPEMENT



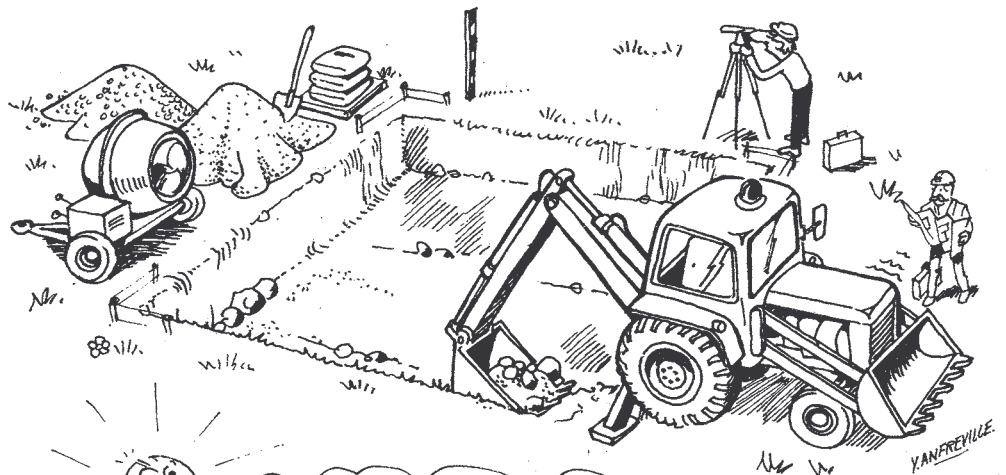
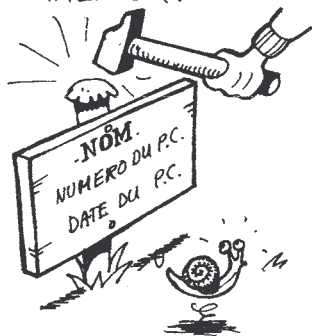
DEUX MOIS APRÈS, VOUS RECEVEZ LE PERMIS DE CONSTRUIRE. CELUI-CI EST VALABLE 1 AN.



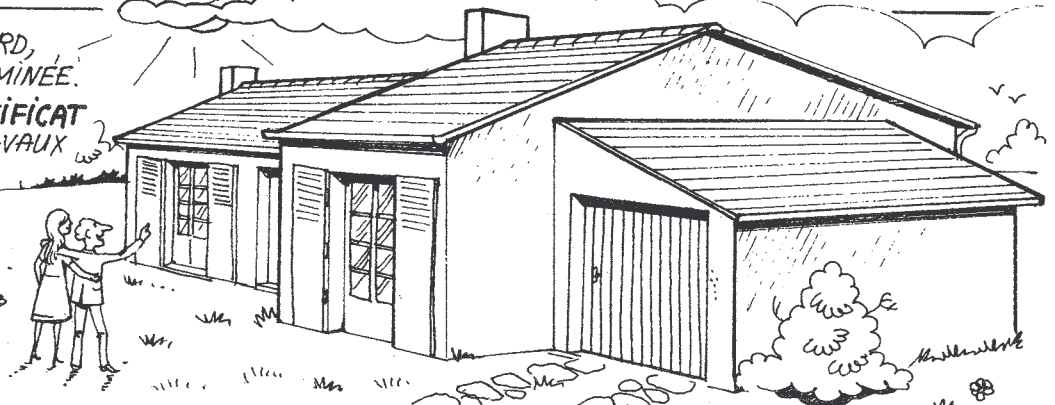
ADRESSEZ MAINTENANT 1 EXEMPLAIRE DE LA DÉCLARATION D'OUVERTURE DU CHANTIER À LA MAIRIE ET À LA D.D.E.



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.



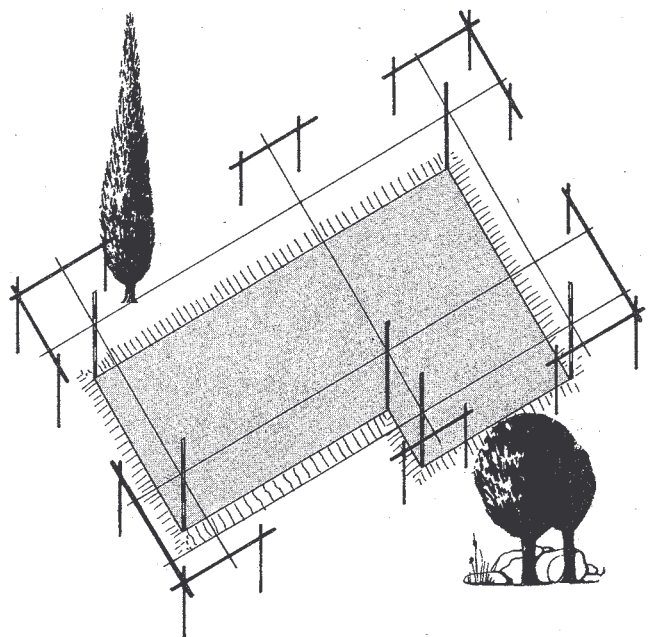
## QUESTIONNAIRE

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

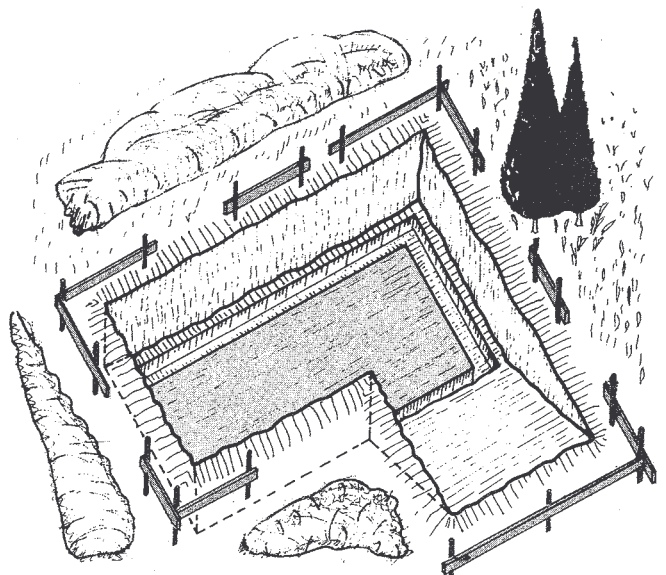
■ Elle sert à matérialiser sur le terrain les lignes principales de la construction.

#### EXEMPLES

- les murs de façade
- les fondations
- les terrassements

■ Opérations à effectuer :

- des alignements (lignes directrices)
- des tracés d'angle
- des nivellements (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, aplanir ou combler suivant les cas.

---

## 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*).

---

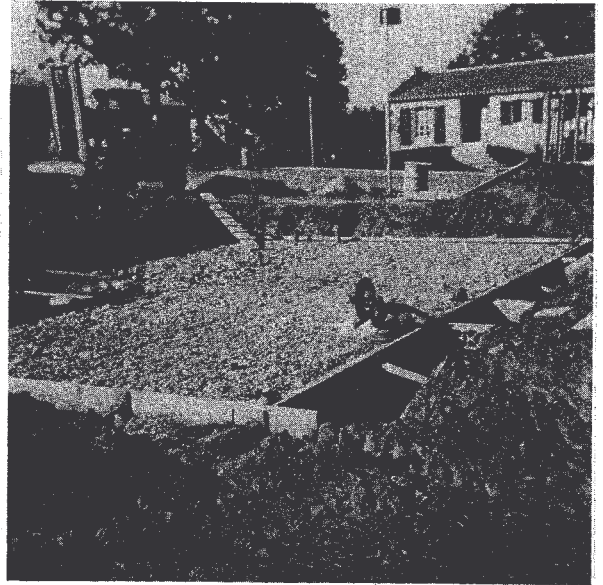
## 4 - MURS

---

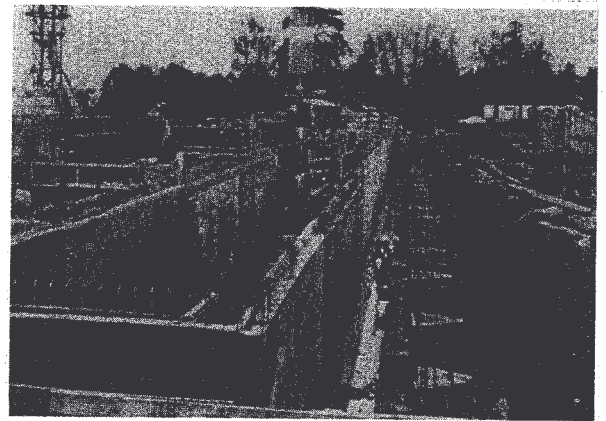
Ce sont des ouvrages verticaux en maçonnerie, porteurs ou de remplissage.

- **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.

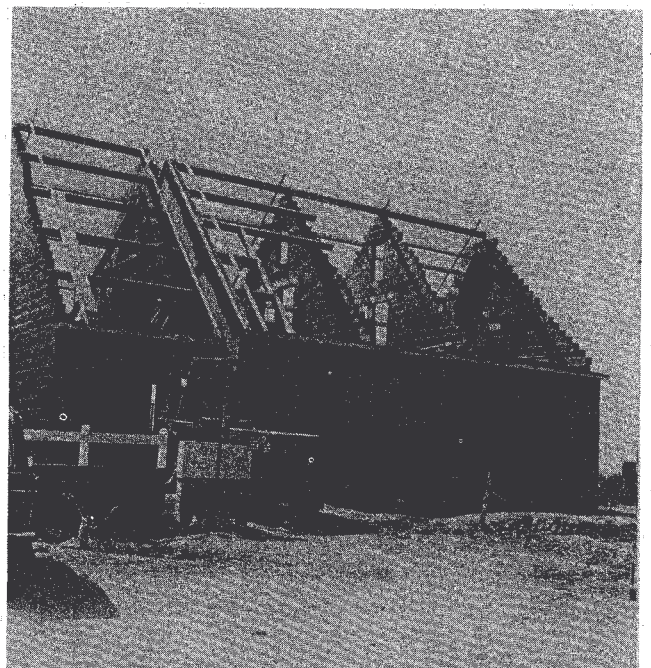
*Les murs porteurs et de remplissage participent à la STABILITÉ du bâtiment pour l'empêcher de se déformer sous l'effet des charges verticales et du vent.*



③ Terrassement effectué d'un pavillon



④ Fondations sous poteaux et murs



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 parlements 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 ⑨

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 ⑥

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 ⑩.



⑥ Façade d'un pavillon avec son mur de clôture



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

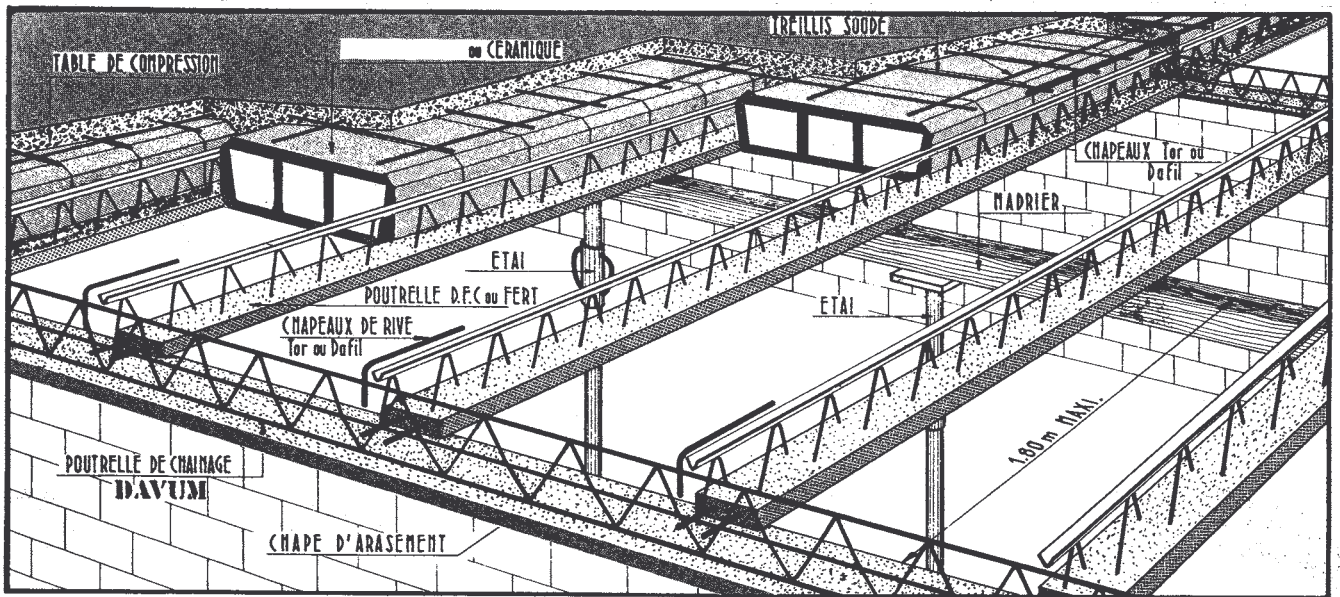


⑧ Murs de refend supportant une charpente élémentaire réalisée à l'aide de « pannes » et « chevrons »



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

## 5 - PLANCHERS ⑪ et ⑫



⑪ Plancher avec poutrelles et entrevous

(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-PRÉFABRIQUÉS** ⑪ et ⑫ comportant :

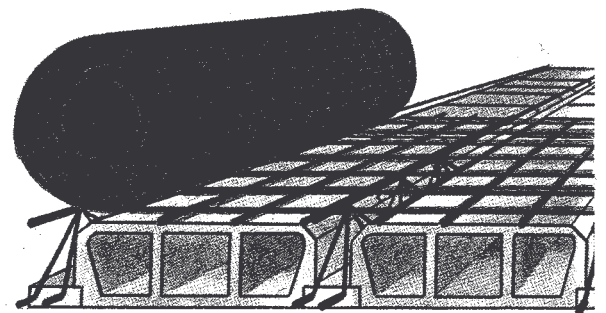
- des **poutrelles** en béton armé ou en béton précontraint
- des **entrevous** en béton, en terre cuite, en polystyrène, etc.
- une **dalle de compression** réalisée sur place.

▶ **PLANCHERS PRÉFABRIQUÉS**

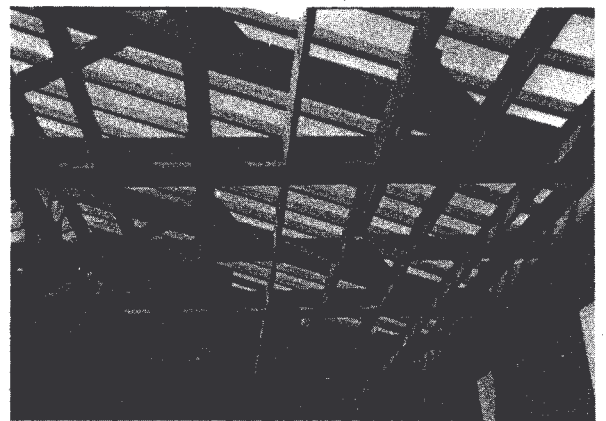
- d'une seule pièce
- par éléments de grandes dimensions.

**REMARQUE** :

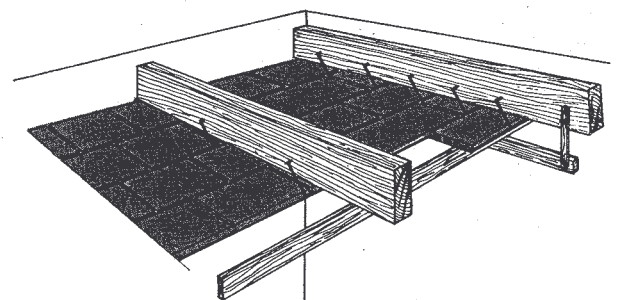
- Les **plafonds** sont des ouvrages horizontaux portés ⑬.
- Ils constituent la sous-face apparente des planchers en béton armé ou en bois.
- Ils sont généralement suspendus, pour le dernier niveau, à des solives ou à des fermettes ⑬ bis.



⑫ Exemple de plancher



⑬ Charpente traditionnelle avec solives destinées à porter le plafond



⑬ bis 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 ⑮ 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 ⑯) est constituée par des **pannes** qui reposent sur :

- les murs de refend
- les murs pignons.

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

---

## 8 - COUVERTURE ⑰

---

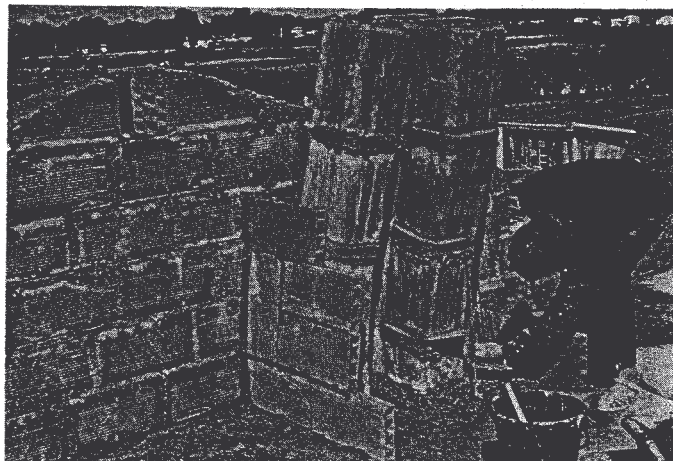
Elle a pour but d'assurer « la mise hors d'eau » du bâtiment.

- 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.

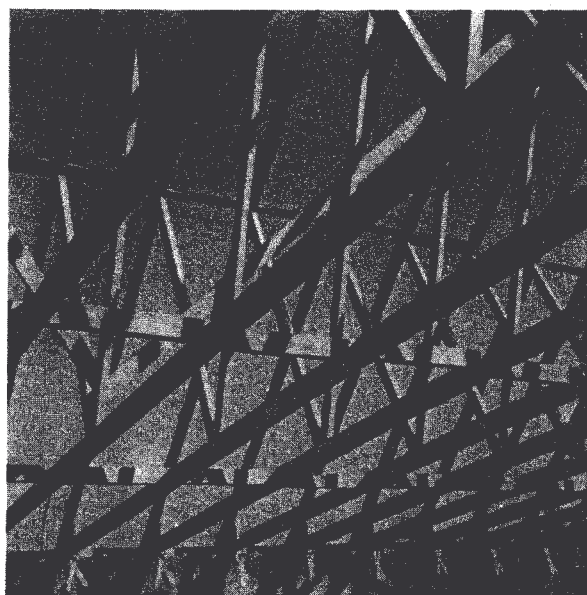
Ces éléments reposent sur des liteaux fixés sur les chevrons ou les fermettes.

- 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.



⑭ Réalisation d'une souche



⑮ Charpente évoluée : fermettes



⑰ Couverture en ardoise

## 9 - PAREMENTS ET REVÊTEMENTS EXTÉRIEURS ⑰

■ 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 entouragement de baies.
- ▶ **des éléments artificiels**, par exemple :
  - des briques apparentes
  - des carrelages.
- ▶ **des enduits** :
  - traditionnels
  - souples
  - projetés à la machine. } appliqués manuellement

## 10 - DALLAGES ⑱ et ⑲

■ 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.

## 11 - CLOISONS

■ Elles sont **non porteuses** et séparent les pièces entre elles.

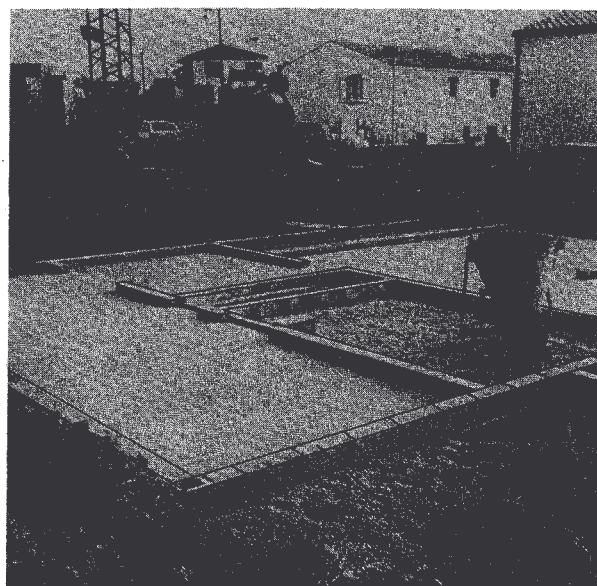
On les appelle « **cloisons de distribution** » ou encore « **cloisons intérieures** ».

■ Elles sont aussi disposées parallèlement aux murs extérieurs, façades et pignons, munies d'un isolant.

On les nomme « **cloisons de doublage** ».



⑰ Habillage des façades



mur de fondation

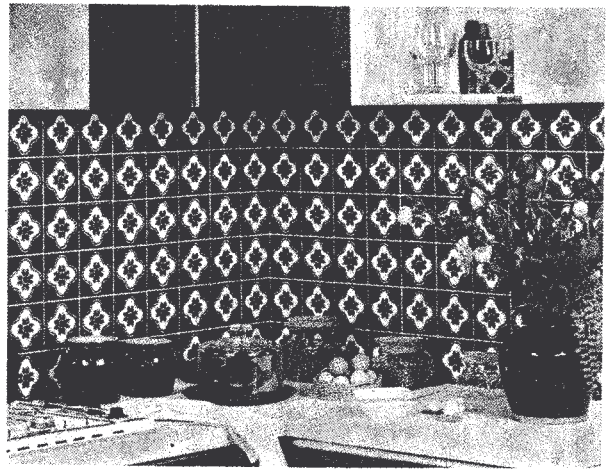
⑱ Dallage d'un sous-sol mi-enterré



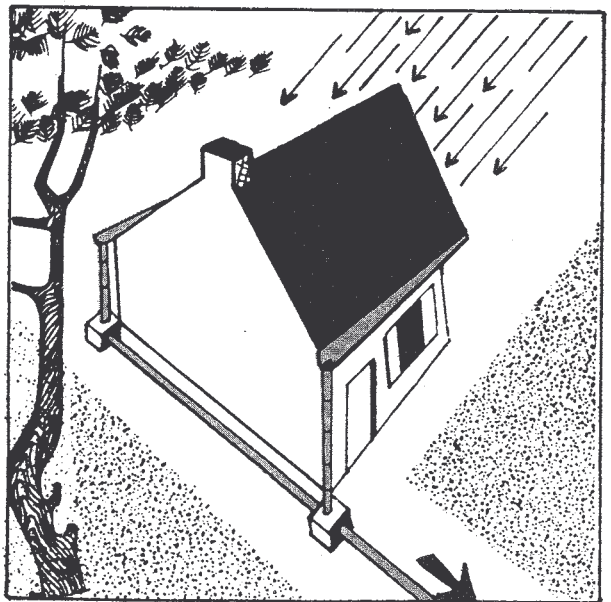
⑲ Exemple de revêtements de dallages

## 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.



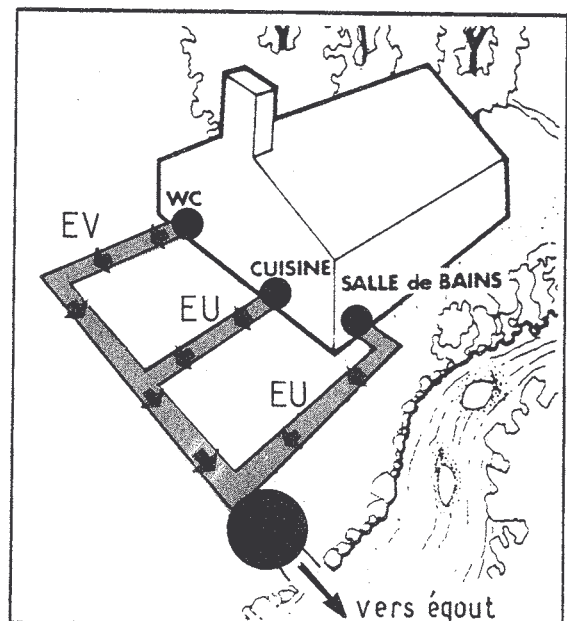
20 Revêtement vertical intérieur



21 Collecte et évacuation des E.P.

## 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.



22 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.

TRAVAUX DU GROS-ŒUVRE	TRAVAUX DU SECOND-ŒUVRE
<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Implantation - Terrassement</li> <li>▶ Fondations</li> <li>▶ Drainage - Canalisations</li> <li>▶ Dallage</li> <li>▶ Murs</li> <li>▶ Planchers</li> <li>▶ Conduits fumée et ventilation</li> <li>▶ Charpente</li> <li>▶ Couverture</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Menuiseries extérieures</li> <li>▶ Enduits extérieurs</li> <li>▶ Fermetures extérieures</li> <li>▶ Menuiseries intérieures</li> <li>▶ Électricité</li> <li>▶ Plâtrerie</li> <li>▶ Installations sanitaires</li> <li>▶ Installations thermiques</li> <li>▶ Métallerie - Serrurerie</li> <li>▶ Revêtements sols - murs</li> <li>▶ Peintures - vitrerie</li> </ul>

**MISE HORS D'EAU**

**ÉQUIPEMENTS ET  
AMÉNAGEMENTS  
INTÉRIEURS ET EXTÉRIEURS**

nécessité d'un  
**PROJET DE CONSTRUCTION**  
précis et détaillé  
établi par l'architecte

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 ?

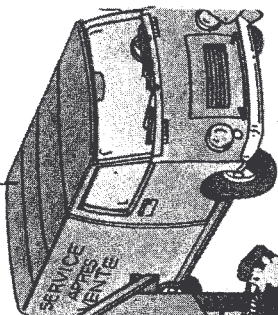
couvreur

charpentier

plâtrier

plombier

Service après-vente



maçon

électricien

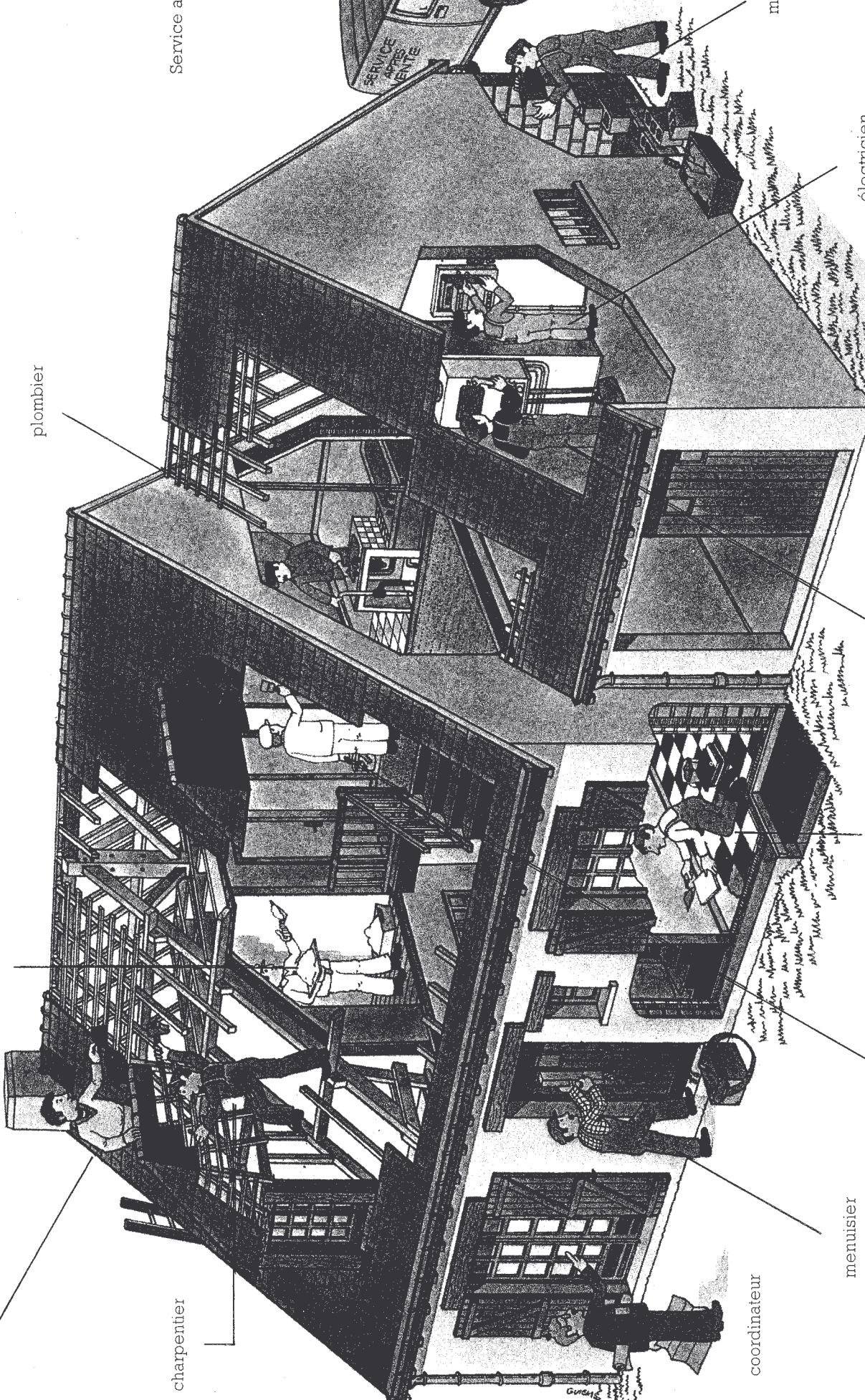
chauffagiste

carreleur

peintre

ménuisier

coordinateur



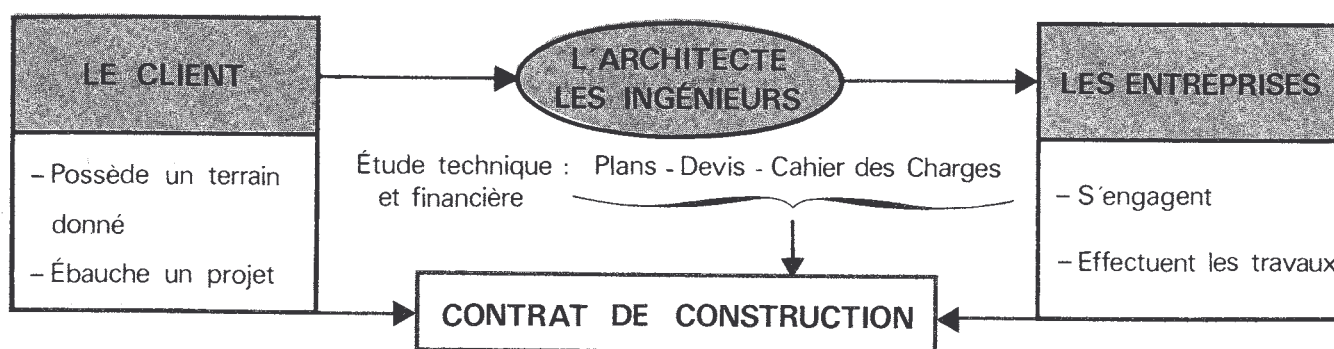
(Doc. « Les Bâtisseurs »)

# les métiers du bâtiment

# 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

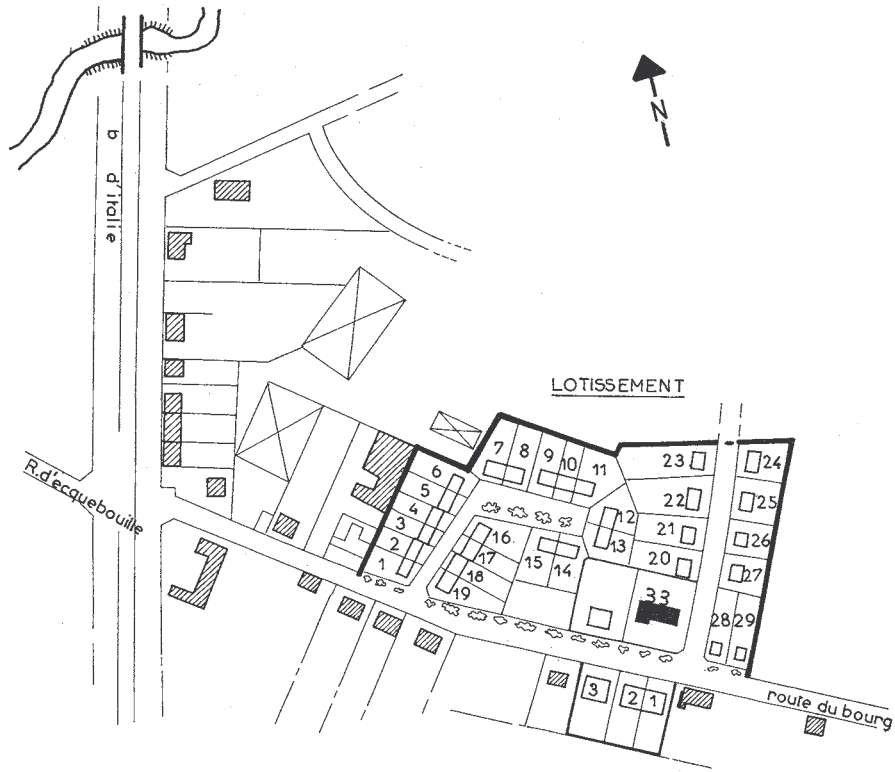
---

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

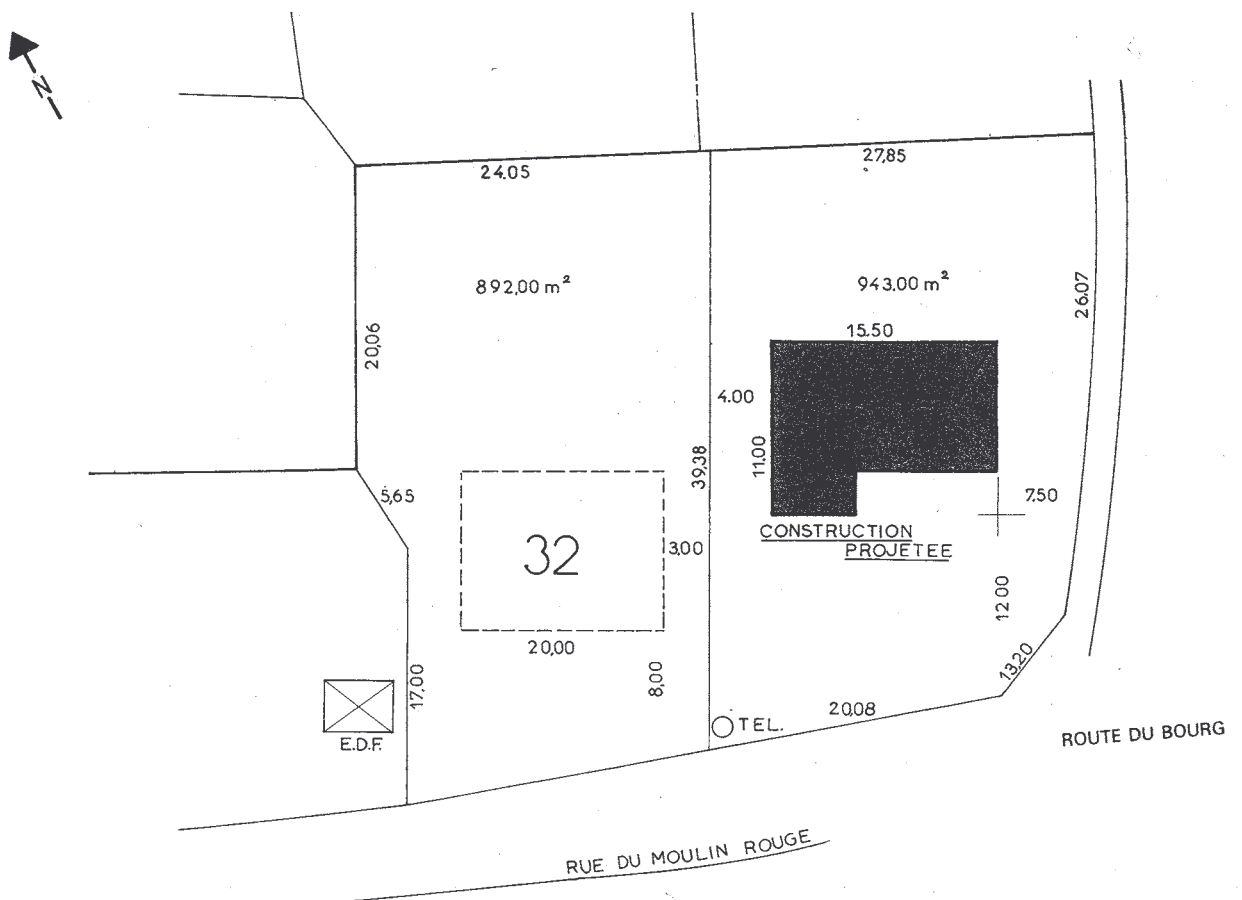


**DEVIS DESCRIPTIF**  
(Extraits de la notice descriptive des travaux)

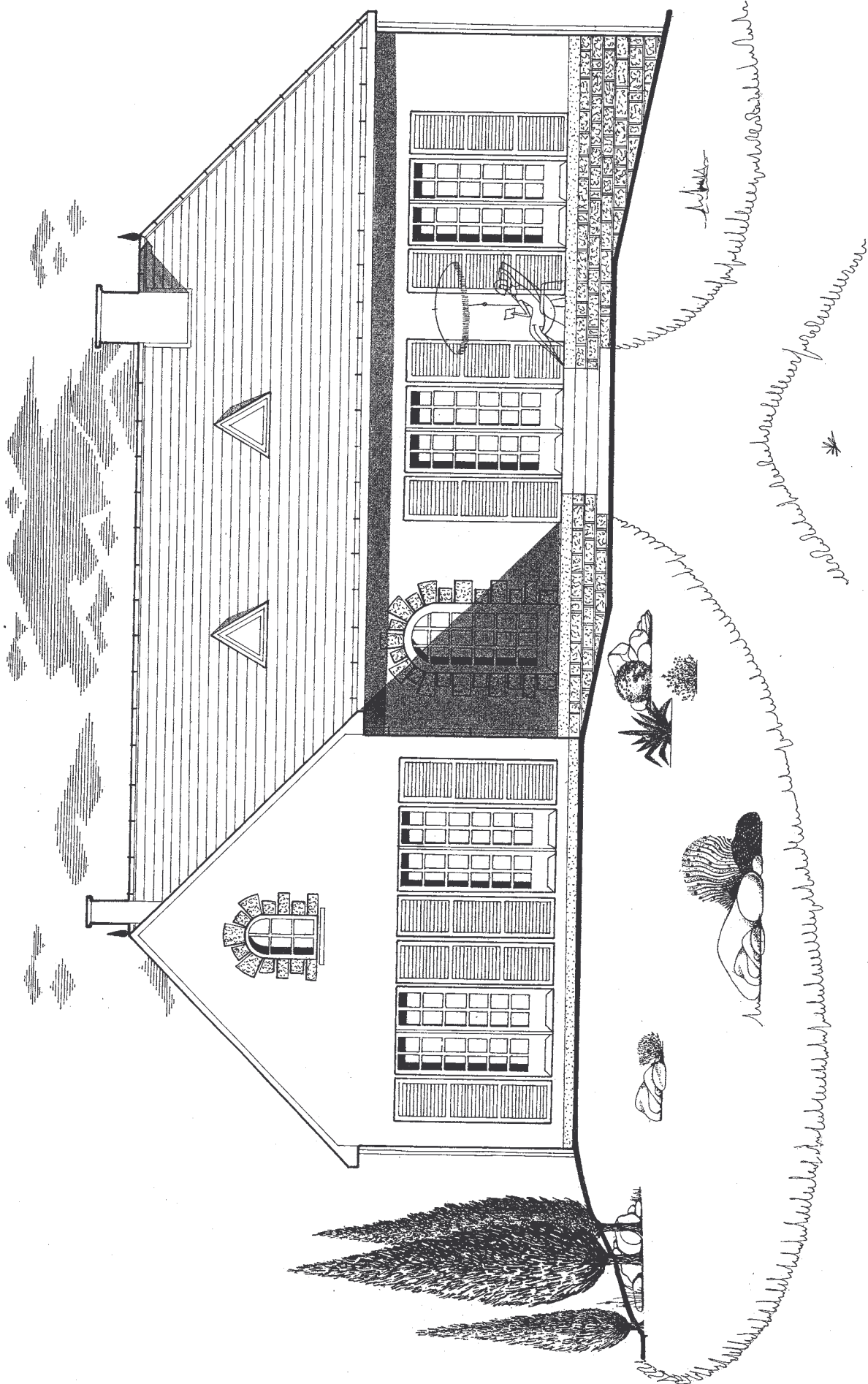
Désignation des ouvrages	Nature des travaux
1 ■ <b>Terrassement</b>	Décapage de la terre végétale et mise en tas. Fouilles en pleine masse pour l'aménagement du sous-sol. Les terres déblayées sont déposées côté façade principale. Fouilles en rigoles pour les semelles continues sous les murs.
2 ■ <b>Fondations</b> ▶ des murs  ▶ des poteaux	Béton de propreté de 8 cm en fond de fouille. Semelles continues armées (50 cm × 30 cm). Enrobage des aciers ≥ 4 cm. Dosage A : 350 kg de CPJ 45 par m <sup>3</sup> . Semelles isolées : 1,20 m × 1,20 m. Dosage A.
3 ■ <b>Parois verticales</b> ▶ murs du sous-sol  ▶ murs de façade  ▶ murs de refend	Ils sont réalisés en blocs creux de béton de 20 cm à parois épaisses, hourdés au mortier bâtard. Ils sont raidis par des chaînages verticaux et enduits au mortier de ciment. Ils recevront une protection du type Sika Igol-fondation appliquée à la brosse. Un drainage périphérique avec drains en ciment et pierres cassées sera réalisé. Ils sont en blocs creux de béton de 20 cm d'épaisseur. Linteaux et chaînages en B.A. Blocs creux de béton de 15 cm en béton de gravillons.
4 ■ <b>Ossature B.A.</b> ▶ poteaux  ▶ poutres et chaînages  ▶ planchers  ▶ corniche	Ils sont incorporés dans les murs extérieurs et de refend suivant les dispositions prévues sur les plans de Béton Armé. Voir plan de béton armé ainsi que les dispositions constructives sur les plans de détail. - Ils sont constitués par : - des poutrelles précontraintes préfabriquées, - des entrevous de 16 cm de hauteur prenant appui sur les poutrelles, - une dalle de compression, armée, de 5 cm d'épaisseur. - En B.A. avec larmier accentué ( <i>voir détail</i> ). Elle constitue le chaînage pour les murs extérieurs.
5 ■ <b>Conduits</b> ▶ fumée  ▶ ventilation	- En boisseaux de pouzzolane hourdés au mortier de chaux : section 30 cm × 30 cm. - Id° (section 20 cm × 20 cm). - Ventilations basses en grilles Nicoll et carneau dans l'épaisseur complète du mur.
6 ■ <b>Charpente</b>	- Type traditionnel en sapin du Nord. - pannes de section 75 mm × 120 mm, - chevrons de section 55 mm × 75 mm.
7 ■ <b>Couverture</b>	- Traitement préventif de tous les bois (fongicide et insecticide). - Tuile mécanique petit moule de teinte brune posée sur liteaux plats. - Faitages et arêtiers hourdés au mortier de chaux. - Dalle havraise avec crochets de sécurité.
8 ■ <b>Évacuations</b> ▶ eaux pluviales ▶ eaux usées et vannes	- Système séparatif : ∅ 100 mm en matière plastique. ∅ 100 mm en amiante ciment. (type assainissement) 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.)
9 ■ <b>Dallage</b>	- Il est constitué par...



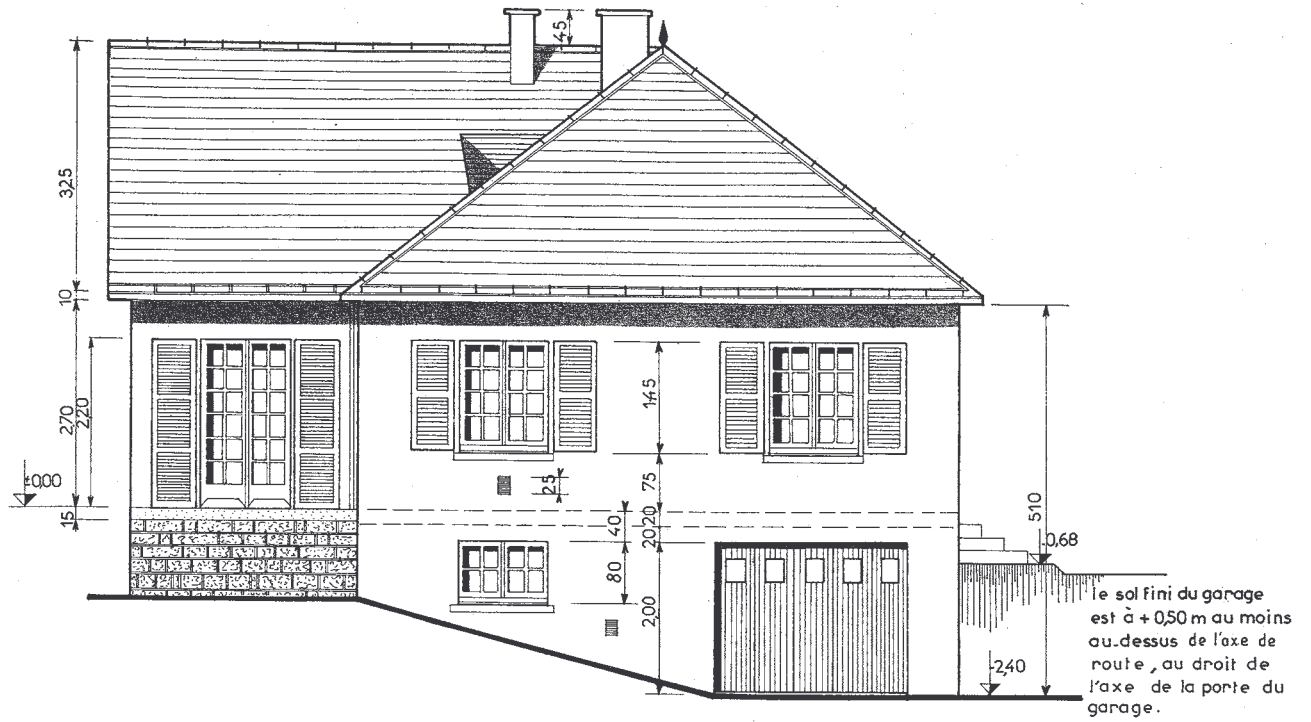
# PLAN DE SITUATION



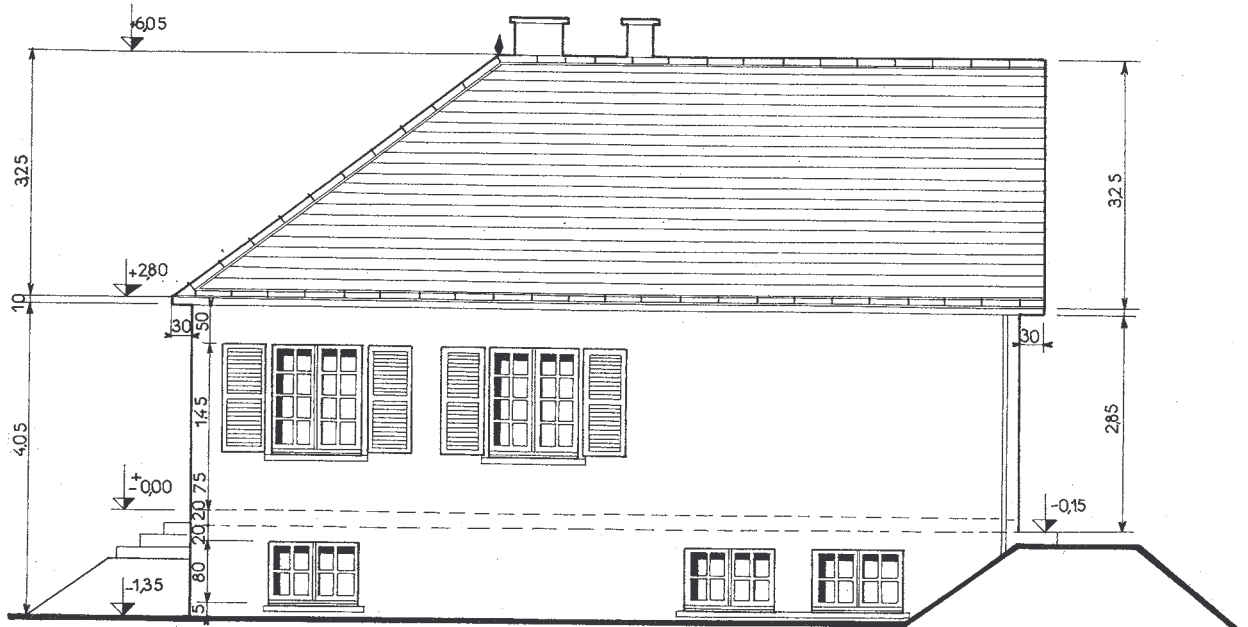
# PLAN DE MASS'E



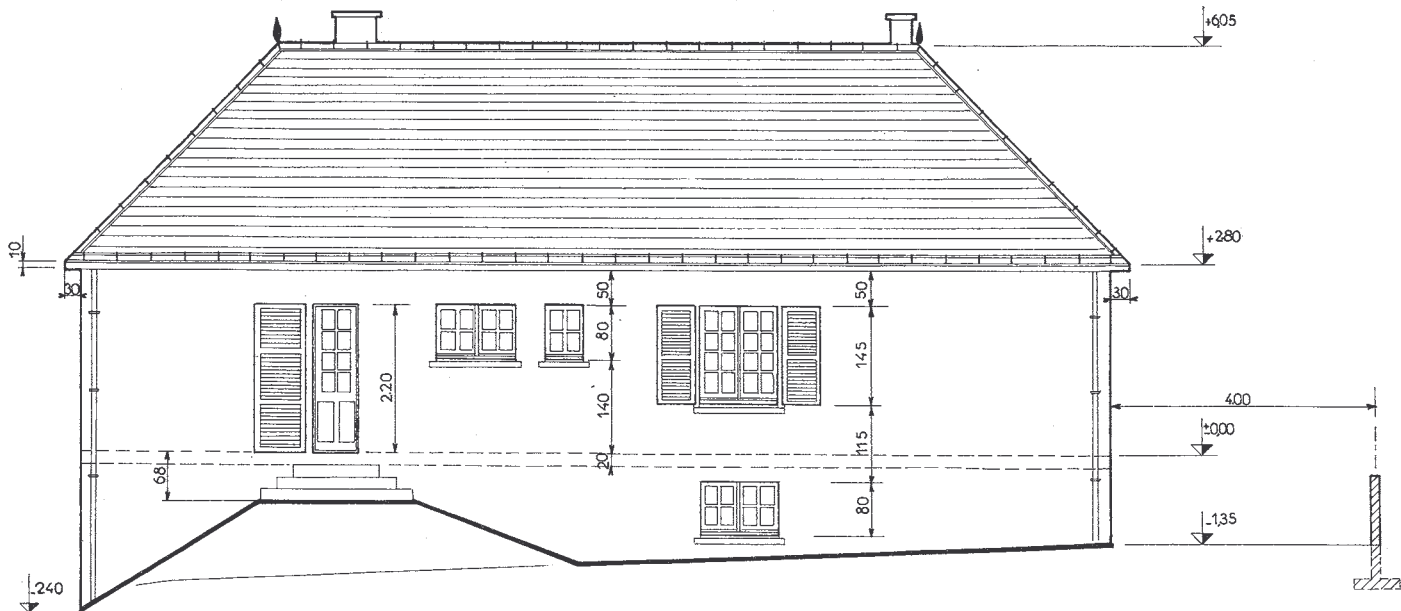
# FAÇADE PRINCIPALE



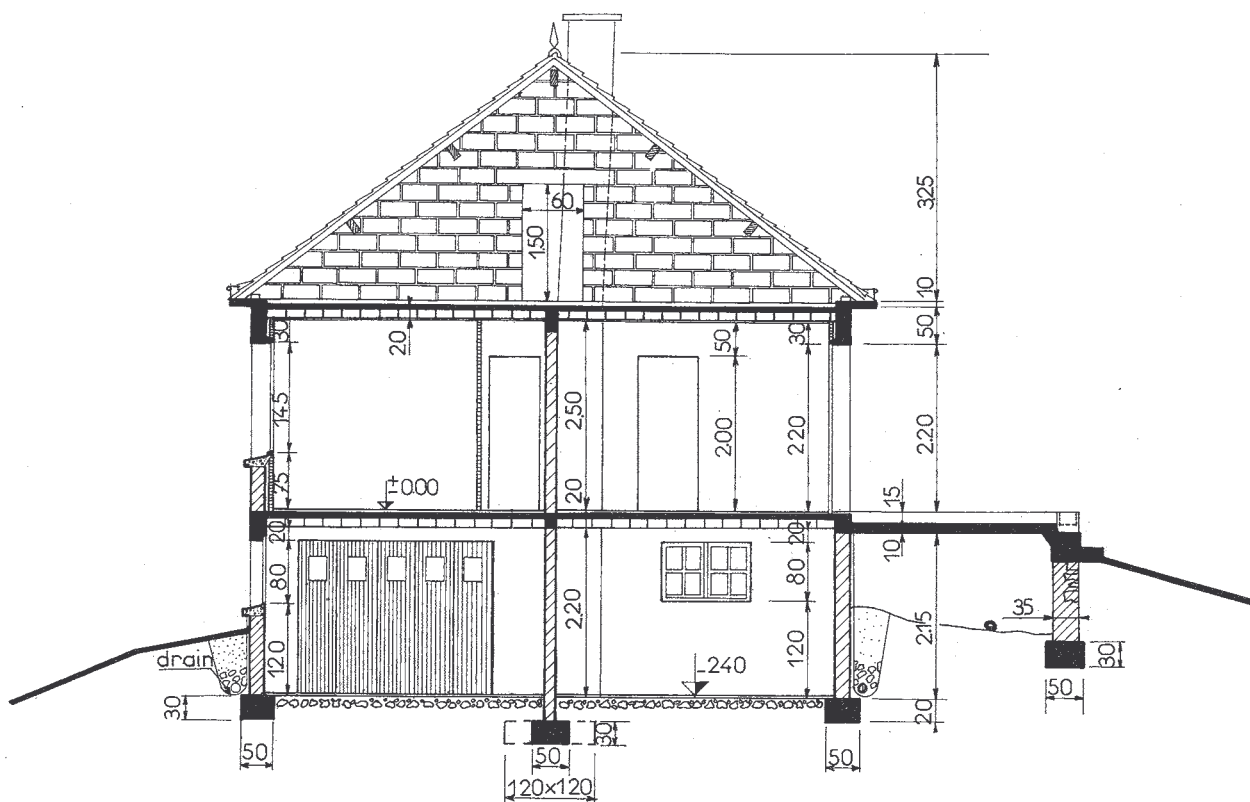
## FAÇADE EST



## FAÇADE OUEST

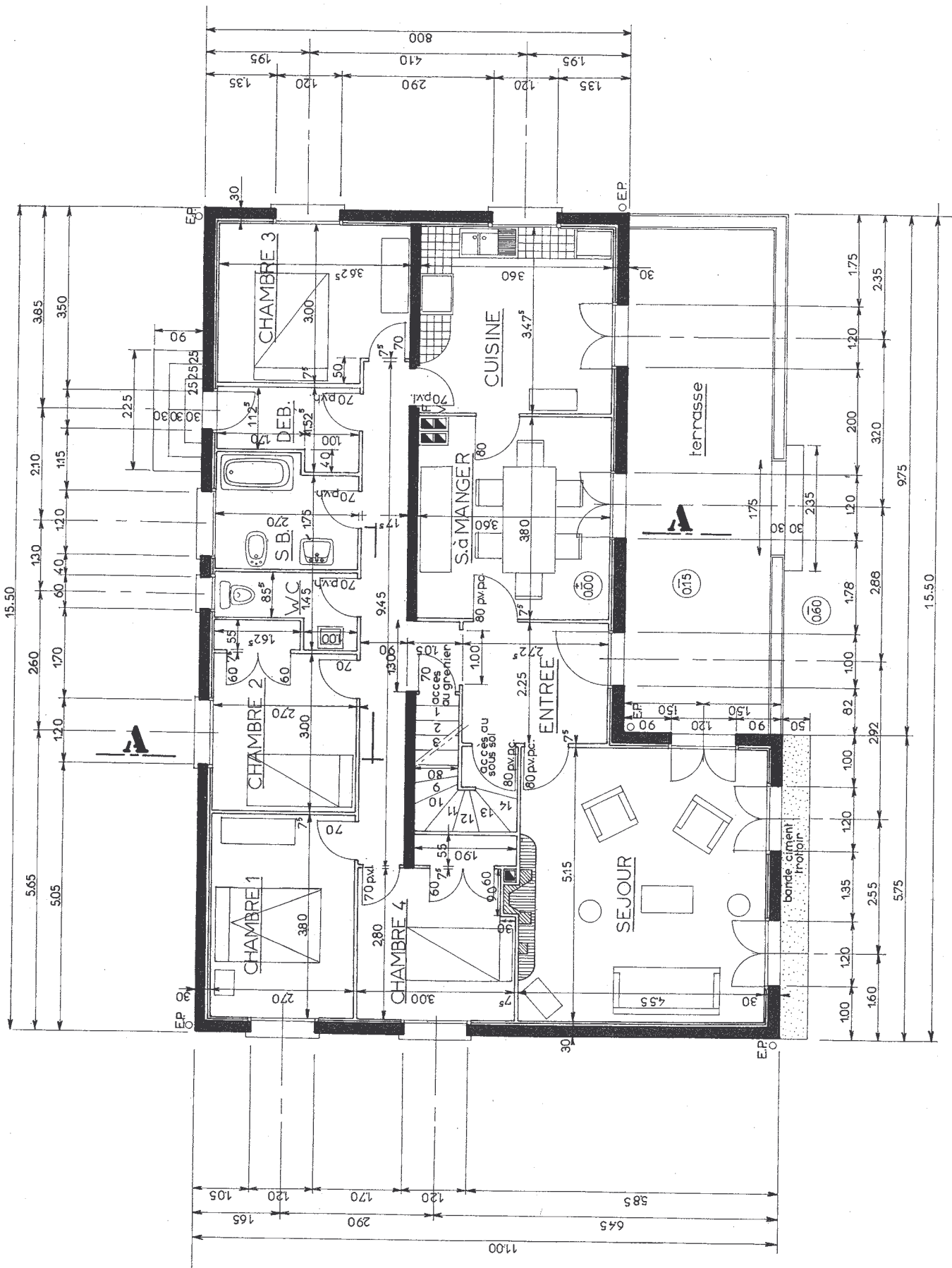


## FAÇADE NORD



au droit de chaque  
poteau en B.A

## COUPE AA



# REZ DE CHAUSSEE



## **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

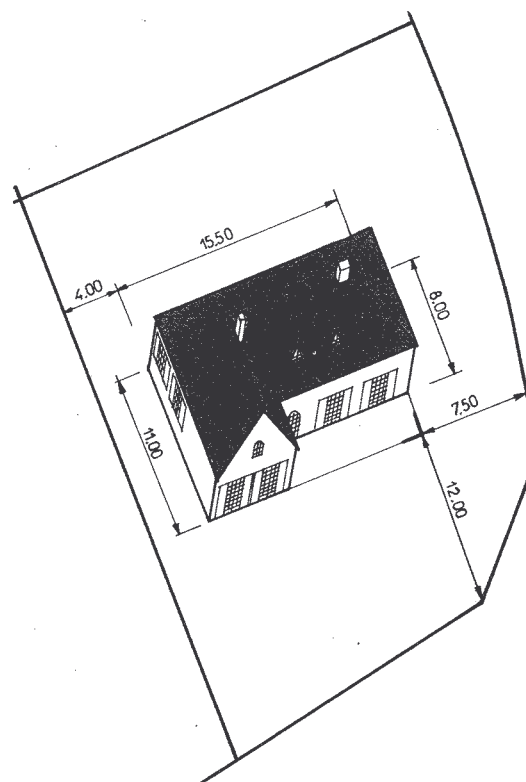
## L'implantation des bâtiments

### 1 - BUT DE L'IMPLANTATION ① et ②

#### ■ Il s'agit :

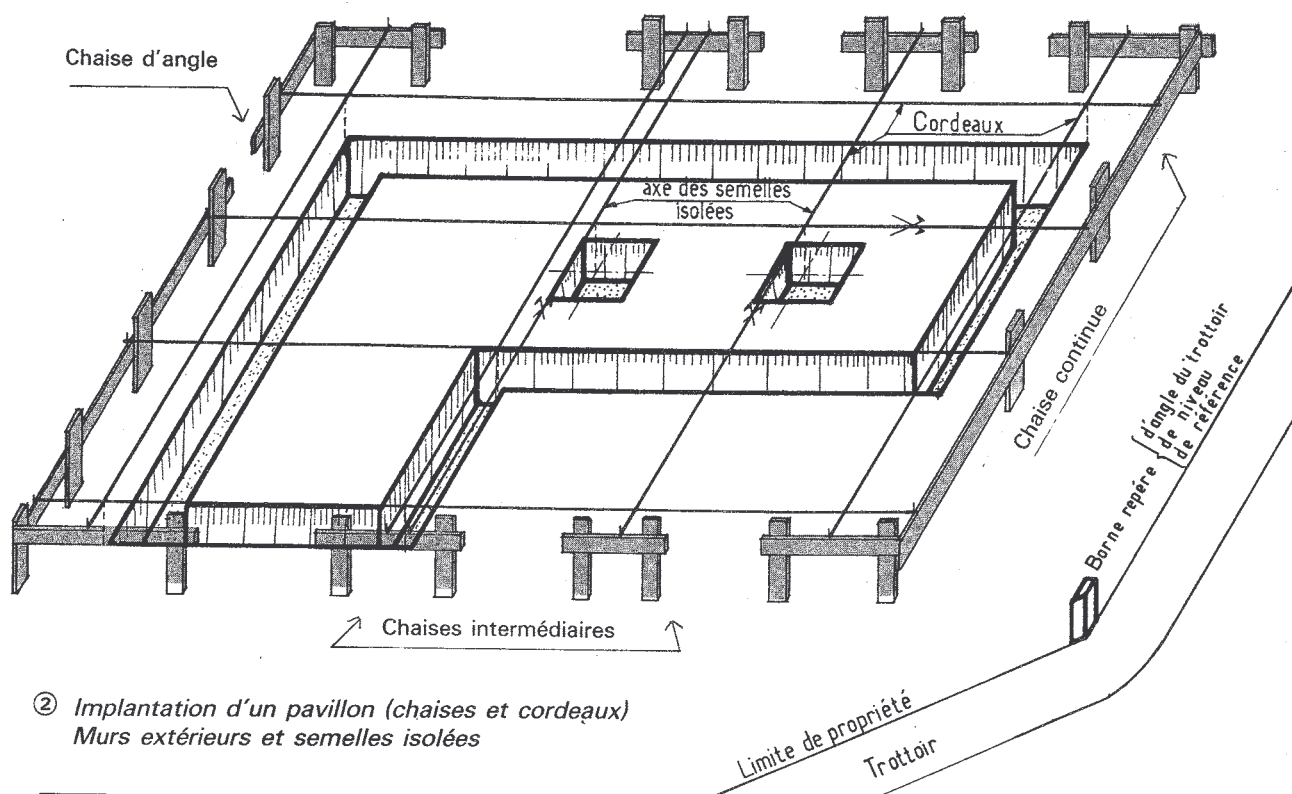
- ▶ de déterminer sur le terrain l'emplacement de la construction ;
- ▶ de situer la position :
  - des murs de façade
  - des murs de refend
  - des murs de pignons
  - des poteaux en béton armé

pour effectuer les fondations.



① Pavillon à implanter

### IMPLANTATION ↔ TRACES GÉOMÉTRIQUES



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)

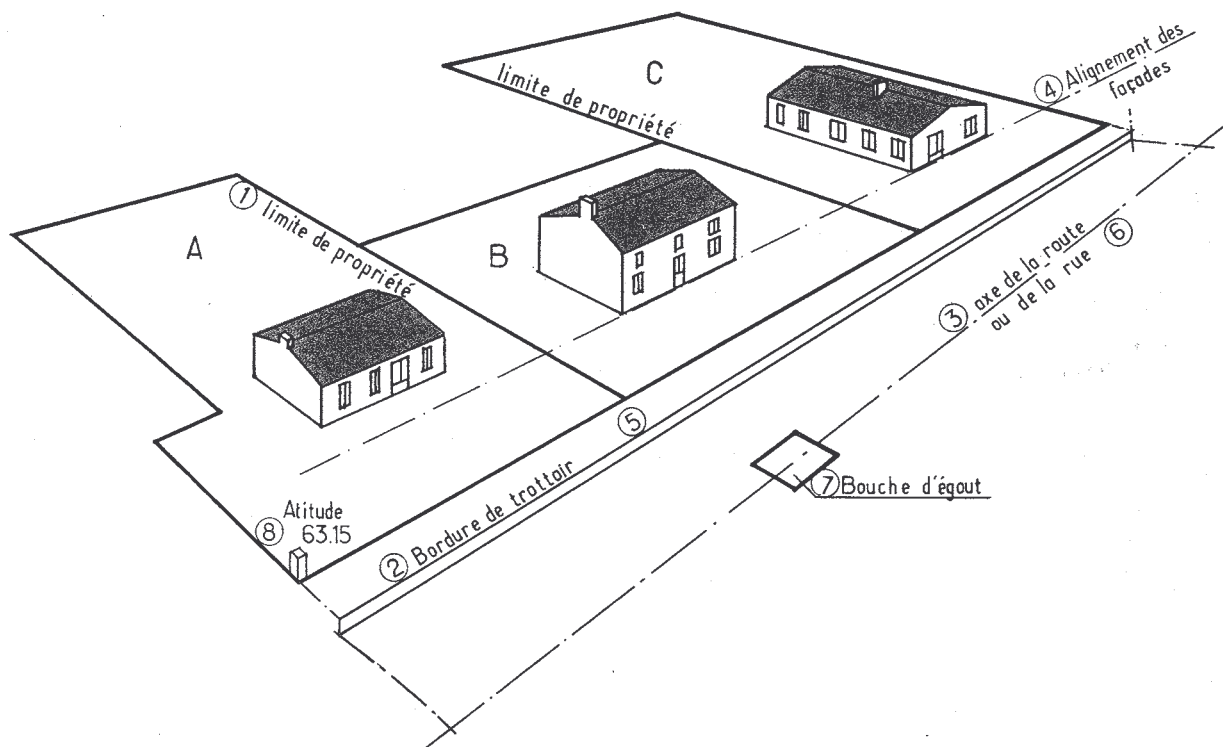
Repères sur la figure ③ ci-dessous :

- 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 :

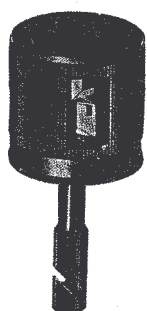
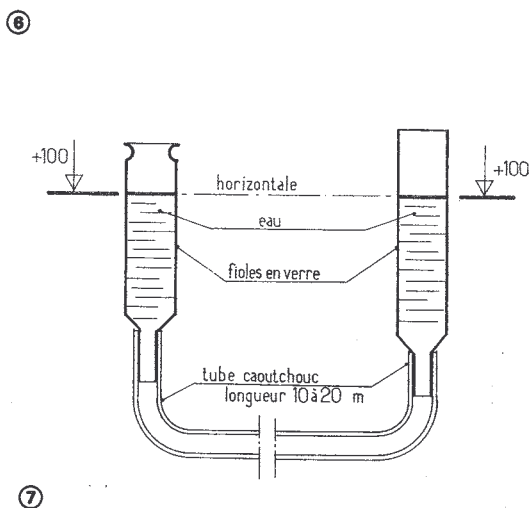
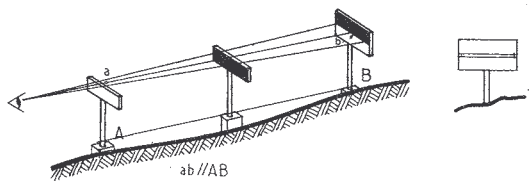
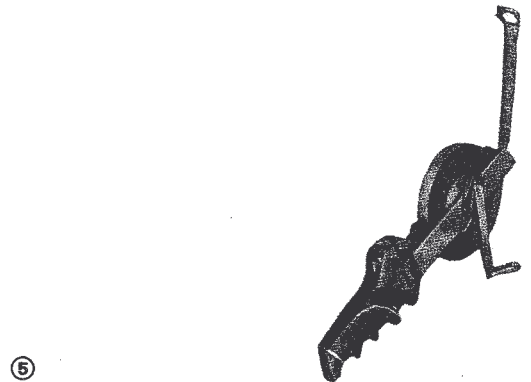
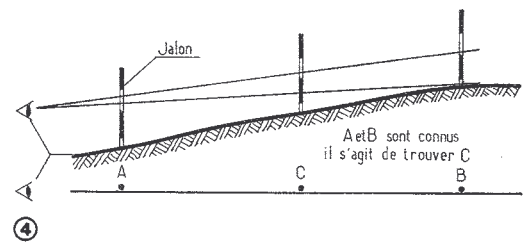
- ⑤ dessus de bordure
- ⑥ axe de rue
- ⑦ bouche d'égout
- ⑧ borne avec altitude donnée



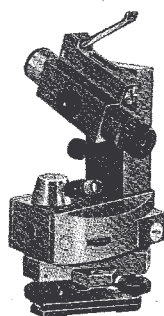
③ Références nécessaires au constructeur

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

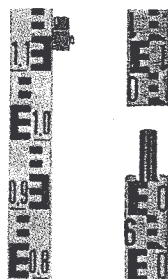
Désignation	Description Renseignements techniques	Utilisation
Jalons ④	Tiges en bois ou métal de 2 mètres peintes alternativement blanc et en rouge	Déterminer ou prolonger un alignement
Cordeau ou fil recuit (fil à ligature)	Il doit être très tendu - ne pas dépasser 20 m de portée	id. Trait bleu
Ruban 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 $\pm 3$ 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 enfoncés dans le sol, - des traverses horizontales avec repères de fixation des cordeaux	Fixation des cordeaux d'alignement du nu extérieur des murs



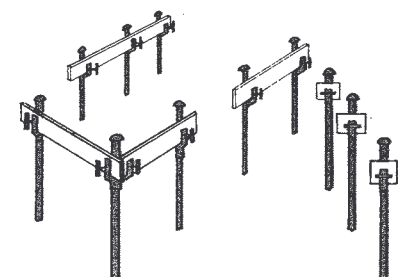
⑧



⑨



⑩



⑪ implantation et nivellement

## 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 ⑬.

### ■ 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 ⑭

On vérifie facilement la formule  $a^2 = (b^2 + c^2)$

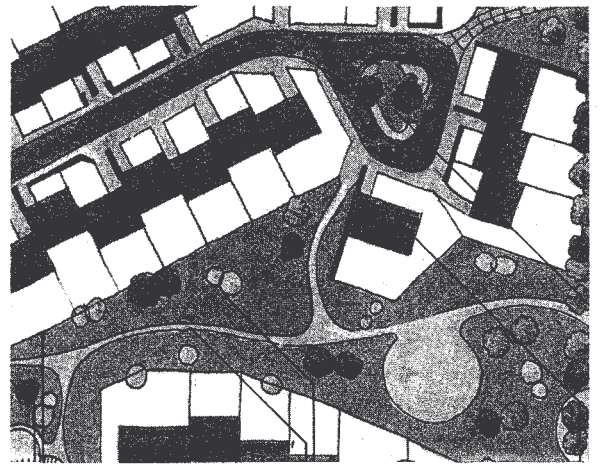
avec :  $a = 5$ ,  $b = 4$ ,  $c = 3$

On a :  $25 = 16 + 9$

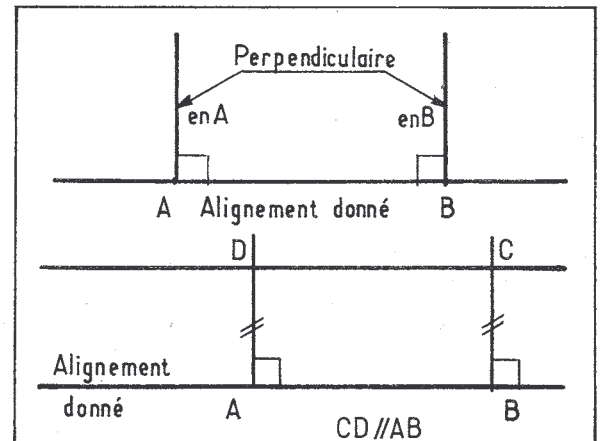
- ▶ Construction d'un demi-carré ⑮

On prend comme côté :

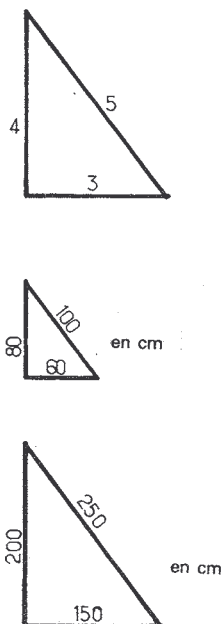
- soit 10 m avec la diagonale égale à 14,14 m,
- soit 5 m avec la diagonale égale à 7,07 m.



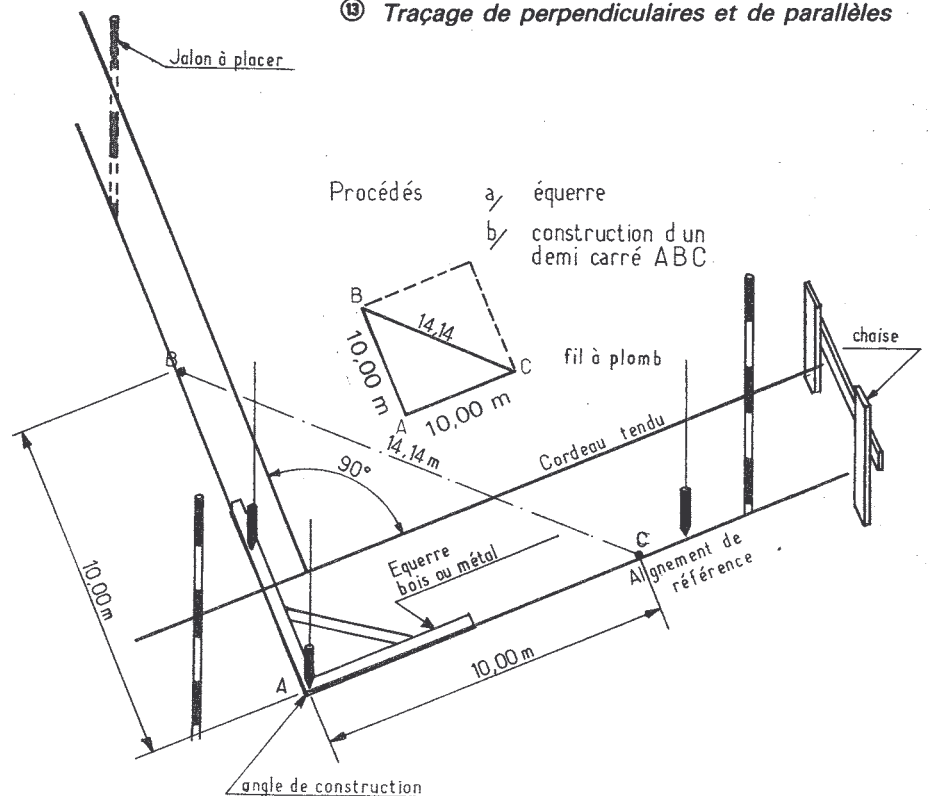
⑫ Lotissement avec pavillons isolés et accolés



⑬ Traçage de perpendiculaires et de parallèles



⑭ Schémas de principe



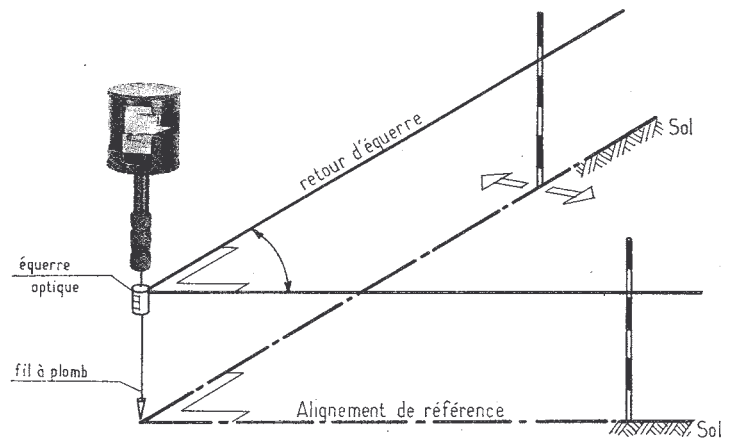
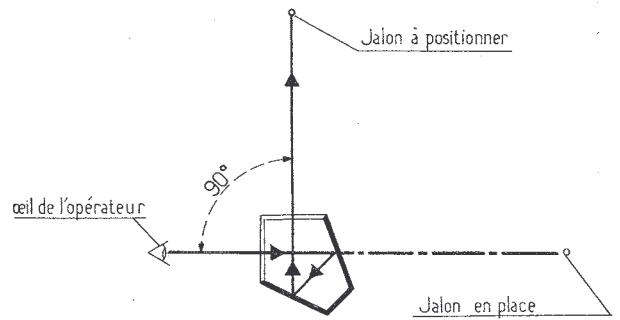
⑮ Construction d'un demi-carré

► **Utilisation de l'équerre optique ⑩**

Elle permet :

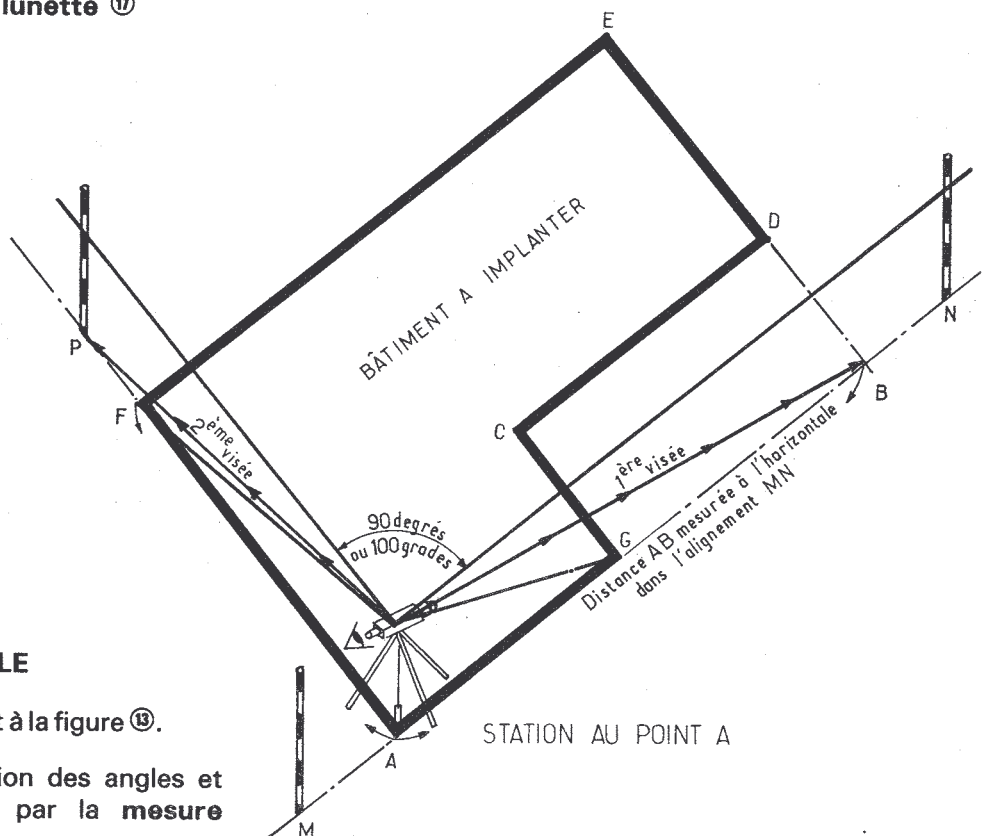
- de tracer une perpendiculaire sur un alignement donné par simple visée ;
- d'abaisser une perpendiculaire sur un alignement.

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



⑩ Utilisation de l'équerre optique

► **Utilisation du niveau à lunette ⑪**



■ **TRACÉ D'UNE PARALLÈLE**

- Il s'effectue conformément à la figure ⑬.
  - Le **contrôle** de la précision des angles et des longueurs s'obtient par la **mesure des diagonales** ⑬.
- On doit avoir :

$$AC = BD$$

⑪ 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 nivellement (voir § 2).

### ■ DISPOSITIONS PRATIQUES

► La **directrice n° 1** est matérialisée par des jalons M et N ⑱

► La **station en B** permet d'obtenir la directrice n° 2 et le point E ⑲

► Les **chaises**, avec traverses de niveau entre elles, sont placées pour les angles B, A et E ⑳  
Elles servent à positionner les cordeaux d'alignement.

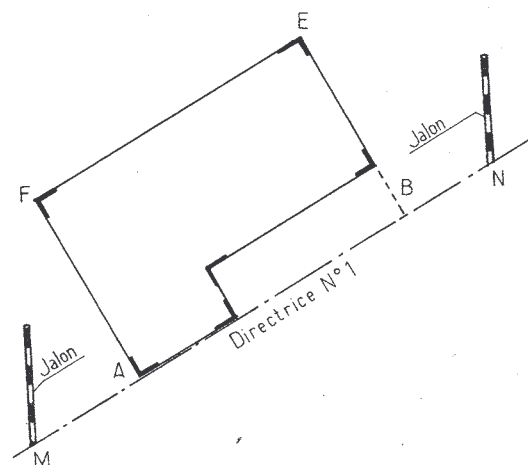
► La **station en A** permet ㉑ :

- d'obtenir le point F,
- de placer la chaise n° 4,
- de contrôler les diagonales ( $AE = FB$ ) ㉒

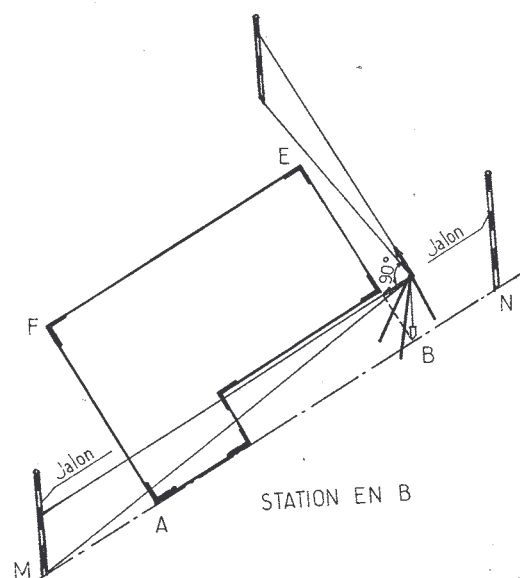
► Les **parallèles** sont menées aux directrices en se servant des cotes cumulées ㉓

#### NOTA :

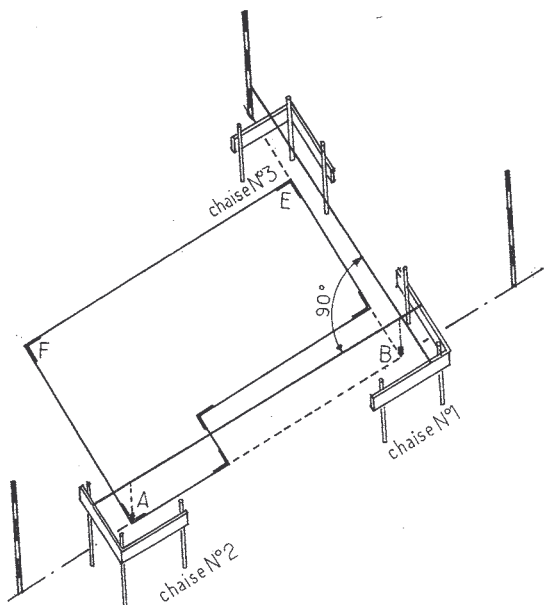
Les poteaux et les semelles isolées sont implantés suivant leurs axes.



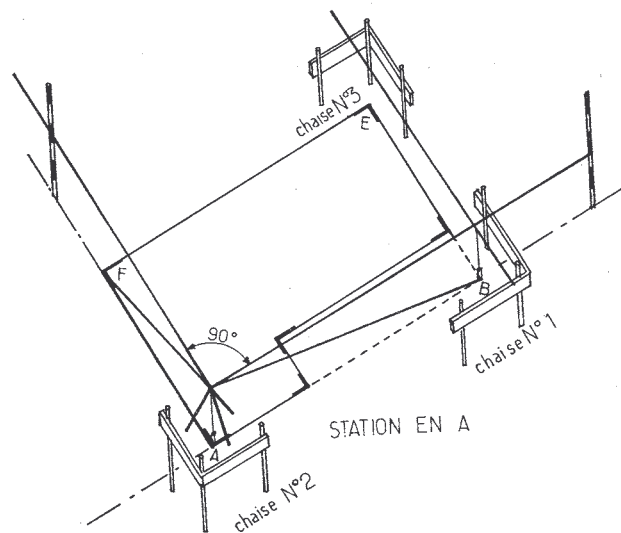
⑱ Implantation : choix d'une directrice



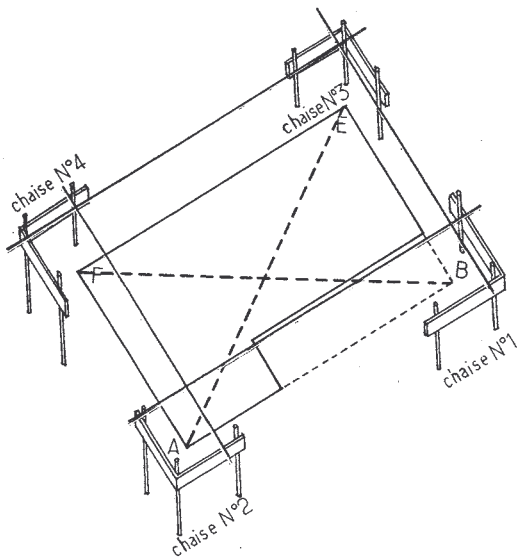
⑲ Station en B → directrice n° 2



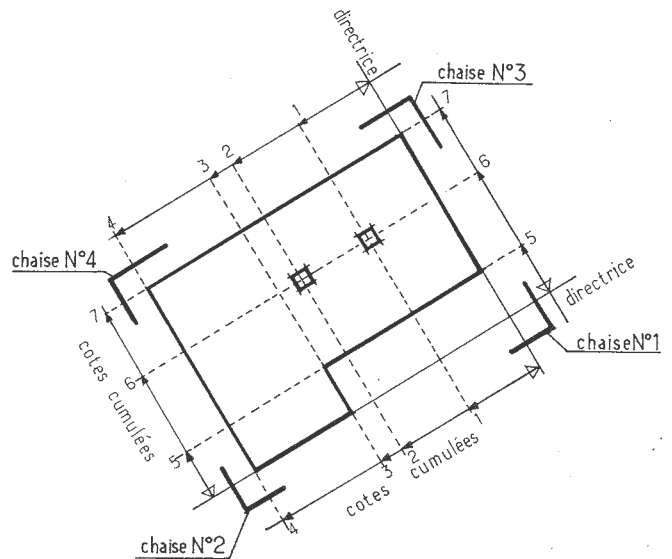
⑳ Implantation des chaises n° 1, 2 et 3



㉑ Station en A → point F et chaise n° 4 en ㉒



⑫ Contrôle par mesure des diagonales



⑬ 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.

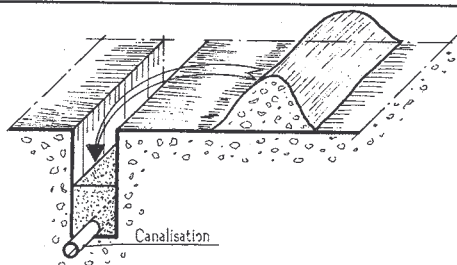
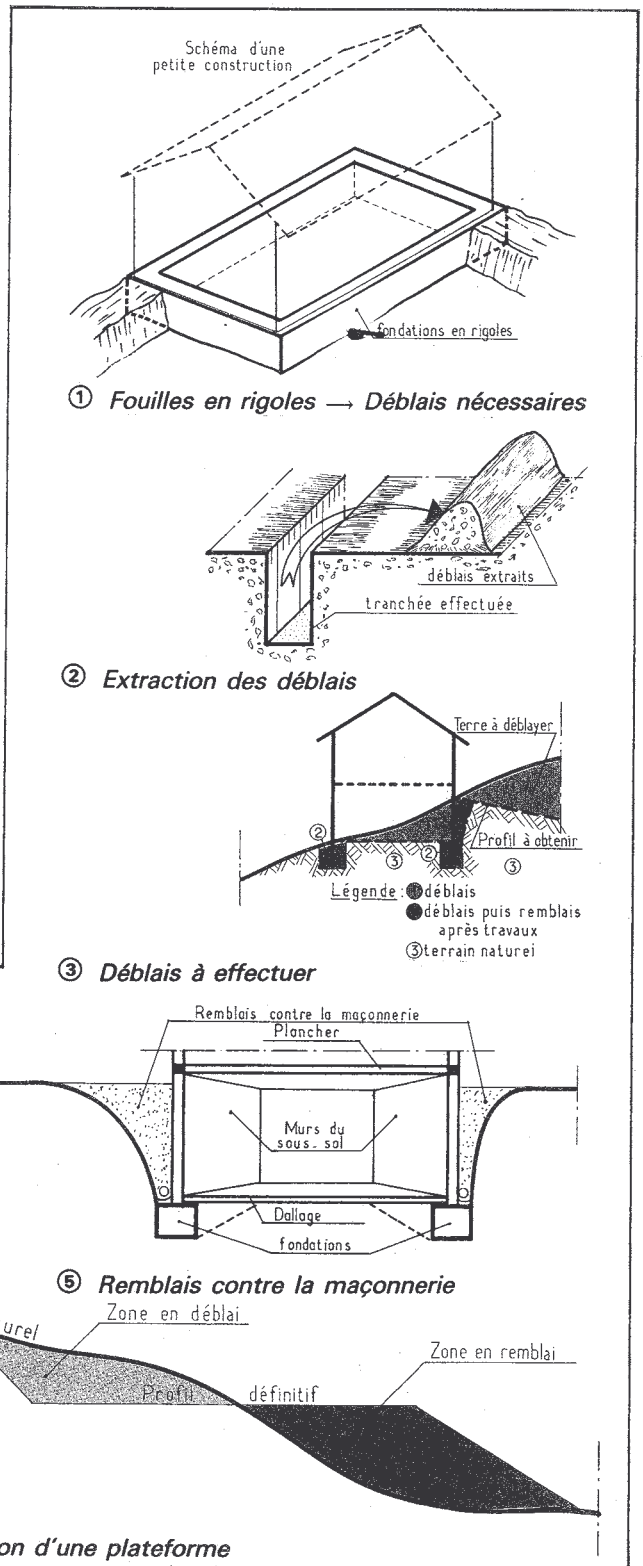
##### EXEMPLES :

- Comblé 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.

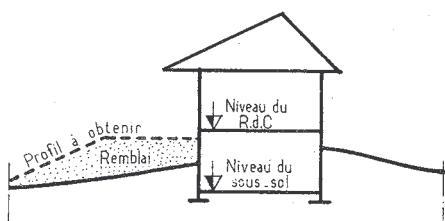
#### ■ LE DÉCAPAGE DES TERRES "Manuel"

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

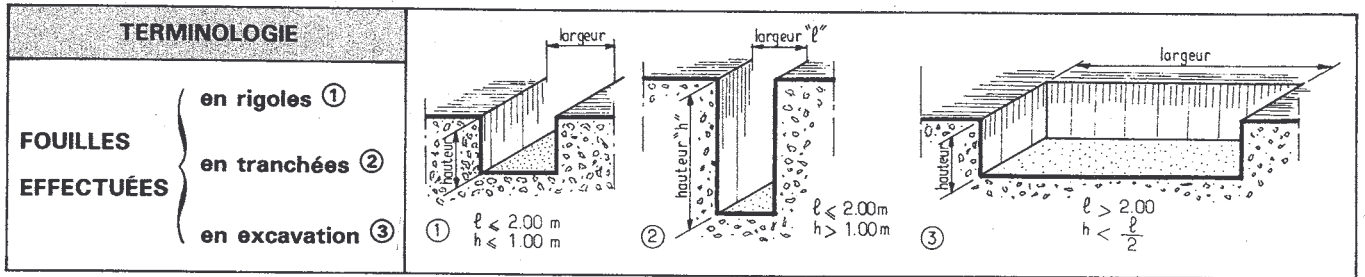
- *Retroussement mécanique.*



④ Remblai de la tranchée



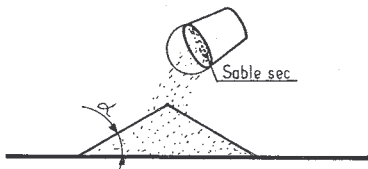
⑥ Remblai



## 2 - CLASSIFICATION DES SOLS

■ Les terrains sont classés

SELON  
LES DIFFICULTÉS  
D'EXTRACTION.



⑧ Angle de talus naturel

Désignation	Nature des terres	Angle du talus naturel	Foisonnement (1)
Terrain ordinaire	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
Terrain semi-compact ou moyen	cailloux	de 40 à 50°	1,5
Terrain compact	argile	de 30 à 50°	1,5
	marne	de 30 à 45°	
Roches	grès tendre roches diverses	de 50 à 90°	1,5 et plus

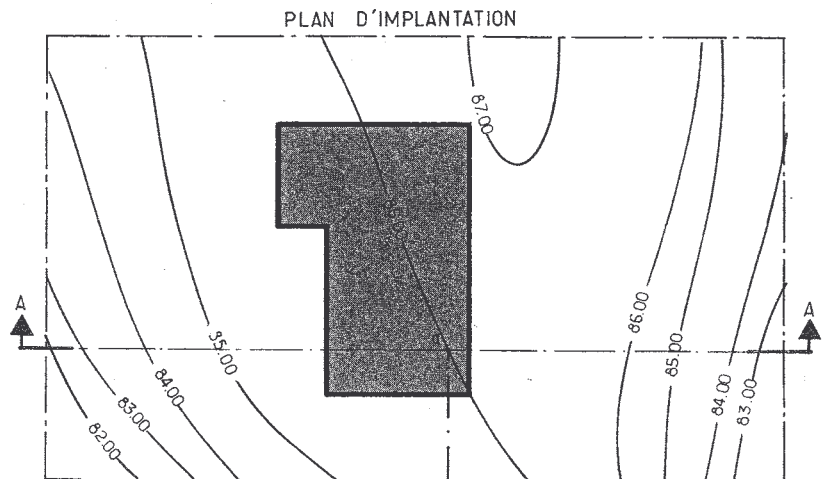
(1) Le foisonnement des terres est l'augmentation de leur volume apparent.

## 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 ;

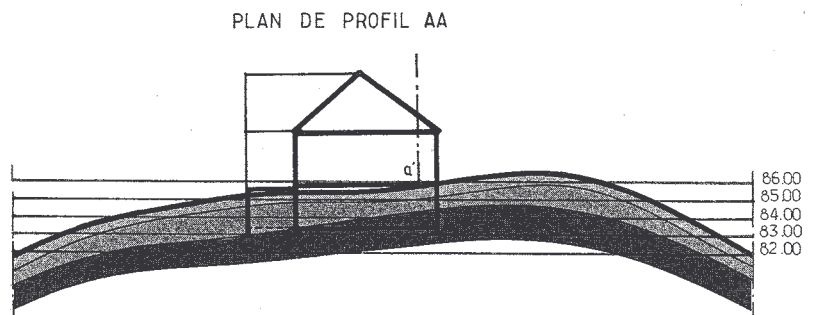
▶ pour déterminer :  
- des alignements } c'est-à-dire :  
- des nivellements, }  
**Implantation et piquetage des terrassements.**



■ 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 OPÉRATOIRES 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.

### ■ PIQUETAGE (alignements et nivellements)

► 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).

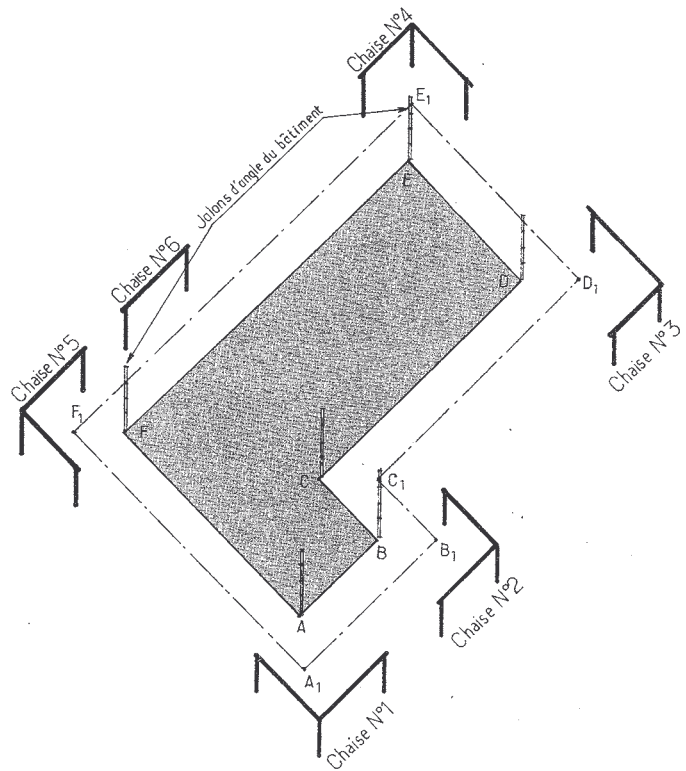
► La **tête des piquets** indique à l'opérateur le niveau à atteindre.

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

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

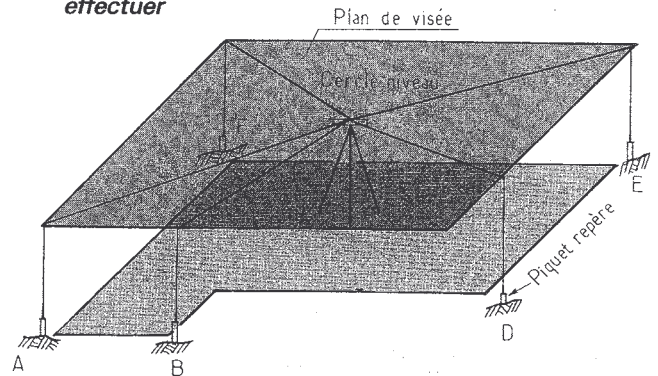
#### TOLÉRANCE

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

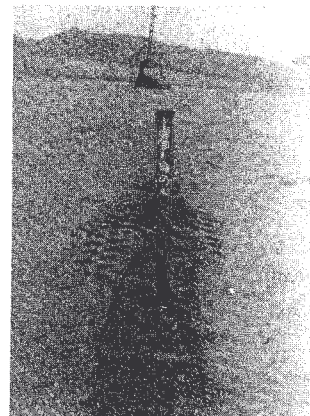


#### ⑩ Implantation

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



#### ⑪ Nivellement par rayonnement



#### ⑪ bis Piquet repère de nivellement

## 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'embaras des étais. On utilise :
  - des pics
  - des marteaux pneumatiques ou électriques.
- ▶ **mécaniquement** avec les engins de terrassement.

### ■ ENGIN D'EXCAVATION

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

#### MODE D'ACTION

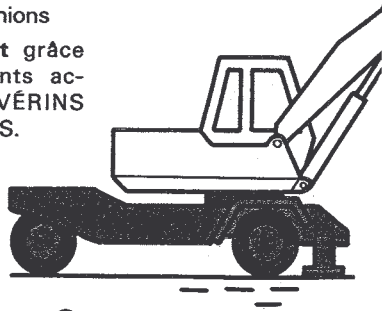
##### Déplacement :

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

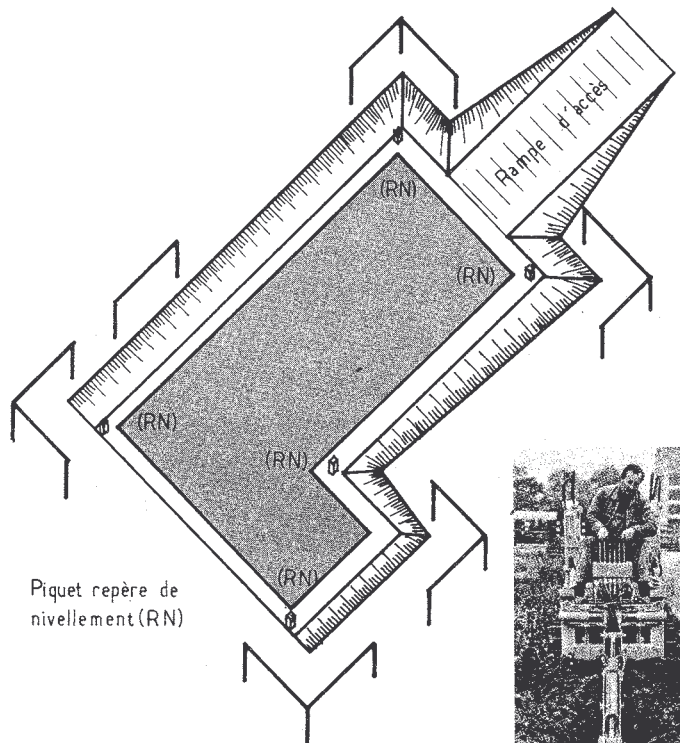
Godet de capacité de 1 à 5 m<sup>3</sup>

#### MODE D'ACTION

Celui d'une pelle chargeuse

#### L'UTILISATION

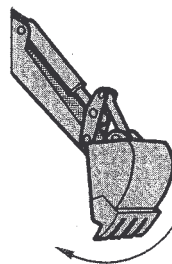
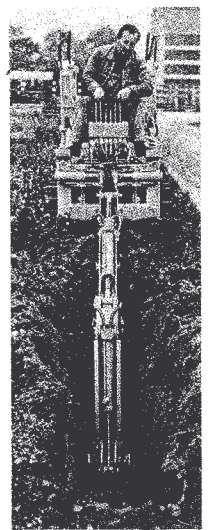
Reprise des déblais ou des terrains meubles et chargement direct sur camion



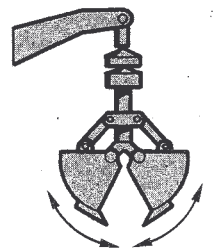
Piquet repère de nivellement (RN)

⑫ Implantation - piquetage

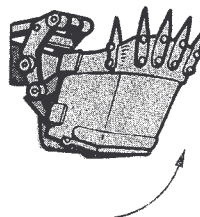
⑫ bis Pelle hydraulique (tranchée pour canalisation) →



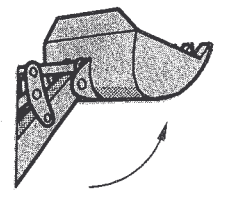
Équipement RÉTRO pour tranchées



Équipement BENNE PRE-NEUSE pour le creusement des puits



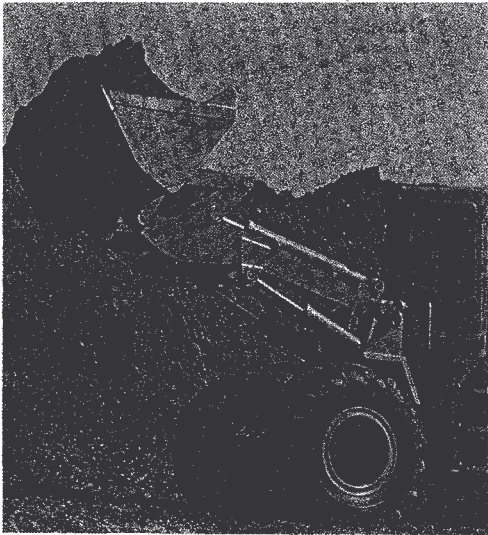
Équipement BUTTE pour carrière



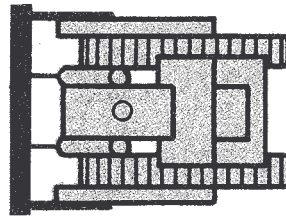
Équipement CHARGEUR pour chargement des matériaux

⑭ Équipements

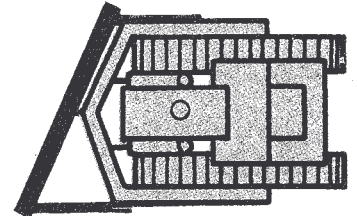
Doc. O.P.P. B.T.P.



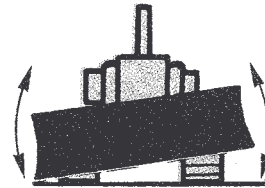
⑮ Chargeuse



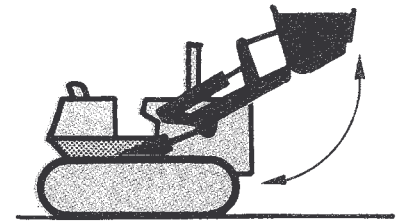
⑯ Bulldozer



⑰ Angle dozer



⑱ Tilt dozer



⑲ Godet ou benne

## ■ ENGINES 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.

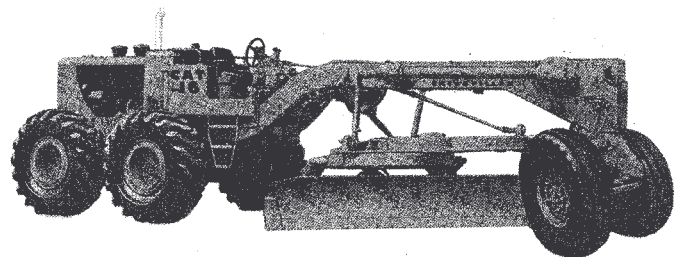
#### MODE D'ACTION

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

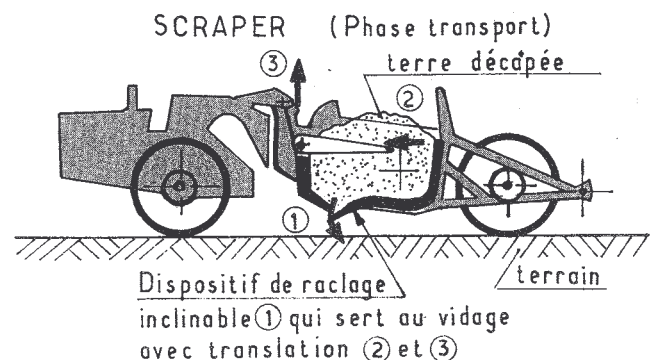
Il peut recevoir un mouvement de montée ou descente commandé par vérins hydrauliques.

#### UTILISATION

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



⑳ Niveleuse



㉑ Scrapers

## ■ ENGINES DE TRANSPORT

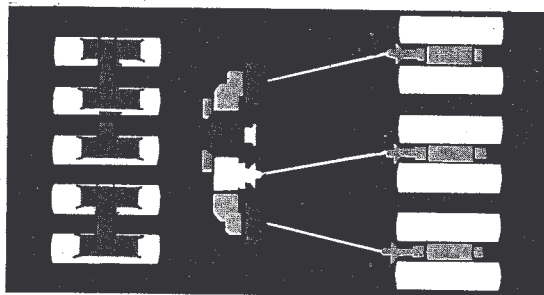
- ▶ **Dumpers** : vidage par basculement vers l'avant.
- ▶ **Dum-truks** ②② : puissants engins (capacité 20 m<sup>3</sup>).  
Déversement des terres par basculement vers l'arrière.



②② Dum-truks

## ■ ENGINES DE COMPACTAGE

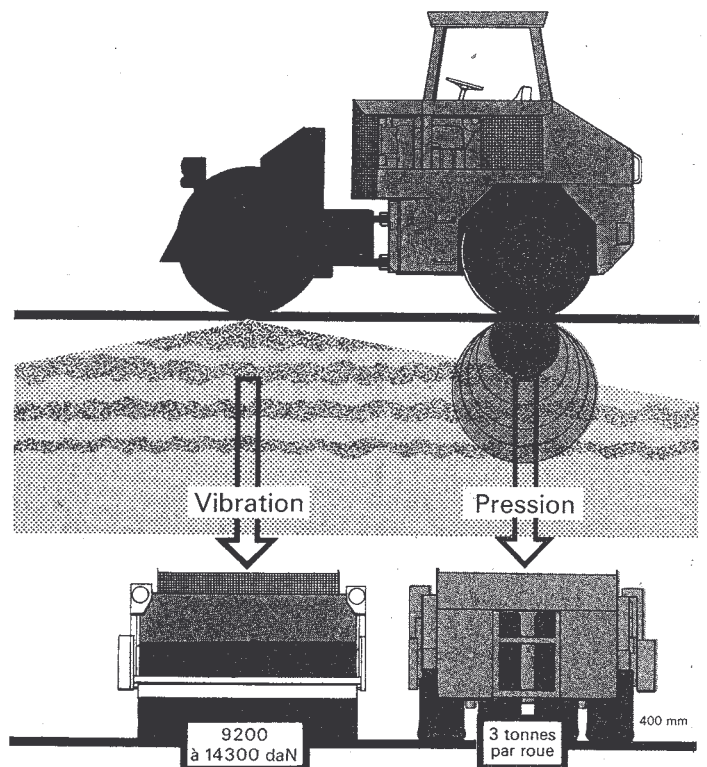
- ▶ **Rouleaux vibrants automoteurs**.
- ▶ **Rouleaux vibrants tractés**.
- ▶ **Rouleaux mixtes** ②③ agissant par vibration et pression.
- ▶ **Compacteurs à pneus** ②④ : les traces des roues arrières recouvrent celles des roues avant.



essieu avant

essieu arrière

②④ Vue en plan des roues

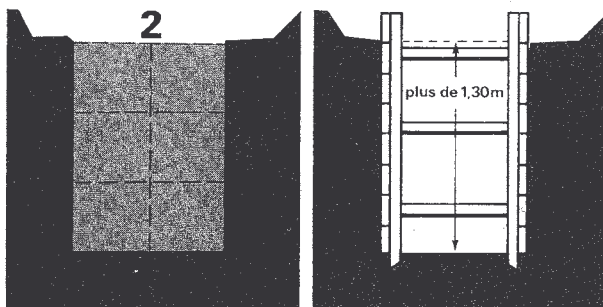


②③ Rouleaux mixtes

## 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, étrépillonnées ou étayées 26.



26 Limite de sécurité

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

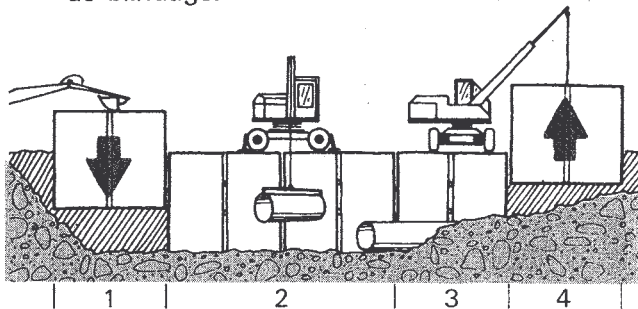
### ■ PRINCIPE

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

### ■ MOYENS UTILISÉS

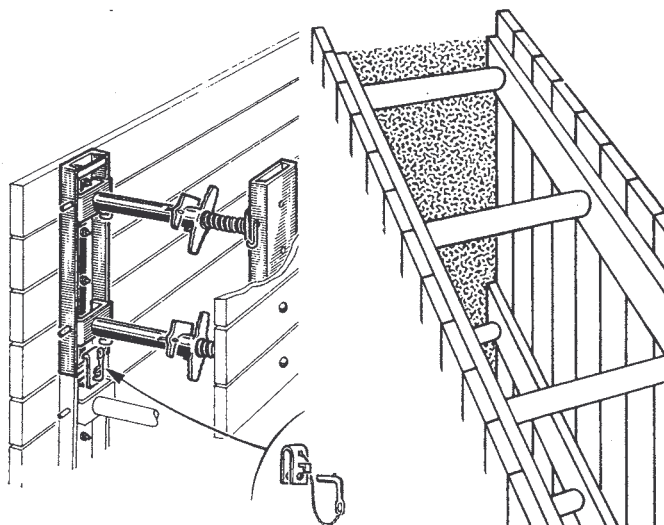
Le blindage peut s'effectuer :

- ▶ par planches verticales 29
- ▶ par planches horizontales 29 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.



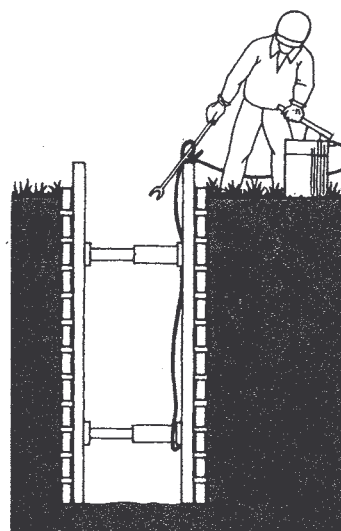
- 1 - mise en place de l'élément,
- 2 - pose de tuyaux dans la partie blindée
- 3 - remblaiement de la tranchée,
- 4 - récupération de l'élément dans une zone partiellement remblayée.

29 Pose de canalisation avec engin de levage

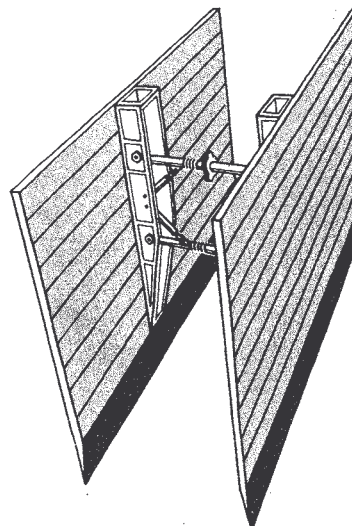


29 bis Blindage par planches horizontales et étrépillons à vis

29 Blindage par planches verticales



27 Blindage par panneaux préfabriqués en bois et étrépillons hydrauliques



28 Blindage par caissons

## 7 - REMBLAIS

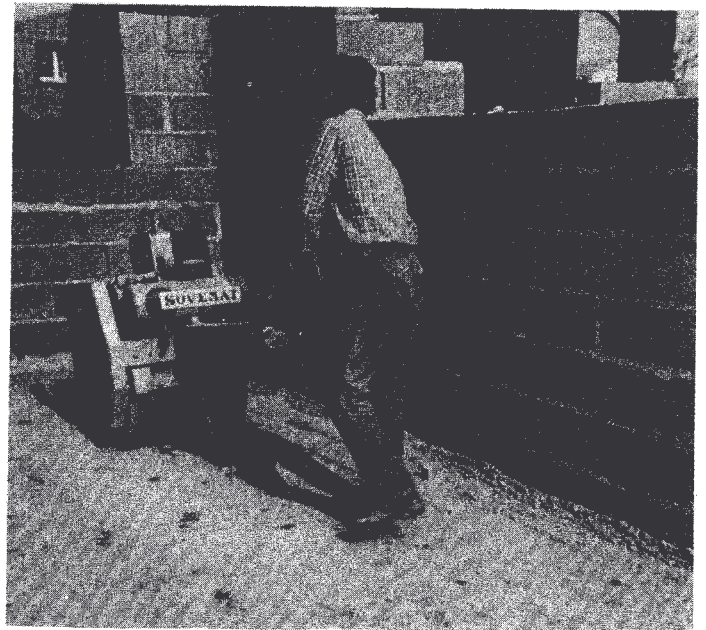
### ■ Ils s'effectuent :

- ▶ 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

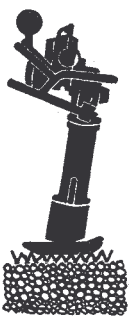
Ces remblais doivent être stabilisés.

### ■ Le compactage <sup>30</sup> et <sup>31</sup> peut s'effectuer :

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



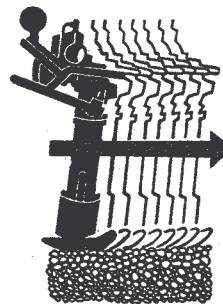
<sup>30</sup> Compactage d'un remblai pour confection d'un dallage



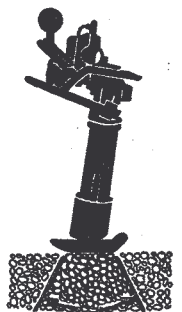
Vibration



Pilonnage



Avancement automatique



Action en profondeur

<sup>31</sup> Compactage par pilonneuses vibrantes

## 8 - FOUILLES AVEC INFILTRATIONS

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

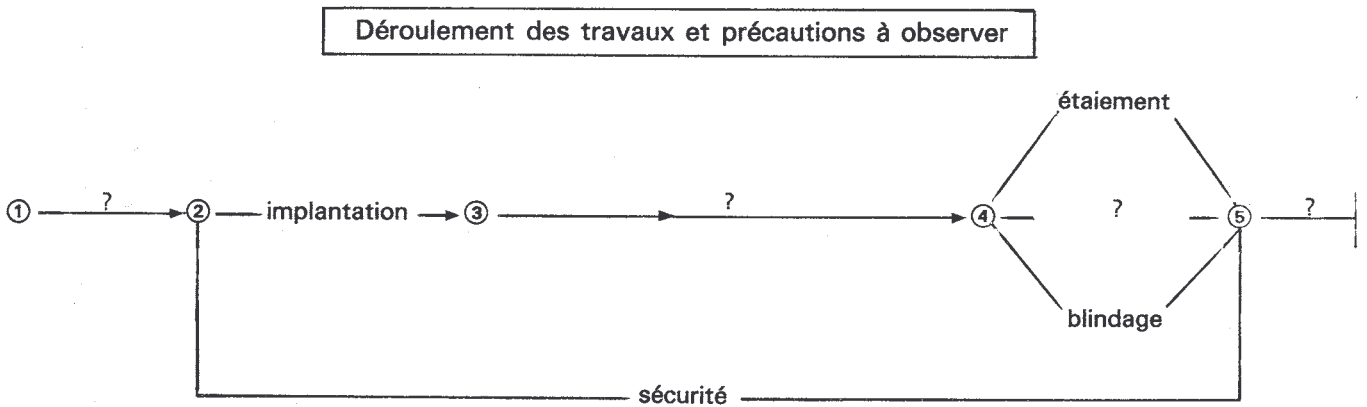
- ▶ diriger l'eau en fond de fouille vers un puitsard.  
Une pompe de chantier évacue l'eau au fur et à mesure des besoins
- ▶ rabattre la nappe avoisinante par des

- 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 enfoncés 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.



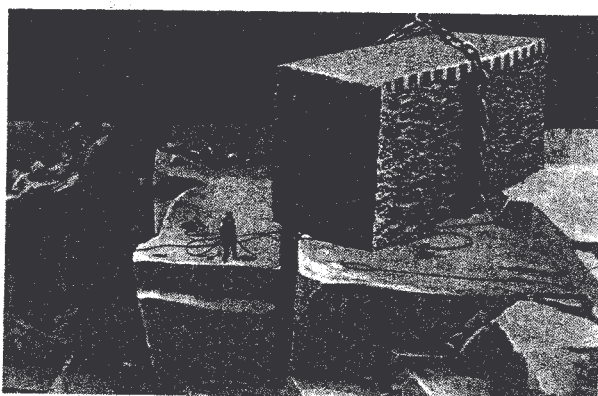
5. Effectuer la coupe schématique d'un blindage de tranchées :
  - par planches horizontales
  - par panneaux préfabriqués en bois.



# 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

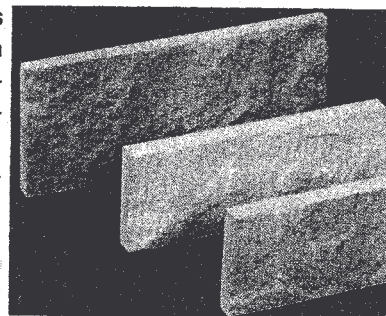
Pour construire les murs de façades, les dallages, il est nécessaire de :

#### ■ 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**

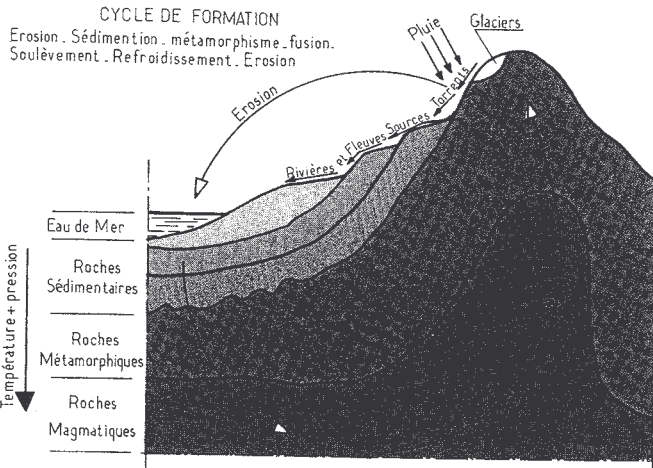
Dallage sur terrasse

- ▶ revêtement vertical (habillage) ④

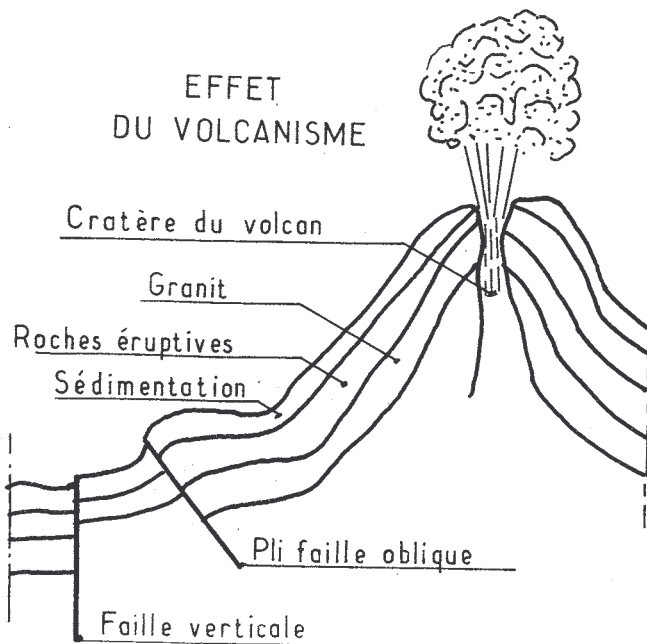
#### **EXEMPLE**

Dalles de pierre scellées dans le mur porteur

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

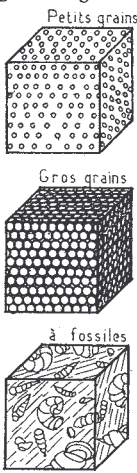
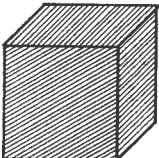
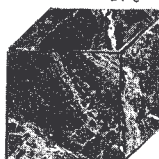


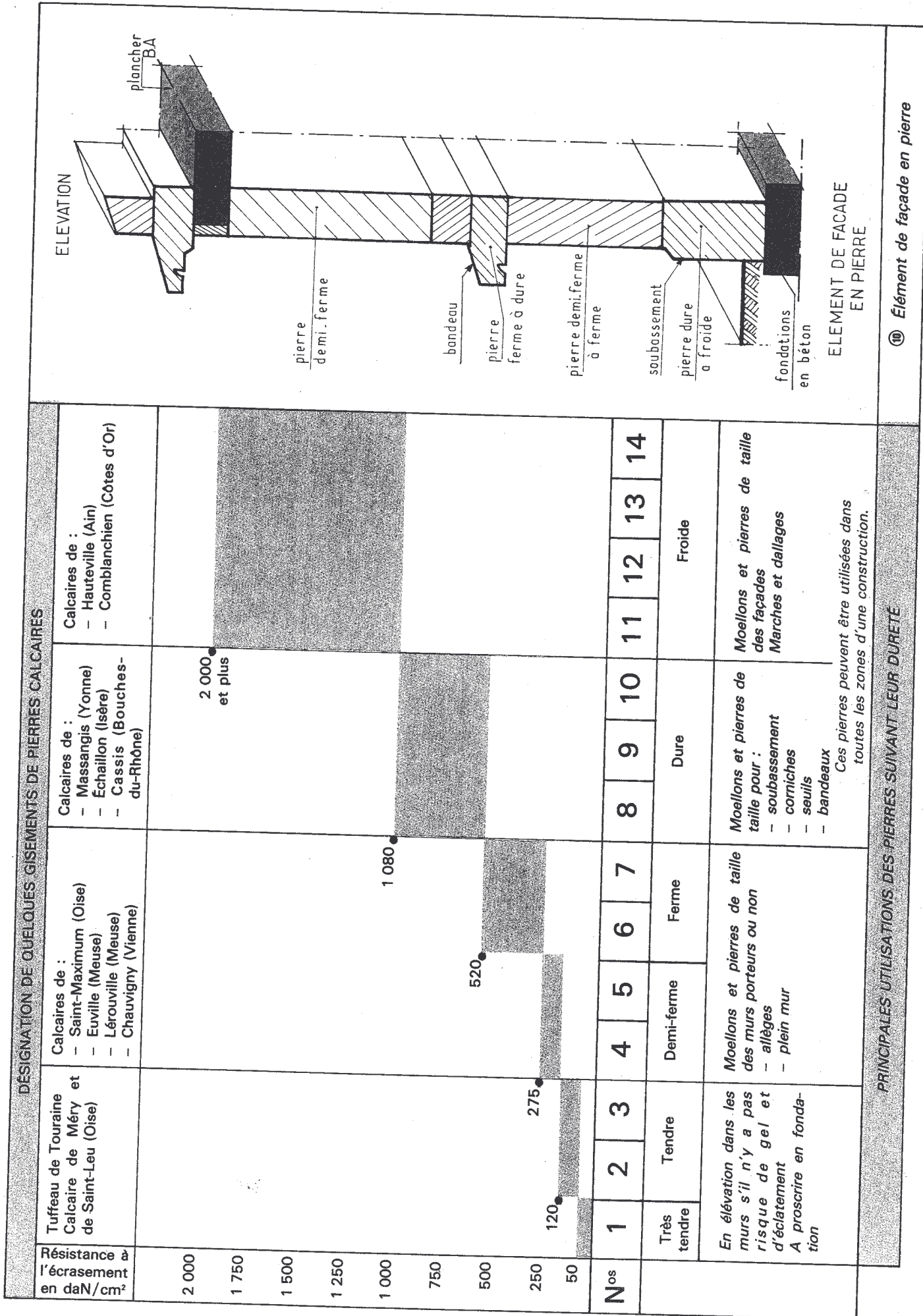
⑤ Cycle de formation



⑥ Effet du volcanisme

Roches	Origine	Famille
IGNÉES et ÉRUPTIVES	<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 granitiques</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Les roches ignées se sont formées :</b> <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 microcristallines</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Les roches éruptives se sont formées :</b> <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 microcristallines</p> <p>⑦</p>
SÉDIMEN- TAIRES	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Origine chimique :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>l'eau pure dissout des sels qu'elle dépose ensuite.</li> </ul> </li> <li><b>Origine détritique :</b> <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><b>Origine organique :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>entassement de débris végétaux et animaux</li> </ul> </li> </ul>	<p><b>ROCHES SILICEUSES (acides)</b></p> <p>Exemples :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>sables, graviers</li> <li>grès, silex</li> <li>meulière</li> </ul>
		<p><b>ROCHES ARGILEUSES (neutres)</b></p>
		<p><b>ROCHES CALCAIRES (basiques: carbonates de calcium)</b></p>
MÉTAMOR- PHIQUES	<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><b>ROCHES SILICEUSES</b></p>
		<p><b>ROCHES ARGILEUSES</b></p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elles sont dans un état intermédiaire entre les roches sédimentaires et ignées.</li> </ul>	<p><b>ROCHES CALCAIRES</b></p>

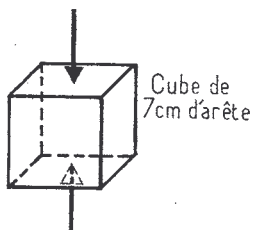
Composition	Gisements	Masse volumique en kg par m <sup>3</sup>	Résistance à la compression en daN par cm <sup>2</sup>	Utilisations
<b>LES GRANITS</b> Cristaux visibles à l'œil de : - quartz (silice) - feldspath (silice et alumine) - mica ayant un rôle basique	- Bretagne (Côtes du Nord et Morbihan) - 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  * Composants primaires - des chaux - des ciments - des terres cuites - des céramiques - Travaux de couverture et dallages
	Schistes (silice + alumine) en Bretagne et Anjou * { Marnes (argile + calcaire) Argiles Ardoises (silicates d'alumine)	1 400 à 2 000		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ces roches sont parmi les plus utilisées en France. On distingue le calcaire grossier et les marbres.</li> <li>• Elles sont classées suivant leur dureté.</li> </ul> Voir tableau page suivante et figure ⑨
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Au départ :                - sables                - grès                qui sont transformés en <b>quartzite</b></li> </ul>	Quartzite de Domfront (Orne)	2000 à 2 500	≈ 2 000	Construction : - pavage - granulats
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Au départ :                - argiles                qui sont transformées en <b>schistes</b></li> </ul>	Ardoises d'Angers, d'Espagne			- Couverture - Dallage
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Au départ :                - craie                - calcaires grossiers                qui deviennent → <b>marbres</b>                → cipolins</li> </ul>	Dordogne et Côte d'Or			- Revêtement - Mur, etc.



PRINCIPALES UTILISATIONS DES PIERRES SUIVANT LEUR DURETÉ

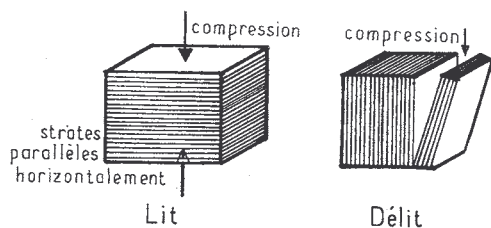
⑩ Elément de façade en pierre

RÉSISTANCE A LA COMPRESSION ⑪



⑪

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



⑪ bis

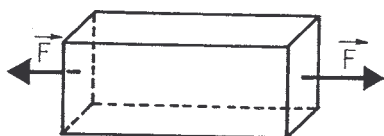
- Les moellons ne seront pas posés en « délit ».
- Le coefficient de sécurité appliqué à la résistance à l'écrasement varie entre 5 et 11 suivant la nature des matériaux et des ouvrages.

**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  $500 : 10 = 50 \text{ daN/cm}^2$

RÉSISTANCE A LA TRACTION ⑫

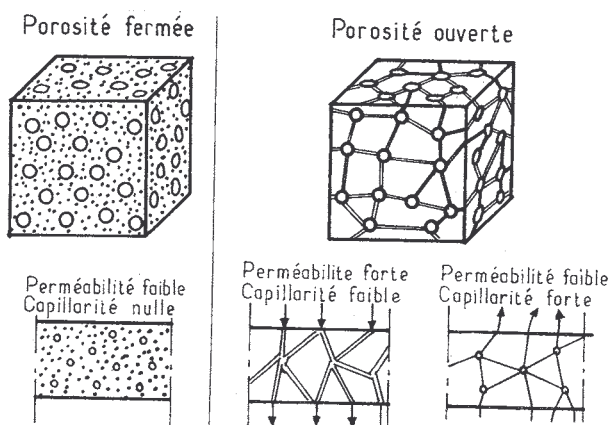


⑫

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

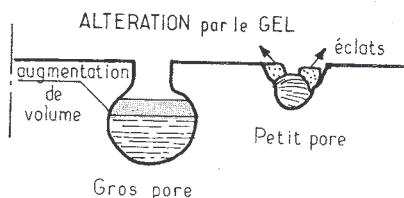
- La résistance à la traction est de 8 à 40 fois moins forte qu'en compression.
- Les linteaux en pierre de taille ne devront pas être fissurés.
- Des arcs, dits de décharge, réduisent la charge portée par les linteaux.

RÉSISTANCE AUX AGENTS ATMOSPHÉRIQUES ⑬ et ⑭



⑬

Effet de gel sur les pierres poreuses ⑭



⑭

- 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 :
  - gorgier les pierres,
  - favoriser par le gel l'éclatement du parement.

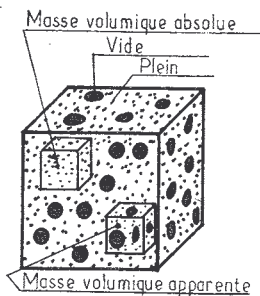
Une bonne pierre à bâtir doit avoir une porosité fermée  $\leq 15 \%$

(suite page suivante)

(suite)

QUALITÉS RECHERCHÉES → RECOMMANDATIONS

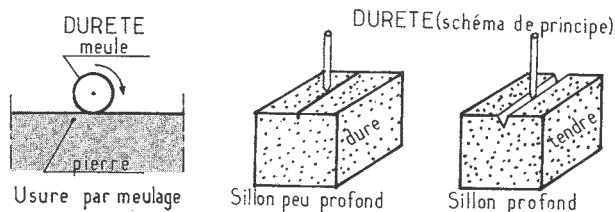
**COMPACTITÉ**, autrement dit, le minimum de vide dans la matière ⑮



⑮

- La compactité va de pair avec :
  - la masse volumique,
  - la résistance à l'écrasement.*Voir tableau sur les caractéristiques des roches (§ 2).*

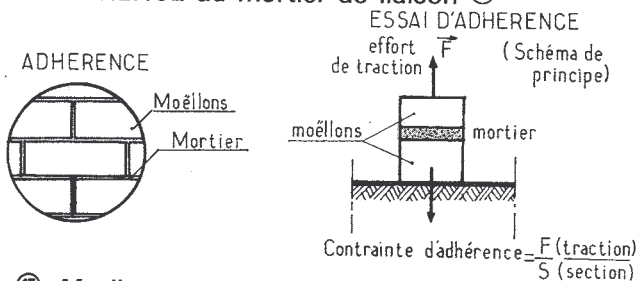
**DURETÉ**, c'est-à-dire la résistance à l'usure et aux chocs ⑯



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 *Moëllons 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 moëllons 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**

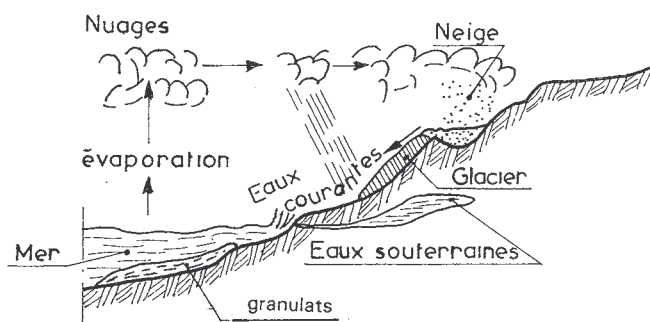
sable de Fontainebleau

- des dunes de sable fin transporté par le vent

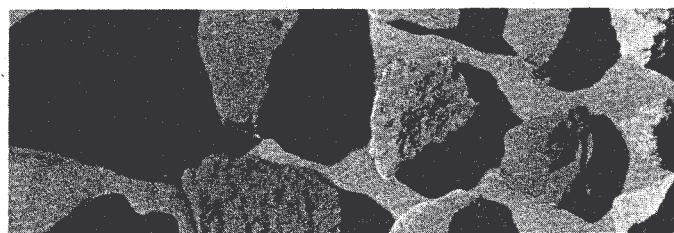
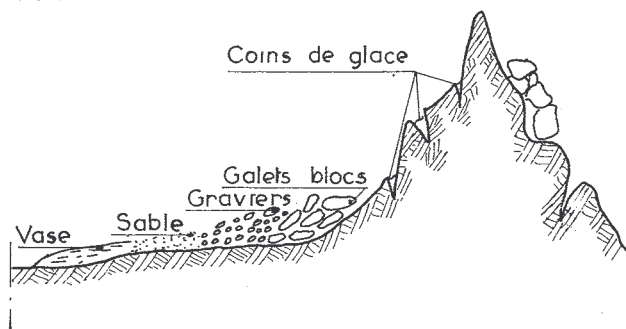
**EXEMPLE**

sable de dune

ROULÉS



① Effets des eaux



③ Granulats concassés

#### ■ GRANULATS ARTIFICIELS ③ et ④

► Ils sont obtenus :

- par concassage et criblage en carrière :

- de roches naturelles dures;

**EXEMPLES**

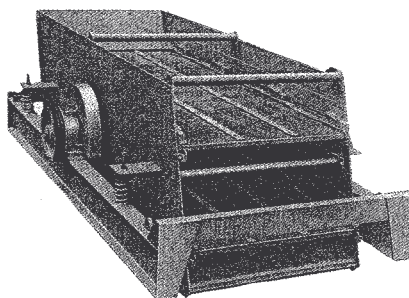
sable concassé  
gravier concassé

- de scories de hauts-fourneaux

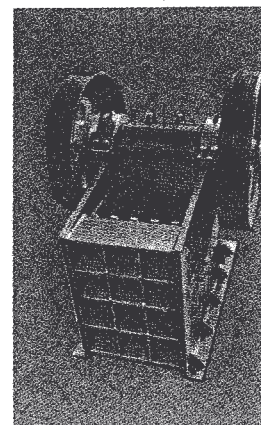
**EXEMPLE**

laitier concassé

CONCASSÉS



④ Câble vibrant à excentrique.



Concasseur à mâchoires.

EXPANSÉS

– par fabrication de granulats dits légers

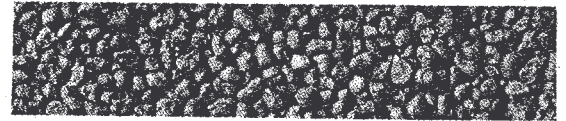
⑤ ⑥ et ⑦

**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

► **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.



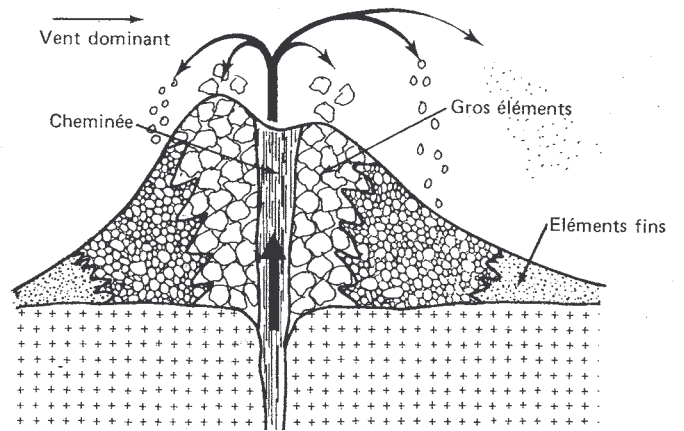
⑤ Argile expansée : 3/10



⑥ Argile expansée : 10/16



⑦ Argile expansée : 16/25



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

## 2 - CLASSEMENT DES GRANULATS

■ Une catégorie de grains, ou **granulat élémentaire**, est définie par la dimension de chaque **maille carrée ⑨** :

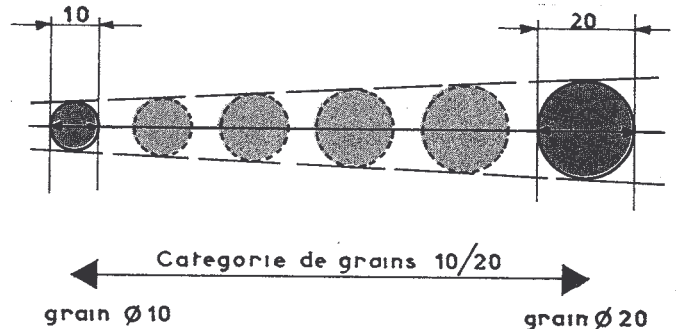
- qui retient les plus gros grains (refus) ⑩
- qui laisse passer les plus petits grains (passant) ⑩

■ En pratique, on utilise des **classes granulaires ⑪ et ⑫**

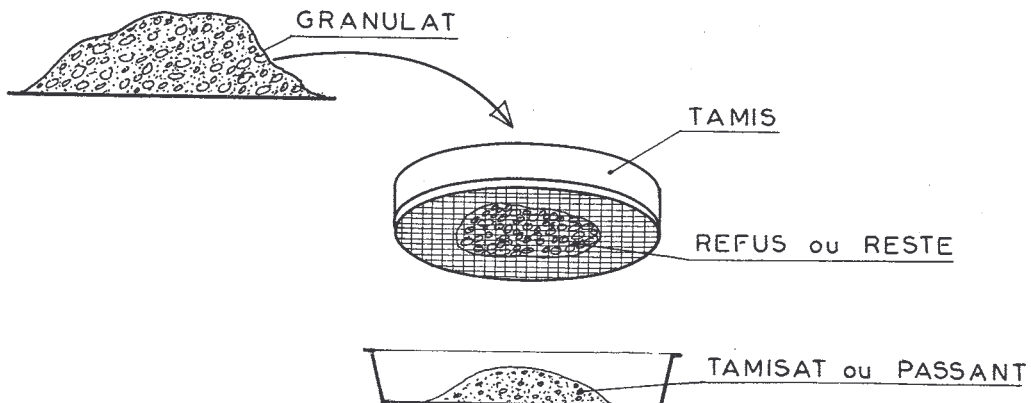
**EXEMPLES**

- 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.



⑨ Catégorie de grains 10/20



⑩ Sélection des granulats

■ TABLEAU DE CLASSEMENT ⑪

APPELLATION		Dimension de la maille des tamis en mm
Pierres cassées et cailloux	Gros	50 à 80
	Moyens	31,5 à 50
	Petits	20 à 31,5
Gravillons	Gros	12,5 à 20
	Moyens	8 à 12,5
	Fins	5 à 8
Sable	Gros	1,25 à 5
	Moyens	0,31 à 1,25
	Fins	0,08 à 0,31
Fines, farines et fillers		inférieur à 0,08

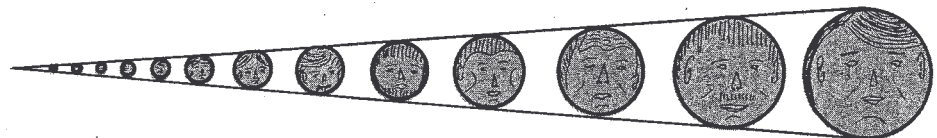
MAILLES	Ouverture en mm	SABLE	GRAVILLON
		passant	passant
	25		100 %
	20		95
	12,5		40
	10		5
	8		
	5	100 %	
	2,5	90	
	1,25	75	
	0,63	50	
	0,31 <sup>5</sup>	20	
	0,16	5	

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

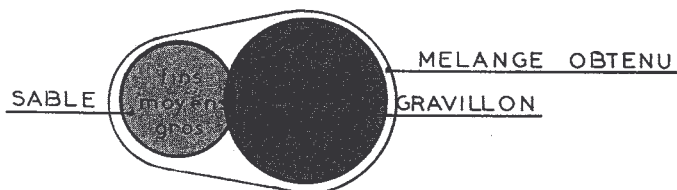
3 - MÉLANGES OBTENUS

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 ⑫.



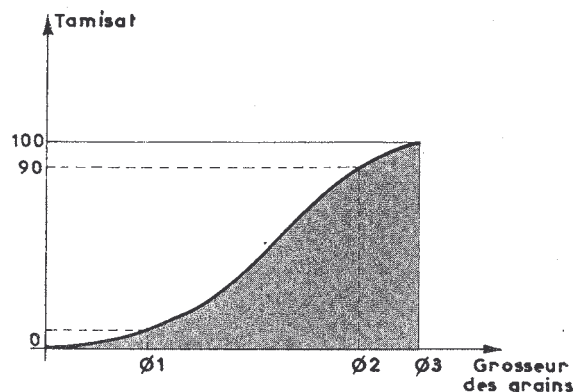
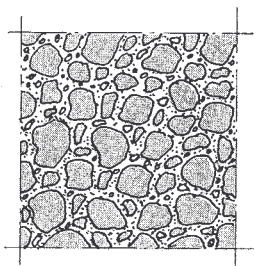
FINS MOYENS GROS  
SABLE 0/5 + GRAVILLONS 5/20



⑫ Ensemble de la population des grains

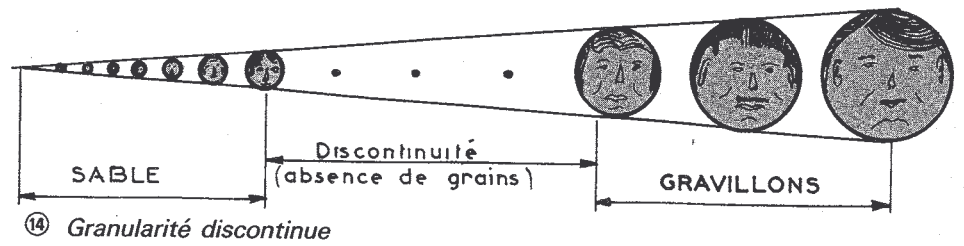
■ La granularité est dite continue ⑬ et ⑭ si toute la population de grains est représentée : fins, moyens, gros.

**INTÉRÊT**  
meilleure ouvrabilité.



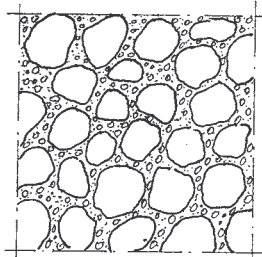
⑬ Granularité continue

■ La granularité est discontinue <sup>14</sup> si une partie de la population de grains est absente.

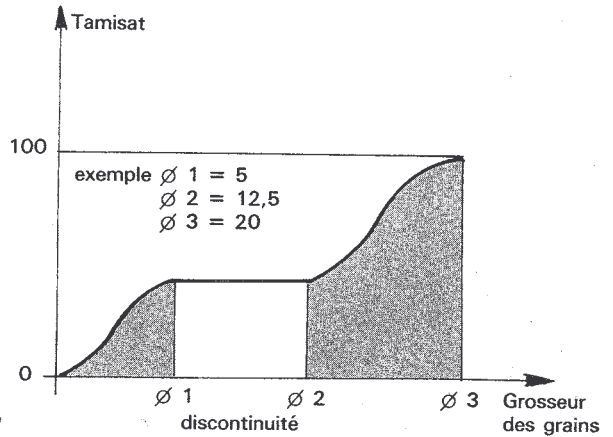


**INTÉRÊT**

Cette granularité est la plus fréquente, avec les gravillons concassés. Les petits grains s'intercalent entre les gros sans les écarter <sup>15</sup>.



Sable 0/5  
Gravillons 12,5/20



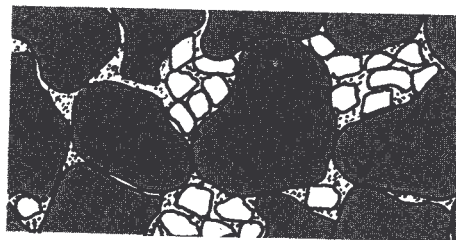
## 4 - OBJECTIFS RECHERCHÉS

■ Dosage en liant <sup>16</sup> :  
Obtenir la même résistance avec le liant juste nécessaire, car le liant est le plus onéreux dans la fabrication des mortiers et bétons.

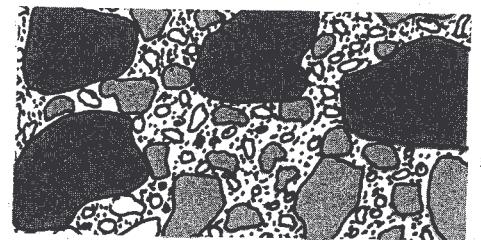


<sup>16</sup> Surface spécifique des grains → Intérêt des gros granulats

■ Dosage en granulats (sable, gravillons)  
Obtenir le mélange qui laisse le moins de vides à remplir par la pâte de chaux ou de ciment <sup>16 bis</sup>.



<sup>16 bis</sup> Structure serrée :  
bonne compacité.



Structure lâche :  
mauvaise compacité

**CONDITION :**

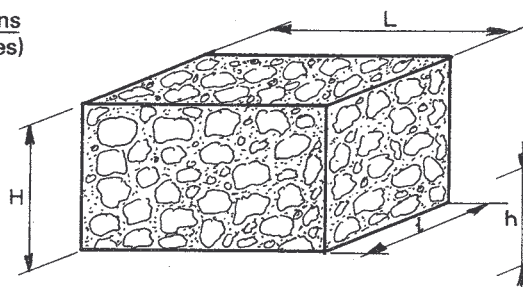
**Compacité du mélange <sup>17</sup>.**  
compacité

$$= \frac{\text{Volume des grains ou pleins}}{\text{(Volume des grains + vides)}}$$

ou encore :

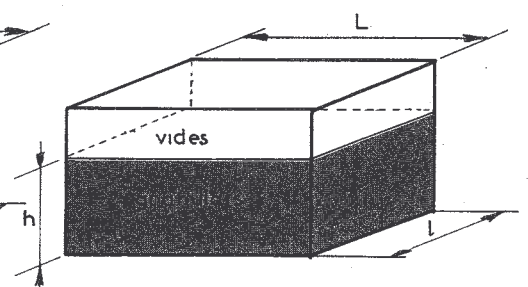
$$= \frac{\text{Volume réel des grains}}{\text{Volume apparent}}$$

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



VOLUME APPARENT  
(volume des grains + vides)

Compacité du mélange



VOLUME REEL des GRAINS  
(pleins)

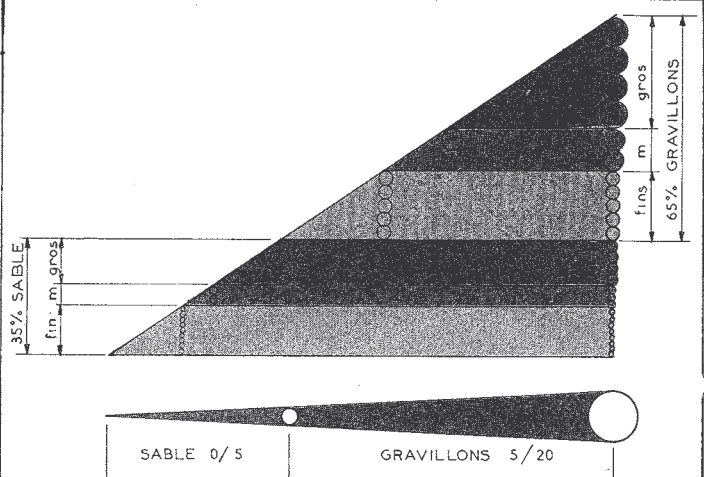
## RECOMMANDATIONS PRATIQUES

- La meilleure **compacité** des granulats s'obtient approximativement par le mélange

$\left\{ \begin{array}{l} 1/3 \text{ d'éléments fins} \\ 2/3 \text{ d'éléments gros} \end{array} \right\}$  en volume apparent

- Indication de proportions pour un béton <sup>18</sup>

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



<sup>18</sup> Mélange sable-gravillons

- C'est la **mesure de la compacité** <sup>19</sup> qui aide à définir le mélange à choisir.

Matériel :

- 2 éprouvettes graduées de 1 000 cm<sup>3</sup>,
- alcool à brûler pour sécher le sable.

### EXEMPLE D'OPÉRATIONS

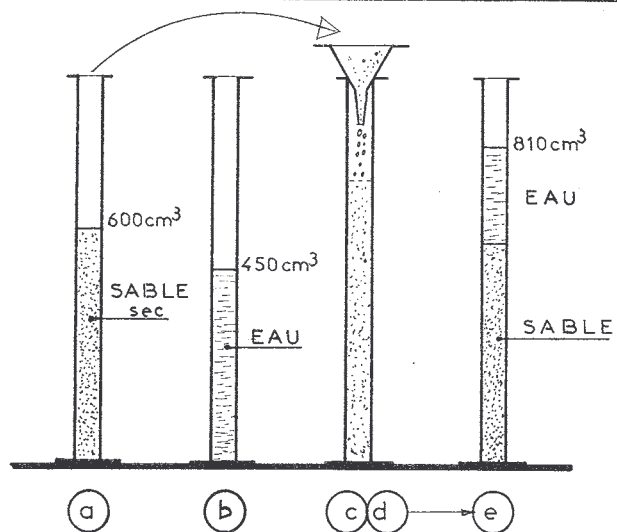
- mesurer 600 cm<sup>3</sup> de sable sec ;
- mesurer 450 cm<sup>3</sup> d'eau ;
- lire la graduation 810 cm<sup>3</sup> ;
- mesurer les pleins

$$810 - 450 = 360$$

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

Cela signifie que, dans 1 000 cm<sup>3</sup> de sable sec, il y a :

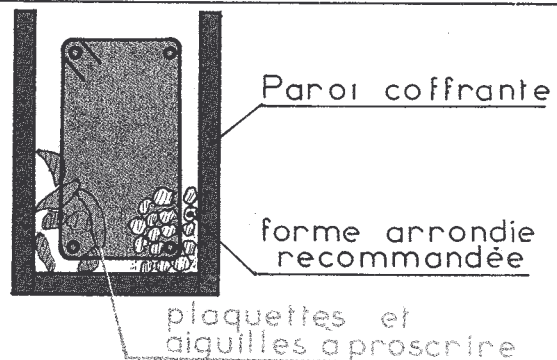
- 600 cm<sup>3</sup> de pleins
- 400 cm<sup>3</sup> de vides.



<sup>19</sup> Mesure de la compacité

- La **forme arrondie des grains** <sup>20</sup> favorise :

- la compacité,
- la mise en œuvre.



<sup>20</sup> Choix de granulats pour béton armé

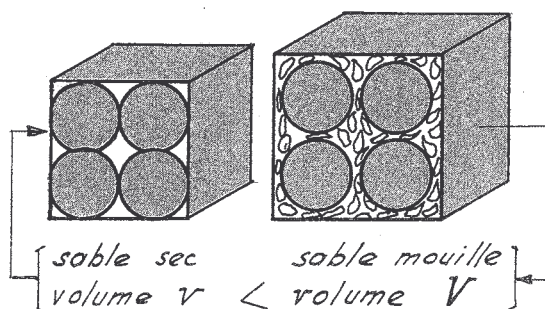
- Le dosage doit s'effectuer avec précision : le **volume apparent du sable humide** augmente par rapport au volume du sable sec.

Le coefficient de foisonnement <sup>21</sup> est le rapport :  $\frac{\text{volume du sable mouillé}}{\text{volume du sable sec}}$

### EXEMPLE :

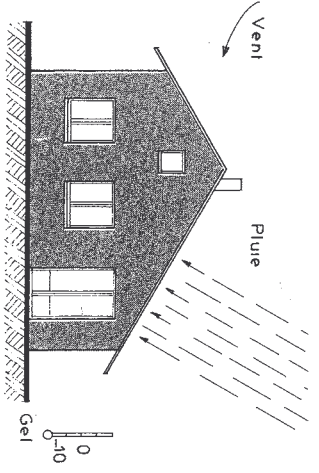
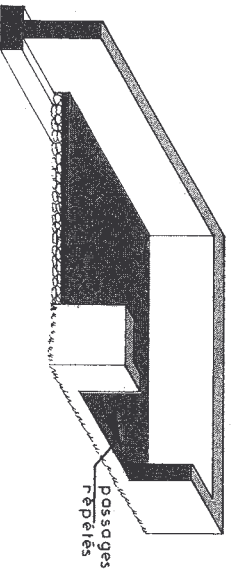
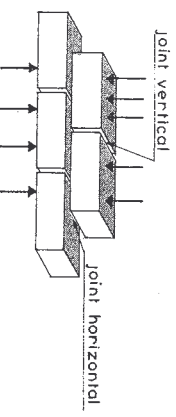
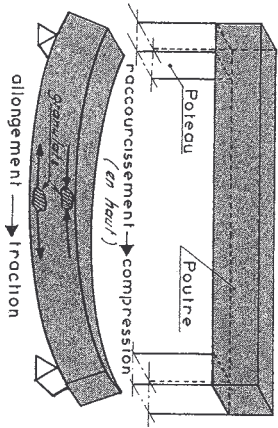
- quantité prévue de sable sec : 400 dm<sup>3</sup>
- sable humide avec coef. de foisonnement : 25 %
- quantité de sable humide équivalente au sable sec à prévoir :

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



<sup>21</sup> Foisonnement des sables

## 5 - CONDITIONS D'UTILISATION

Travaux de chantier	Schémas de visualisation	Qualités requises des granulats	Choix possibles (suivant régions)
Enduits extérieurs de pavillons		<ul style="list-style-type: none"> <li>• non gélivité → peu de porosité ouverte</li> <li>• adhérence au liant → propreté</li> <li>• facilité de mise en œuvre → grains arrondis</li> </ul> <p><i>Proscrite :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– matières organiques : feuilles</li> <li>– boues argileuses moins de 2 %</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– sable siliceux roulé de rivière</li> </ul> <p><i>Exemples :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– sable de Loire 0/5</li> <li>– sable silico-calcaire de la Seine 0/5</li> </ul>
Gros béton de dallage dans un garage		<ul style="list-style-type: none"> <li>• résistance à l'usure au poinçonnement</li> <li>• dureté</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>
Maçonnerie de moellons		<ul style="list-style-type: none"> <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 de concassage</li> <li>– sable de rivière</li> </ul>
Poteaux ou poutres en béton armé		<ul style="list-style-type: none"> <li>• résistance à la compression</li> <li>• résistance à la traction des grains</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> </ul> <p>Composition du mélange à titre indicatif pour 1 m<sup>3</sup> de béton :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>420 ± 30 dm<sup>3</sup> de sable</li> <li>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 ?*





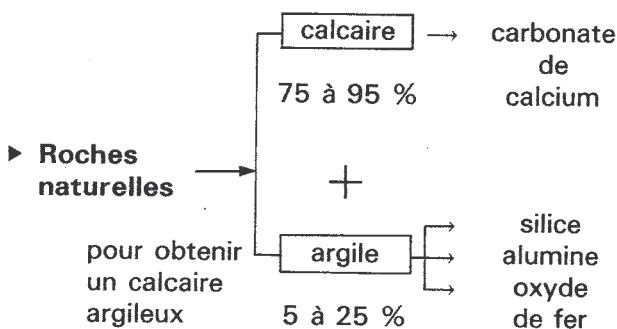
# THÈME 8

## Les ciments et les chaux

### PREMIÈRE PARTIE Les ciments

#### 1 - CONSTITUANTS DES CIMENTS

##### ■ MATIÈRES PREMIÈRES



##### ► 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 :

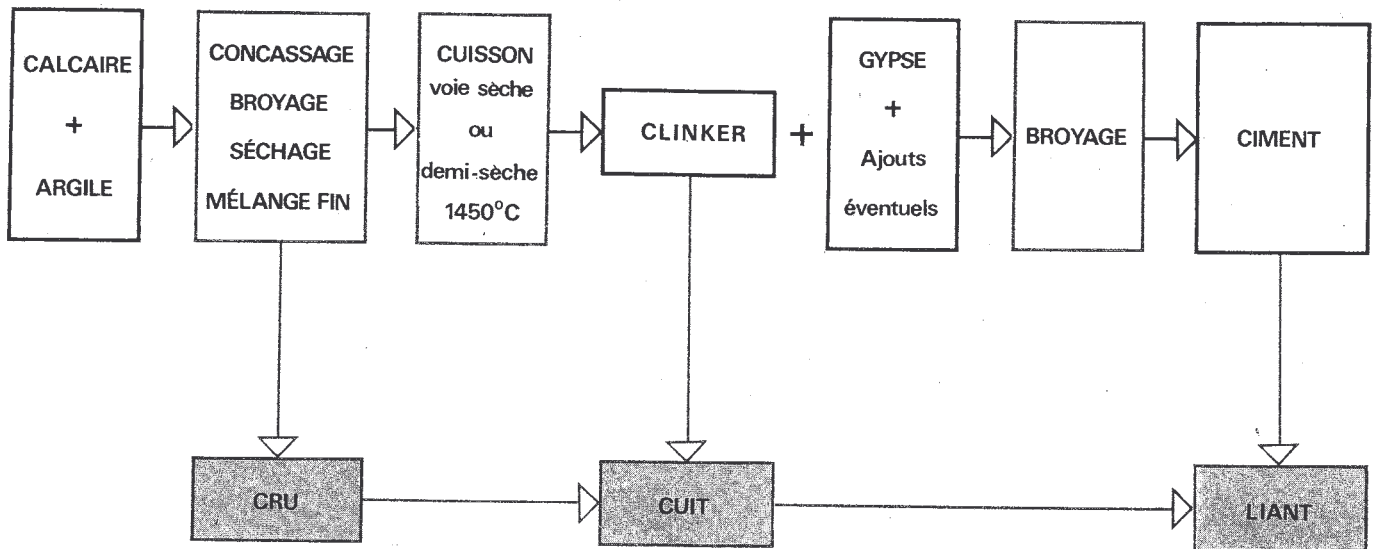
- naturelles, symbole (X.H.N.)
- artificielles, symbole (X.H.A.).

##### 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,
- aluminates 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.

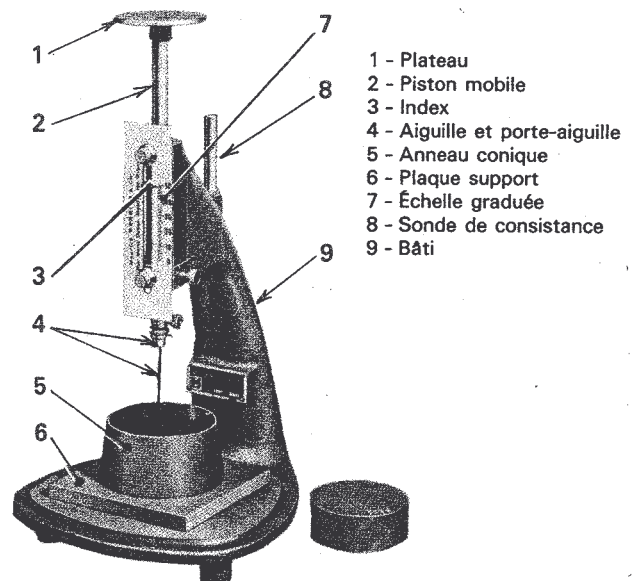
### ■ Le cycle de formation de cristaux continue : c'est le phénomène de durcissement.

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

### ■ MODE D'ACTION DES COMPOSANTS CHIMIQUES

Composants actifs	Vitesse de prise
Aluminates 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 aluminates 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 :

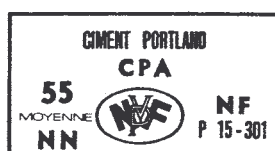
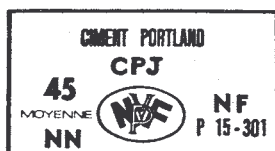
- la nature du ciment à prise lente (CPA) ou à prise rapide (ciment prompt),
- la finesse de mouture qui favorise l'hydratation,
- la température ambiante qui influence la vitesse des réactions chimiques et accélère la prise.

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

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

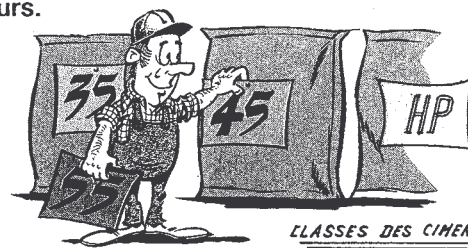


② Exemples de marquage

## 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.



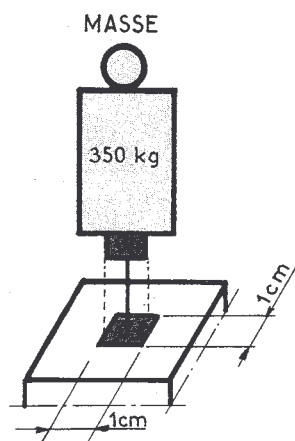
③

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

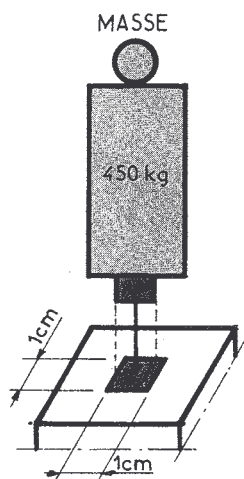
- à 100 newtons par cm<sup>2</sup>
- ou à 10 bars.

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

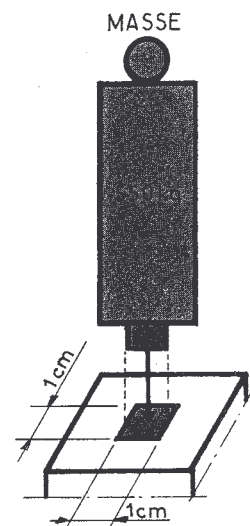
La masse agit sur : 1 cm x 1 cm soit 1 cm<sup>2</sup> de surface



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 **35**  
ciments CPJ

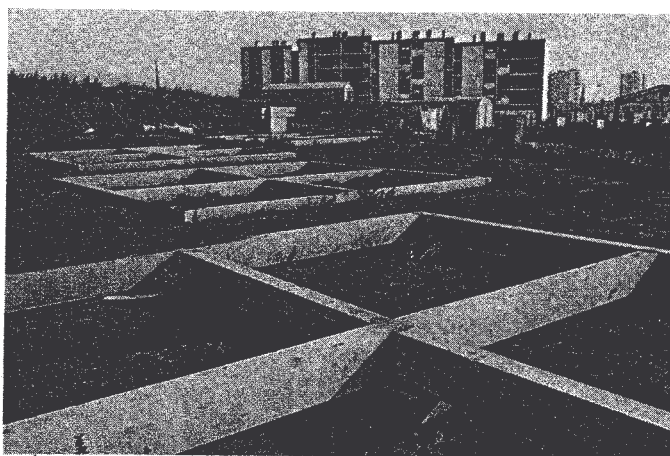
CLASSE DE RÉSISTANCE **45**  
ciments CPA  
CPJ  
CHF  
CLK

CLASSE DE RÉSISTANCE **55**  
ciments CPA  
CPJ  
CHF

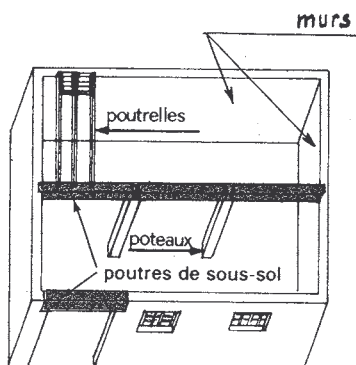
Les ciments **H.P.** (à Hautes performances) ont une résistance minimale garantie égale à 55 MPa à 28 jours.

## GUIDE D'UTILISATION DES CIMENTS

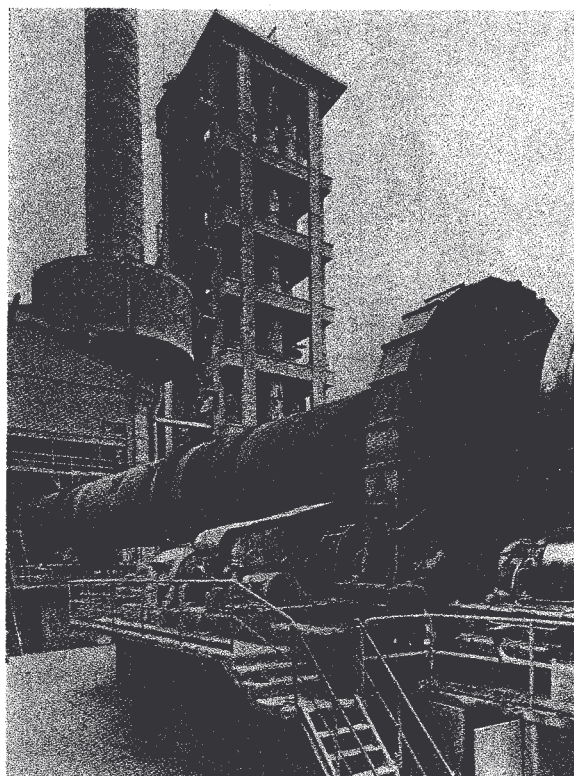
Classe de résistance .....	35			45					55					THR
	CPJ	CPA	CPA-R	CPJ	CPJ-R	CHF	CLK	CLK-R	CPA	CPA-R	CPJ	CPJ-R	CHF	THR
<b>Emplois courants</b>														
Maçonnerie.....	×			×	×	×								
Béton courant (non armé ou faiblement armé : remplissage, fondations, portées réduites, décoffrage différé).....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



④ *Fondation*



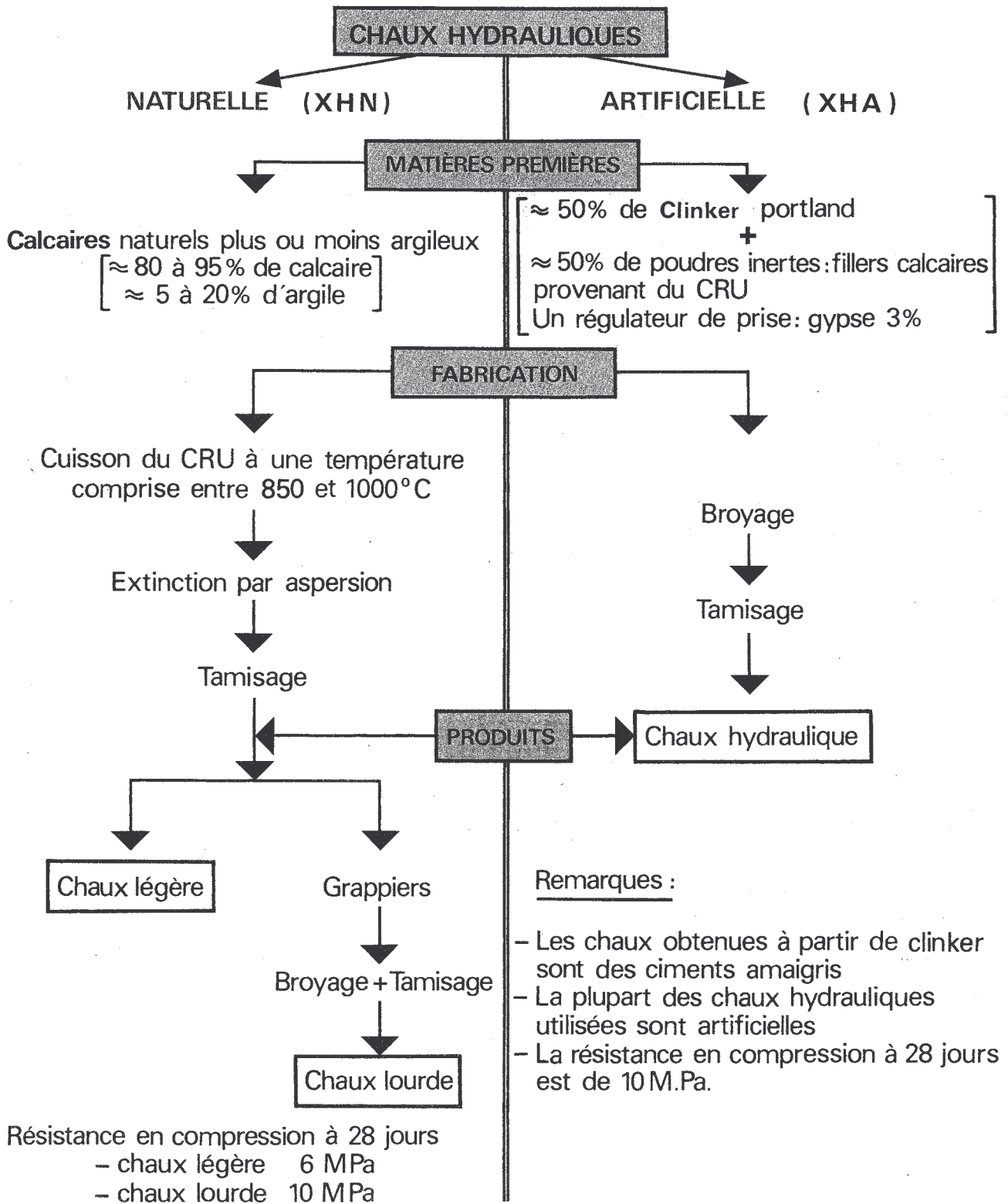
⑤ *Éléments préfabriqués*



*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.

## 2 - UTILISATION DES CHAUX

### ■ Maçonnerie

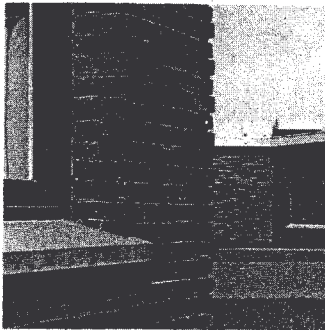
- Pose de briques ⑥.
- Pose d'agglomérés.
- Pose de moellons ⑦.

### ■ Enduits intérieurs et extérieurs

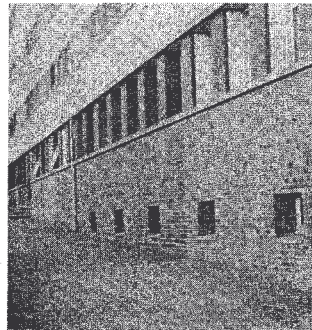
- Enduits classiques.
- Enduits décoratifs.
- Enduits au mortier de chaux et ciment gris ou blanc (mortiers bâtards) ⑧.

### ■ Travaux de couverture ⑨

- Scellements au mortier de chaux des tuiles de faîtage et de rive.
- Solins des souches de cheminées ou autres.



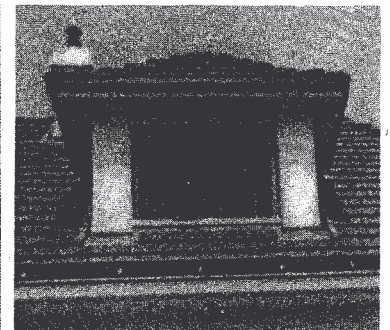
⑥ Pose de briques



⑦ Pose de moellons



⑧ Enduits sur façades



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

## 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 ?

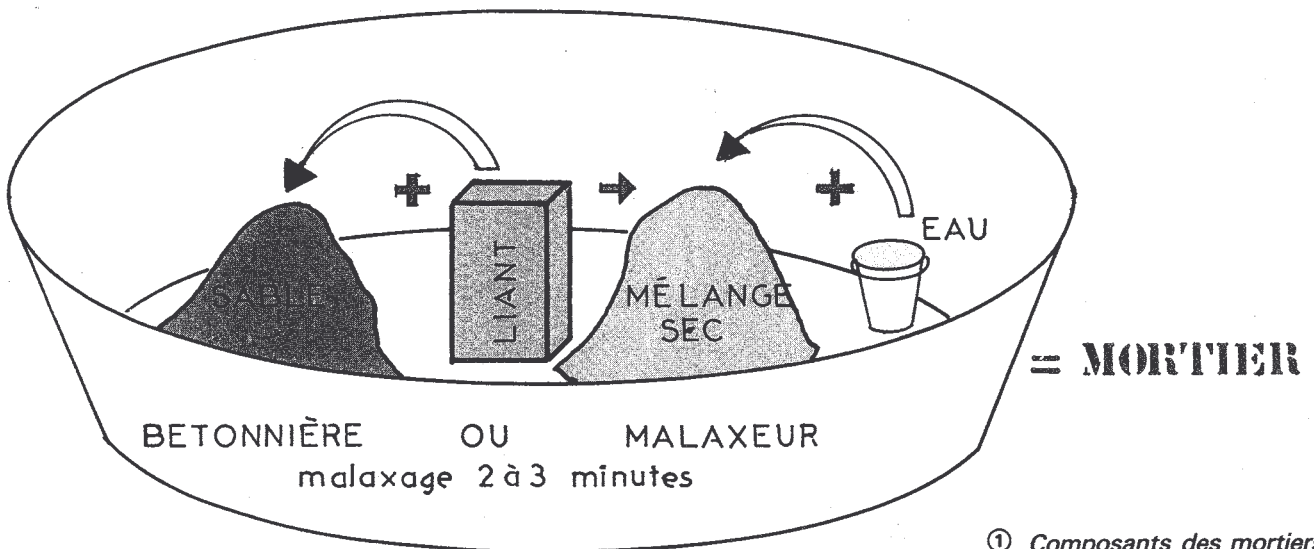
# THÈME 9

## Les mortiers

Les mortiers servent surtout à réaliser :

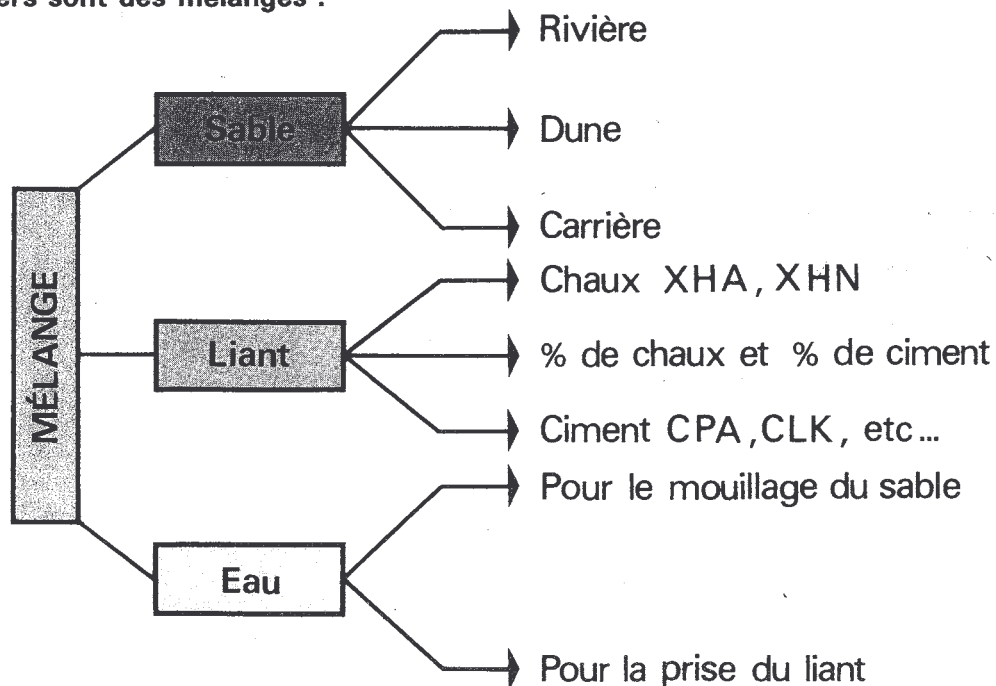
- les maçonneries,
- les enduits,
- les chapes.

### 1 - COMPOSANTS DES MORTIERS ①



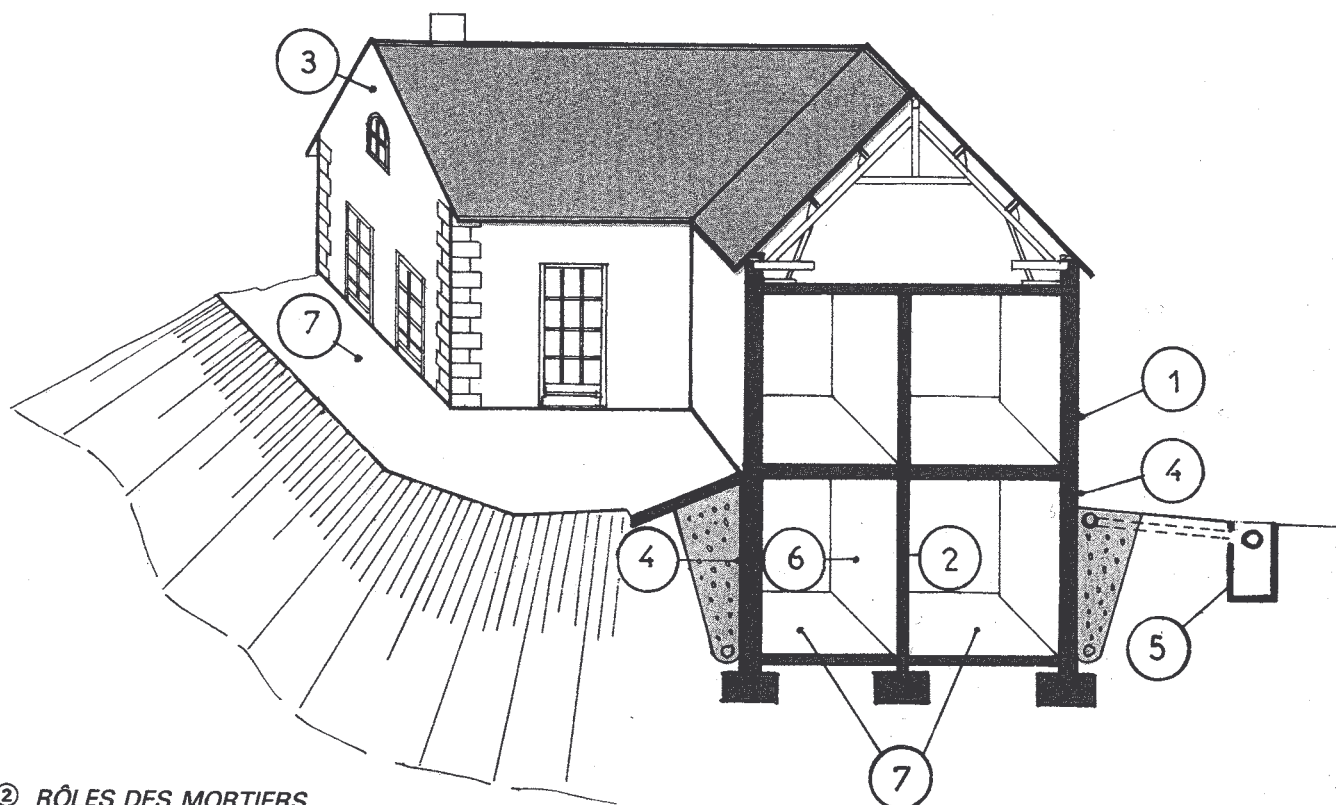
① Composants des mortiers

■ Les mortiers sont des mélanges :



## 2 - PRINCIPAUX RÔLES ②

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

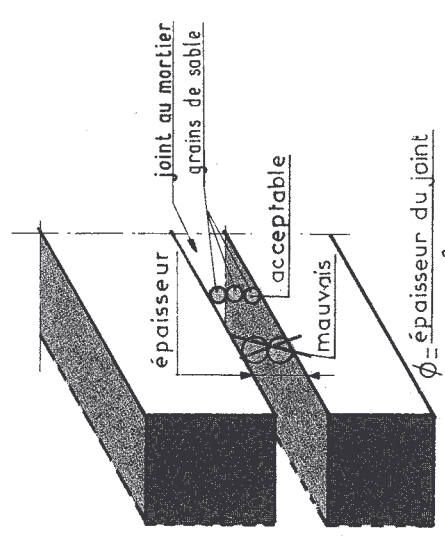
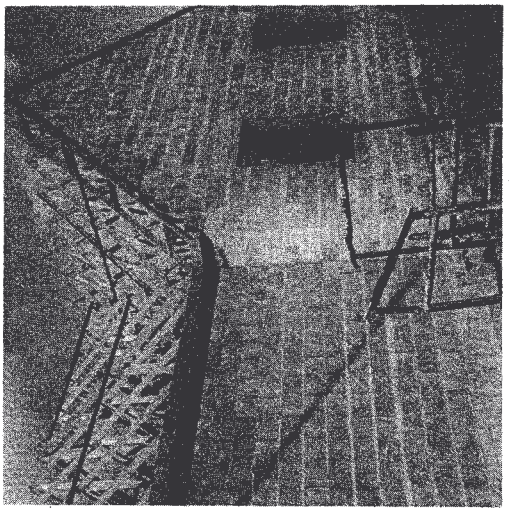


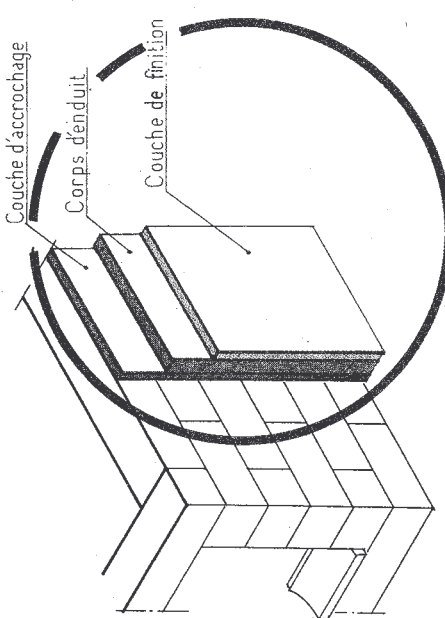
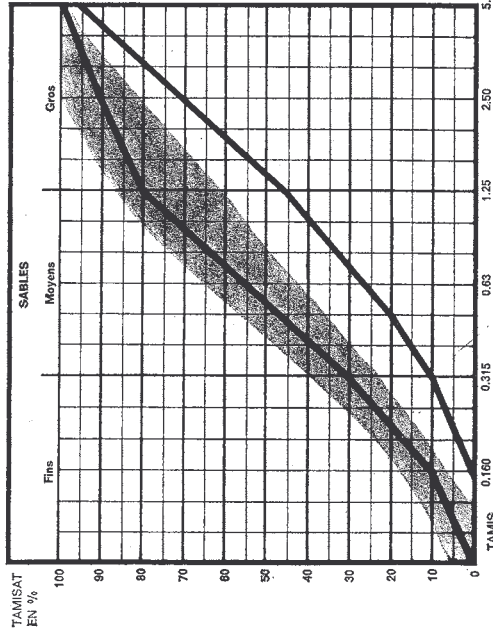
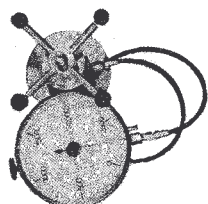
② RÔLES DES MORTIERS

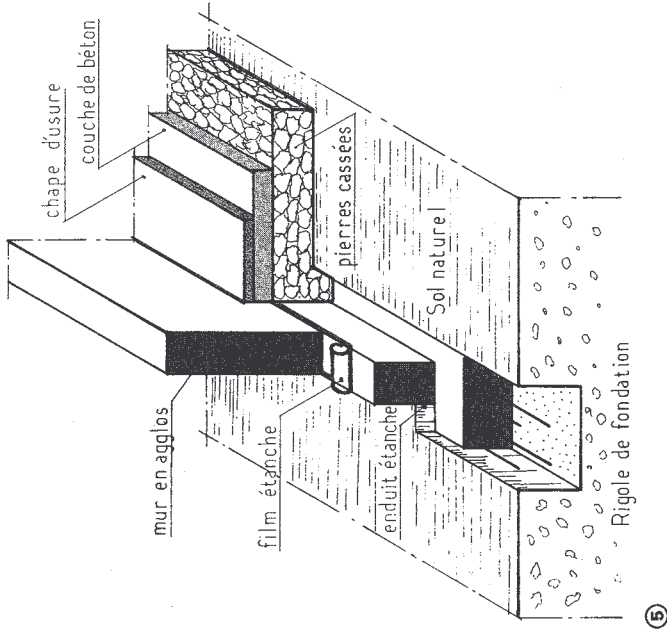
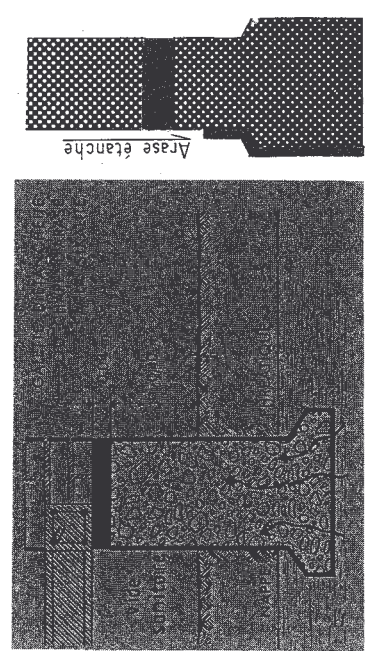
Repères	Rôles	Repères	Rôles
①	<p><b>Assurer la liaison des éléments constitutifs des murs :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- agglomérés en béton (blocs),</li> <li>- briques pleines ou creuses,</li> <li>- moellons de calcaire ou de granit.</li> </ul>	④ et ⑤	<p><b>Rendre les fosses ou cuvelages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



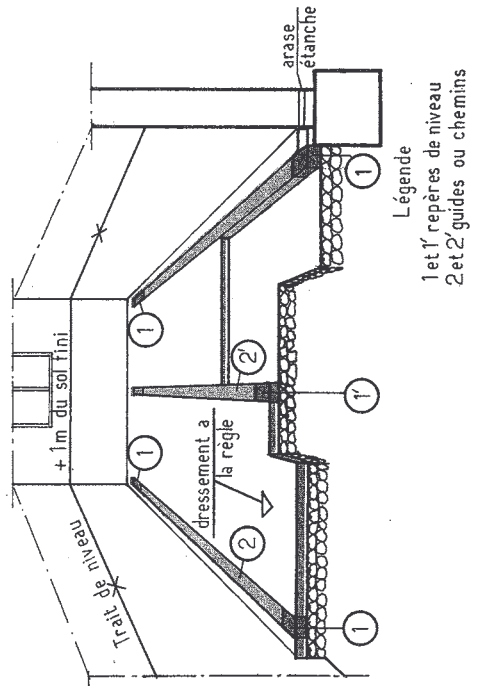
### 3 - CARACTÉRISTIQUES RECHERCHÉES DES MORTIERS

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 agglomérés ou en briques creuses</li> <li>- Hourdées au mortier de chaux ou de chaux et ciment.</li> </ul>	 <p>③ <i>Joint de mortier</i></p>  <p>③ bis</p>	<p>a) <b>résistance à l'écrasement</b></p> <p>b) <b>ouvrabilité</b> du mortier de pose</p> <p>c) <b>adhérence</b> (propriété d'unir, de souder)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>dosage</b> en chaux ou en ciment supérieur à 300 kg par m<sup>3</sup> de sable propre</li> <li>• <b>granularité</b> adaptée pour étaler le mortier et effectuer la mise en place des blocs ③</li> <li>• <b>forme arrondie</b> des grains</li> <li>• <b>mortier homogène</b> à consistance rendue pâteuse par le malaxage</li> <li>• mortier <b>sec</b> → pas d'adhérence</li> <li>• mortier <b>très mouillé</b> → l'eau forme un film nuisible pour la liaison mortier-bloc ③</li> </ul>

NATURE DES TRAVAUX	SCHEMAS DE PRINCIPE	PROPRIÉTÉS OU EXIGENCES D'UTILISATION	RECOMMANDATIONS PRATIQUES DE CHANTIER
<p><b>ENDUITS</b></p> <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'ag-glos</li> <li>- béton armé des linteaux et chaînages</li> </ul>	 <p>④ Enduit de façade sur murs en agglomérés</p> 	<p>a) maniabilité de l'enduit pour 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 faïençage (fines fissures en toile d'araignée)</p>	<p>• sable de granulométrie étalée et régulière (grains de 0 à 3 mm)</p> <p>• malaxage à la bétonnière ou au malaxeur</p> <p>• dosage de chaque couche variant de 600 kg/m<sup>3</sup> à 400 kg/m<sup>3</sup> (dosage dégressif) <i>(de ciment)</i></p> <p>• mortier ayant au moins 50 % de chaux pour la couche de finition</p> <p>• dosages excessivement riches à proscrire</p> <p>• liants à prise rapide (C.P.A.R.) à éviter en raison du retrait.</p> <p>• le mortier ne doit pas être rebattu.</p>
 <p>④ bis Appareil d'essais d'adhérence sur les mortiers</p>			

NATURE DES TRAVAUX	SCHEMAS DE PRINCIPE	PROPRIÉTÉS OU EXIGENCES D'UTILISATION	RECOMMANDATION PRATIQUES DE CHANTIER								
<p>CHAPES ET TRAVAUX D'ÉTANCHÉITÉ</p> <p><b>Couche d'usure :</b>  épaisseur 15 à 30 mm appliquée sur béton.  <b>EXEMPLE :</b>  sol de garage</p>	 <p>⑤</p>	<p>a) résistance aux chocs</p> <p>b) résistance au frottement</p> <p>c) nécessité d'un mortier compact</p> <p>d) surface obtenue plane et régulière</p> <p>e) adhérence au support</p> <p>Effet du dosage en eau sur les résistances :</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>dosage</th> <th>chutes de résistance</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>8 % d'eau en moins</td> <td>→ 25 %</td> </tr> <tr> <td>8 % d'eau en trop</td> <td>→ 8 %</td> </tr> <tr> <td>30 % d'eau en trop</td> <td>→ 50 %</td> </tr> </tbody> </table>	dosage	chutes de résistance	8 % d'eau en moins	→ 25 %	8 % d'eau en trop	→ 8 %	30 % d'eau en trop	→ 50 %	<p>• La résistance est fonction du :</p> <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> <p><math>C =</math> poids de ciment  <math>E =</math> poids d'eau de gâchage</p> <p>Le mortier est d'autant plus résistant que la pâte est moins diluée.</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>
dosage	chutes de résistance										
8 % d'eau en moins	→ 25 %										
8 % d'eau en trop	→ 8 %										
30 % d'eau en trop	→ 50 %										
<p><b>Arase étanche :</b>  épaisseur 5 cm.  Elle est souvent située au-dessus du niveau du sol extérieur</p>	 <p>⑥</p>	<p>a) ne pas s'écraser sous les charges</p> <p>b) empêcher les remontées d'eau par capillarité (effet de mèche)</p>	<p>• On incorpore au mortier un hydrofuge</p> <p><b>EXEMPLE :</b> produit SIKA. (sikalite)</p>								

NATURE DES TRAVAUX	SCHEMAS DE PRINCIPE	PROPRIÉTÉS OU EXIGENCES D'UTILISATION	RECOMMANDATIONS PRATIQUES DE CHANTIER
<p>CHAPES ET TRAVAUX D'ÉTANCHÉITÉ</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>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p><b>Avant</b></p> </div> <div style="text-align: center;"> <p><b>Après</b></p> </div> </div> <p>① Doublage ② Pare-vapeur ③ Isolation ④ Mur porteur ⑤ Plancher ⑥ Chape d'arase ⑦ Enduit de façade hydrofuge à la SIKALITE ⑧ IGOL FONDATION</p> <p>⑦ <i>Enduit avec hydrofuge</i></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div> <p>① chanfrein ② jeté clair ③ jeté clair ④ 1<sup>ère</sup> couche au sol 2cm ⑤ 2<sup>ème</sup> couche 1.5cm ⑥ Fosse étanche ⑦ 1<sup>ère</sup> couche au sol 2cm ⑧ 2<sup>ème</sup> couche 1.5cm</p> <p>⑧ bis <i>Cuvelage</i></p> <div style="margin-top: 20px;"> </div>	<p>a) réduire les attaques des eaux agressives sur l'enduit et l'effet des sels contenus dans le sol</p> <p>b) empêcher les infiltrations d'eau</p>	<p>• Incorporation d'adjuvants (hydrofuges) + produit d'application en surface</p> <p><b>EXEMPLE : « Igol Fondation »</b></p>

NATURE DES TRAVAUX	SCHEMAS DE PRINCIPE	PROPRIÉTÉS OU EXIGENCES D'UTILISATION	RECOMMANDATIONS PRATIQUES DE CHANTIER
<p>CHAPES ET TRAVAUX D'ÉTANCHEITÉ</p> <p><b>Chape pour revêtement (carrelage, moquette)</b></p>	 <p>Légende 1 et 1' repères de niveau 2 et 2' guides ou chemins</p>	<p>a) <b>planéité rigoureuse</b> : creux ou bosses <math>\leq 4</math> mm sur une longueur de 2 mètres</p> <p>b) épaisseur <math>\geq 3</math> cm</p>	<p>• dosage variant entre 250 kg et 400 kg par m<sup>3</sup> de sable de 0/5</p> <p>• mortier peu mouillé pour obtenir une surface régulière :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- planitude</li> <li>- aspect.</li> </ul>

⑨ *Dallage et chape pour revêtement*

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

### ■ Un mortier est dit gras :

si le rapport :

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

#### EXEMPLE :

avec 1 000 dm<sup>3</sup> de sable, 600 kg de liant on obtient plus de 1 000 dm<sup>3</sup> de mortier.

### ■ Mortier moyen :

1 m<sup>3</sup> de sable + liant = 1 m<sup>3</sup> de mortier.

### ■ Mortier maigre :

1 m<sup>3</sup> de sable + liant ≤ 1 m<sup>3</sup> de mortier.

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

## QUESTIONNAIRE

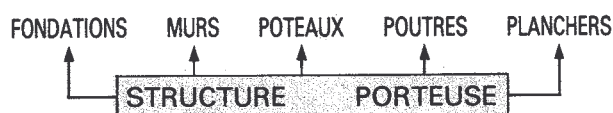
1. Quels sont les composants des mortiers ?
2. Quels sont les rôles des mortiers dans la réalisation complète d'un mur de façade réalisé avec des blocs de béton ou de terre cuite ?
3. Quelles sont les propriétés recherchées pour un mortier destiné :
  - à un enduit vertical sur mur extérieur,
  - à une 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

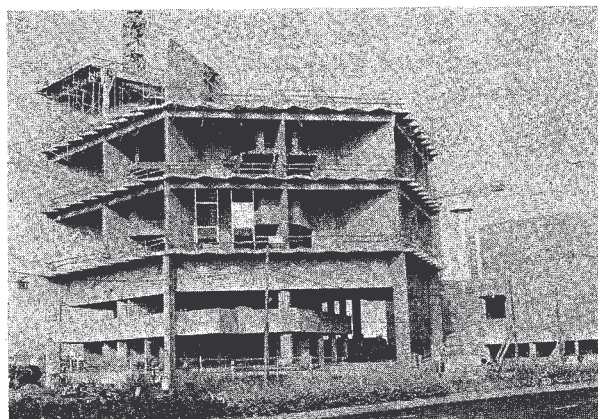
## Le béton

### 1 - UTILISATIONS DU BÉTON ① et ②

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



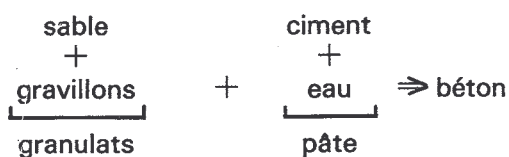
■ Il entre dans la fabrication de nombreux éléments industrialisés : éléments de façade, de planchers, etc.



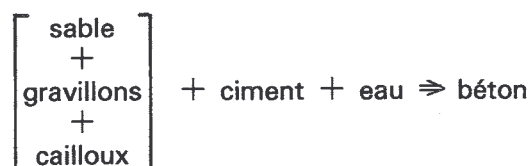
① Structure porteuse en béton armé

### 2 - CONSTITUANTS

■ Le béton de gravillon est un mélange plastique :



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



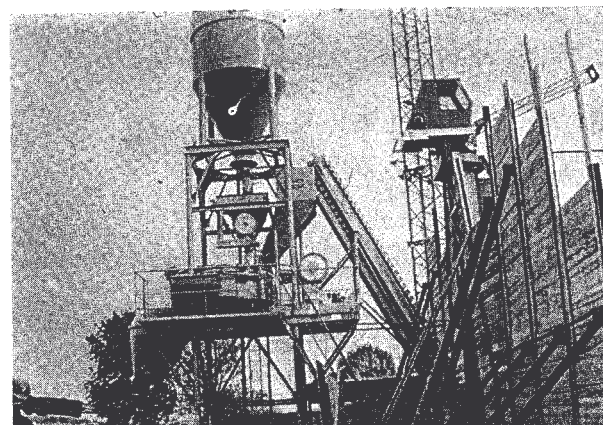
■ Le béton se différencie du mortier par la présence de granulats de diamètre supérieur à 5 mm, naturels ou artificiels.

Le malaxage du béton ③ s'effectue :

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



② Ossature en béton armé (poteaux-poutres)



③ Poste de bétonnage

### 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 :

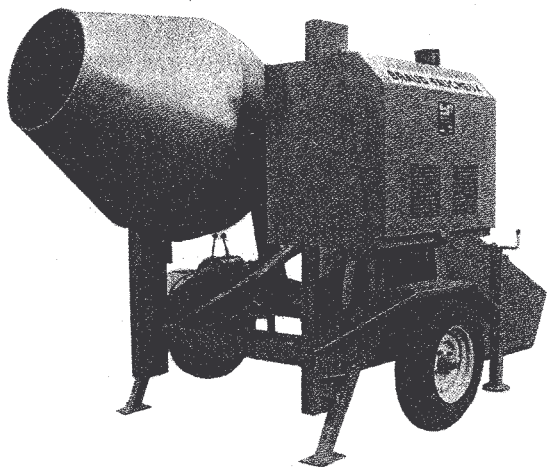
- à l'aptitude du mélange plastique à conserver son homogénéité : pas de ségrégation des grains par exemple,
- à la possibilité de moulage sous l'effet d'un serrage du béton par vibration.

##### ► Elle dépend :

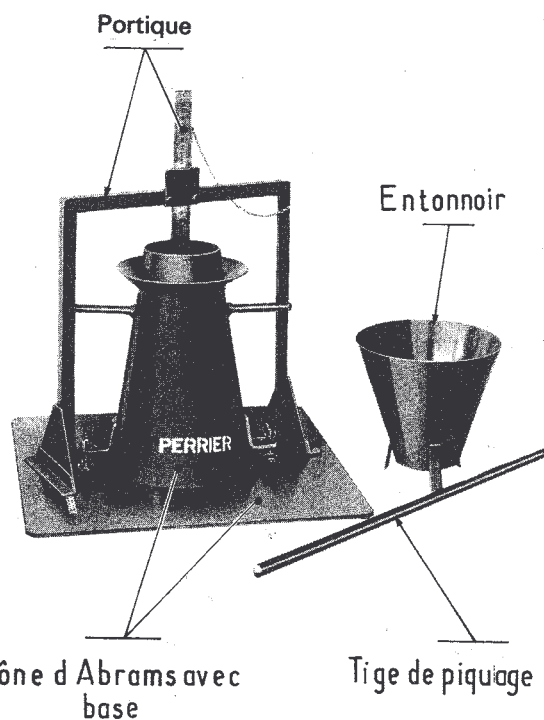
- du dosage en éléments fins,
- du dosage en ciment,
- **pâte lubrifiante entre grains**
- de la teneur en eau, sans excès,
- de la forme arrondie des granulats et de leur taille (grosseur).

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

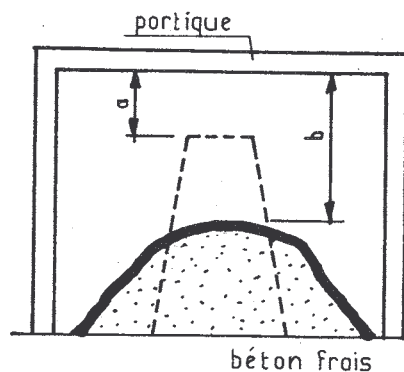
BÉTONNIÈRE SEMI-HORIZONTALE  
CHARGEMENT ET BASCULEMENT  
HYDRAULIQUE



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



Mesure de l'affaissement *b-a* après démoulage du béton frais

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 **COMPACTITÉ** 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 ↗	augmente ↗
les gravillons } les cailloux }	→ diminue ↗	
l'eau	→ augmente ↗	
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.

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

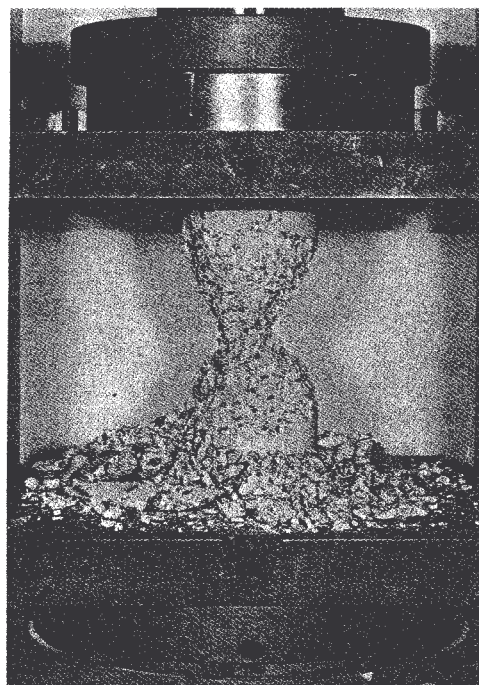
Dans ce tableau :

CC signifie : Conditions courantes de fabrication du béton.

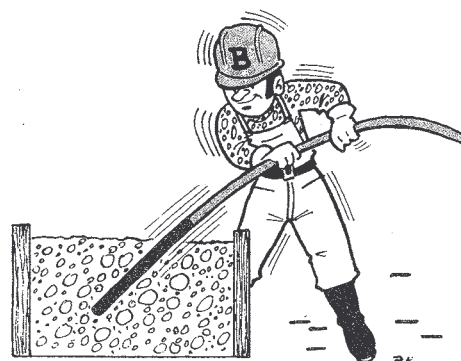
AS signifie : avec auto-contrôle surveillé.

\* : 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 dm<sup>3</sup> de béton ou 1 m<sup>3</sup> mis en place.

■ La règle pratique et répandue de dosage :

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

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 - ciments de la classe 45
Dallages	150 } moyenne	280	570	730	
Fondations	200 } normale	320	530	740	- béton à consistance plastique - mise en place par vibration - ciments de la classe 45
Travaux courants, en Béton Armé et en Béton précontraint	250 } très bonne	* 350	* 510	* 750	
	300 } élevée	400	460	780	
Préfabrication de composants	350 et +	500	420	820	

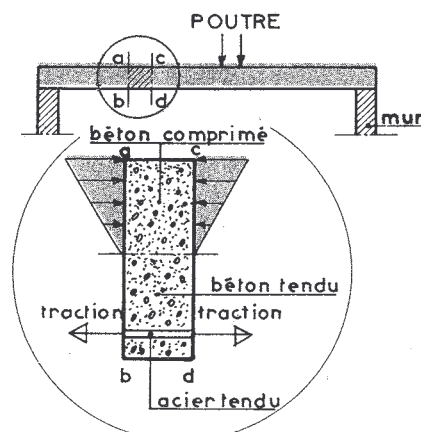
## 6 - DIFFÉRENTS TYPES DE BÉTON

■ **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.



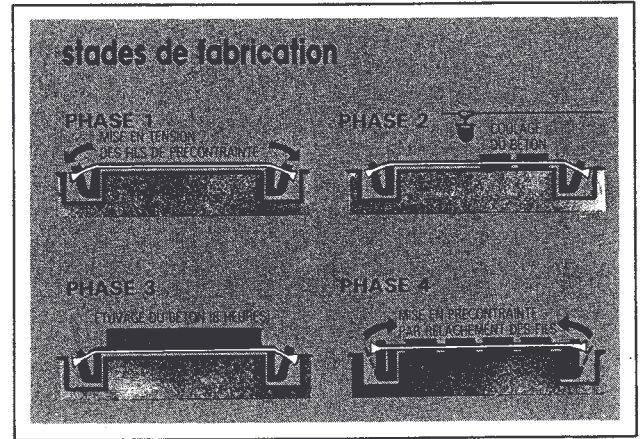
⑧ Association béton-acier



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

## ■ BÉTON PRÉCONTRAIT 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 **certaines dalles** afin d'isoler du sol. Un enduit étanche est ensuite nécessaire.

## ■ BÉTONS RÉFRACTAIRES :

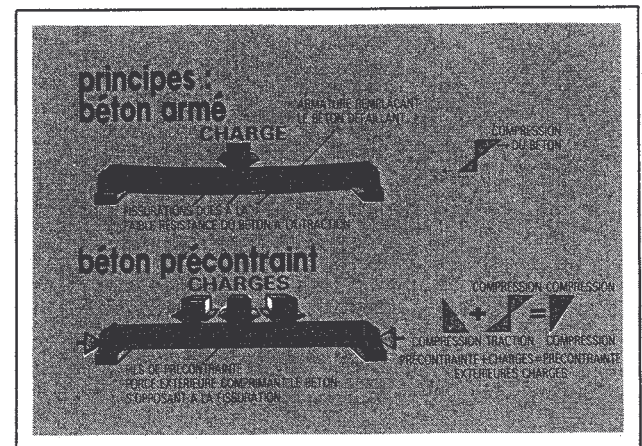
- ▶ Ils sont à base de ciment fondu et s'utilisent pour résister aux températures  $\geq 250\text{ °C}$ .

### EXEMPLES D'OUVRAGES :

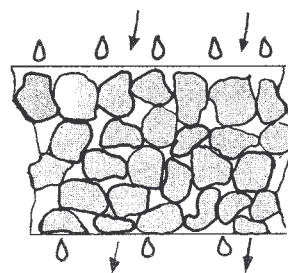
Conduits de cheminées, revêtements de four.

## ■ BÉTONS CLAIRS :

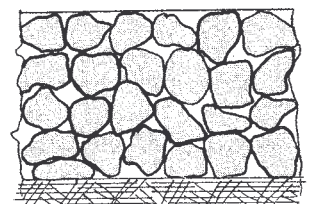
- ▶ Ils sont obtenus à partir de ciment super-blanc.
- ▶ Ils s'utilisent en préfabrication pour les éléments de façade et autres éléments décoratifs.



⑪



- le béton caverneux est perméable

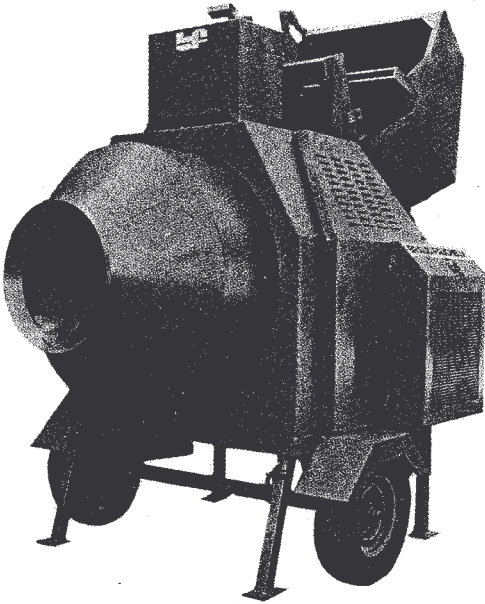


- le béton caverneux empêche les remontées d'eau

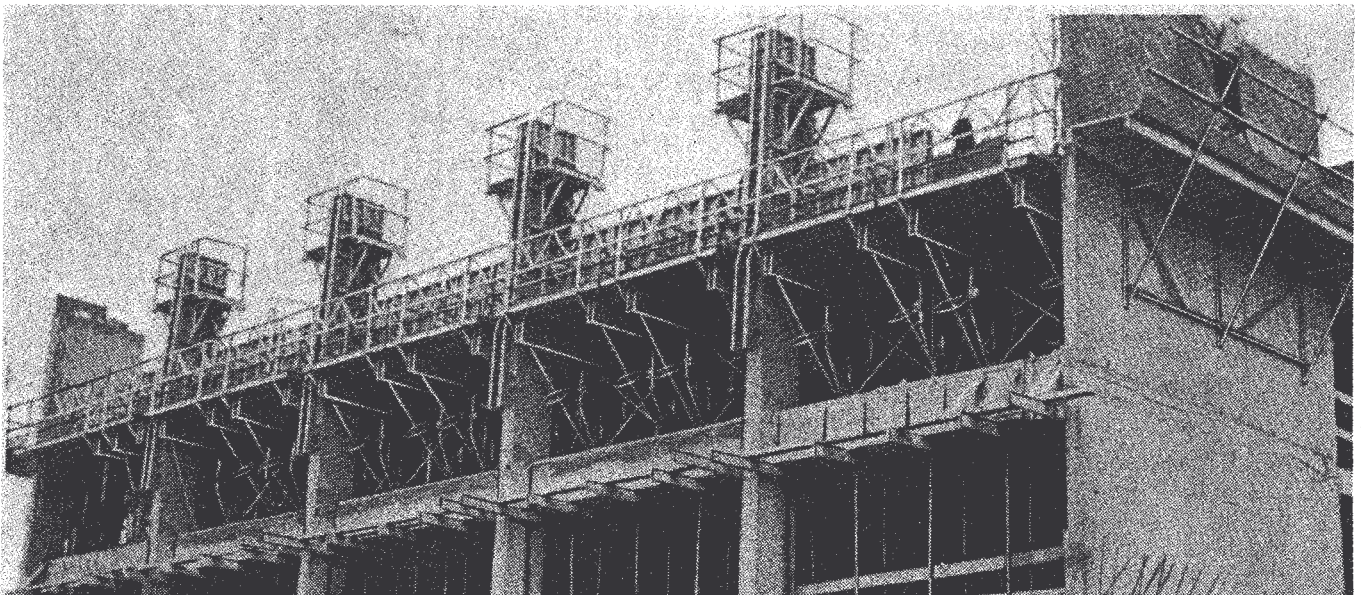
⑫ Le béton caverneux (Doc. Synd. Chaux et Ciments)

**BÉTONNIÈRE A COMMANDE MÉCANIQUE  
TAMBOUR HORIZONTAL.**

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



*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 ?

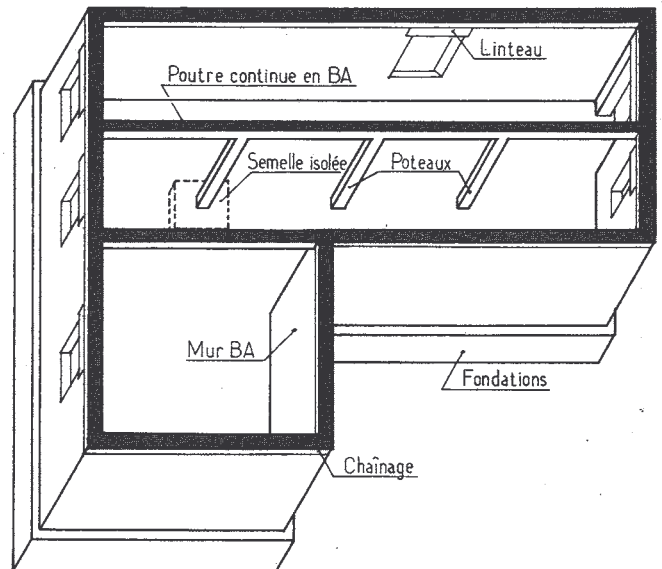
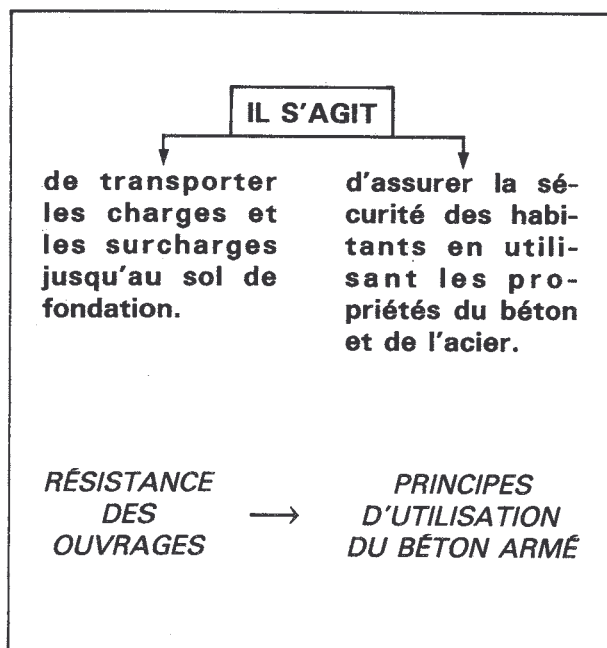
##### ■ Une construction comporte des ÉLÉMENTS PORTEURS :

###### ► horizontaux

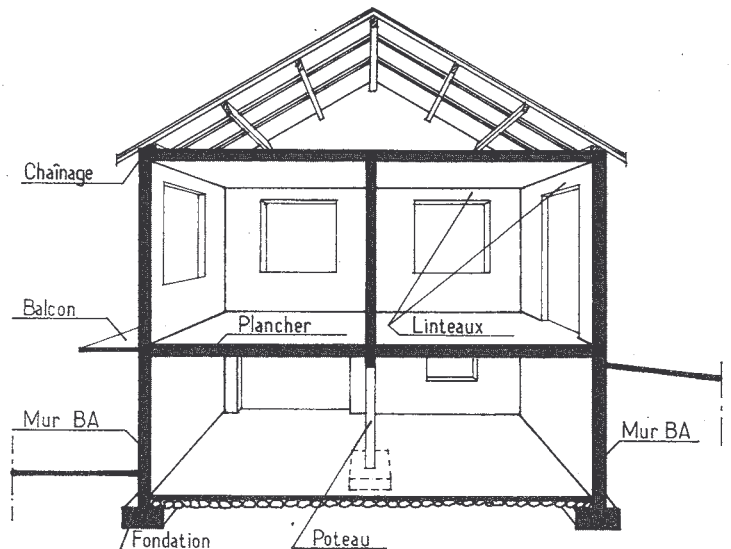
*EXEMPLE :* planchers avec surcharges qui peuvent être supportées par des poutrelles et des poutres.

###### ► verticaux

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

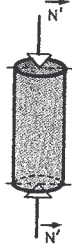

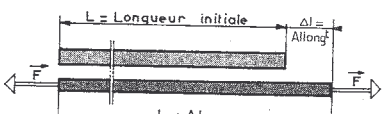
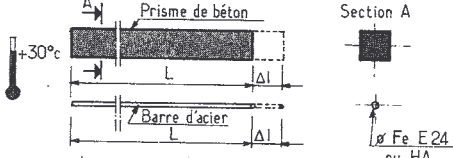
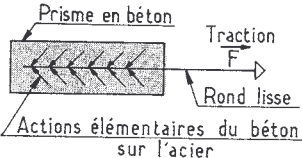
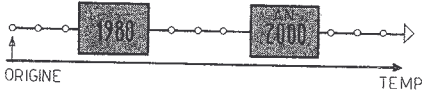


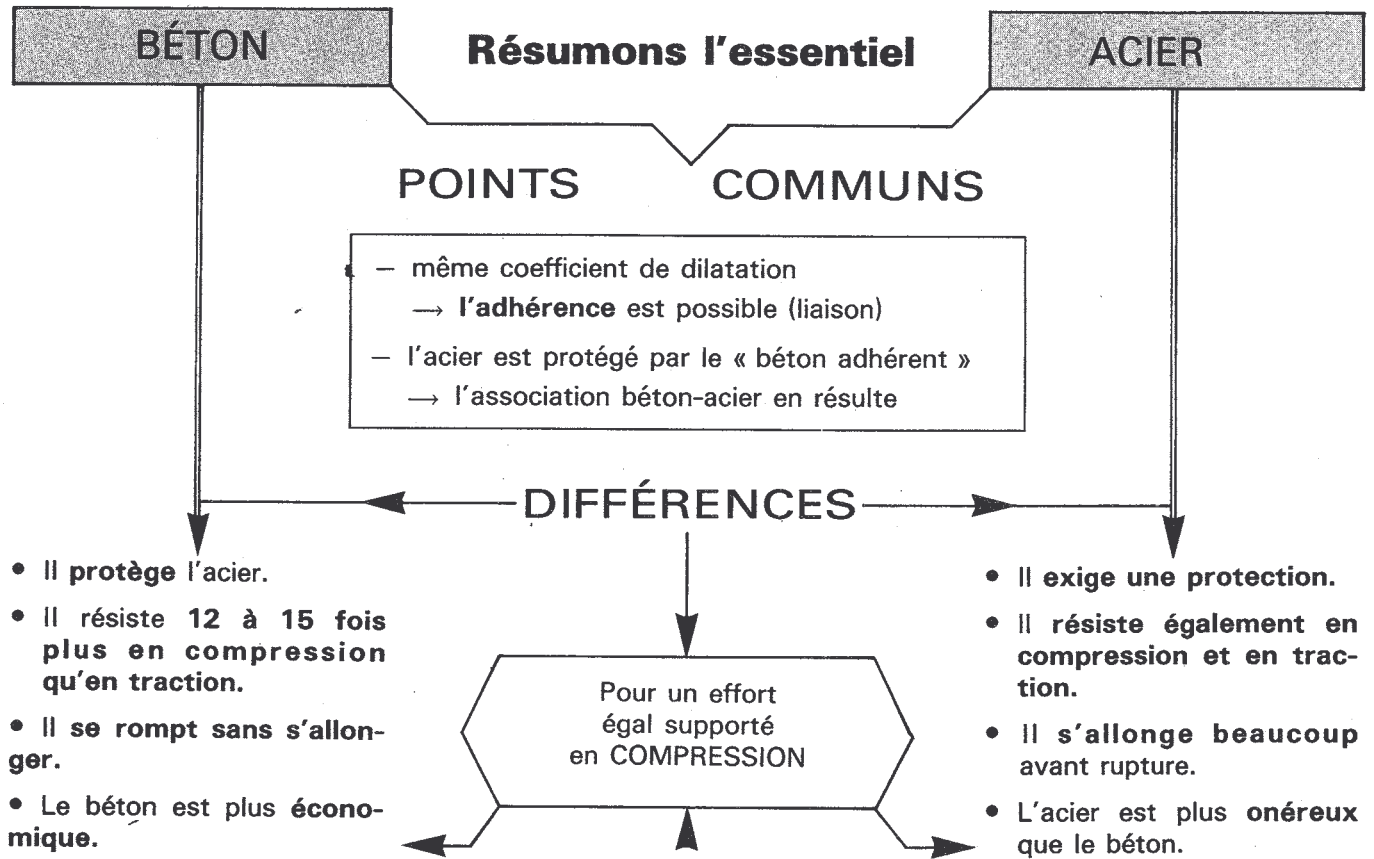
① Sous-sol de pavillon avant mise en œuvre du plancher (voir Thème 3)



② Coupe transversale

## 2 - PROPRIÉTÉS DES MATÉRIAUX

BÉTON	CARACTÉRISTIQUES		ACIER
<p>Le béton résiste bien en compression à <math>\approx 25</math> à <math>45</math> MPa à 28 jours</p> <p>suivant <math>\begin{cases} \text{dosages} \\ \text{compacité} \end{cases}</math></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>L'acier résiste bien en compression</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>Le béton résiste très mal en traction <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>L'acier résiste très bien en traction</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>Le béton ne s'allonge pas <math>1/10^{\circ}</math> de mm par mètre au plus avant de fissurer.</p> <p>Faible capacité d'allongement par rapport à l'acier.</p>	<p>Capacité d'ALLONGEMENT sous l'effet des charges</p>  <p><math>L</math> = Longueur initiale <math>\Delta l</math> = Allongement <math>L + \Delta l</math></p>	<p>L'acier s'étire fortement 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>Le béton se dilate sous l'effet de la chaleur.</p> <p><math>\approx 0,012</math> mm par mètre de longueur et par degré <math>^{\circ}\text{C}</math></p> <p>Identiquement à l'acier.</p>	<p>Coefficient de DILATATION sous l'effet de la température</p>  <p>Prisme de béton Section A Barre d'acier <math>\Delta l</math> La variation <math>\Delta l</math> est la même pour l'acier et le béton <math>\varnothing</math> Fe E 24 ou HA</p>	<p>L'acier se dilate sous l'effet de la chaleur.</p> <p><math>\approx 0,012</math> mm par mètre de longueur et par degré <math>^{\circ}\text{C}</math></p> <p>Identiquement au béton.</p>	
<p>Le béton se met facilement en place.</p> <p>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>Prisme en béton Traction F Rond lisse Actions élémentaires du béton sur l'acier ADHÉRENCE ET FROTTEMENT</p>	<p>L'acier permet l'adhérence du béton.</p> <p>Les ronds sont irrégulièrement lisses.</p> <p>Les aciers H.A. sont avec crêneaux ou verrous à leur surface.</p>	
<p>Le béton est protecteur.</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>ORIGINE 1980 2000 TEMPS</p>	<p>L'acier est protégé par le béton.</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>	



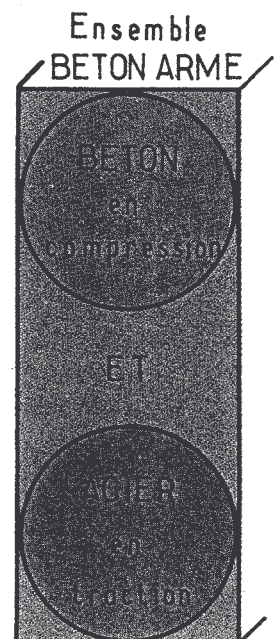
### 3 - PRINCIPES DU BÉTON ARMÉ

■ Les principes du béton armé appliqués aux éléments de construction tels que :  
FONDACTIONS - POTEAUX - POUTRES - PLANCHERS - BALCONS etc., ①, ②.

résultent :

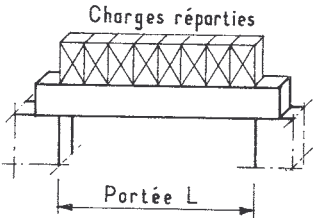
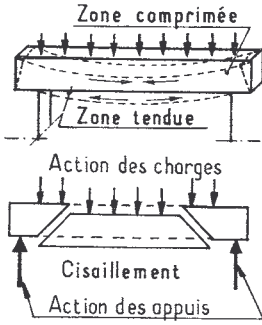
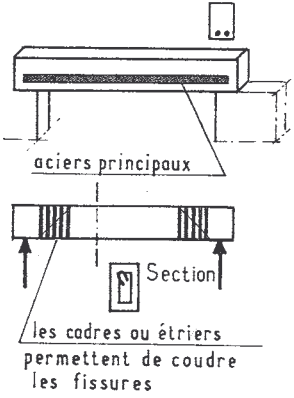
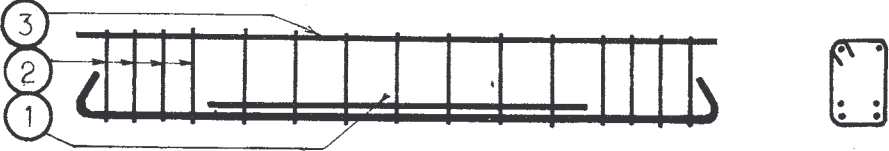
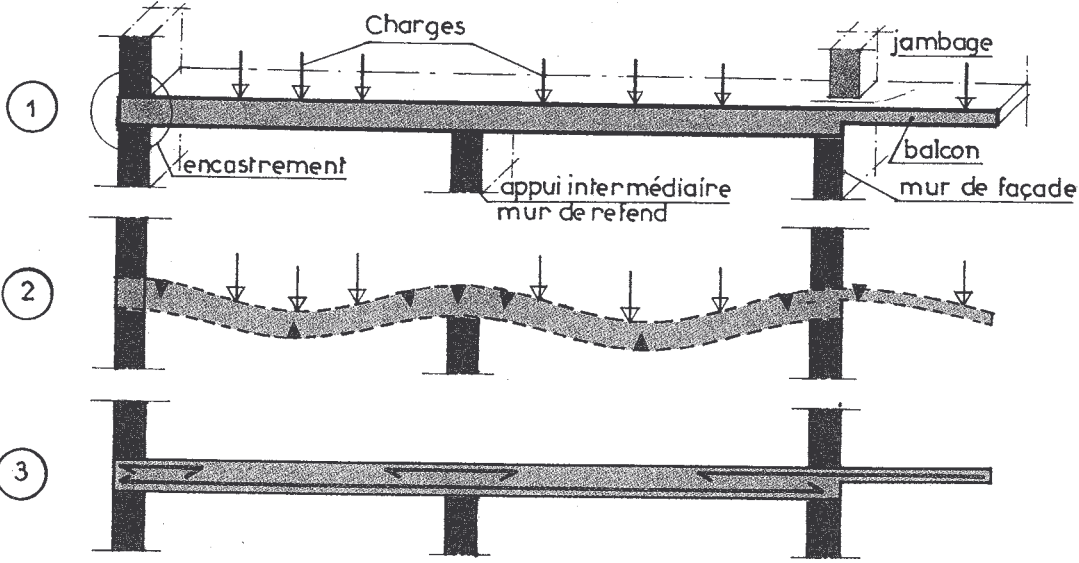
- des **caractéristiques du béton et de l'acier,**
- des **conditions de bon fonctionnement des ouvrages,**
- des **critères d'économie et de sécurité.**

<b>Critères économiques et de fonctionnement</b>	<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>
<b>Conditions de bon fonctionnement des ouvrages</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- le béton et l'acier sont associés grâce à l'adhérence mutuelle des matériaux.</li> </ul>
<b>Critères de sécurité</b>	<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>

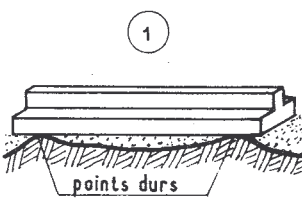
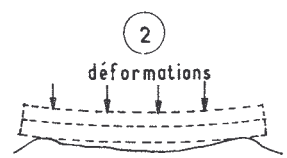
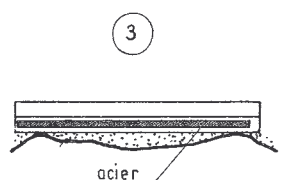
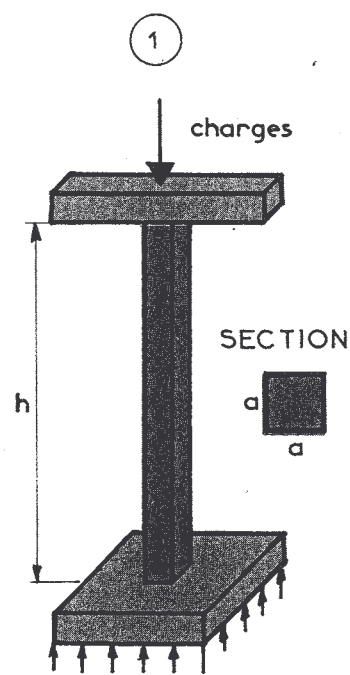
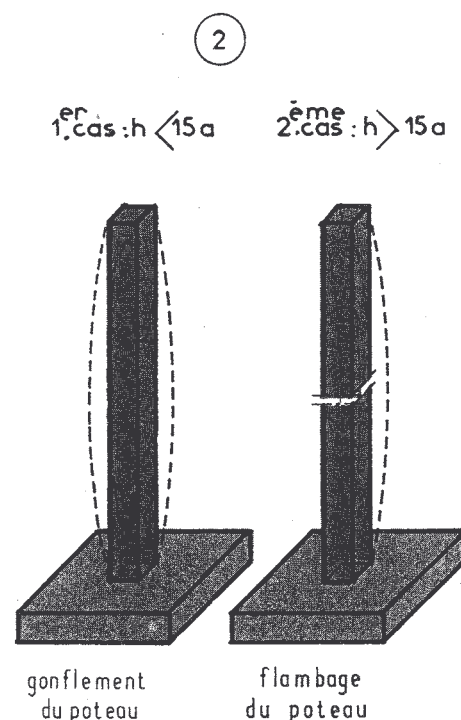



# DEUXIÈME PARTIE

## 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>aciers principaux</p> <p>les cadres ou étriers permettent de couder les fissures</p>
	<p>La poutre fléchie est soumise à la fois à :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• un <b>effort de compression</b>, (en haut) } dus à la FLEXION</li> <li>• un <b>effort de traction</b> (en bas) }</li> <li>• un <b>cisaillement</b> oblique dû aux actions verticales de sens contraires : <ul style="list-style-type: none"> <li>- action des appuis dirigée vers le haut } EFFORT TRANCHANT</li> <li>- action des charges dirigée vers le bas }</li> </ul> </li> </ul> <p>Conclusion : il faut</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>① des aciers principaux</li> <li>② des cadres ou étriers</li> <li>③ des barres de montage</li> </ul> 		
PLANCHERS ET BALCONS	 <p>Charges</p> <p>encastrement</p> <p>appui intermédiaire mur de refend</p> <p>jambage</p> <p>balcon</p> <p>mur de façade</p> <p>①</p> <p>②</p> <p>③</p> <p>Position des aciers principaux dans les zones tendues</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ en haut, sur les appuis (chapeaux)</li> <li>→ en bas, prolongés <b>obligatoirement</b> jusqu'aux appuis</li> </ul>		



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>déformations</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><math>h</math></p> <p><math>a</math></p> <p><math>a</math></p>	 <p>②</p> <p>1<sup>er</sup> cas : <math>h &lt; 15a</math></p> <p>2<sup>ème</sup> cas : <math>h &gt; 15a</math></p> <p>gonflement du poteau</p> <p>flambage du poteau</p>	 <p>③</p> <p>armatures</p> <p>aciers longs + cadres</p>		
	<p><b>Effort de compression sur le poteau :</b>            1<sup>er</sup> cas : <math>h \leq 15a</math>            2<sup>e</sup> cas : <math>h \geq 15a</math></p>	<table border="1"> <tr> <td>           Le poteau peut céder par :            - expansion latérale du béton → traction            - cisaillement à 45° environ         </td> <td>           (flambage)            Le poteau élancé peut céder par :  <b>FLEXION</b> </td> </tr> </table>	Le poteau peut céder par : - expansion latérale du béton → traction - cisaillement à 45° environ	(flambage) Le poteau élancé peut céder par : <b>FLEXION</b>	
Le poteau peut céder par : - expansion latérale du béton → traction - cisaillement à 45° environ	(flambage) Le poteau élancé peut céder par : <b>FLEXION</b>				
	<p>cadres et aciers longitudinaux sont nécessaires</p>				

## 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 :

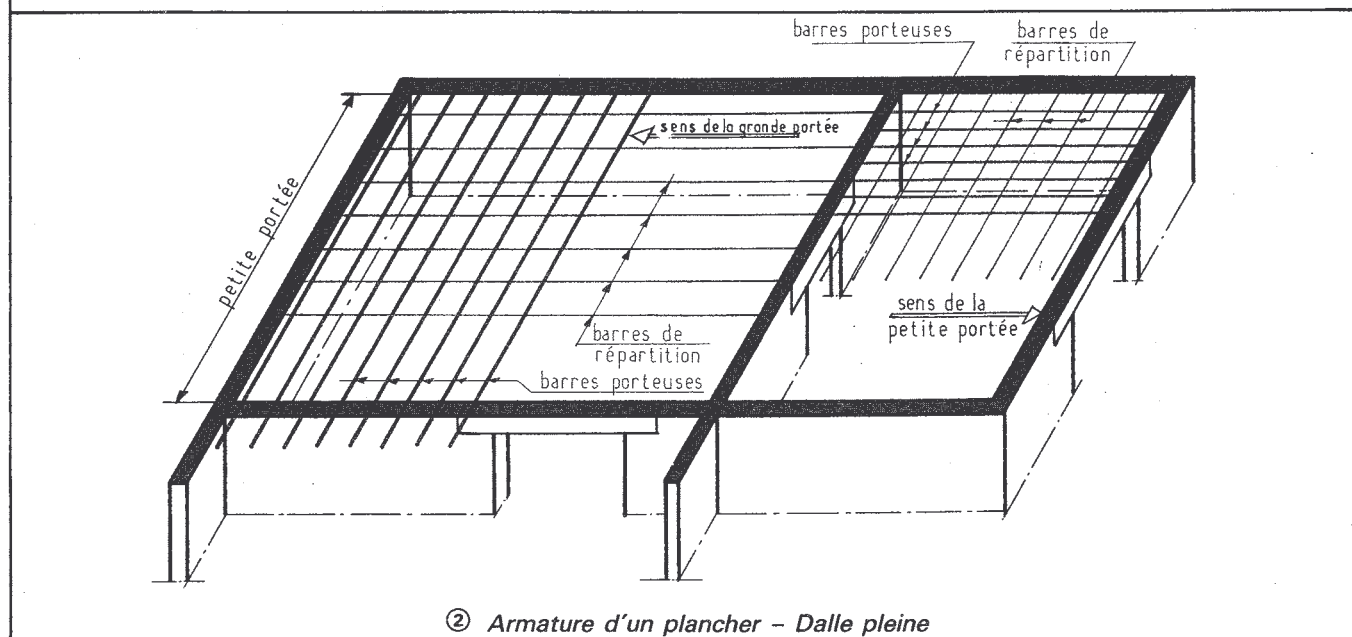
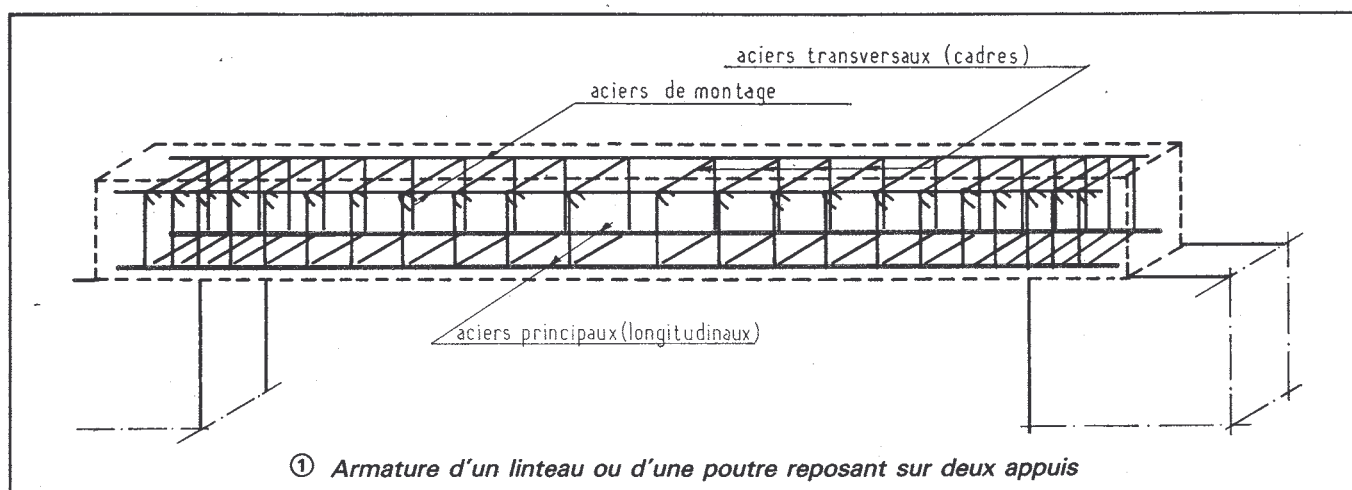
- ▶ longitudinaux appelés **aciers principaux**.
- ▶ transversaux appelés **cadres, étriers**.

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

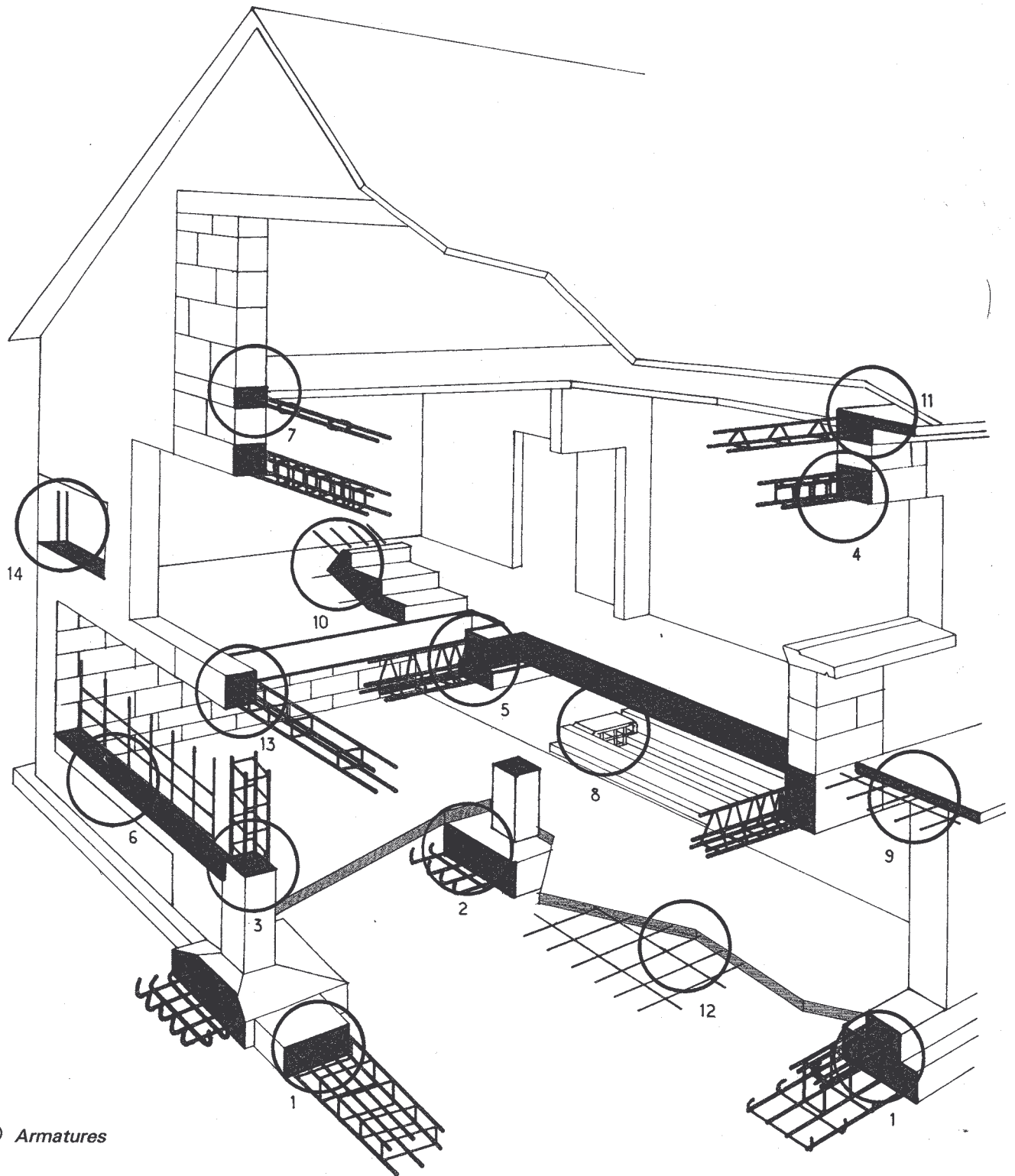
■ Suivant leurs rôles, les aciers sont dénommés :

- ▶ **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.

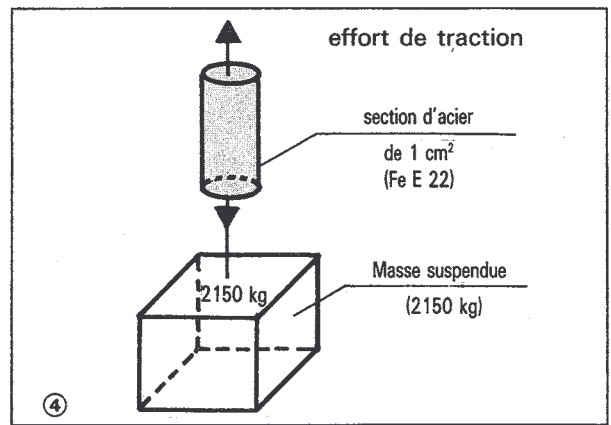
Acier doux	Avant torsion	Après torsion	Observations
limite élastique	235 MPa	490 à 500 MPa	plus du double
allongement de rupture	25 cm pour 100 cm	12 à 14 cm pour 100 cm	moitié moins

##### ► Tableau des résistances à la traction

Désignation	Nuance	Limite élastique fe en MPa	Utilisations
Barres H.A. type 1	Fe E 40 Fe E 50	400 500	Aciers principaux des ouvrages courants en Béton Armé : semelles, poutres, planchers, etc.
Barres H.A. type 2	Fe E 40 Fe E 50	400 500	
Barres H.A. type 3	Fe T.E. 400 Fe T.E. 500	400 500	
Remarque : le coefficient de sécurité est pris égal à 1,15			

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

∅ mm	Sections cm <sup>2</sup>	Poids kg/m	∅ mm	Sections cm <sup>2</sup>	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			



Aciers à Haute Adhérence (H.A.)

⑤ Acier Welbond ∅ 6-8-10-12-14-16-20-25-32 mm, naturellement dur, obtenu au four électrique

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

⑦ Acier Adherfil ∅ 3-4-5-6-8-10-12 mm, écroui par formage 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  $\varnothing \leq 5$  mm de 50 m de long et 2,40 m de largeur
- en panneaux standards  $\varnothing \leq 12$  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)

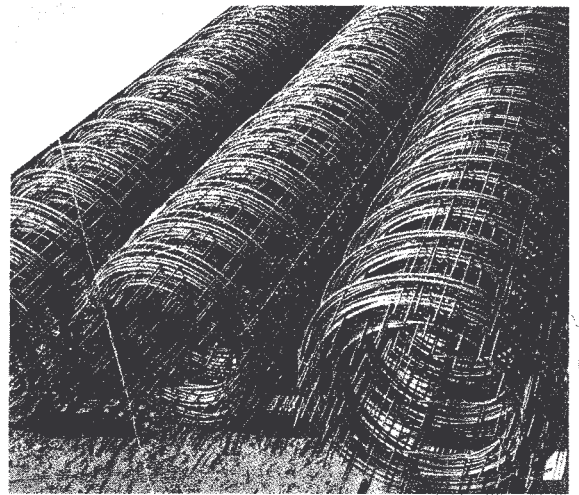
3 désigne le diamètre des fils de répartition (3 mm)

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

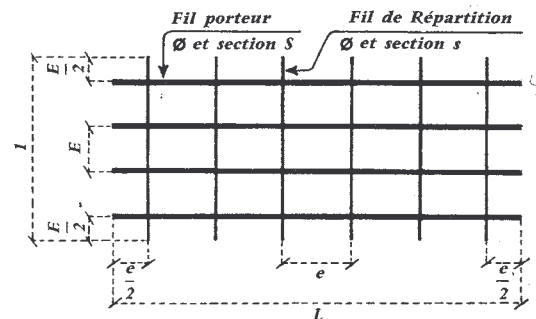
300 désigne l'espacement des fils de répartition (300 mm).

### ► Résistance à la traction et utilisations :

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



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

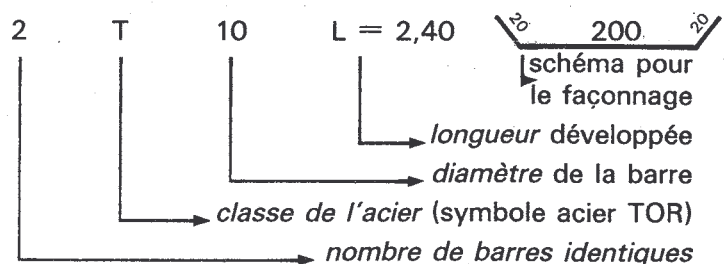
■ Ils représentent tous les dessins d'armature avec renseignements techniques nécessaires pour l'exécution complète du ferrailage :

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

### REMARQUE :

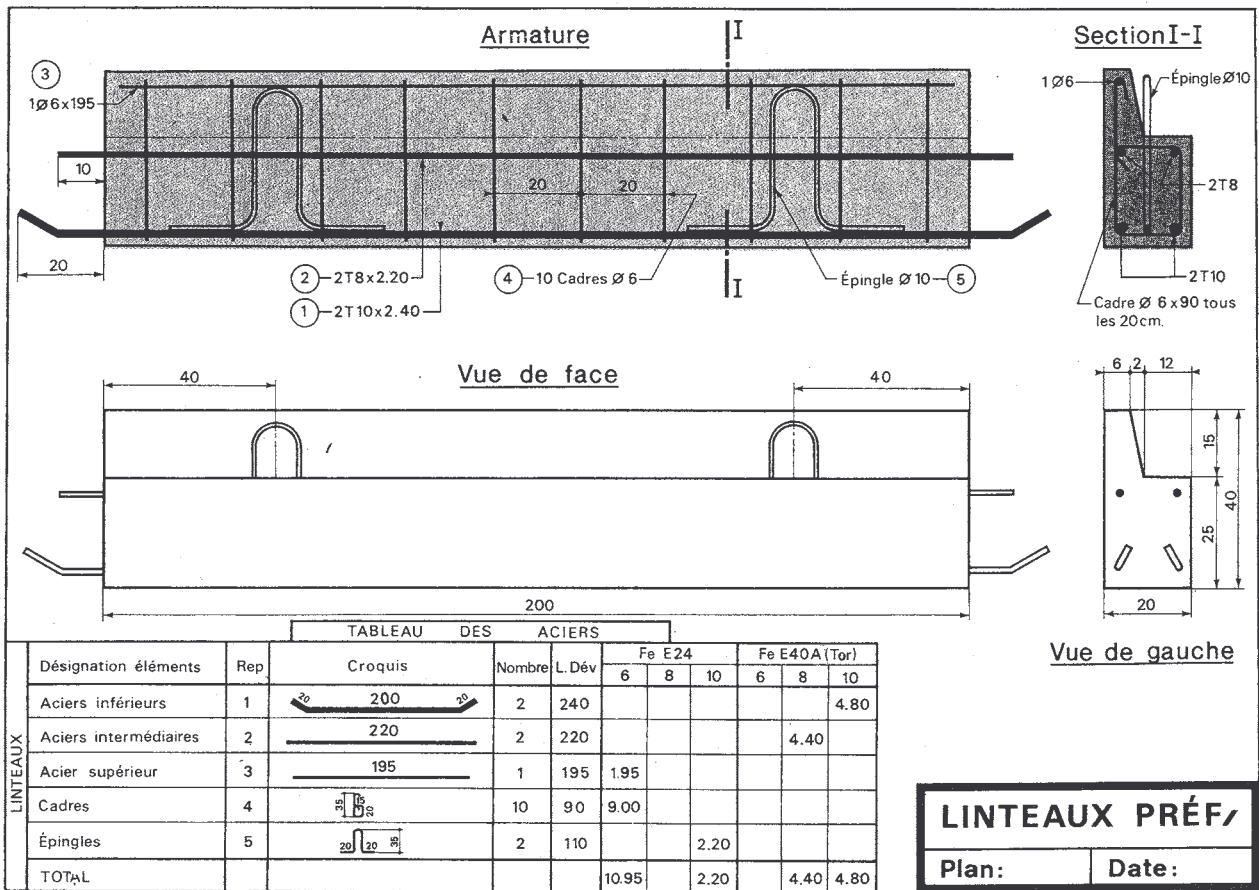
Le détail du façonnage des extrémités de barres (crochets) et les jonctions (recouvrements) sont également mentionnés sur les dessins ⑫ et ⑬.

### ► Exemple pour aciers longitudinaux :

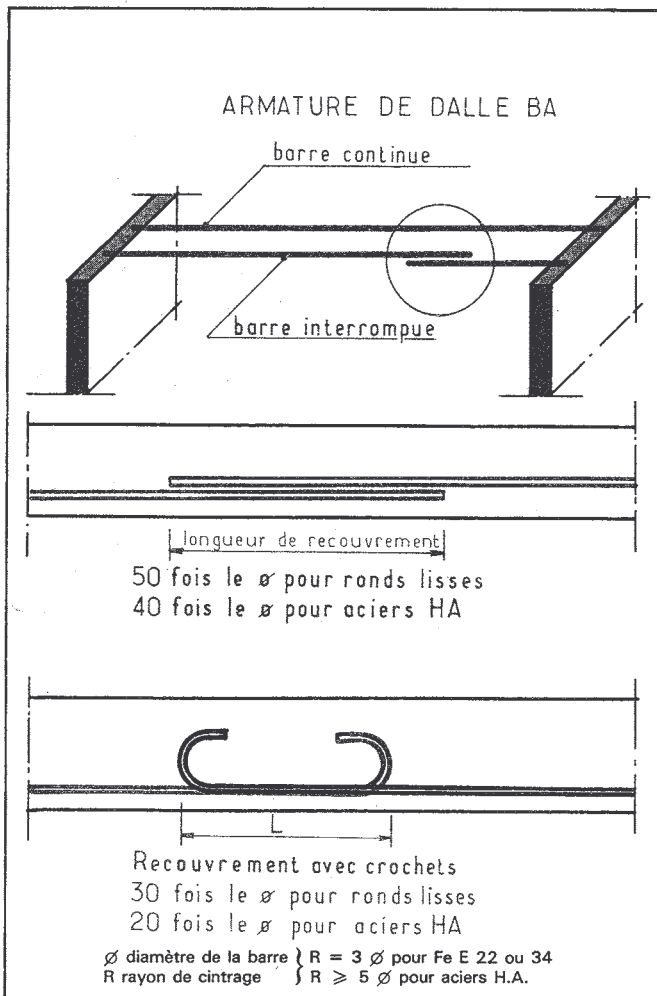


⑪ ⑫ et ⑬

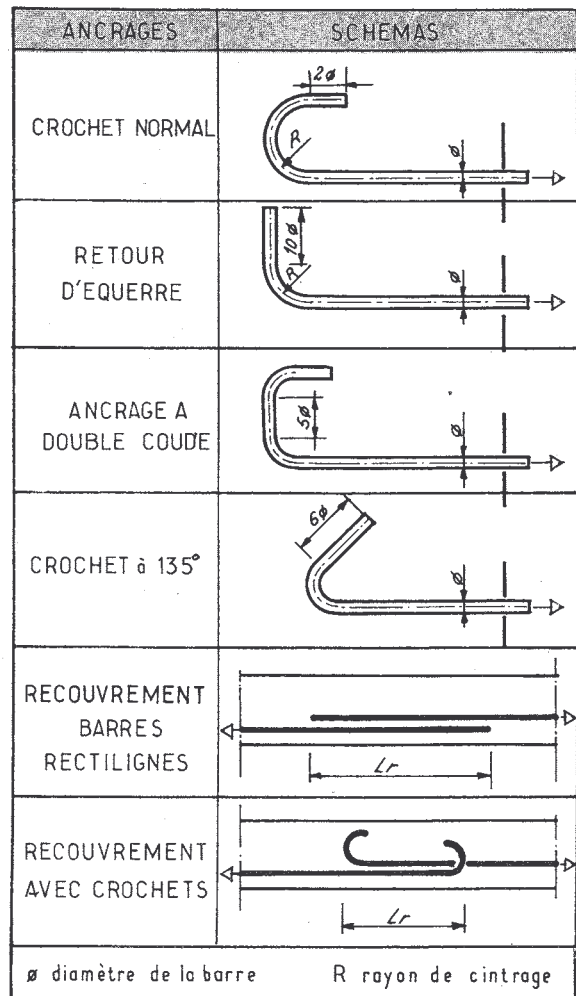
voir page suivante



⑪ Linteaux préfabriqués



⑫ Armature de dalle B.A.



⑬ Ancrages

► Exemple pour aciers transversaux ⑭.

Les indications de façonnage pour :

- cadres
- étriers
- épingles
- cerces
- spires
- cadres frettés

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

■ Le tableau de nomenclature ⑮ 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).

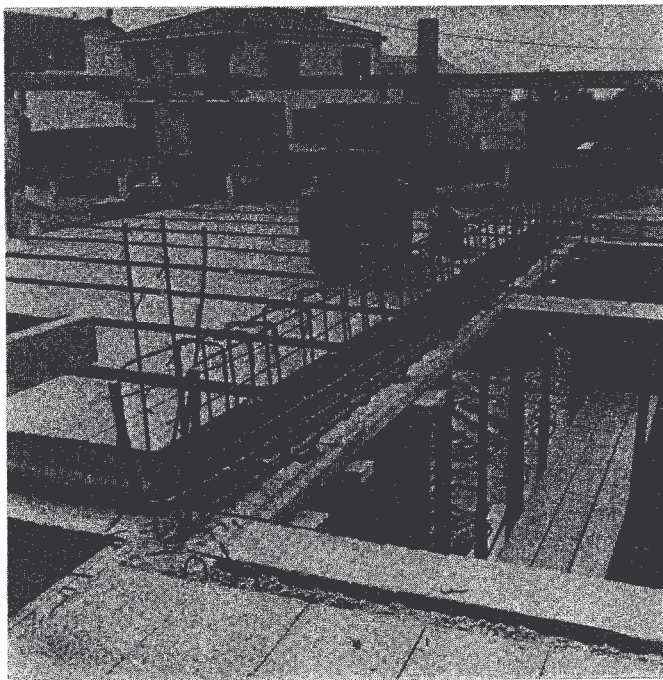
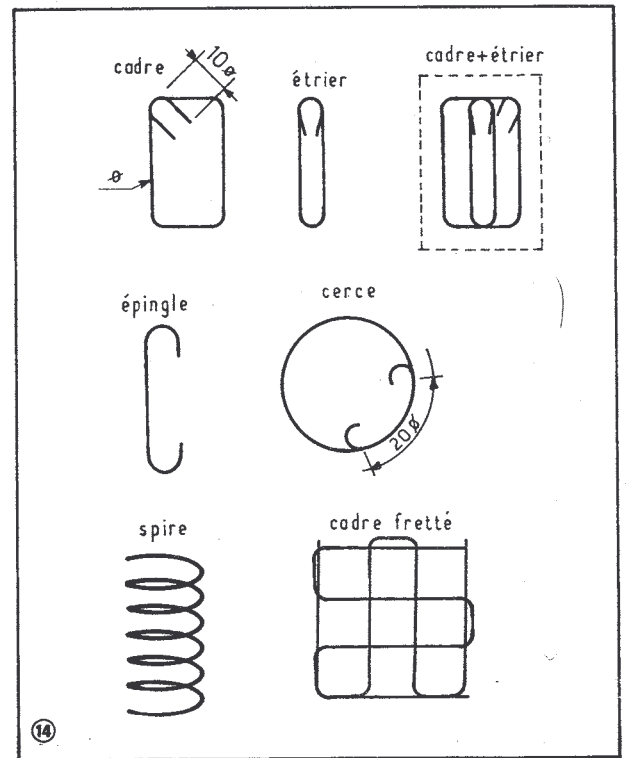


Photo A : Châssis d'armature de poutre (production à l'unité, en usine ou sur chantier)

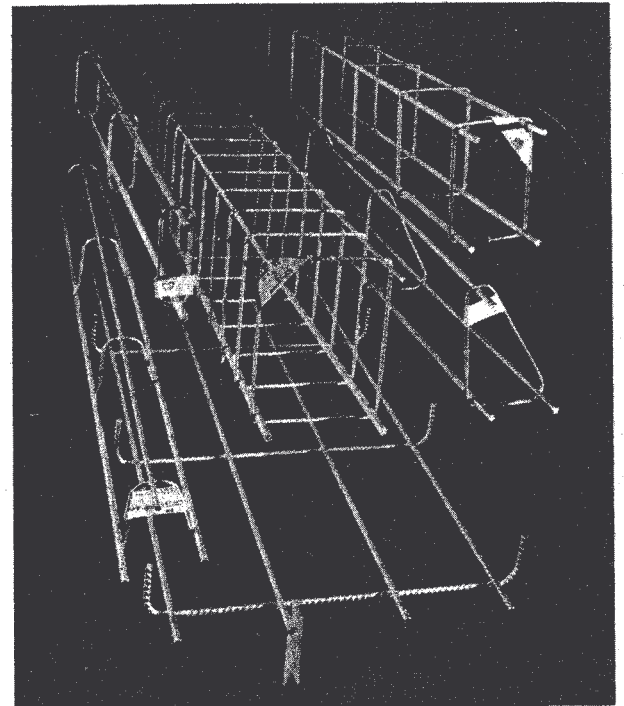


Photo B : Armatures standards (production série en usine (voir p. 100))

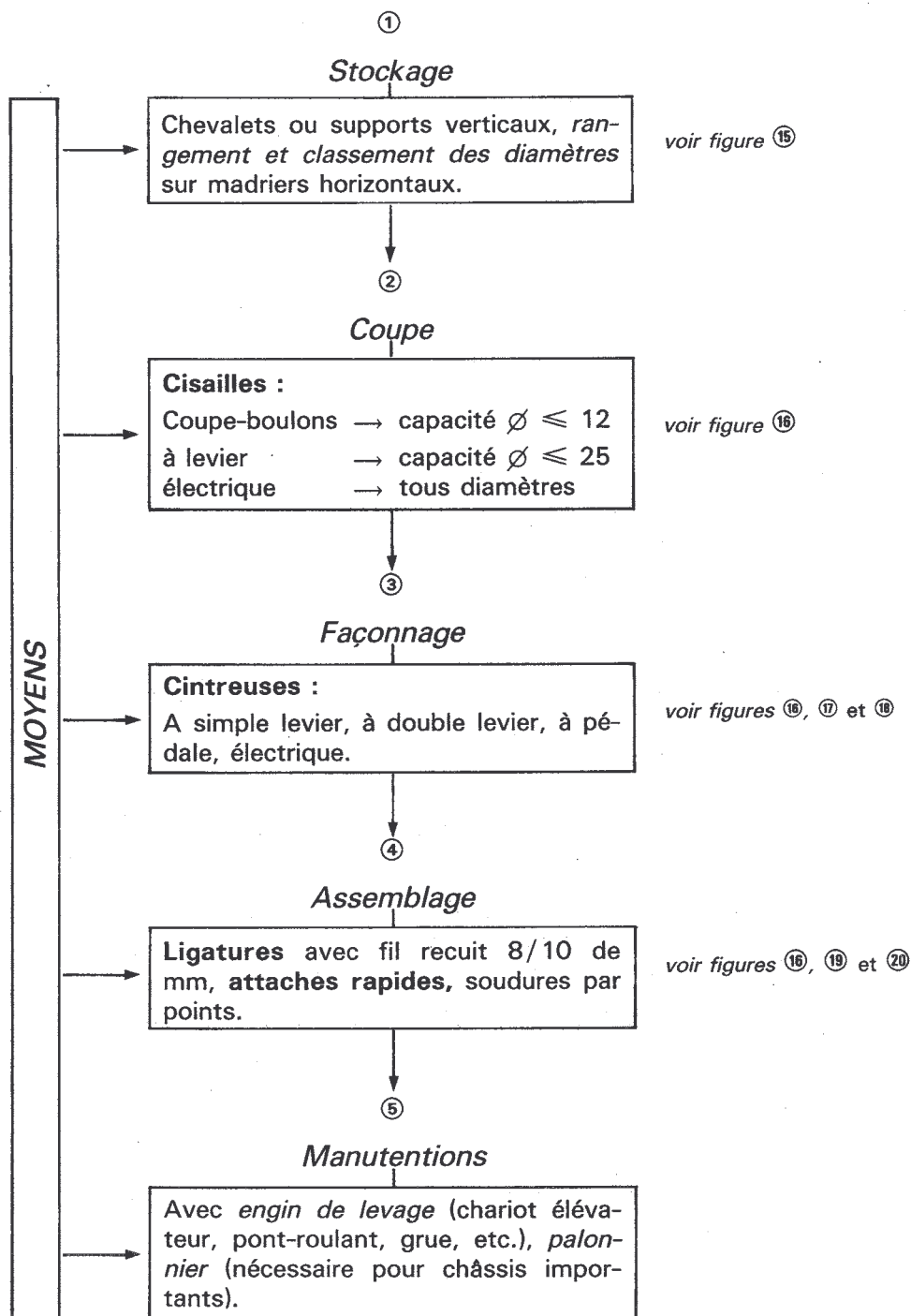


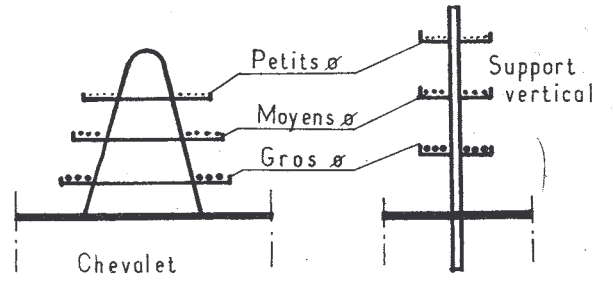
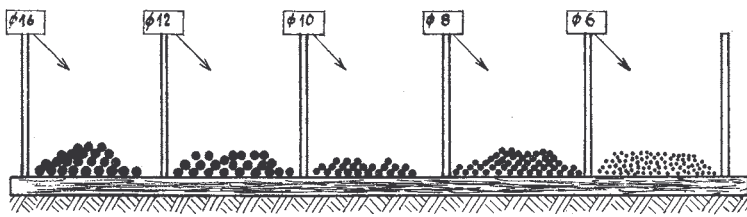
# DEUXIÈME PARTIE

## Préparation des armatures

### 1 - PRÉPARATION DES ARMATURES

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





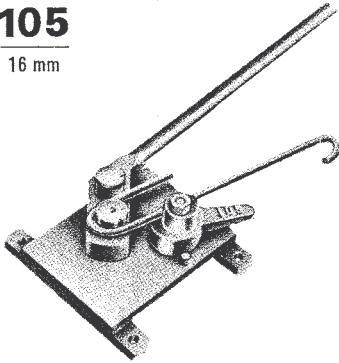
15A Parc aux aciers

15B Stockage aciers

15 STOCKAGE

**105**

16 mm

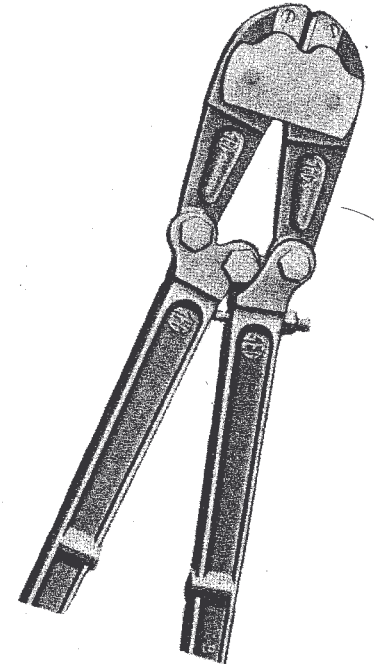
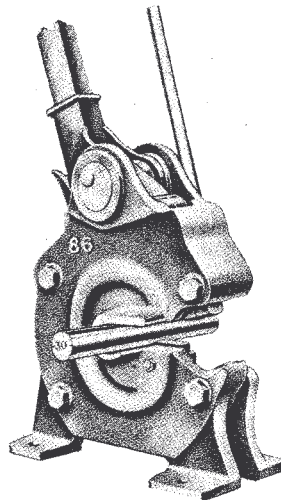


**86**

30 mm

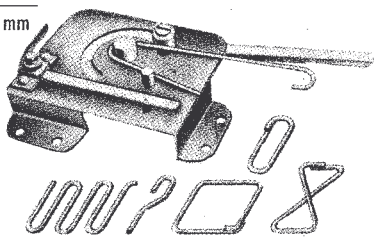
**88**

35 mm



**106**

12 mm

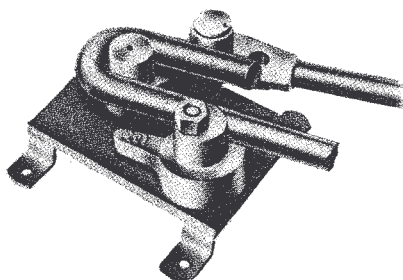


**103**

30 mm

**108**

35 mm



**117**

12 mm

4 leviers

aciers doux

**118**

12 mm

2 leviers

**119**

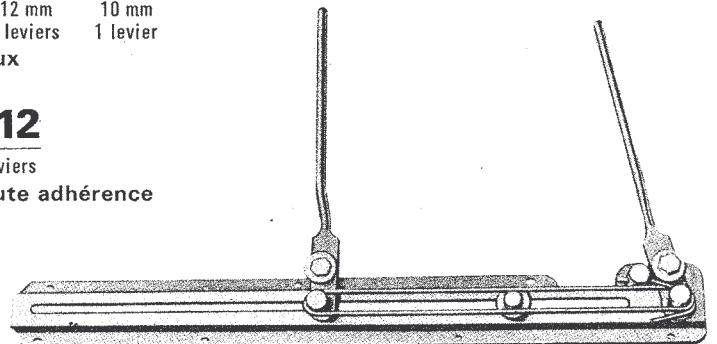
10 mm

1 levier

**CHA 12**

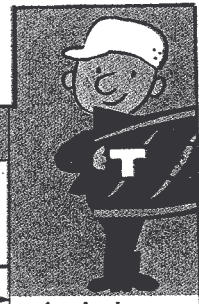
12 mm - 2 leviers

aciers haute adhérence

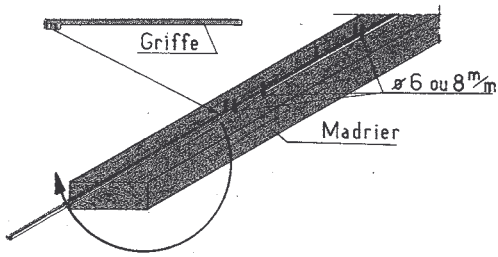


16 Cisailles et cintruses

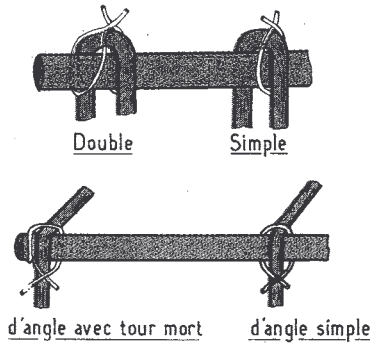
Barres - ø nominal en mm	6	8	10	12	14	16	20	25	32	40
Selon Fiche d'identification N° 11 quater accepté par décision N° 22, le 18 juillet 1975.										
	A la main ou à la machine				A la machine					
Etrécs cadres	30	30	40	40						
Ancrages	60	80	100	120	140	170	200	250	320	400
Coudes			140	170	200	250	320	400	500	500
<b>ancrage</b> : toute disposition d'ancrage d'extrémité par courbure. <b>coude</b> : changement de direction de l'armature, barre relevée, ...										



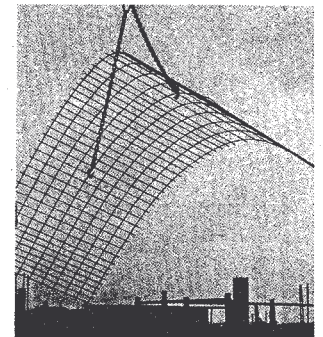
⑰ TOR Façonnage



⑱



⑲ Les attaches



⑳ Treillis assemblés

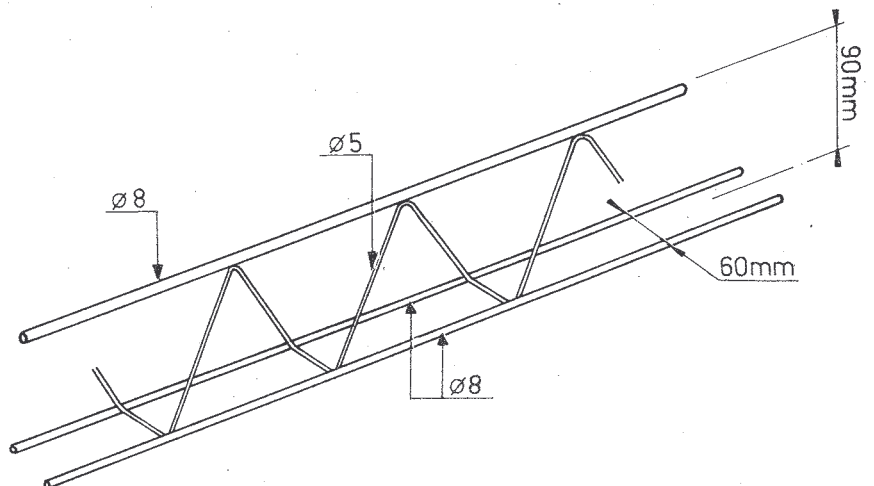
■ SUR CHANTIER PAR ARMATURES SEMI-PRÉFABRIQUÉES :

- ▶ 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 :

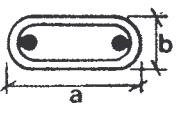
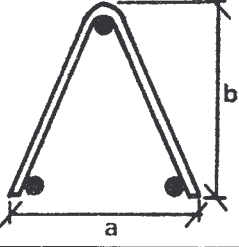
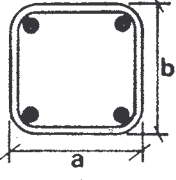
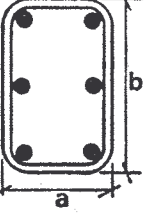
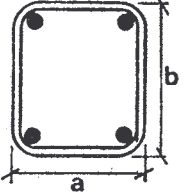
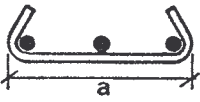
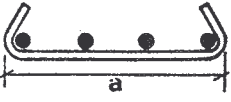
- ▶ des charges à supporter
- ▶ des portées.

Les longueurs livrées étant de l'ordre de 6, 8, 10 m, il s'agit de les adapter aux dimensions des ouvrages.  
Voir fig. ⑳ et tableau de la page suivante.



㉑ Armature de chaînage

## ARMATURES STANDARDS

SECTIONS	DIMENSIONS en cm		COMPOSANTS	LONGUEUR	UTILISATION
	a	b	FILANTS : F TRANSVERSAUX : T		
	10 15 20	4 4 4	F : 2 $\varnothing$ 10 TOR T : $\varnothing$ 5 e = 30 cm	Longueur = 6 m	Chaînage horizontal ou vertical
	10 10 10	10 15 20	F : 3 $\varnothing$ 7 FeE 50 ou 3 $\varnothing$ 8 FeE 50 T : $\varnothing$ 5 e = 30 cm		Chaînage horizontal ou vertical
	10 10 10 10 10 15 15 15	10 15 20 25 30 15 20 25	F : 4 $\varnothing$ 7 Fe TE 50 T : $\varnothing$ 5 e = 30 cm		Chaînage horizontal ou vertical Poutre, linteau (aciers de renfort possibles)
	10 10 15 15 15 20	35 40 30 35 40 40	F : 6 $\varnothing$ 7 Fe TE 50 T : $\varnothing$ 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 20	F : 4 $\varnothing$ 10 TOR T : $\varnothing$ 5 e = 15 cm		Poteaux Poutres Linteaux
	35		F : 3 $\varnothing$ 7 FeE 50 T : $\varnothing$ 7 e = 30 cm		Semelles de fondations
	45		F : 4 $\varnothing$ 7 FeE 50 T : $\varnothing$ 7 e = 30 cm		

---

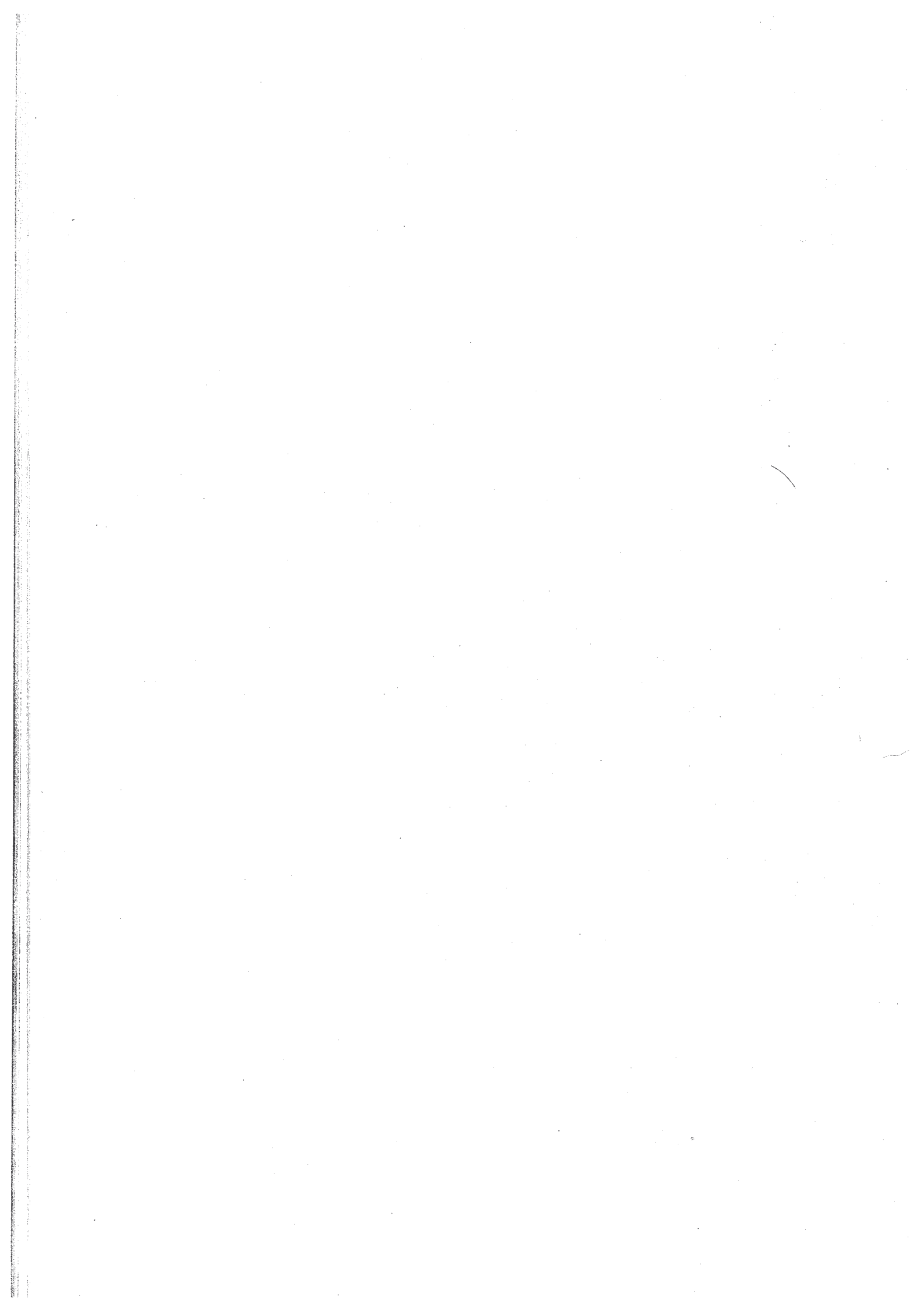
## 2 - MISE EN PLACE DES ARMATURES

---

- 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'aciers 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'aciers complémentaires (chapeaux).
  - ▶ par translation de cadres enfilés mais non fixés aux extrémités à joindre (poutres continues).
  - ▶ à l'aide d'aciers 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'écroûissage 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

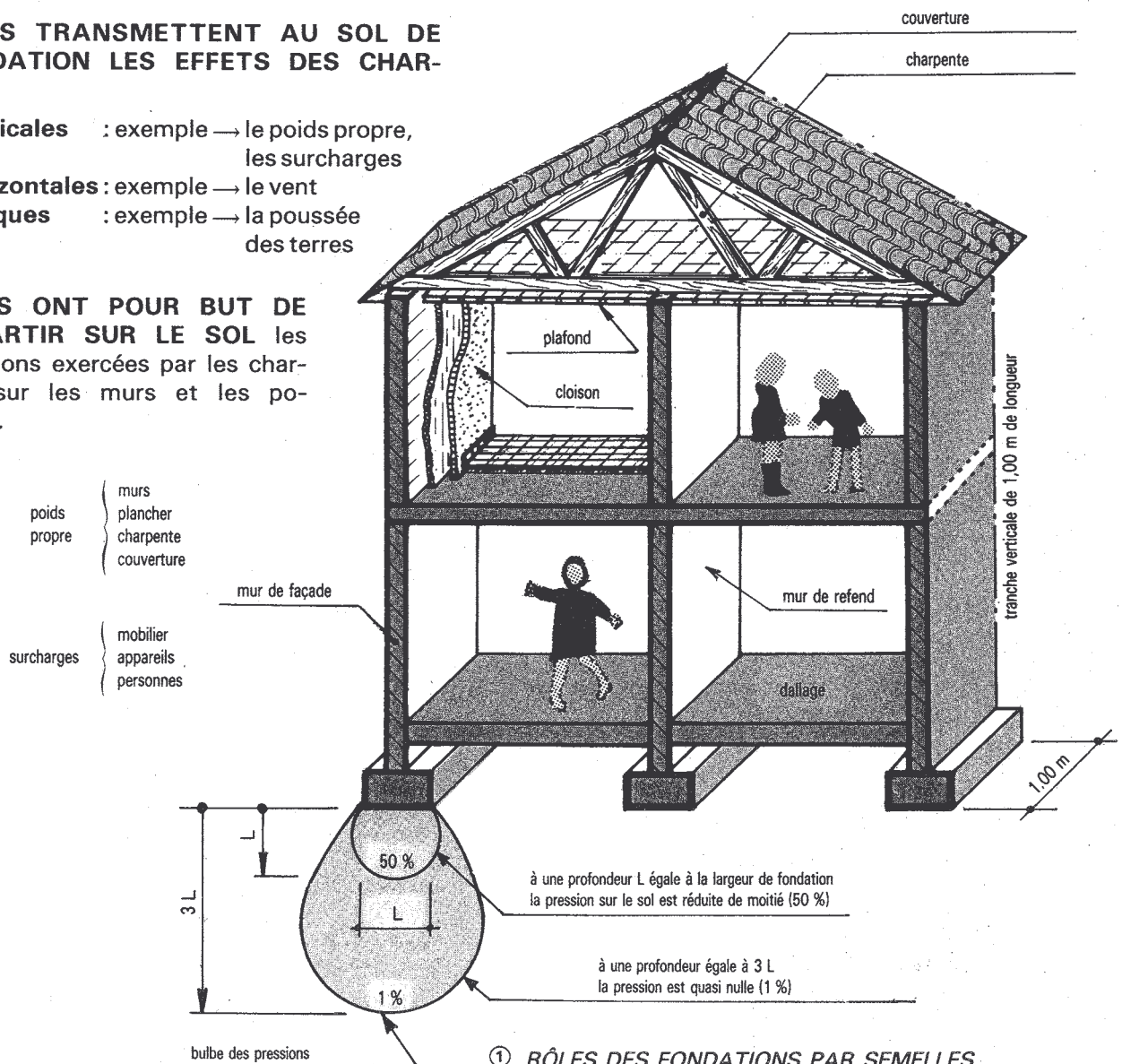
### Rôles. Buts recherchés Charges et pressions

#### 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

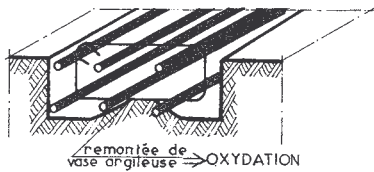
#### ■ ELLES ONT POUR BUT DE RÉPARTIR SUR LE SOL les pressions exercées par les charges sur les murs et les poteaux.



► l'oxydation des aciers ⑨

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

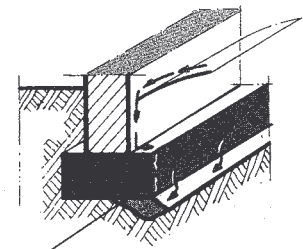
→ enrobage des aciers d'au moins 4 cm.



⑨

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

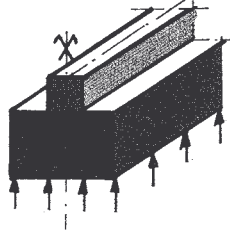
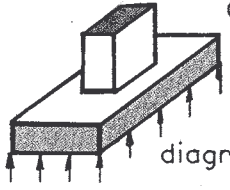
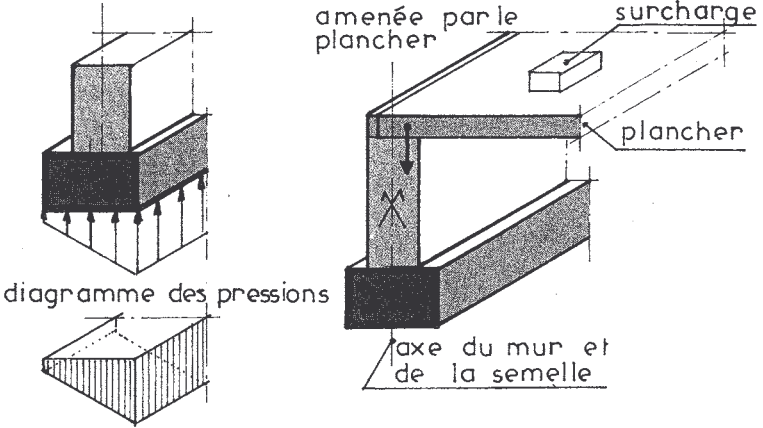
→ pas d'affouillement en pied de fondation.



affouillement par l'eau  
déchaussement de la fondation

⑩

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

Appellation	Exemples de charges et pressions du sol
<p><b>Charge répartie uniforme centrée sur la fondation ⑪.</b></p>	<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;">  <div style="margin-left: 20px;"> <p><b>CHARGE CENTRÉE</b> exemple : plein mur</p> </div> </div> <p style="text-align: center;">⑪</p> <p style="text-align: right;">Répartition uniforme des pressions</p>
<p><b>Charge concentrée axée sur la fondation ⑫.</b></p>	<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;">  <div style="margin-left: 20px;"> <p><b>CHARGE CONCENTRÉE</b> exemple : poteau</p> </div> </div> <p style="text-align: center;">⑫</p> <p style="text-align: right;">Répartition uniforme des pressions</p>
<p><b>Charge répartie uniforme excentrée ⑬.</b></p>	<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;">  </div> <p style="text-align: center;">⑬</p> <p style="text-align: right;">Répartition non uniforme</p>
<p><b>Charge concentrée excentrée</b></p>	<p style="text-align: center;">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).

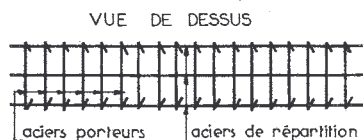
##### ANALOGIE :

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

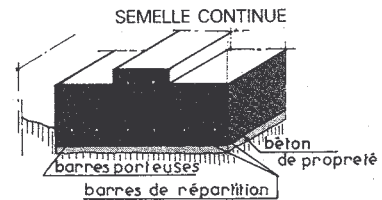


- ▶ Les aciers de répartition servent à raidir la semelle dans le sens de la longueur. Ils sont placés sur les aciers transversaux.

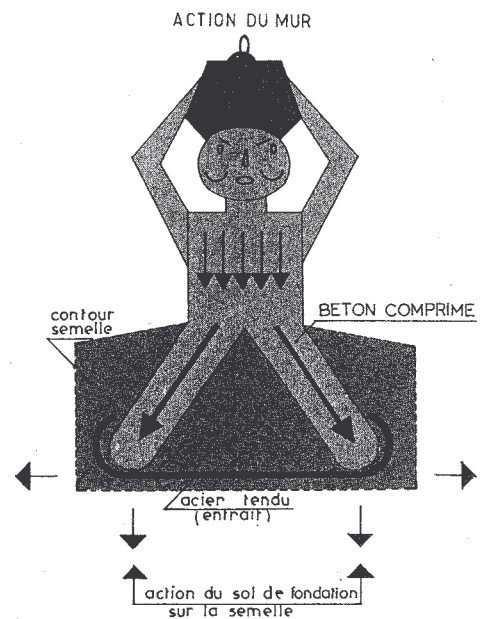
- ▶ La section des aciers (17) (18) varie suivant :

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

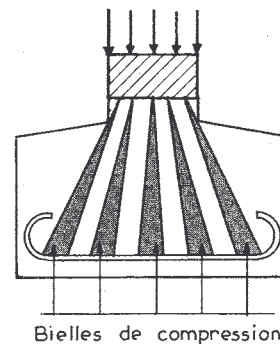
Voir les tableaux ci-après, page 108.



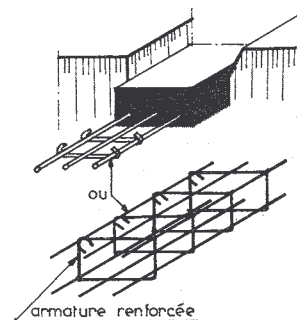
(14)



(15)



(16) Schéma de principe

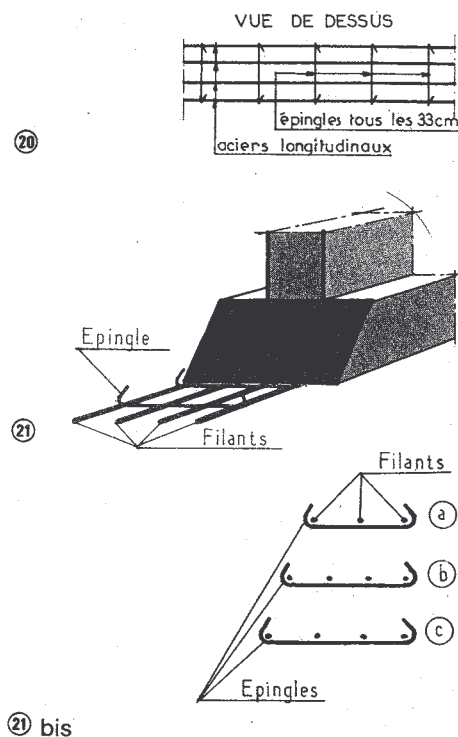


(18) Armatures classiques des semelles continues

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

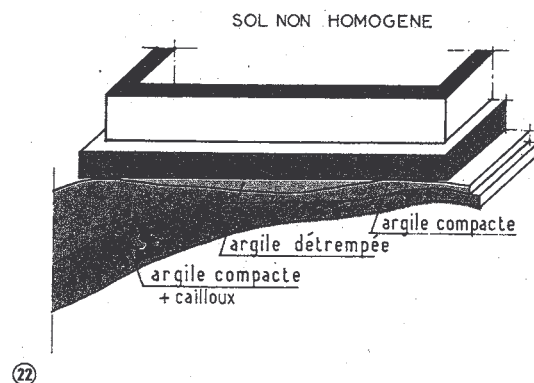
Armature	Charge portante par mètre (kg)				
	Section du béton		Contrainte admise au sol en bars		
	Larg.	Haut.	1	1,5	2
Aciers HA Fe E 40 Voir fig. 21 bis					
a • 3 filants $\varnothing$ 8 HA • épingles $\varnothing$ 6 HA tous les 33 cm	45	20	4 500	6 750	9 000
b • 4 filants $\varnothing$ 8 HA • épingles $\varnothing$ 7 HA $e = 33$ cm	55	25	5 500	8 250	11 000
c • 4 filants $\varnothing$ 8 HA • épingles $\varnothing$ 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.

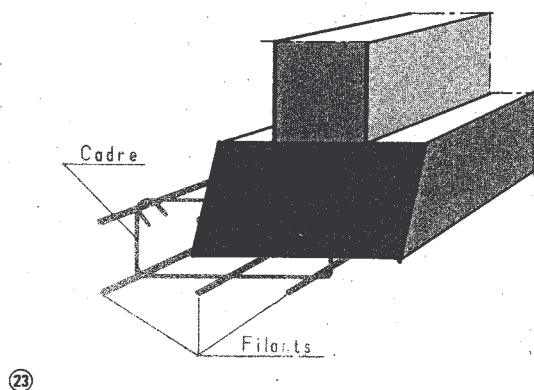


■ Semelles renforcées pour sols non homogènes (Risque de tassement différentiel à éviter).

- La semelle est associée à une poutre centrale de rigidité (voir croquis 22).
- 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. 22, 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 ».

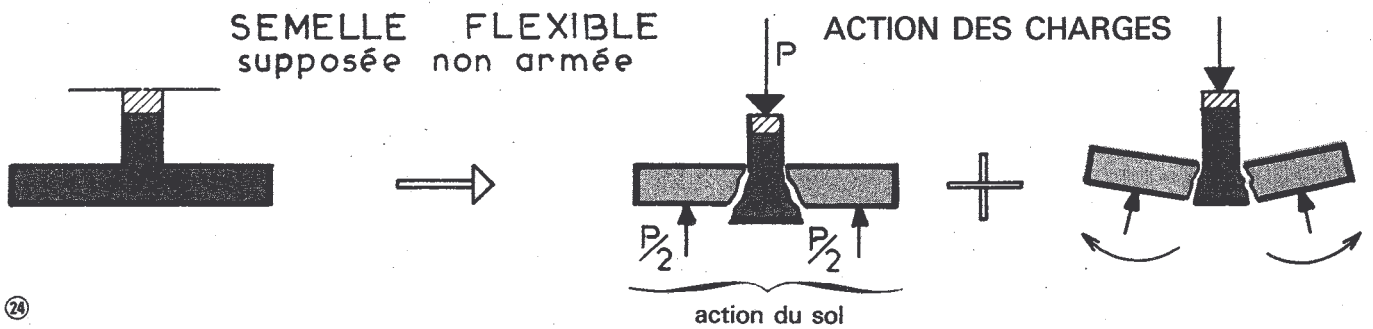
EXEMPLE :

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

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

### ■ PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT ②④ et ②⑤

Essai : Semelle non armée transversalement

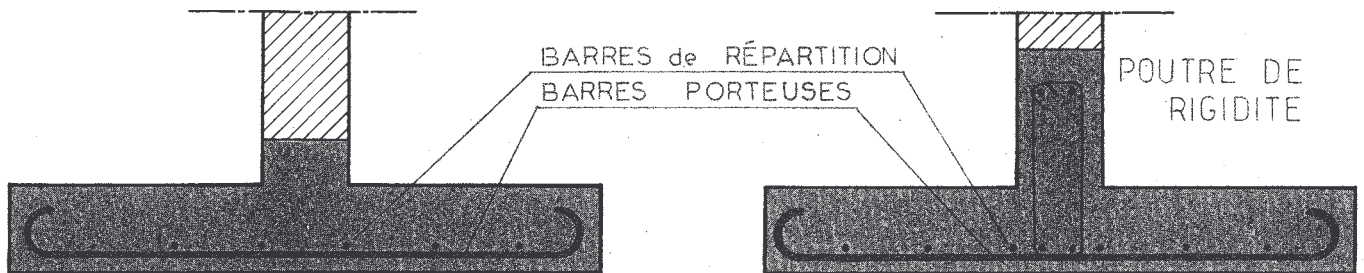


②④

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

NOTA : les deux phénomènes se passent simultanément.

- SOLUTION ②⑤:



②⑤

#### 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.

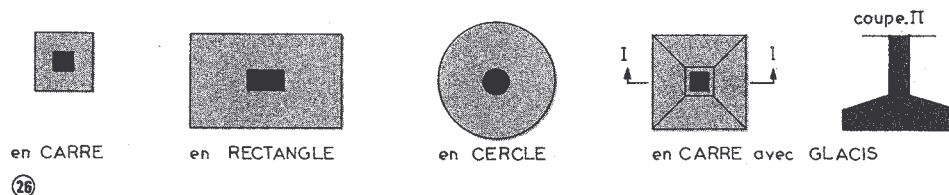
### 3 - SEMELLES ISOLÉES <sup>27</sup> <sup>28</sup> et <sup>29</sup>

- Elles supportent des charges concentrées :

**EXEMPLE :**

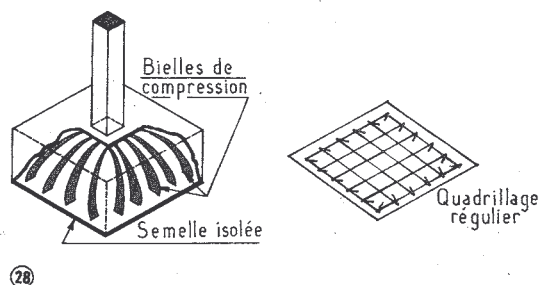
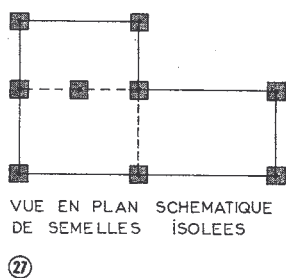
des poteaux en Béton Armé recevant des poutres de plancher.

- 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 (aciers porteurs).

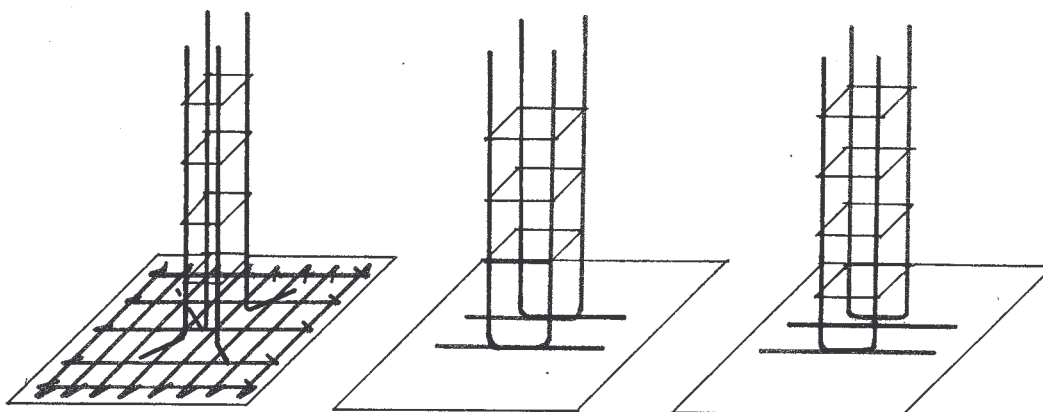


# TROISIÈME PARTIE

## Dispositions constructives

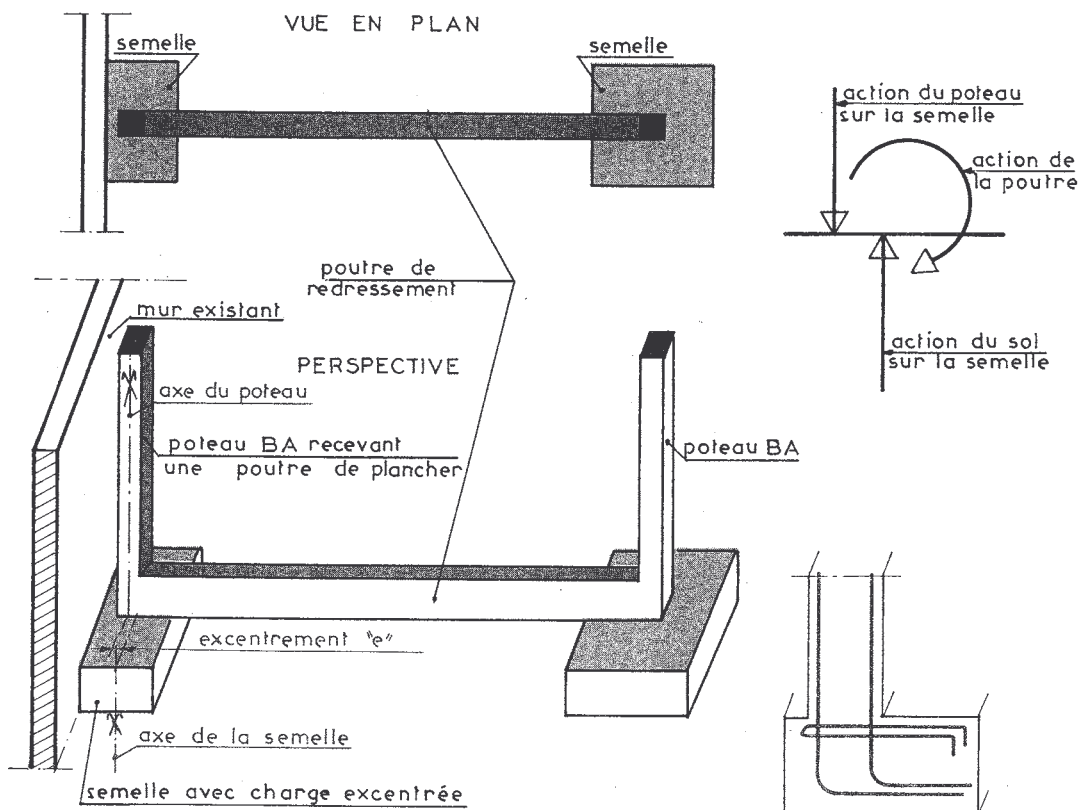
Cas rencontrés ②⑨ à ③③

### JONCTION POTEAU - SEMELLE



autres dispositions (quadrillage semelles non représenté)

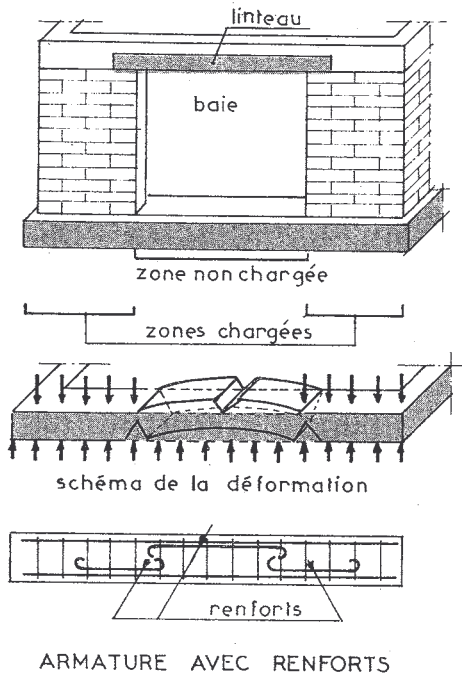
②⑨ Liaison d'un poteau isolé avec la semelle



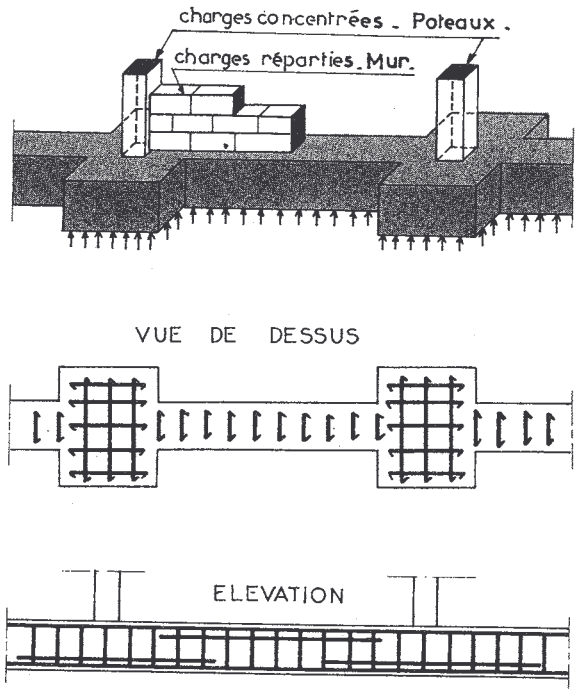
SCHEMA DE PRINCIPE  
liaison poteau - semelle

③⑩ Semelle isolée recevant un poteau situé contre un mur

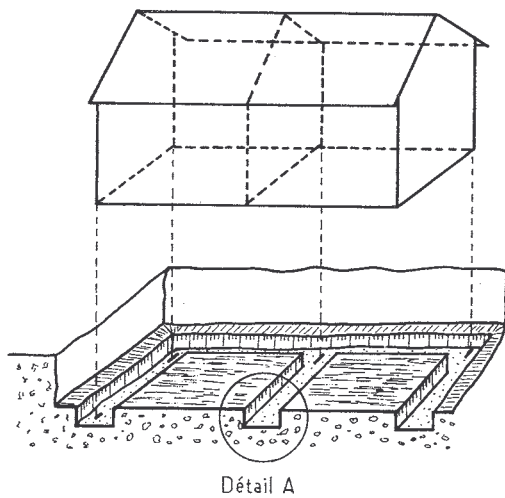
La semelle est dite « excentrée » par rapport à la charge.



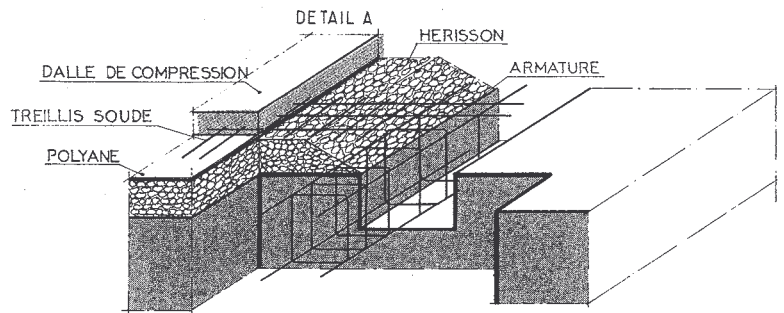
31 **Semelle portant un mur non continu : présence d'une baie**



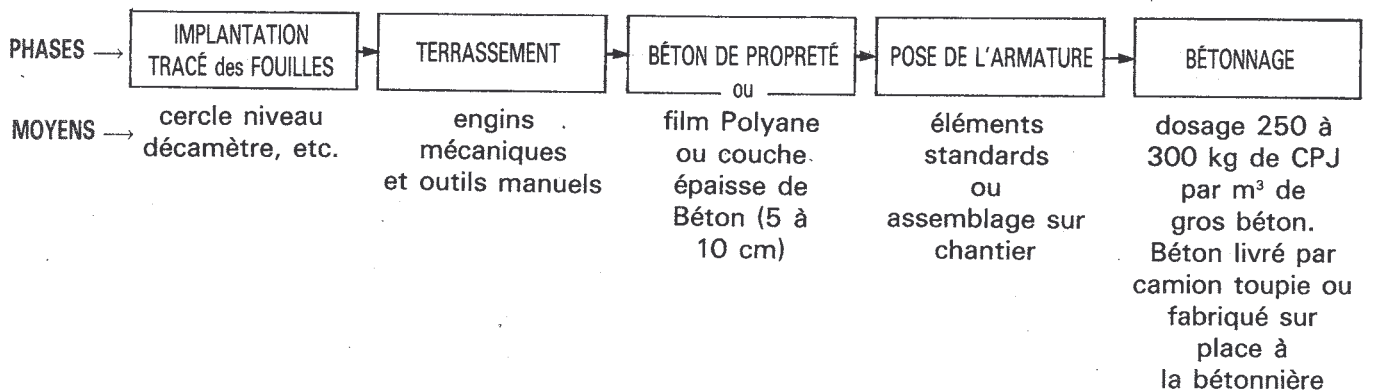
32 **Semelle continue recevant des poteaux et de la maçonnerie**



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 ?*

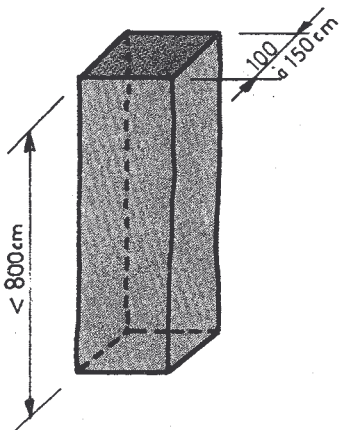




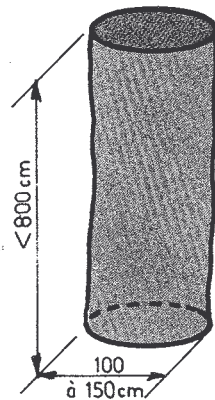
# THÈME 14

## Les fondations par puits et longrines préfabriquées

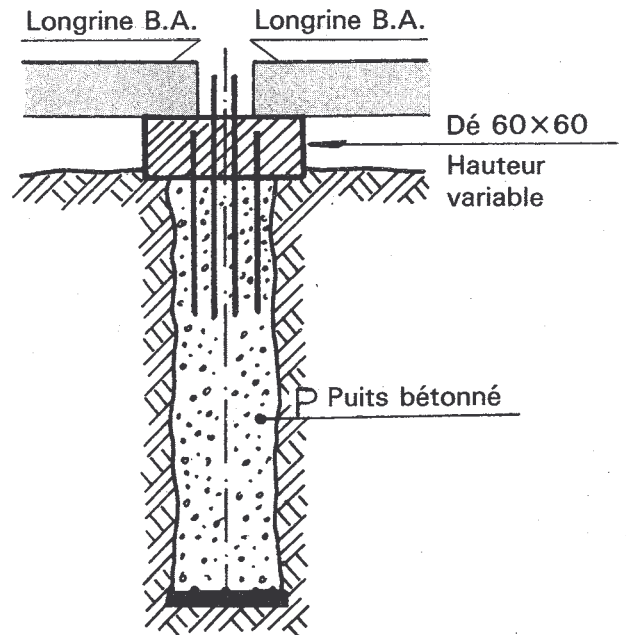
UN Puits EN BÉTON, armé ou non, ressemble à un gros pilier ① ② et ③  
Il transmet les charges au sol de fondation.



① Puits : section carrée



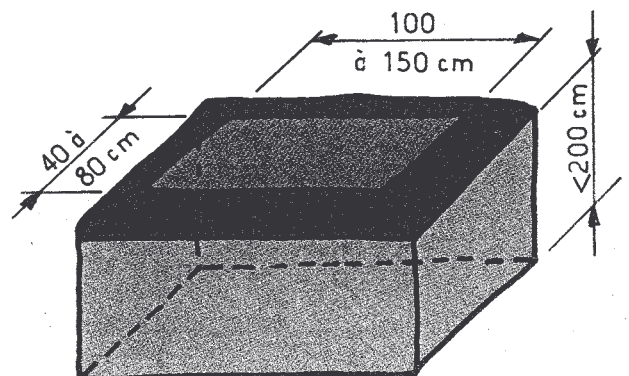
② Puits à section circulaire



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

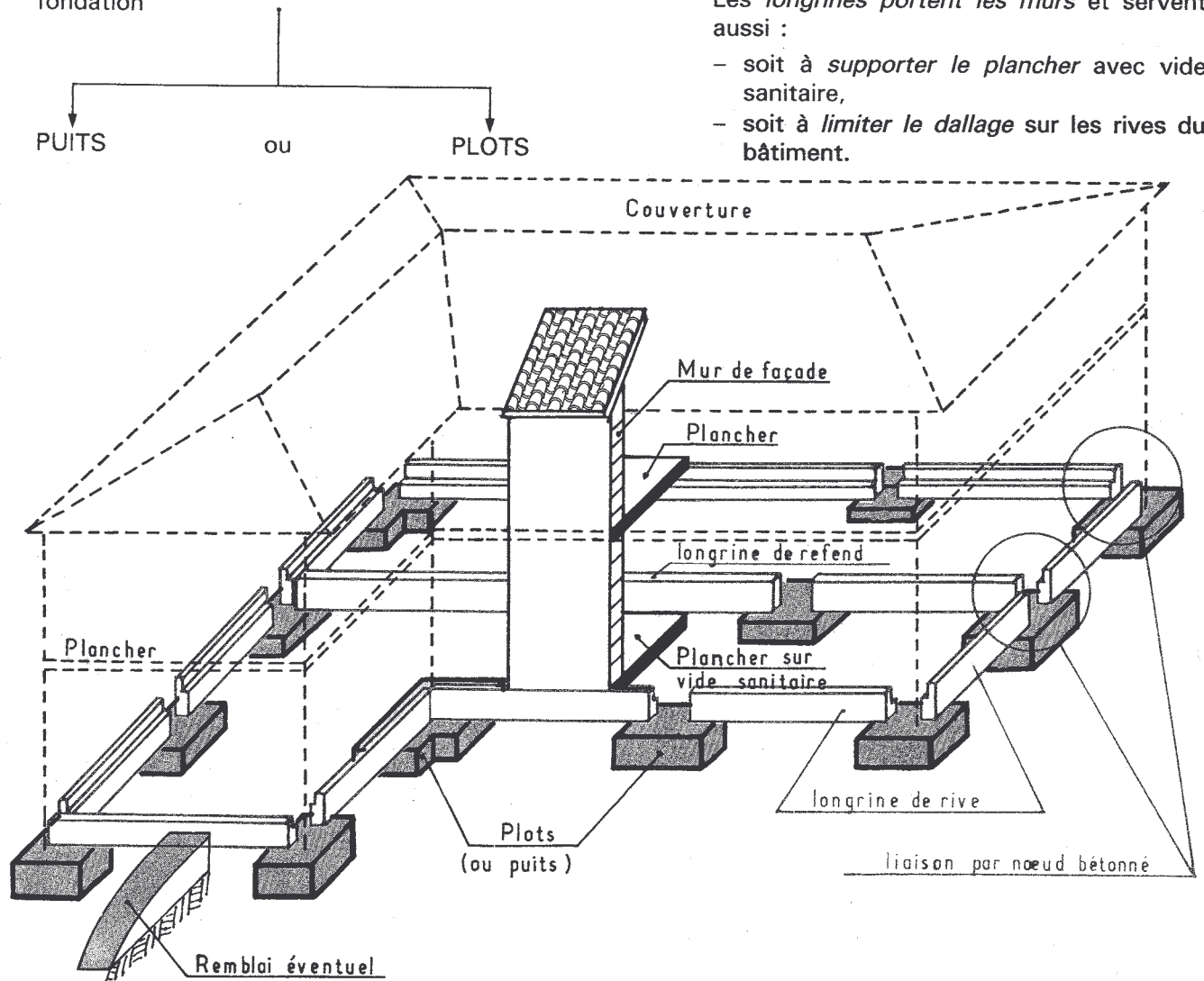
■ Il s'agit de réaliser un **ENSEMBLE PORTEUR** à la base du bâtiment par :

▶ des **points d'appui isolés** sur le sol de fondation

▶ des **longrines ou poutres préfabriquées** qui viennent reposer sur les puits ou les plots.

Les *longrines* portent les murs et servent aussi :

- soit à *supporter le plancher avec vide sanitaire*,
- soit à *limiter le dallage sur les rives du bâtiment*.

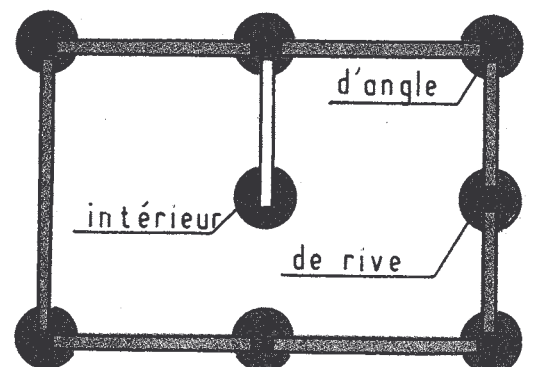


⑤ Principe de construction

# 2 - CARACTÉRISTIQUES

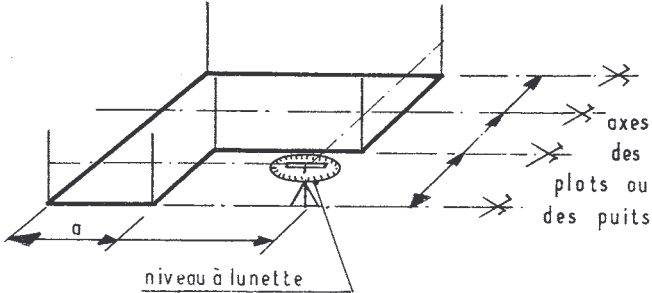
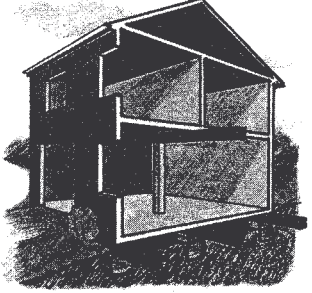
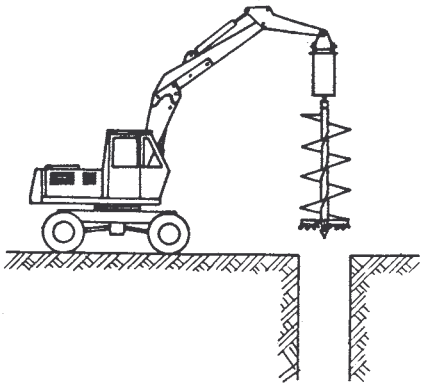
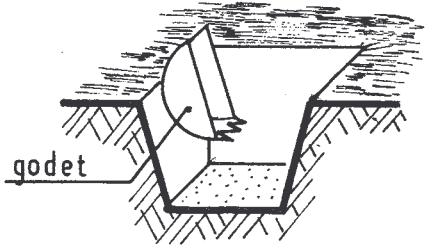
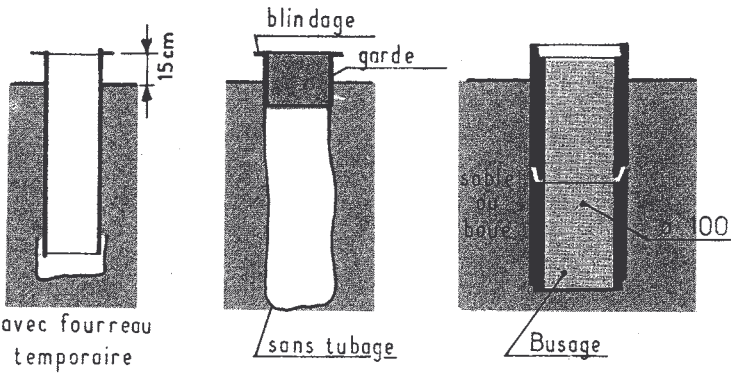
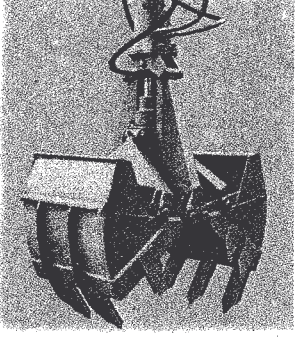
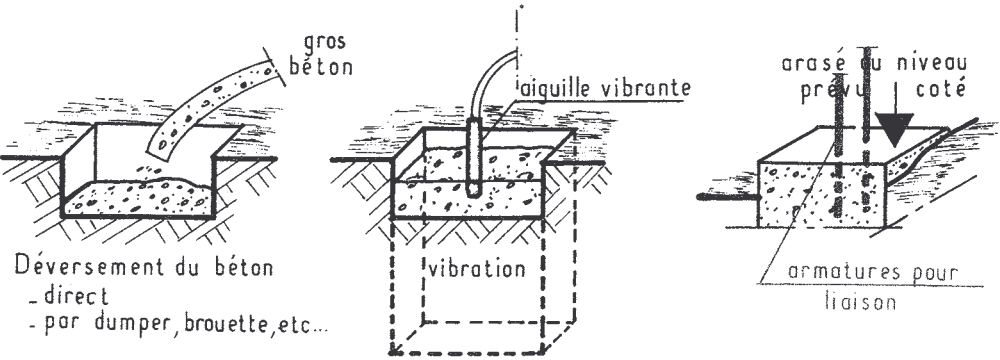
	Puits	Plots	Utilisation
■ Section suivant : - charges - résistance du sol	carré circulaire rectangulaire		Procédé de plus en plus utilisé pour : - la maison individuelle - le secteur industriel
■ Dimensions	côté 100 à 150 cm ∅ id° prof. ≤ 8 m.	largeur 40 à 80 cm longueur 80 à 150 cm prof. 60 à 200 cm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

VUE DE DESSUS (schéma)

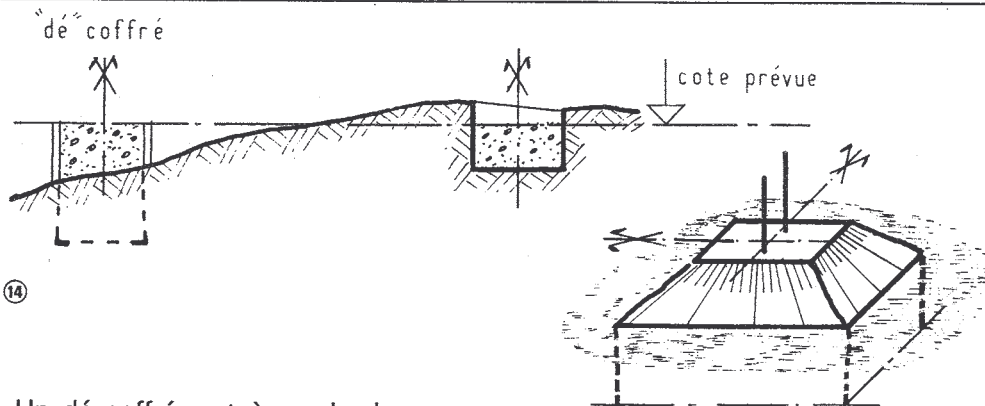


⑥ Puits ou plots

### 3 - RÉALISATION DES PUIITS OU DES PLOTS

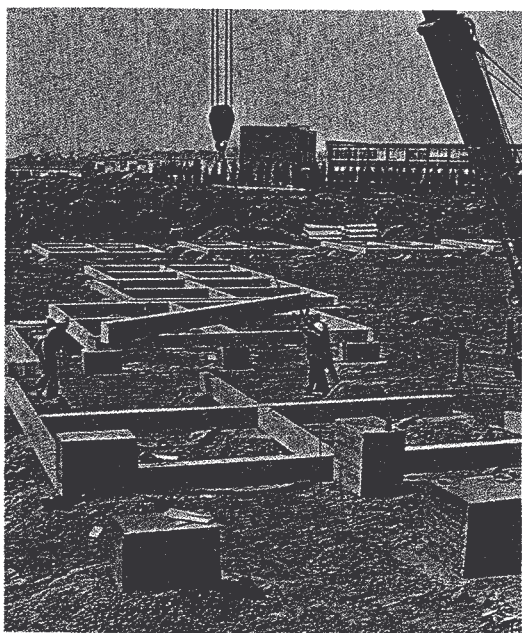
<p><b>IMPLANTATION</b> ⑦ ⑧</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tracé des axes</li> <li>• repérage de chaque centre de plots ou puits</li> <li>• tracé des contours à excaver</li> </ul>	  <p>⑦ Axes des plots ou des puits</p> <p>⑧</p>
<p><b>TERRASSEMENT MÉCANIQUE</b> ⑨ à ⑫</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pelle hydraulique <ul style="list-style-type: none"> <li>- en rétro ou</li> <li>- benne preneuse</li> </ul> </li> <li>• Foreuse</li> </ul>	  <p>⑨ Foreuses hydrauliques sur pelles</p> <p>⑩ Creusement à la pelle</p>   <p>⑪</p> <p>⑫ Équipement en benne preneuse</p>
<p><b>REMPLISSAGE EN GROS BÉTON</b> ⑬</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• dosage 200 kg/m<sup>3</sup></li> <li>• approvisionnement par camion-toupie</li> </ul>	 <p>⑬</p>

**COFFRAGE  
ÉVENTUEL  
⑭ et ⑭ bis**

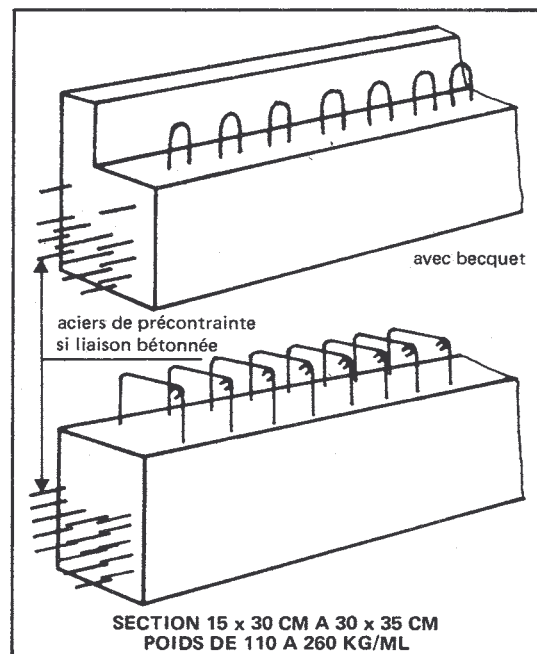


- Un dé coffré sert à mouler le béton ⑭
- Si le plot doit dépasser de 30 à 40 cm, on peut éviter de coffrer en formant des pentes ⑭ bis

⑭ bis



⑮ Maisons individuelles (Doc P.P.B.)



⑯


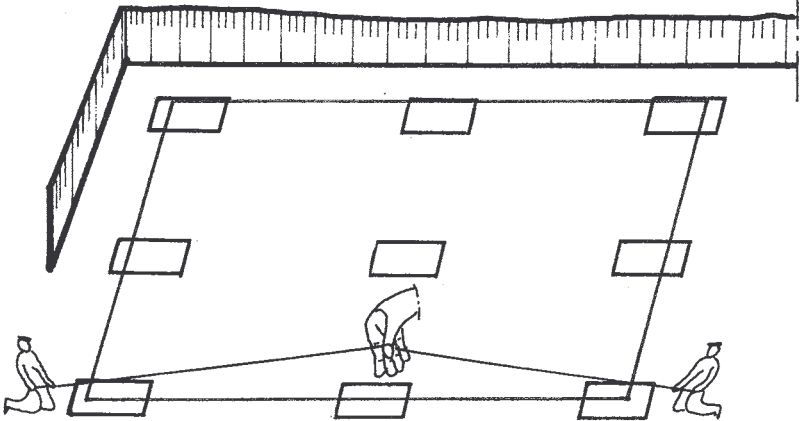
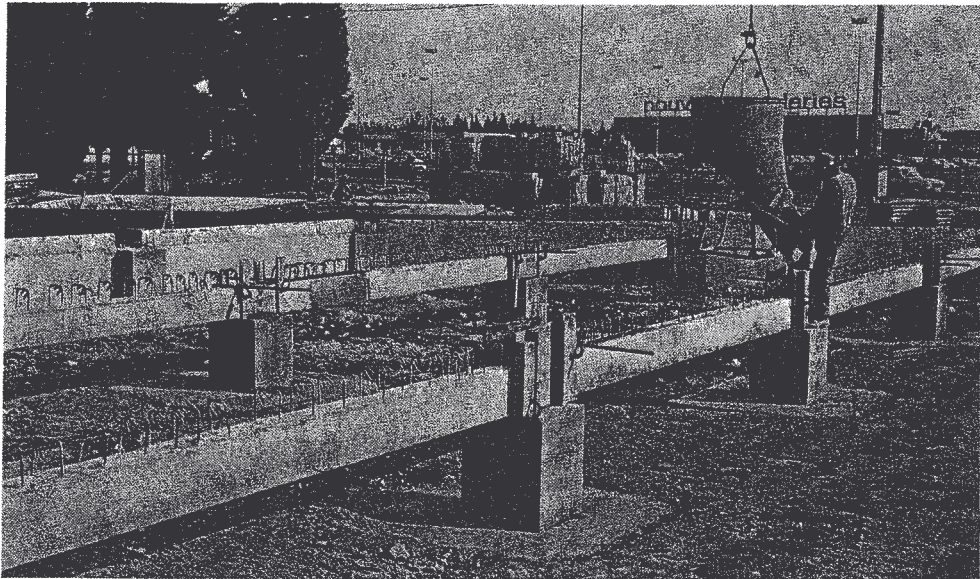
## 4 - MISE EN ŒUVRE DES LONGRINES <sup>16</sup> et <sup>5</sup>

■ 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
<p><b>MANUTENTION</b> <sup>17</sup> <sup>18</sup></p> <p>Moyens :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- grue</li> <li>- chariot élévateur</li> <li>- pelle de chantier</li> <li>- camion grue</li> </ul>	 <p style="text-align: center;"><sup>17</sup> <span style="margin-left: 200px;"><sup>18</sup></span></p>
<p><b>MISE EN POSITION</b> <sup>19</sup></p> <p>Moyens :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- tracé au trait sur le dessus des plots (alignements)</li> <li>- calage éventuel (nivellement)</li> </ul>	 <p style="text-align: center;"><sup>19</sup> Mise en position</p>
<p><b>LIAISON DES ÉLÉMENTS</b> <sup>20</sup></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- coffrage du nœud</li> <li>- coulage et vibration du béton dosé à 350 kg de m<sup>3</sup></li> </ul>	 <p style="text-align: center;"><sup>20</sup> Liaison des longrines</p>

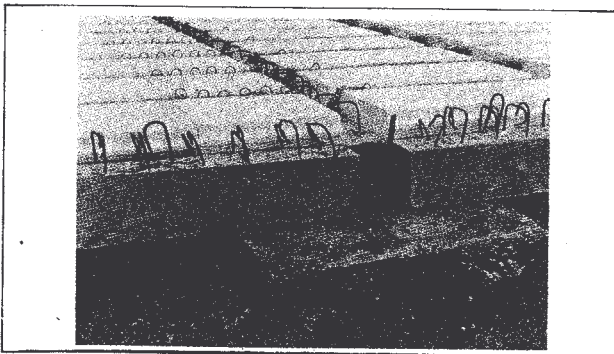
## 5 - DIFFÉRENTS CAS RENCONTRÉS SUR CHANTIER

### ■ POSE DE PLANCHER ⑳ ㉒

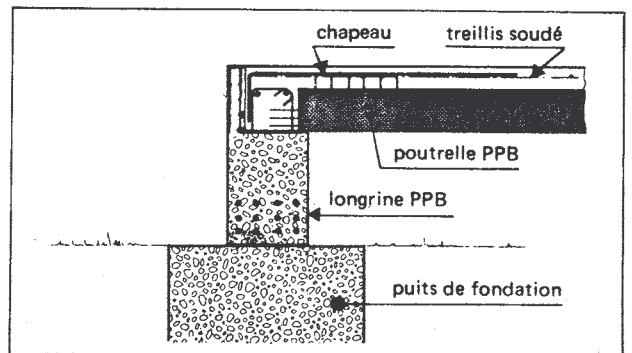
- ▶ L'ensemble (longrines, poutrelles, entrevous) est appelé **bloc plancher sanitaire**.
- ▶ Le plancher est constitué par :
  - des poutrelles précontraintes,
  - des entrevous ou hourdis polystyrène

#### EXEMPLE :

type PPB Fibralth pour assurer une isolation thermique efficace.



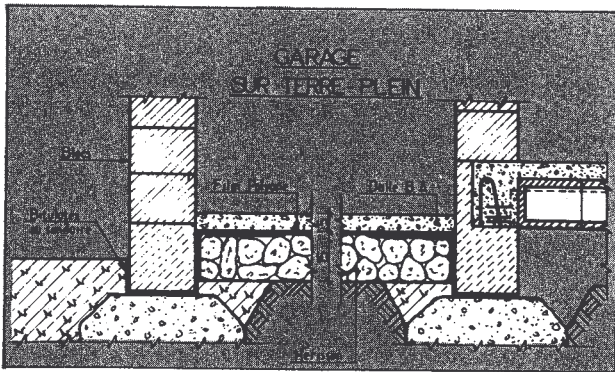
㉑ Bloc plancher sanitaire



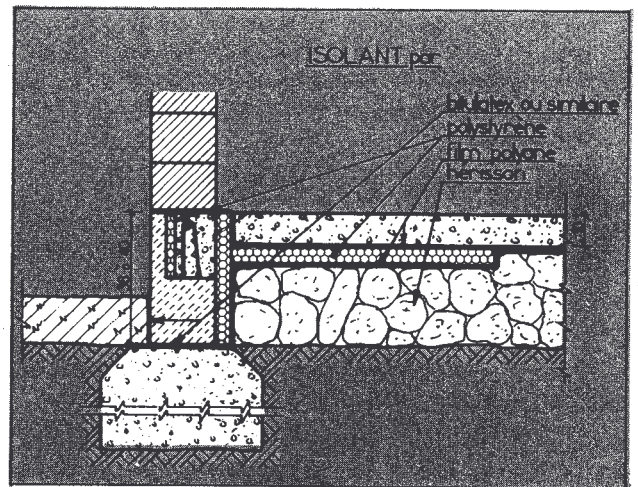
㉒ Isolation thermique du chaînage

### ■ TERRE-PLEIN ㉓ ㉔

- ▶ Le dallage est dissocié de la fondation.



㉓ Garage sur terre-plein

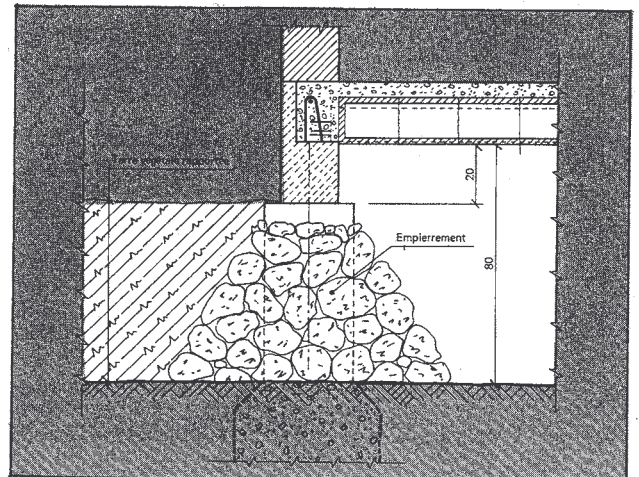


㉔ Isolation en rive du rez-de-chaussée habitable

### ■ FINITION ㉕ ET SCHÉMA DE PRINCIPE ⑤

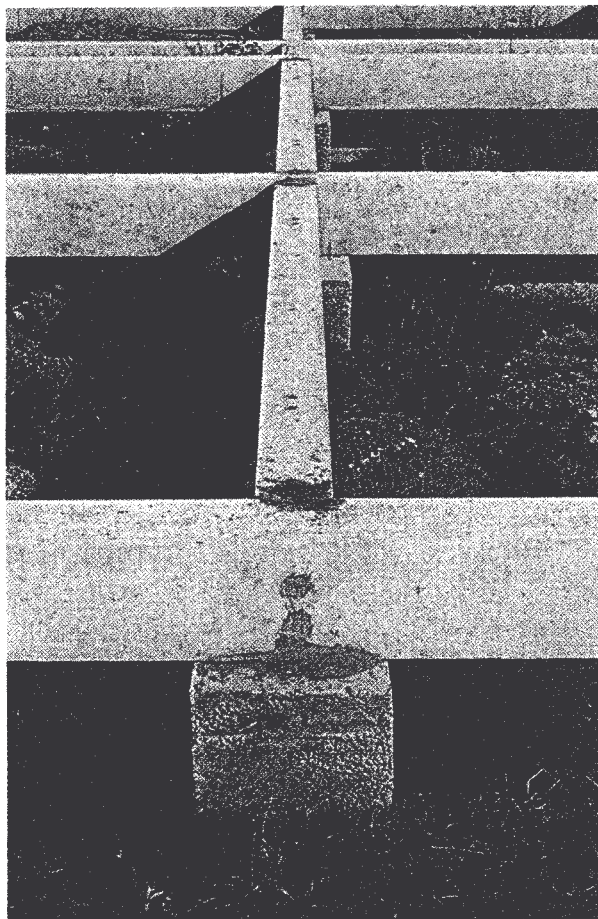
- ▶ Longrine apparente sans remplissage.
- ▶ Longrine cachée avec talutage par remblais.

- ㉕ Empierrement sous la longrine et apport de terre végétale →

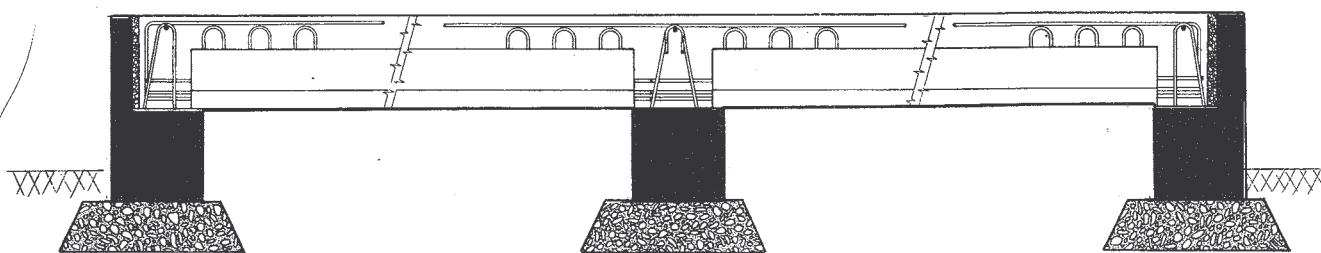


## QUESTIONNAIRE

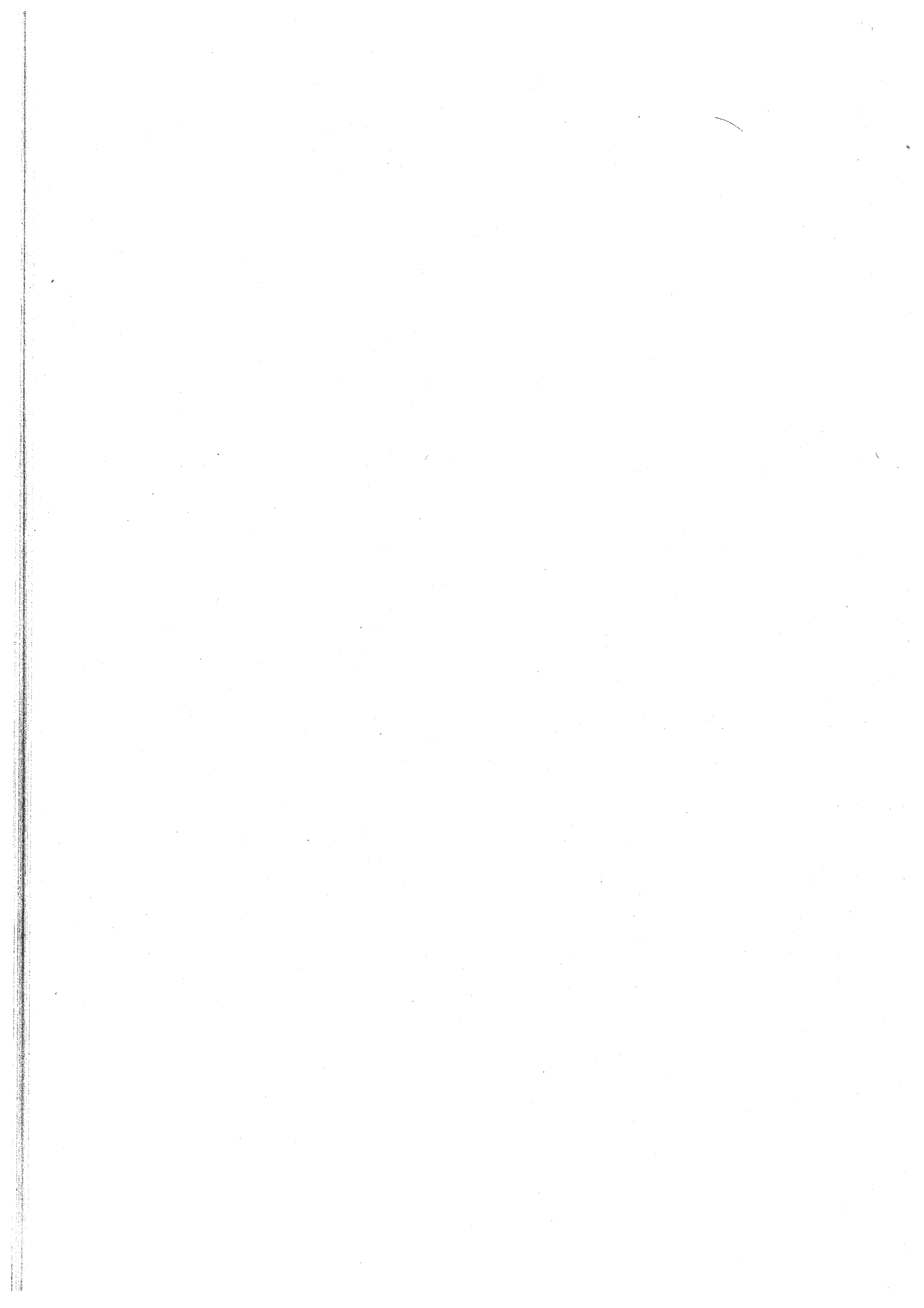
1. Quelle différence faites-vous entre un puits et un plot ?
2. En quoi consiste le principe de construction par longrines préfabriquées.
3. Détailler les phases nécessaires à la réalisation des plots.
4. Quelles sont les opérations à effectuer pour la mise en place des longrines ?
5. Comment procède-t-on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



⑫ Plots et longrines réalisés



⑬ La longrine à becquet : coupe transversale







# 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 (meublier, personnes).

**EXEMPLE :**

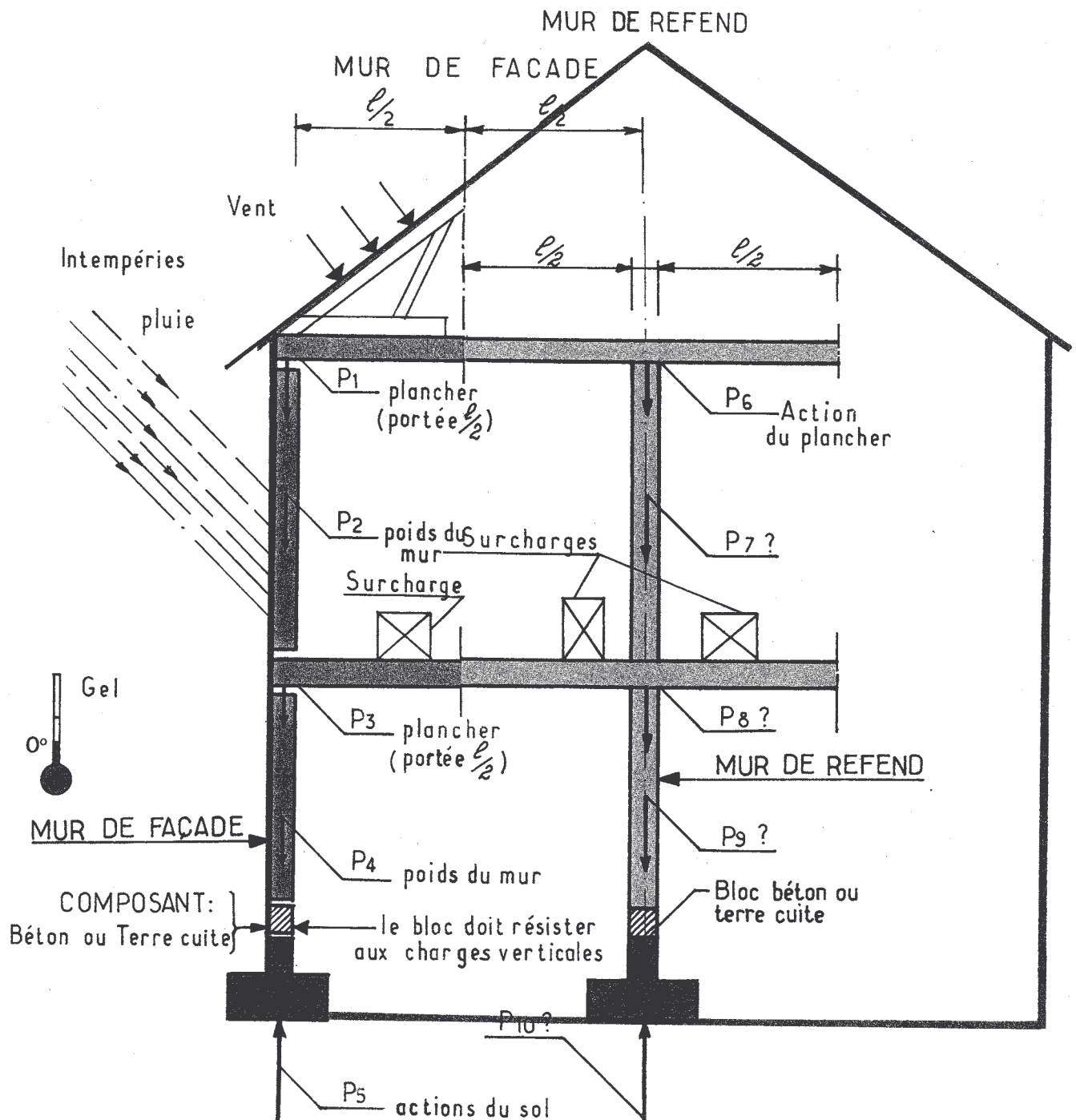
mur de refend, mur de façade ②.

■ **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

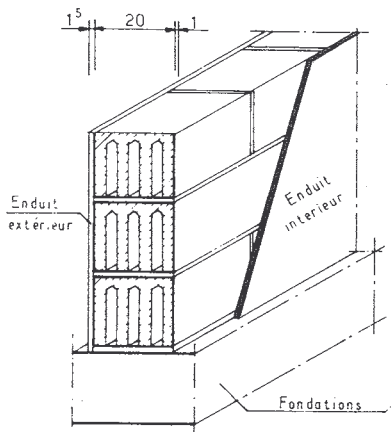
■ Un mur traditionnel est constitué par un assemblage, à joints de mortier, d'éléments ou blocs, pleins ou creux, de béton ou de terre cuite.

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

■ EXEMPLES DE MURS TRADITIONNELS EN MAÇONNERIE\* :

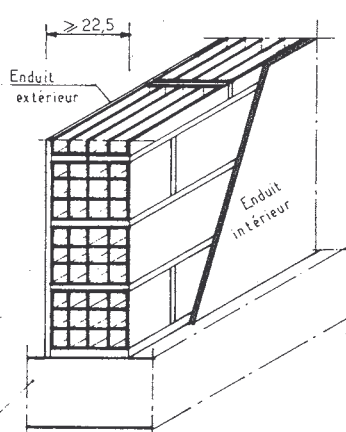
► à simple paroi, enduite ou non.

BLOCS CREUX DE GRANULATS COURANTS

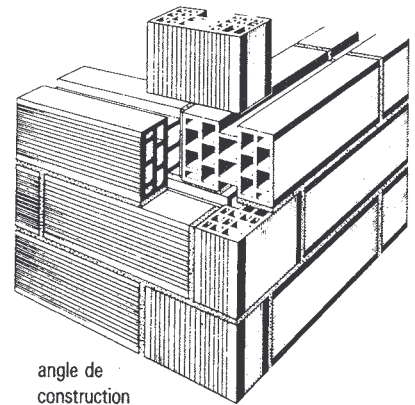


③a Mur avec blocs creux de granulats courants

BRIQUES CREUSES

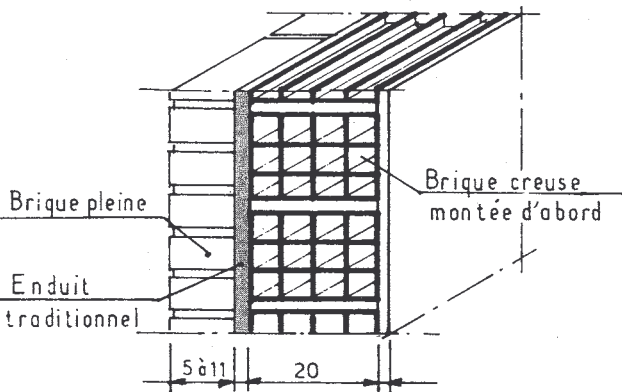


③b Mur avec briques creuses



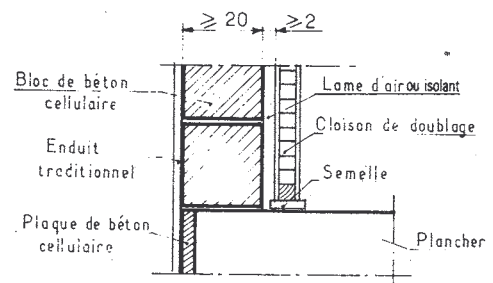
③c Mur avec briques à « rupture de joint »

► composite, composée par plusieurs matériaux associés.

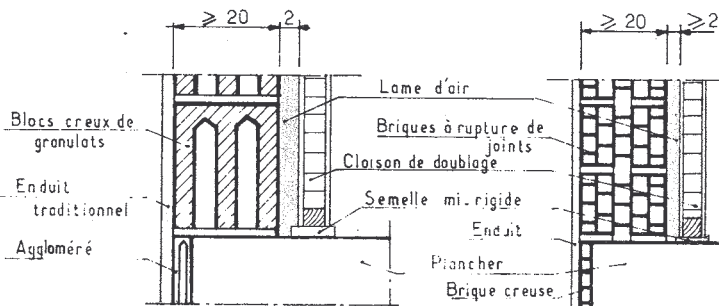


④

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

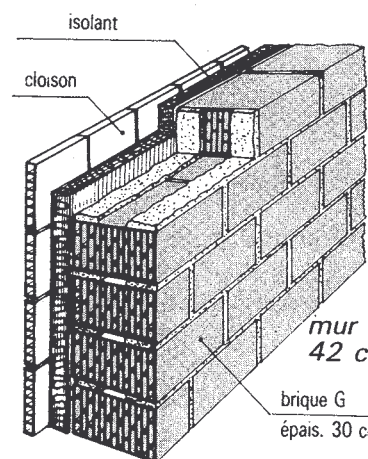


⑤c Blocs en béton cellulaire et cloison



⑤a Blocs creux enduits et cloison

⑤b Brique à rupture de joints et cloison

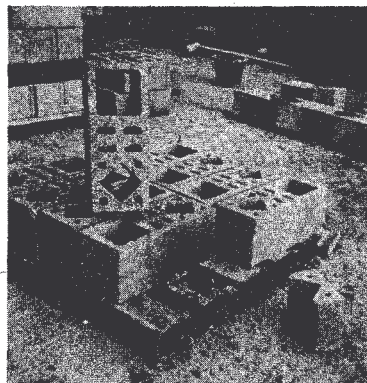


⑤d Mur avec brique « G » à 13 alvéoles et cloison de doublage

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

# DEUXIÈME PARTIE

## Blocs en béton manufacturé et leur utilisation

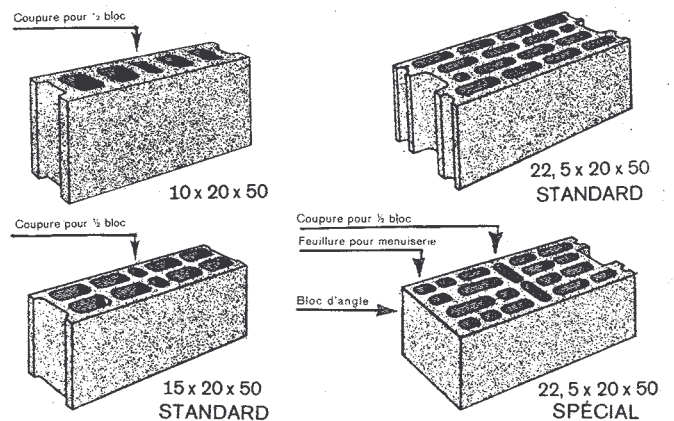


Blocs d'angle

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

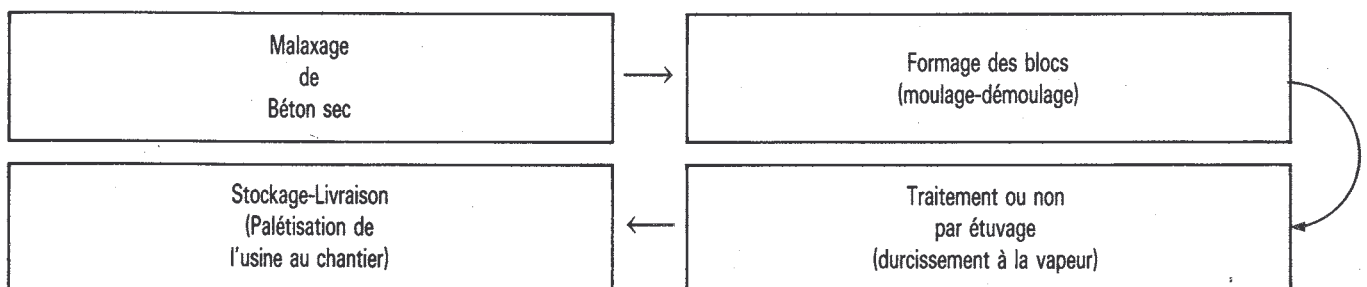
■ Ils sont obtenus :

- ▶ 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  $\text{cm}^2$  de la section brute (vidés non déduits).

**EXEMPLES :**

B 40 (bars)  $\leftrightarrow$  4 (MPa)

B 60 (bars)  $\leftrightarrow$  6 (MPa)

B 80 (bars)  $\leftrightarrow$  8 (MPa)

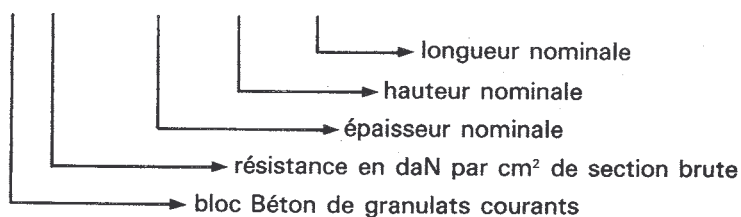
• 1 MPa (Mégapascal) = 10 bars ou 100 Newtons/ $\text{cm}^2$

- ▶ **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.		N	E	H
B 40	7,5	20	50	1	5	19	49,5
	10	-	-	-	7,5	-	-
B 60	12,5	-	-	-	10	-	-
	15	-	-	2	12,5	-	-
B 80	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 :

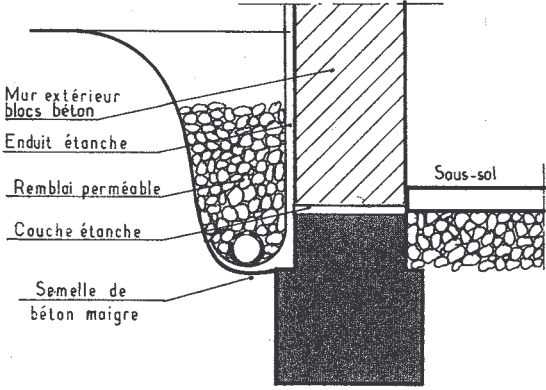
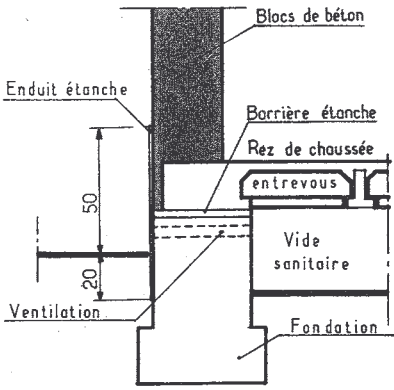
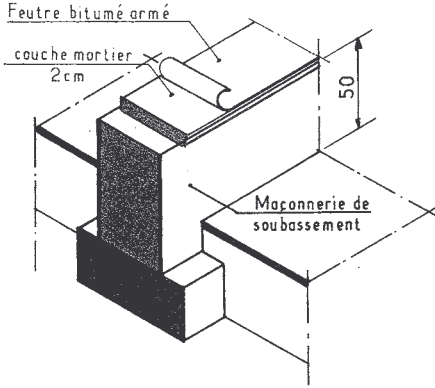
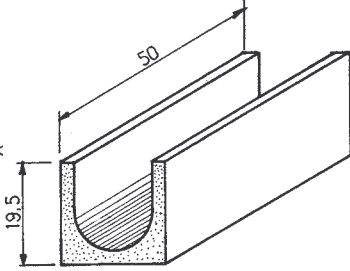
B 60 de 20 × 20 × 50 à N rangées d'alvéoles.



## ■ QUALITÉS REQUISES

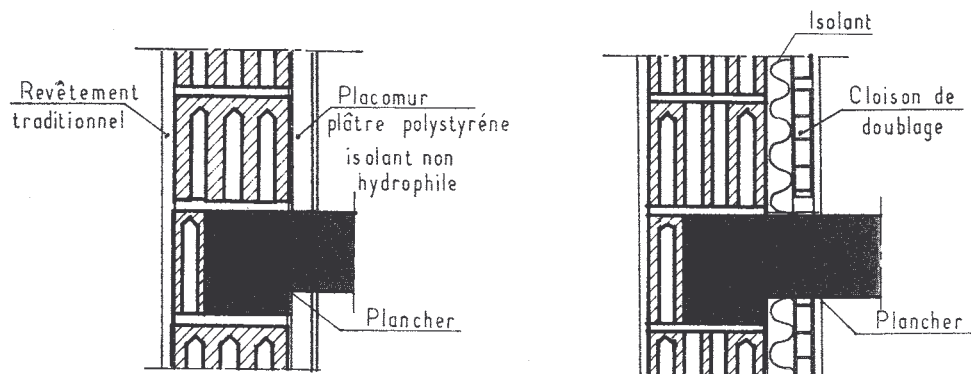
- ▶ **Aspect** → ni fissuration, ni déformations ou arrachement, les arêtes ne doivent pas s'effriter.
- ▶ **Précision** →  $\pm 2$  mm sur la hauteur,  
 $\pm 1$  mm sur les épaisseurs.
- ▶ **Résistance** → le coefficient de sécurité est compris entre 6 et 8 suivant que les charges sur le mur sont centrées 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
<p>Résistance et Protection contre l'eau</p>	<p><b>MURS DE SOUS-SOL - SOUBASSEMENT ⑦ ⑧ ①</b></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> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div style="text-align: center;">  <p>⑦ a Fondation béton armé</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>⑦ b Cas d'un vide sanitaire</p> </div> </div>
<p>Isolation thermique + Isolation acoustique  + Étanchéité à l'eau de pluie  + Résistance à l'écrasement</p>	<p><b>MURS DE FAÇADE (Charges excentrées) voir figures ① et ②</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Plein-mur et allèges ⑧</b></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 <b>résistance</b> aux charges et à la pénétration de l'eau de pluie.</li> <li>• <b>Chaînes d'angle et tableaux de baie (voir p. 126)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les blocs d'angles permettent de réaliser des chaînages verticaux dans une alvéole de 10 cm X 10 cm.</li> </ul> </li> <li>• <b>Linteaux et chaînage ⑨</b> <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> </li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div style="text-align: center;">  <p>⑧ Soubassement de façade</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>⑨ Blocs béton en U</p> </div> </div>

(suite)

• Rives des planchers ① ⑩



⑩ Rive de plancher

**NOTA :**

On peut utiliser également :

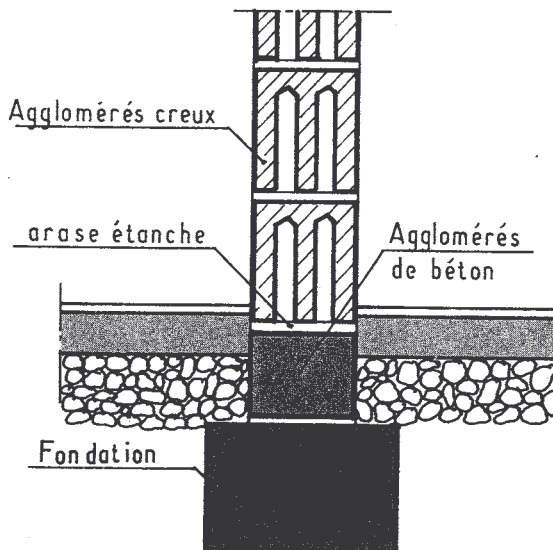
- des blocs en béton cellulaire autoclavé de masse volumique 500 kg/m<sup>3</sup>,
- des blocs typifiés avec isolant (polystyrène) incorporé entre 2 éléments de béton (bloc ISECO).

Résistance à l'écrasement  
(murs porteurs très sollicités)

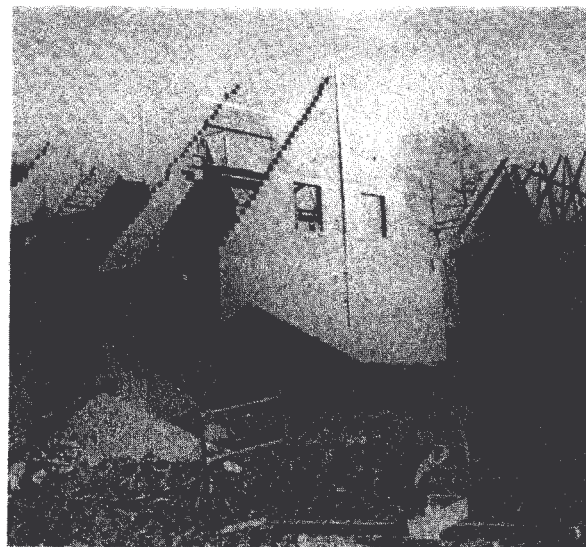
**MURS DE REFEND** (charges généralement centrées) ① ⑪ ⑫

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.



⑪



⑫

Résistance pour  
porter les charpentes

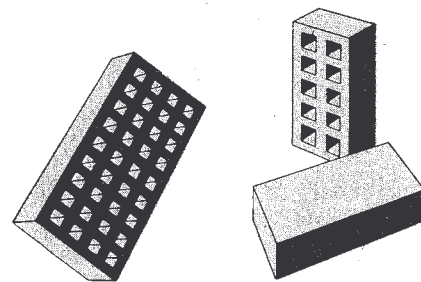
**POINTES DE PIGNON ou de REFENDS** ① ⑫

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**  
⑬ 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 :

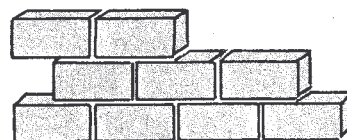
- par **filage** (passage de l'argile dans la filière),
- par **pressage** (compression de la pâte dans un moule).

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

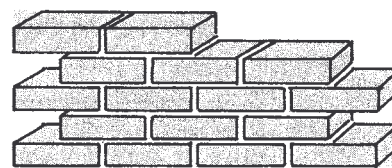
► QUALITÉS REQUISES

- **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.

CLOISONS

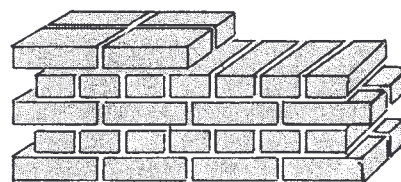


cloison de 0,06 m d'épaisseur

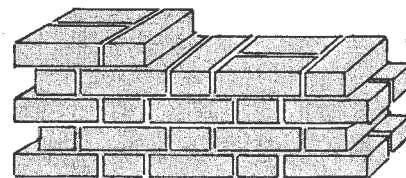


cloison de 0,11 m d'épaisseur

MURS



appareillage français  
mur de 0,22 m d'épaisseur



appareillage anglais  
mur de 0,22 m d'épaisseur

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/cm <sup>2</sup>		
* 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.

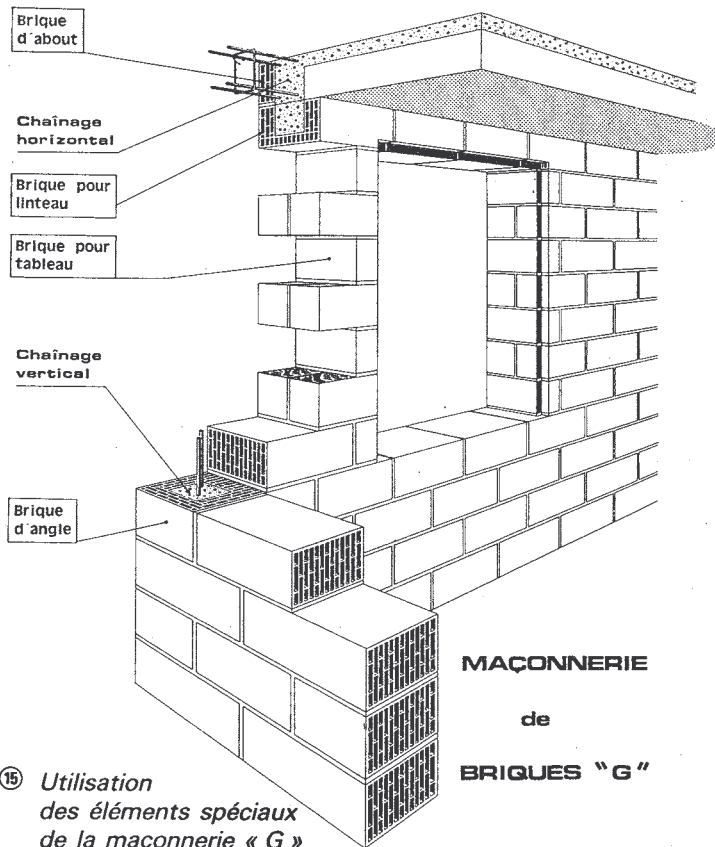
## ■ LE MUR EN BRIQUE « G » <sup>15</sup>

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

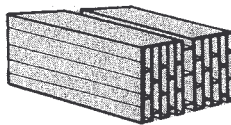
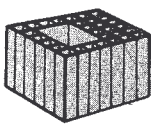
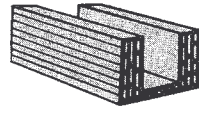
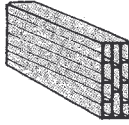
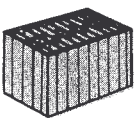

- un nombre important d'alvéoles (12 à 15 rangées et au-delà),
- des attaches transversales en quinconce.

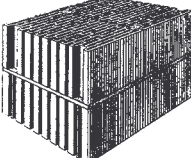
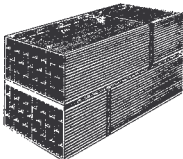
Elle est utilisée essentiellement pour les murs de façade.

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



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

 <p><b>BRIQUE SPECIALE G 11</b> 0,275x0,20x0,50 0,275x0,20x0,40</p>	 <p><b>BLOC D'ANGLE</b> 0,275x0,20x0,20 Dimensions du trou central 0,10 x 0,10</p>	 <p><b>BRIQUE LINTEAU</b> 0,275x0,20x0,40 Section du béton armé du linteau 0,12 x 0,16</p>
 <p><b>BRIQUE A BOUT DE PLANCHER</b> 0,08x0,20x0,40</p>	 <p><b>BRIQUE DE TABLEAU</b> 0,275x0,20x0,13</p>	 <p><b>BRIQUE D'ARASE</b> 0,275x0,065x0,40</p>

Désignation	Dimensions courantes	Résistance moyenne		
		catégorie	MPa	Bar
Blocs Perforés symbole B.P.	 <p><sup>16</sup> a Les briques « G » à alvéoles verticales (blocs perforés)</p> <p>Pour murs simples Épaisseurs courantes : 30 à 37,5 cm Hauteur 20 cm Longueurs 30 et 40 cm</p>	B.P.	15	150
		B.P.	20	200
		B.P.	30	300
		B.P.	40	400
Briques « G » à alvéoles horizontaux : • creuses → symbole C • à rupture de joint → symbole R.J.	 <p><sup>16</sup> b Les briques « G » à alvéoles horizontales</p> <p>Pour murs simples : Épaisseurs courantes : 27,5 et 30 cm Hauteur 20 cm Longueurs 40 et 50 cm</p>	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 ou de chaînage } → bloc en forme de U
- de rive des planchers pour obtenir un parement homogène

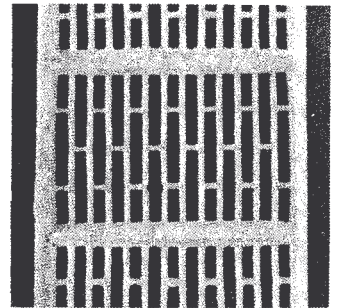
► Qualités requises : (voir page 130)

► Recommandations techniques

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

- respecter le sens de pose ⑰ → cloisons superposées  
alvéoles superposées
- ne pas utiliser de briques cassées ou percer la maçonnerie pour colmater ensuite avec du mortier,
- utiliser du mortier bâtard 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 }



⑰

## ■ MURS RÉALISÉS AVEC LES BRIQUES CREUSES ⑱

► murs à simple paroi :

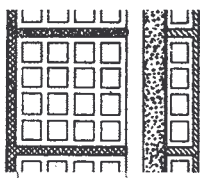
- non porteurs,
- porteurs.

► murs avec cloison de doublage :

- sans isolant,
- avec isolant.

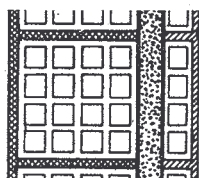
► Types de briques creuses :

- type C : à faces de pose continue,
- type R.J. : à rupture de joint (coupure du joint horizontal).



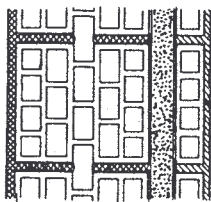
$e_{cm} = 17,5$

Mur porteur en murettes R G avec lame d'air isolant et contrecloison ⑱ a



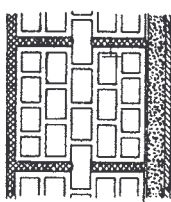
$e_{cm} = 17,5$

Mur porteur en murettes R G avec isolant et contrecloison ⑱ b



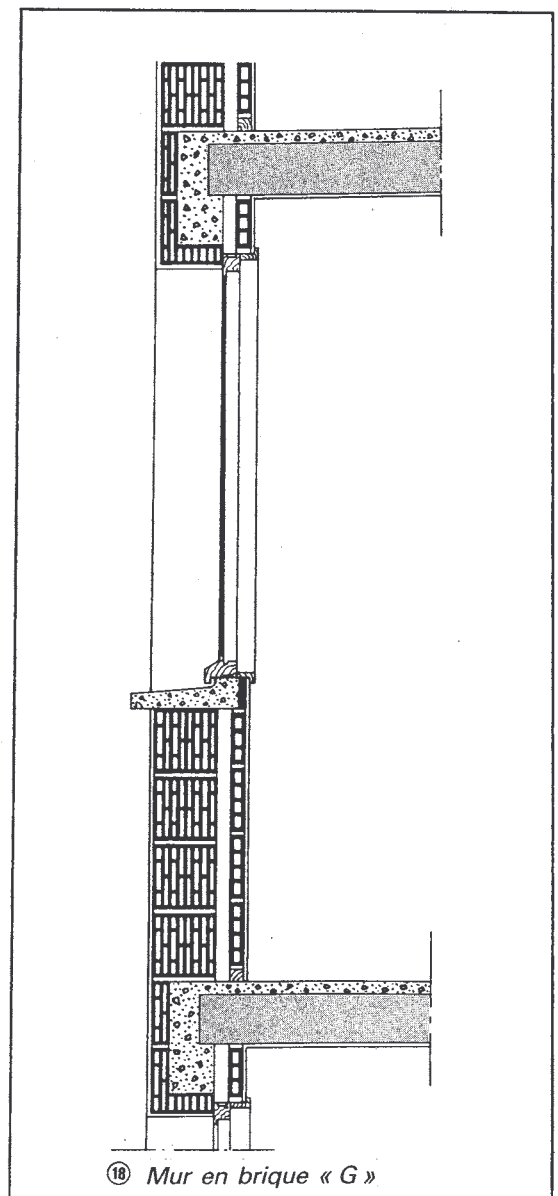
$e_{cm} = 20$

Mur porteur en briques B1 R G avec isolant et contrecloison ⑱ c



$e_{cm} = 20$

Mur porteur en briques B1 R G avec doublage isolant ⑱ d



⑱ Mur en brique « G »

← ⑱ →

## ► 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	et	
	5	20		
	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)
	22,5	20	(et	
	25	20	50)	
	27,5	20		murs extérieurs (R.J.)
	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	40
	C ou R.J. 60	6	60
	C ou R.J. 80	8	80

### OUVRAGES PARTICULIERS

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

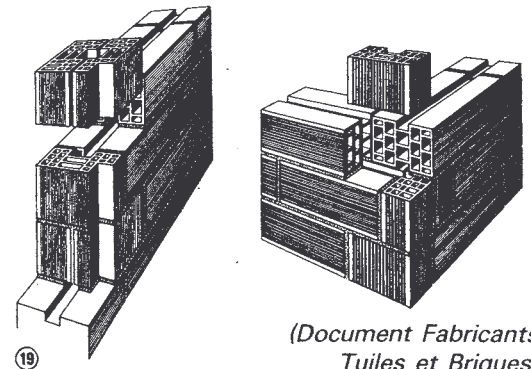
### ► Qualités requises (voir page 130) :

### ► 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 ⑮,
  - de détails techniques ⑲ ⑳.



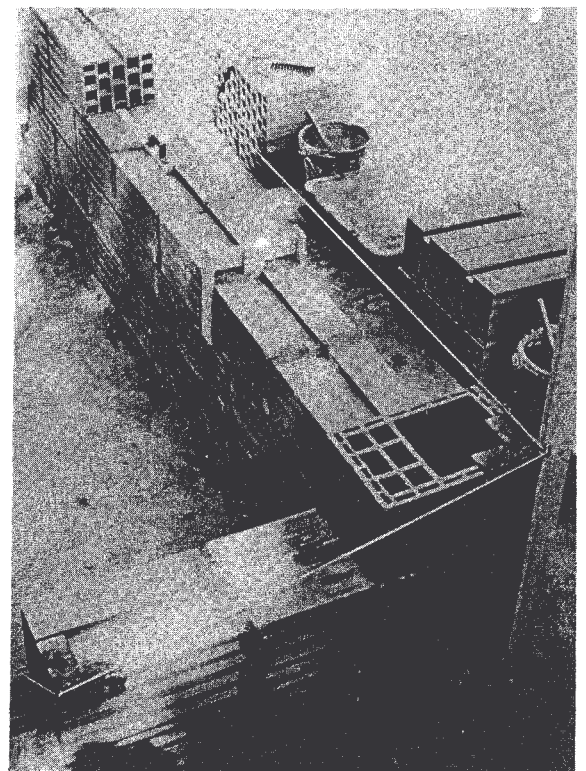
(Document Fabricants Tuiles et Briques)

## 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)



⑳

## 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

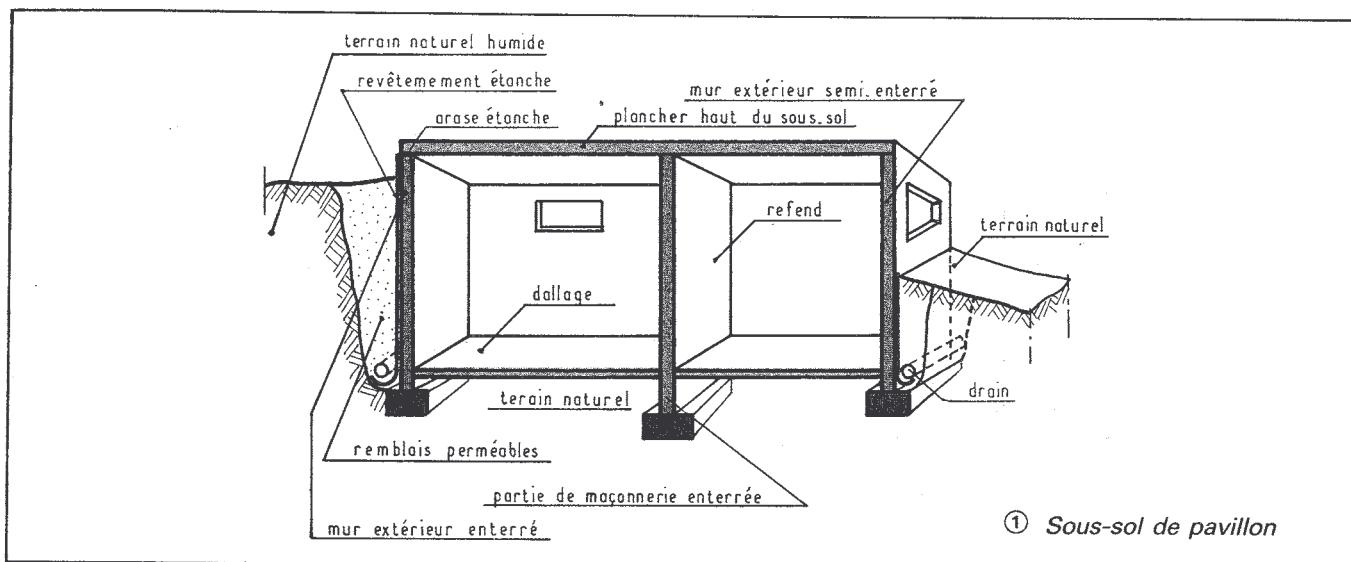
## La maçonnerie du sous-sol

### 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

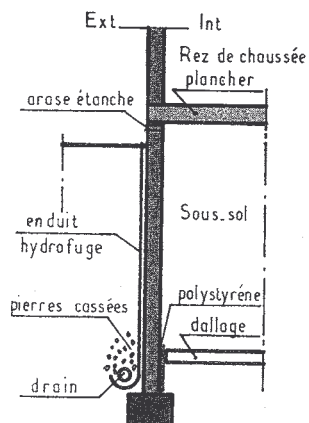


#### ► Murs de 1<sup>re</sup> catégorie ②

murs limitant des locaux utilisés

**EXEMPLES :**

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



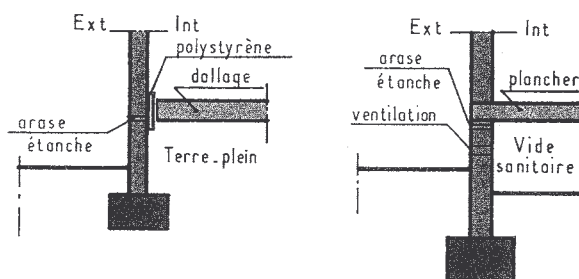
② Murs de 1<sup>re</sup> catégorie

#### ► 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.

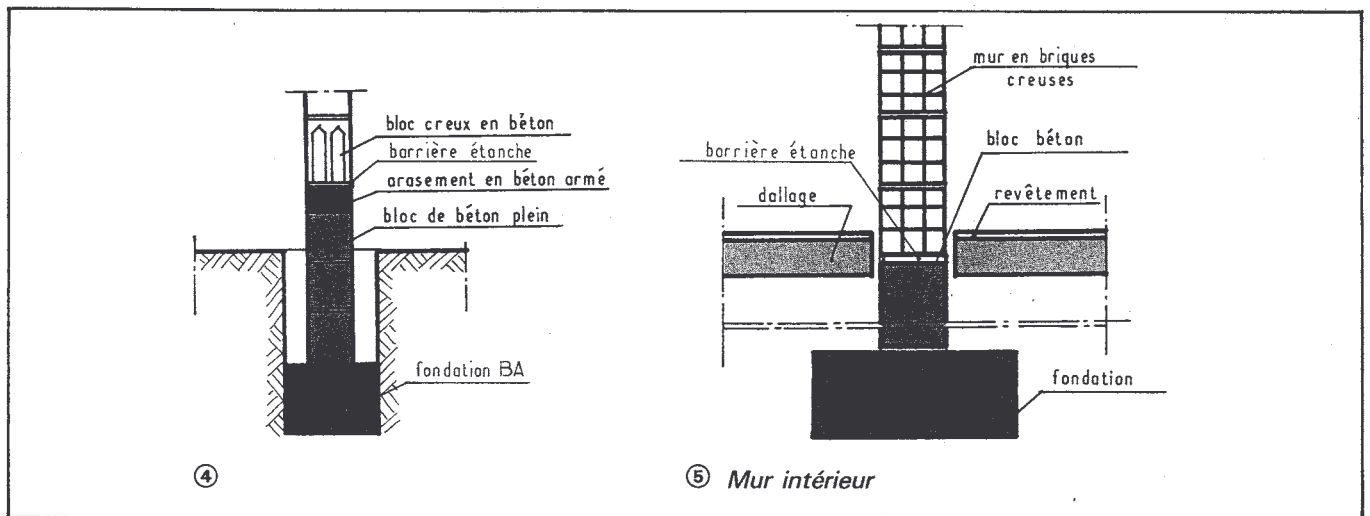


③ Murs de 2<sup>e</sup> catégorie

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

### EXEMPLE :

départ d'un mur de refend.



## 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 EXTÉRIEURS

■ **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.

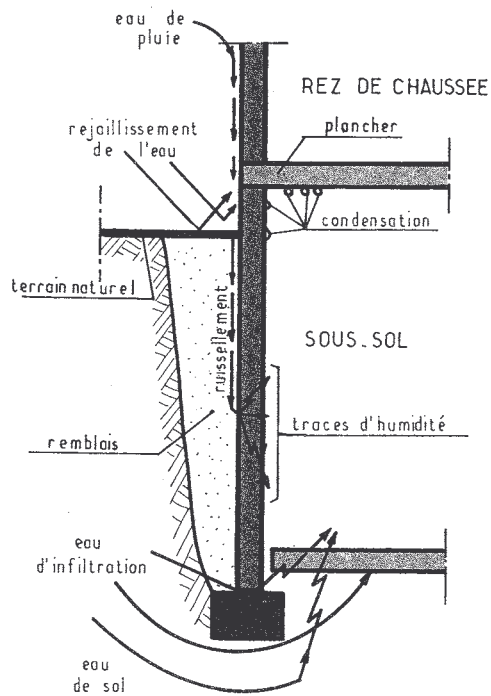
- ▶ **béton banché faiblement armé** d'épaisseur minimale 15 cm qui nécessite des coffrages (banches).

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

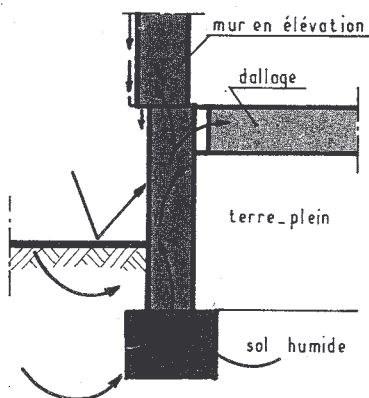
▶ **Incidents à craindre**

- **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 désordres consécutifs.

⑥ Mur de 1<sup>re</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 ①,
- 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  $\geq 5$  mm par mètre. Il est réalisé en mortier de ciment.

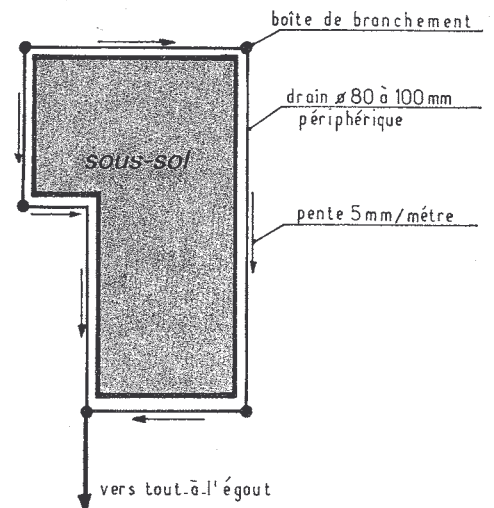
- les **drains**, de diamètre 8 à 10 cm, collectent l'eau.

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>re</sup> solution

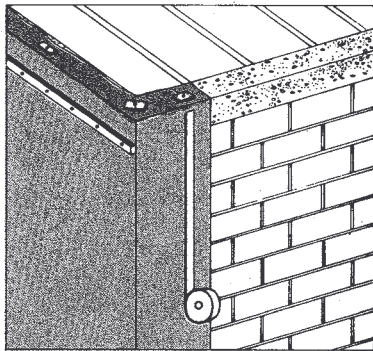
2<sup>e</sup> solution

sur Murs en agglos

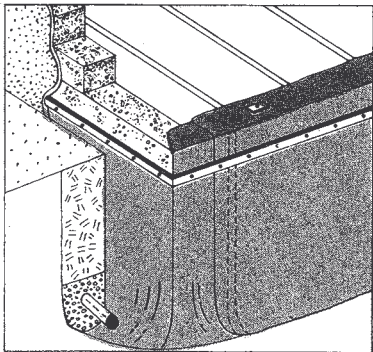
Enduit classique au mortier de ciment avec hydrofuge. Peinture bitumineuse appliquée en 2 couches (voir Thème n° 9 « Les Mortiers »).

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

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



Fixation du film étanche



Étanchéité achevée

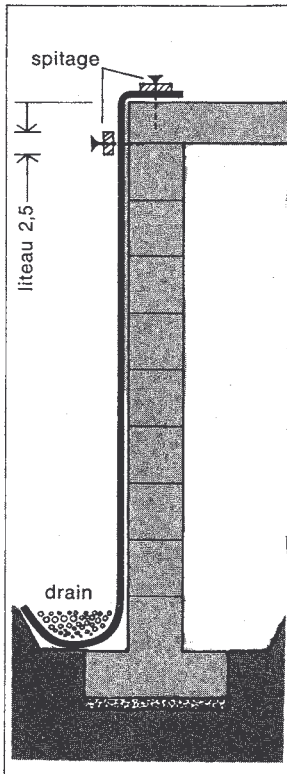
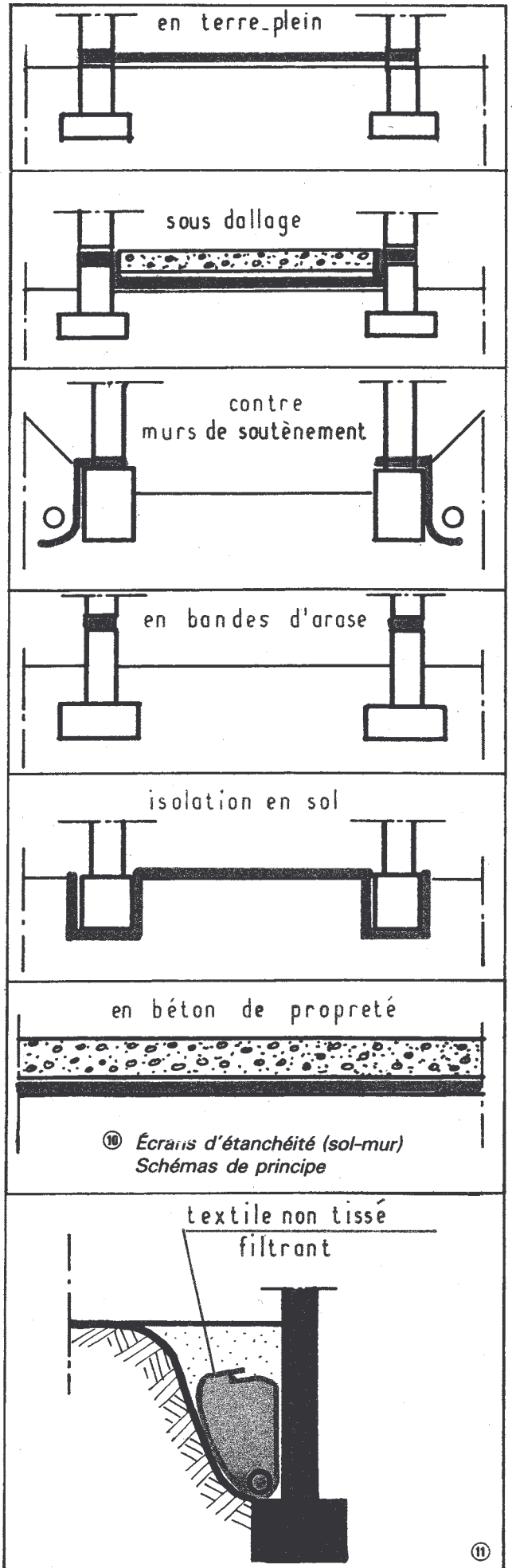


Schéma de principe

⑨ Mise en œuvre

• **Tranchée drainante** ⑪

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



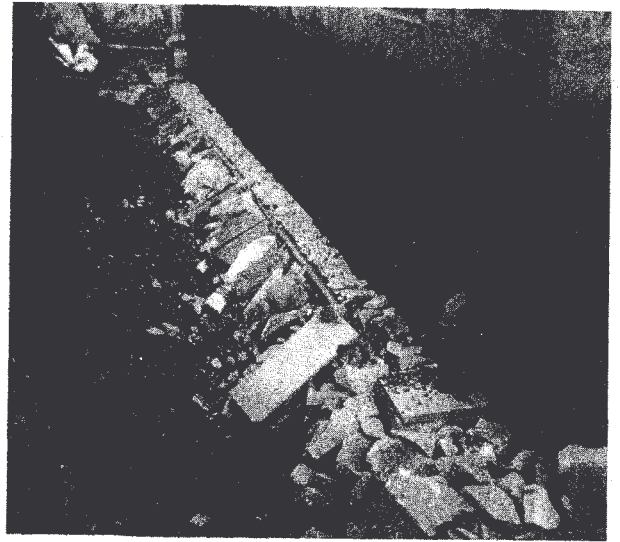
⑩ Écrans d'étanchéité (sol-mur)  
Schémas de principe

⑪



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

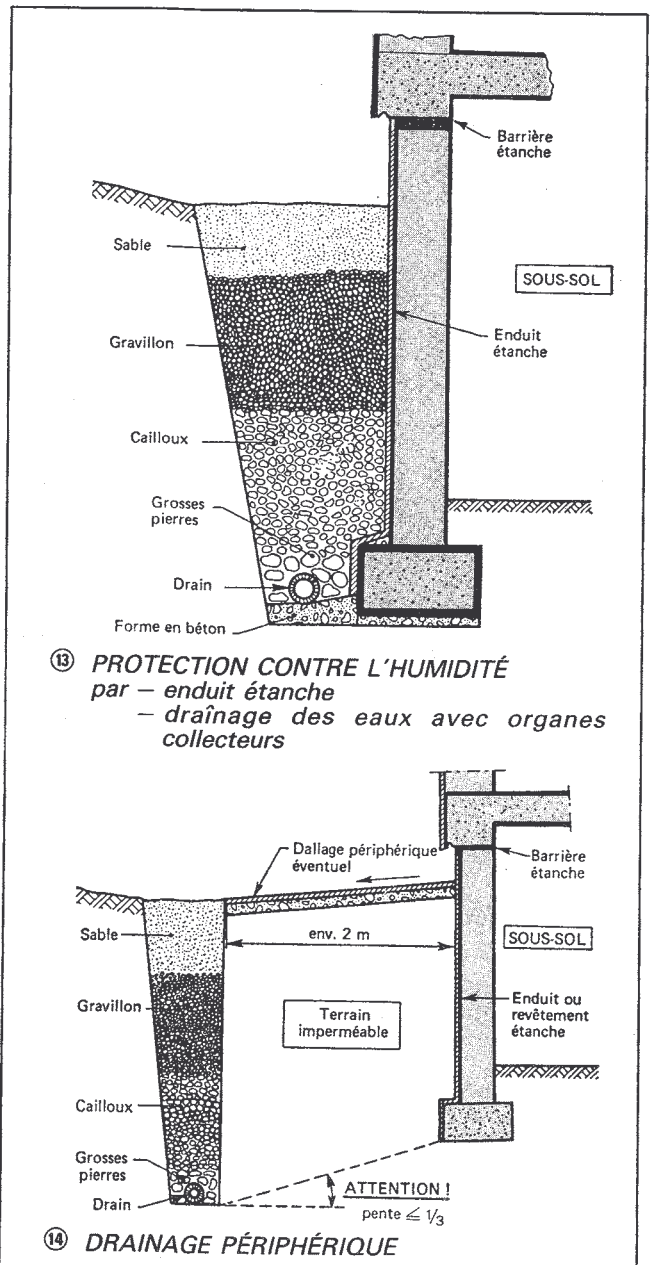
- chape de bitume armé,
- arase en mortier hydrofugé de 3 à 4 cm d'épaisseur dosé à 500 kg de ciment,
- feuille de polyéthylène placée en sandwich entre deux couches de mortier, épaisseur 100 microns.



- 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

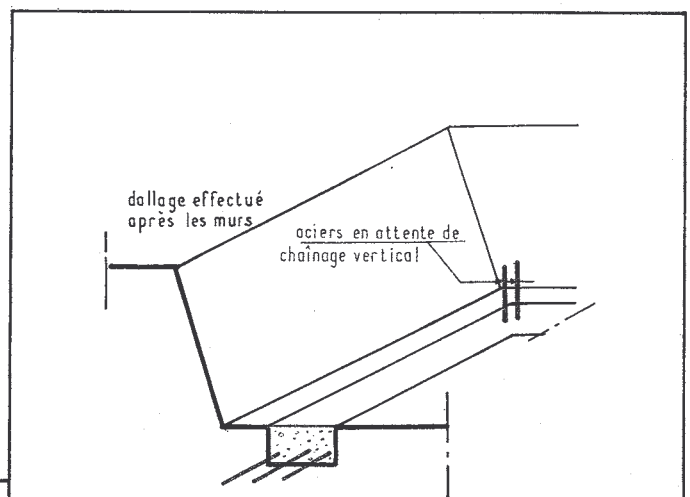
(Voir Thème n° 3 : « PROJET DE CONSTRUCTION »)

#### ■ DONNÉES DE DÉPART

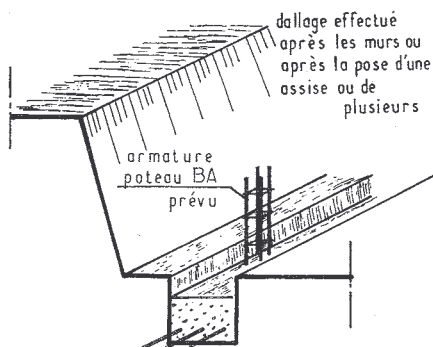
Le constructeur dispose :

- ▶ 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.

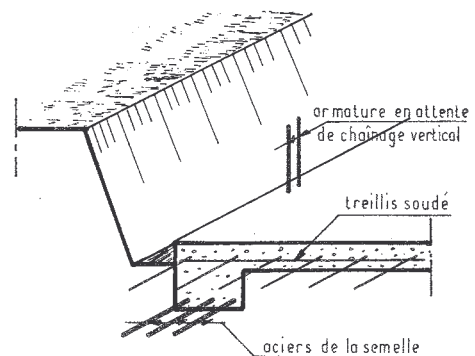
- Les fondations sont réalisées (*Cas rencontrés : ① ② et ③*).
- Les aciers en attente des poteaux ou des chaînages verticaux sont placés.



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.

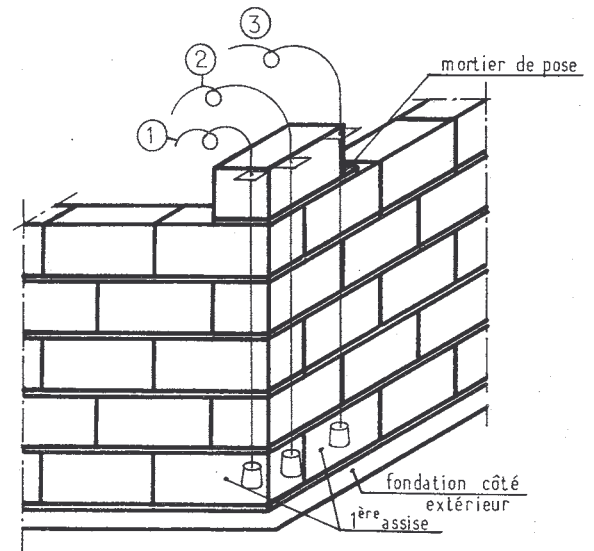
Il **tasse chaque bloc tout en l'alignant** au cordeau tendu entre les blocs d'extrémité.

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

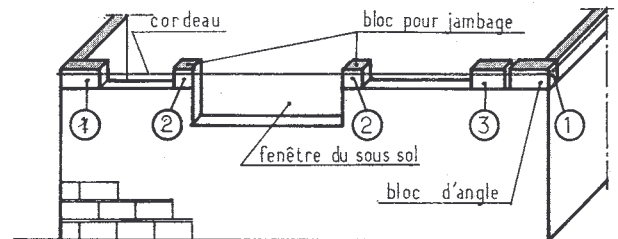
Les **joints verticaux** peuvent s'effectuer en série.



⑫ *Mise en place des blocs béton*  
- Pose à la truelle,  
- Alignement au cordeau.

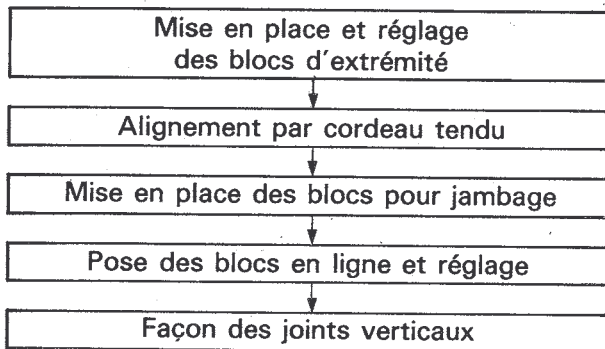


⑬ *Réglage d'un angle au fil à plomb*

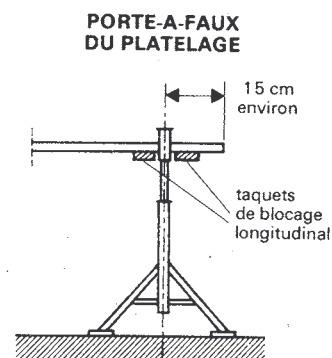


⑭ *Alignement des blocs au cordeau*  
1 - Blocs d'angle  
2 - Blocs de jambage  
3 - Blocs pour plein-mur

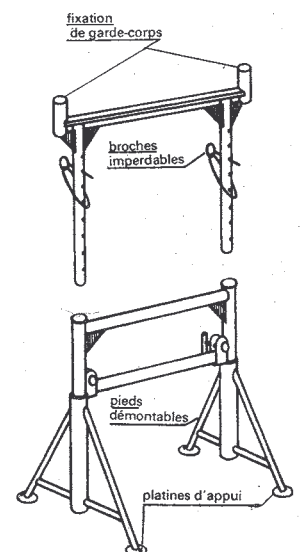
### ► Ordre des opérations successives ⑮



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



⑮ *Échafaudage par tréteaux réglables*  
- Distance maximale entre tréteaux : 2 m  
- Platelage en bastinges ou planches de 40 millimètres d'épaisseur



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

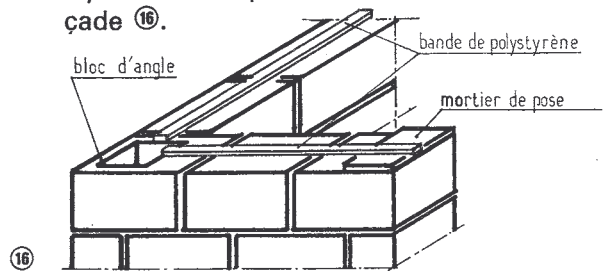
## ■ POSE A LA RÈGLE CALBRÉE OU AU CADRE MÉTALLIQUE

**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 <sup>16</sup>.



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

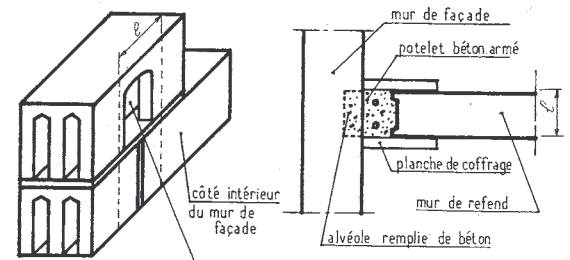
CAS D'ÉTUDE	RENSEIGNEMENTS TECHNIQUES	CROQUIS
<p><b>Liaison des murs de façade et de refends.</b></p> <p><b>OBJECTIFS RECHERCHÉS :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- stabilité des murs</li> <li>- réduction des ponts thermiques (échanges de chaleur à travers les murs)</li> </ul>	<p><b>PARFOIS :</b></p> <p>↓</p> <p>la liaison était effectuée par pénétration d'un élément (2 ou 3 sur la hauteur).</p> <p><i>Inconvénients :</i></p> <p>↓</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Pont thermique important,</li> <li>→ Risque de pénétration d'eau par capillarité.</li> </ul> <p><b>DÉSORMAIS :</b></p> <p>↓</p> <p>désolidarisation totale façade-refend <i>sauf aux chaînages horizontaux.</i></p> <p><i>Avantages. :</i></p> <p>↓</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ rapidité d'exécution,</li> <li>→ suppression du pont thermique,</li> <li>→ isolation intérieure continue.</li> </ul> <p><b>CONCLUSION :</b></p> <p>↓</p> <p>Les chaînages verticaux sont recommandés et les chaînages horizontaux assurent les liaisons en tête de mur.</p>	<p style="text-align: center;"><b>DESOLIDARISATION façade refend (chaînage horizontal non réalisé)</b></p> <p style="text-align: center;"><sup>18</sup> <i>Vue de dessus schématique</i></p>

**OBJECTIF RECHERCHÉ :**

Liaison effective sur la hauteur du mur

**VARIANTE :**

- on monte d'abord les murs de façade,
- on perce quelques alvéoles au droit des refends,
- on coule un potelet en béton faiblement armé pour solidariser.



quelques alvéoles assurent la solidarisation

⑲ Détail liaison façade-refend (vue de dessus)

Appui des poutres porteuses du plancher sur les murs de façade.

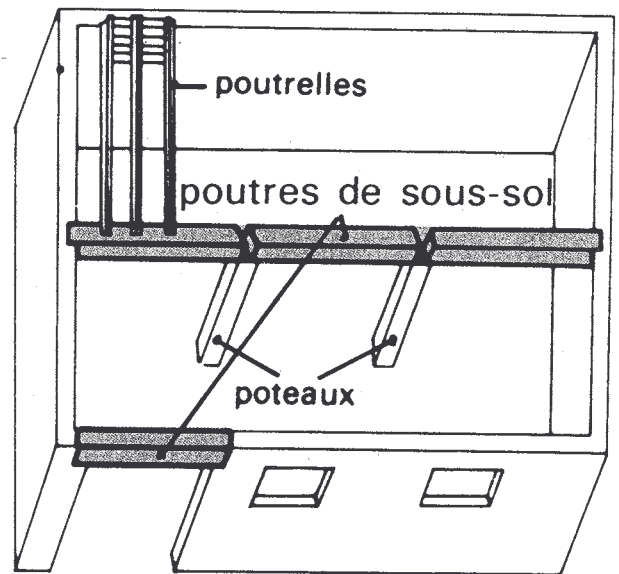
**OBJECTIF RECHERCHÉ :**

Égaliser les pressions sur le mur

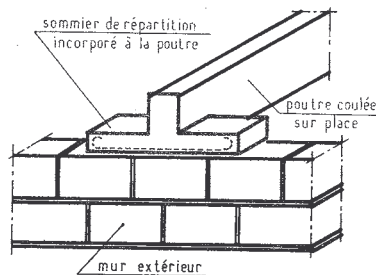
La poutre transmet une charge concentrée qu'il s'agit de répartir sur le mur par un « sommier de répartition ».

La poutre réalisée sur place ou préfabriquée peut prendre appui sur un poteau en béton armé :

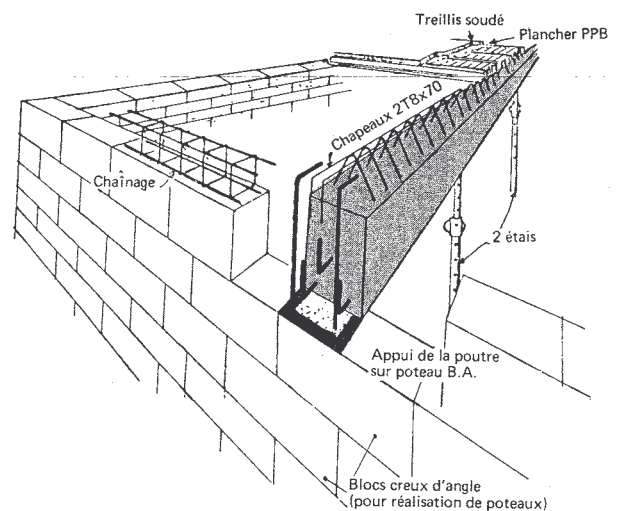
- coulé dans des blocs spéciaux d'angle ce qui évite tout coffrage (voir photo ⑳),
- coulé en place en réalisant un coffrage avec des panneaux plaqués sur les agglos préalablement montés.



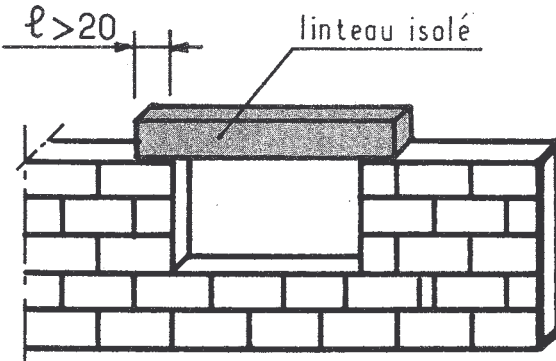
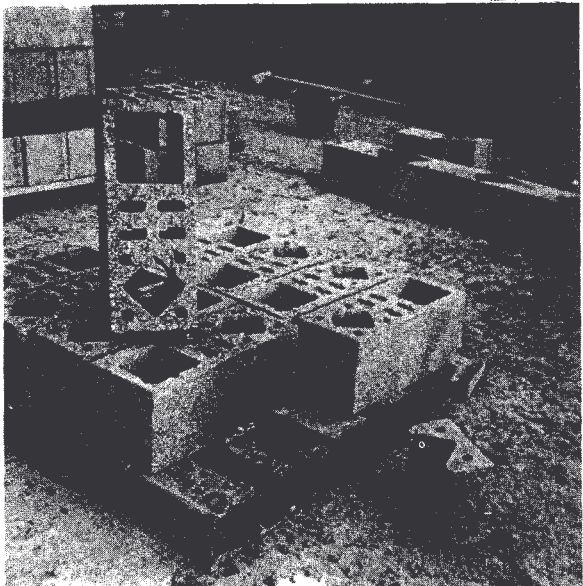
⑳ Poutres de sous-sol préfabriquées



㉑ Sommier de répartition



㉒ Poteau B.A. coulé dans un bloc d'angle

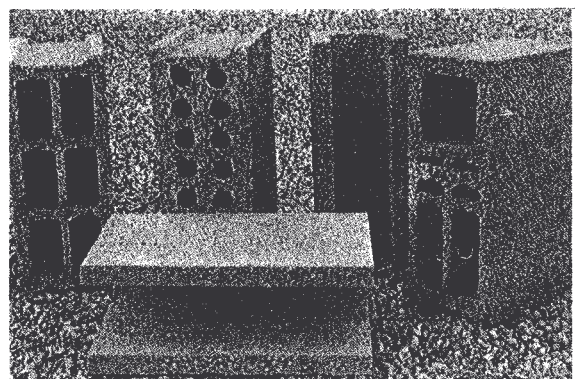
<p><b>Appui des linteaux isolés</b></p> <p><b>OBJECTIF RECHERCHÉ :</b></p> <p><b>Sécurité des ouvrages</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La longueur d'appui « l » des linteaux sur la maçonnerie est en fonction de la portée,</li> <li>- La longueur minimale de l'appui est de 20 cm.</li> <li>- De plus, « l » est au moins égale au 1/10<sup>e</sup> de la portée.</li> </ul> <p><b>EXEMPLE :</b>  lindeau de portée :  250 cm → l ≥ 25 cm</p>	 <p>Ⓣ 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 1,60 cm<sup>2</sup> 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 m<sup>3</sup> et mis en place par pilonnage ou vibration.</li> </ul>	 <p>Ⓣ Blocs spéciaux d'angle pour chaînage vertical</p>

#### 4 - REMARQUES SUR LES COFFRAGES

##### ■ LES TRAVAUX DE COFFRAGE ⑳ ㉕ ㉖ POUR LES :

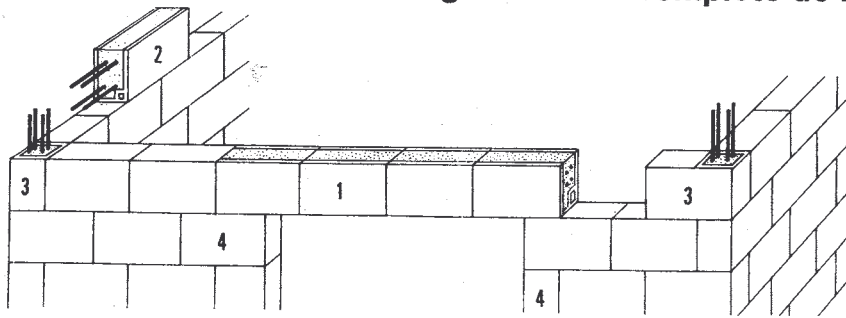
- ▶ potelets d'angle ou de jambages (chaînages verticaux),
- ▶ linteaux de petite et grande portée,
- ▶ chaînages horizontaux

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



㉕ Blocs béton

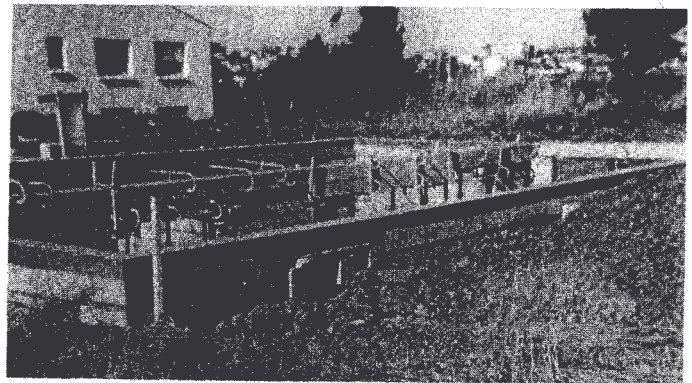
## une gamme très complète de blocs accessoires spéciaux



Bloc pour linteaux, feuilures, planchers.	1
Bloc pour chaînages et planchers.	2
Bloc pour angles et poteaux.	3
Bloc pour jambages, feuilures, tableaux, 1/2 blocs.	4

⑳ Blocs accessoires spéciaux

■ **LE COFFRAGE DE L'ARASE** ㉑ au niveau inférieur du plancher s'effectue par utilisation de planches de coffrage de 3 à 4 mètres de longueur maintenues par serre-joints.



㉑ 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

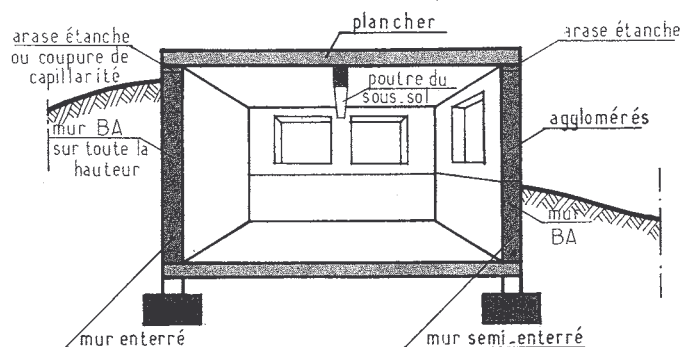
##### ■ Les murs extérieurs de sous-sol ①

- enterrés totalement,
  - enterrés partiellement,
- peuvent être réalisés :

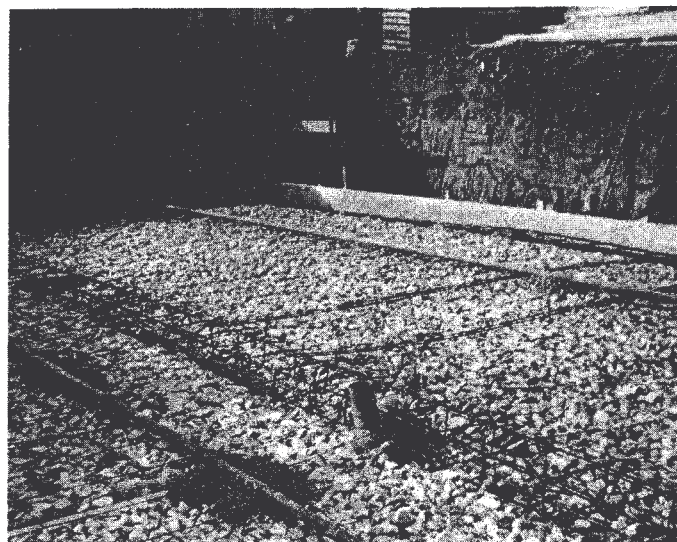
- ▶ en béton armé sur toute la hauteur du sous-sol.
- ▶ en béton armé sur une partie de la hauteur, et en blocs pleins ou creux en béton ou éléments de terre cuite (briques creuses) au-dessus.

##### ■ 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	∅ 4 mm	0,50 cm <sup>2</sup>
horizontale	∅ 5 mm	1 cm <sup>2</sup>
distance entre axes des aciers ≤ 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 ≈ 1 cm<sup>2</sup>
- pour chaînages horizontaux des planchers section d'acier ≥ 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.

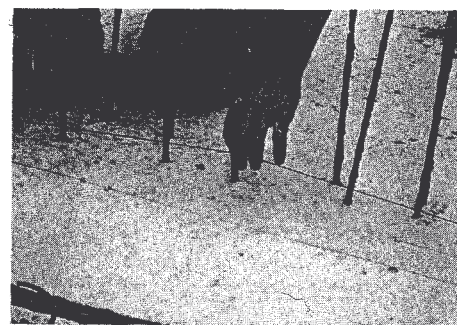
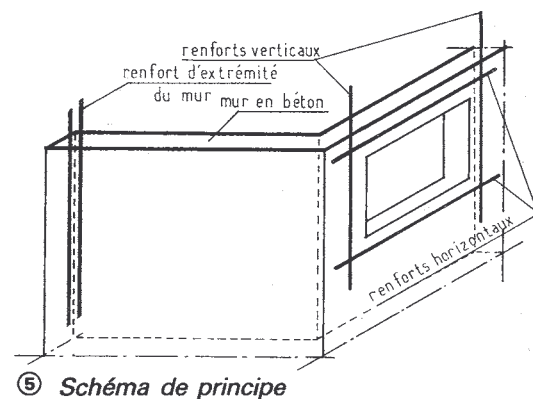
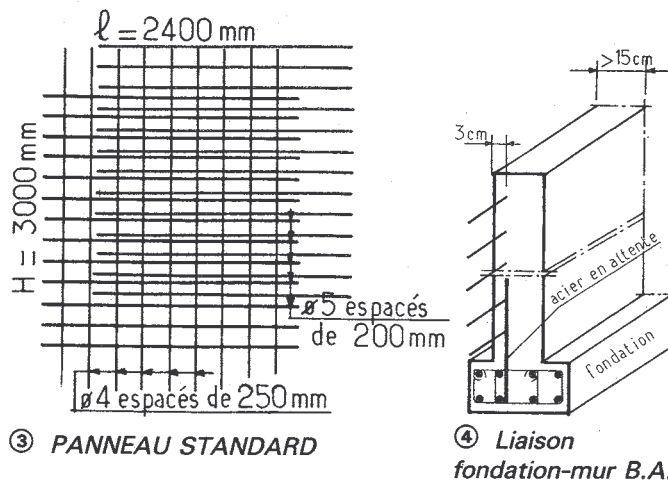
► la mise en place du treillis soudé et des aciers complémentaires.

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

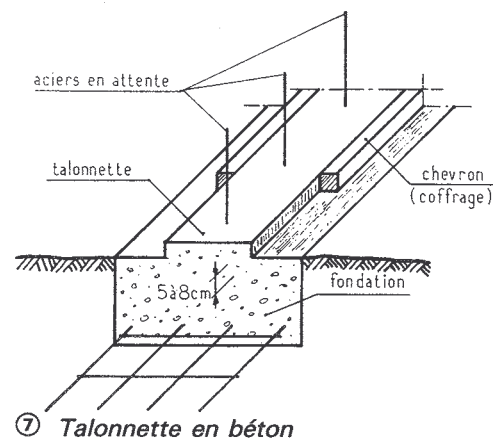
► la mise en place du béton par vibration.

► le décoffrage des murs.

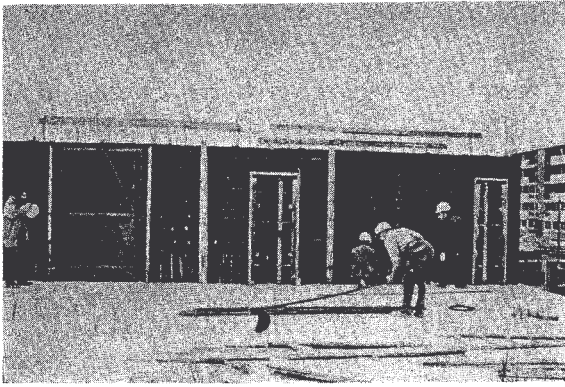
- La sécurité en cours d'exécution doit constituer un souci permanent de la part de tous les participants.



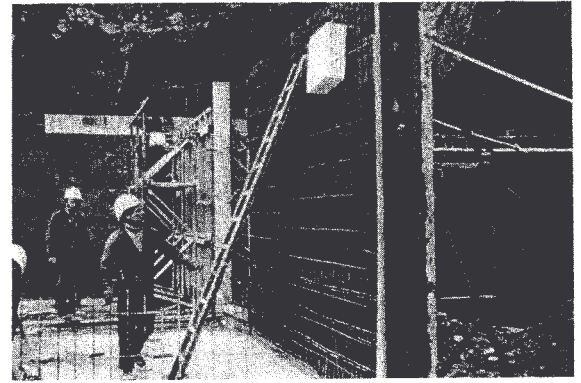
⑥ Tracé au trait bleu



⑦ Talonnette en béton



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

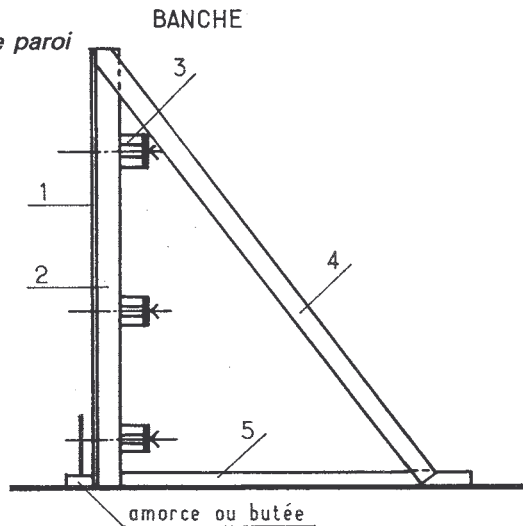


⑨ Coffrage et armature

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

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

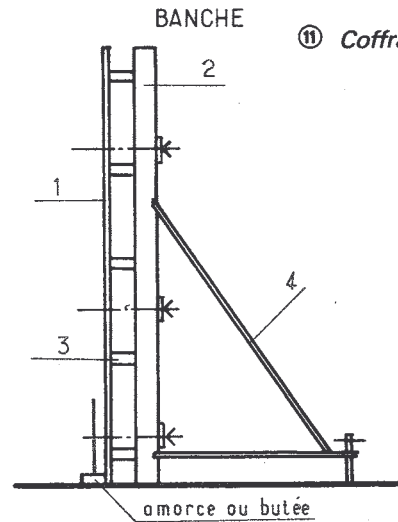
⑩ Coffrage de paroi



#### COFFRAGE DE PAROI

- 1 Peau de coffrage . contreplaqué
- 2 Raidisseur vertical . bastaing ou madrier
- 3 Raidisseur horizontal . bastaing
- 4 Contrefiche en bois . planche
- 5 Traverse horizontale . bastaing

⑪ Coffrage de paroi



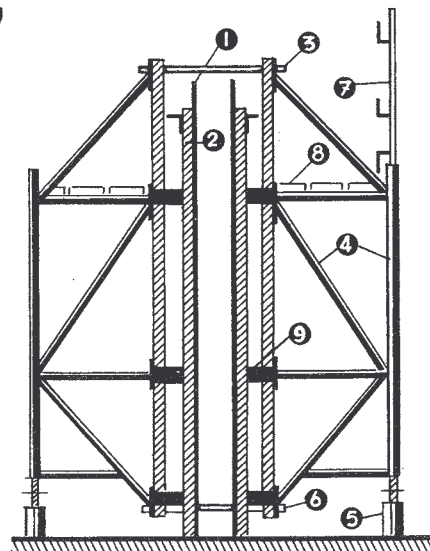
#### COFFRAGE DE PAROI

- 1 Peau de coffrage
- 2 Raidisseur vertical
- 3 Raidisseur horizontal
- 4 Stabilisateur en métal

(Doc. SIMPRA)

⑫ Banche standard métallique (banche monolithe lourde)

- 1 Face coffrante 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



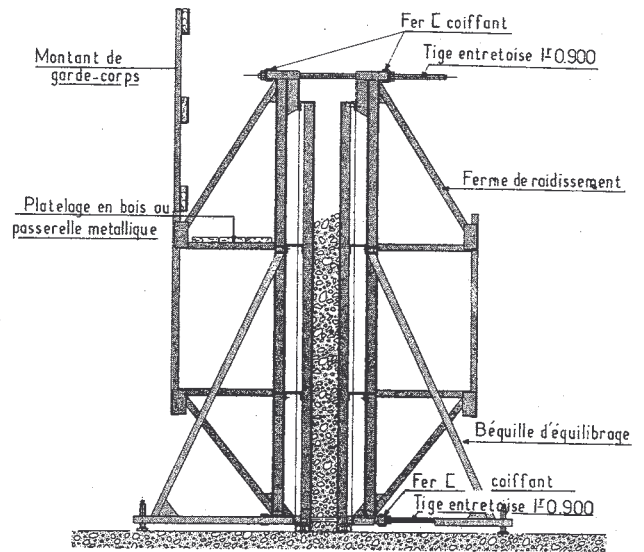
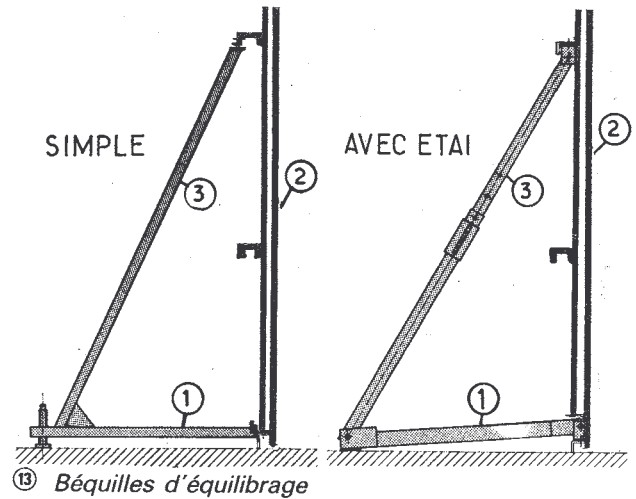
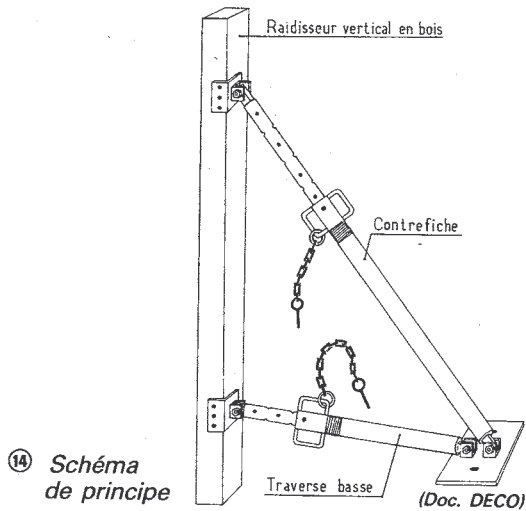
(Doc. SIMPRA)

## ■ PRINCIPES DE CONSTRUCTION DES COFFRAGES :

### ► STABILITÉ des parois coffrantes.

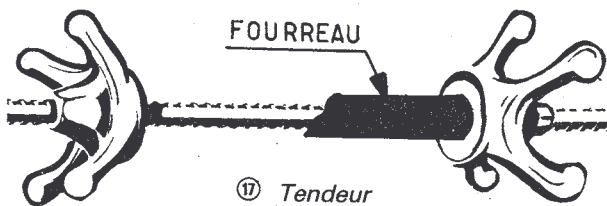
Elle est assurée par :

- 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 raidisseur vertical ou montant ②
  - une contrefiche inclinée ③



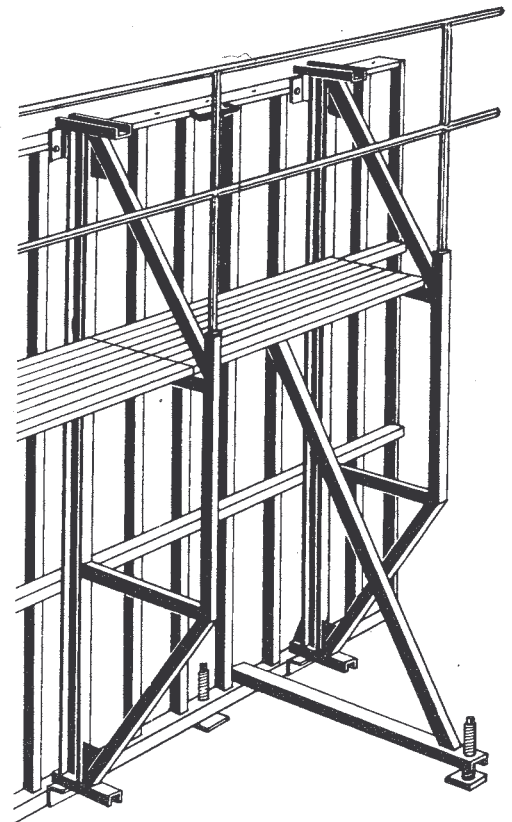
La ferme de raidissement est triangulée ⑮ et ⑯.

- des entretoises qui permettent d'obtenir le parallélisme des parois et qui servent en même temps de :
  - distanceur → écartement constant,
  - tendeur ⑰ → 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, réemplois.

► **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 BANCHES

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

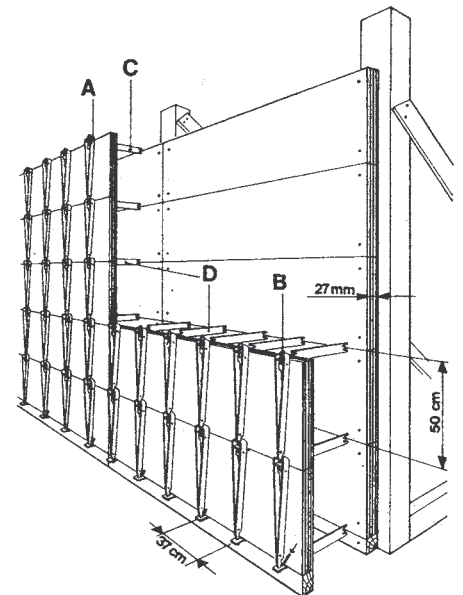
Pour des raisons évidentes d'économie et de réemplois faciles, les constructeurs utilisent :

■ **des banches démontables** <sup>Ⓜ</sup> 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 coffrante, le système de raidissement et le dispositif support (passerelle) sont solidaires *(voir croquis* <sup>Ⓜ</sup>*).*



*(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 19 à 23).

- ▶ les 2 parois sont coffrées avec des panneaux de contreplaqué ou des planches placées horizontalement maintenues par des raidisseurs verticaux (bastaings) 19.
- ▶ • la surface coffrante 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 20.
- ▶ • l'une des parois est maintenue par :
  - des raidisseurs primaires verticaux,
  - des raidisseurs secondaires horizontaux 23.
- l'autre paroi prend appui sur la précédente et est raidie par des raidisseurs verticaux seulement 21.  
Variante de coffrage (voir le schéma 20).

### ■ PROCÉDÉS UTILISANT DES PANNEAUX STANDARDS.

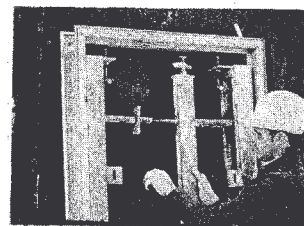
- ▶ **Caractéristiques des panneaux bois :**
    - largeur : 50 cm
    - longueur : 100 cm, 150 cm, 200 cm, 250 cm
    - épaisseur : 3 cm environ
    - masse : 16 à 20 kg par m<sup>2</sup>
  - ▶ **Modes opératoires**  
Ils sont précisés :
    - sur la planche n° 24 intitulée : *Coffrage Rapide DIFCO* ; l'ordre des opérations est visualisé sur les vues n° 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 29,
  - pour l'angle extérieur 30.

## 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 :

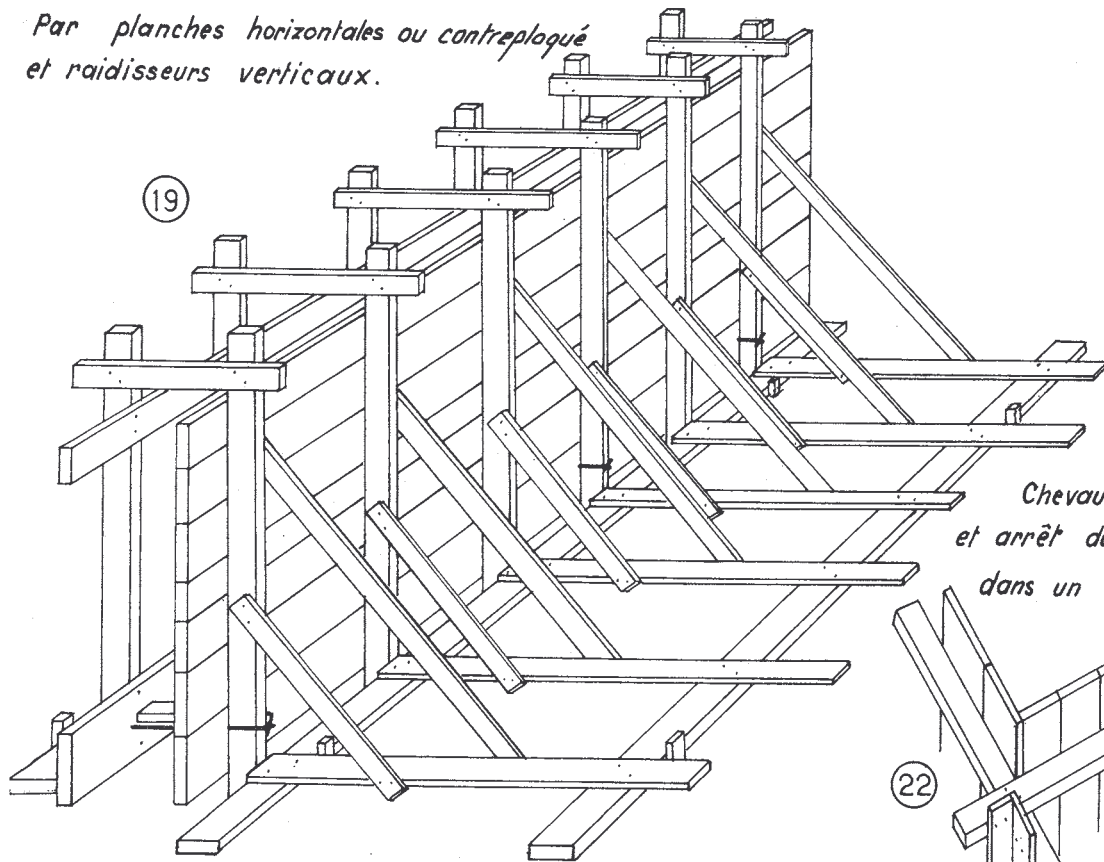
Pour un  $\varnothing$  5 mm le recouvrement sera d'au moins 200 mm.

- 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.

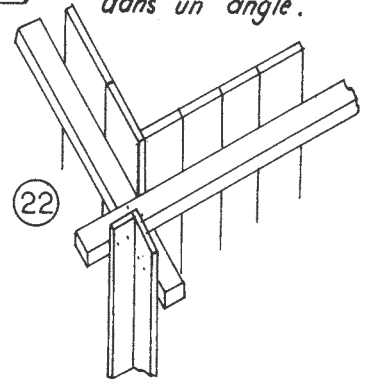
## 3 - COULAGE DU BÉTON

- **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.)

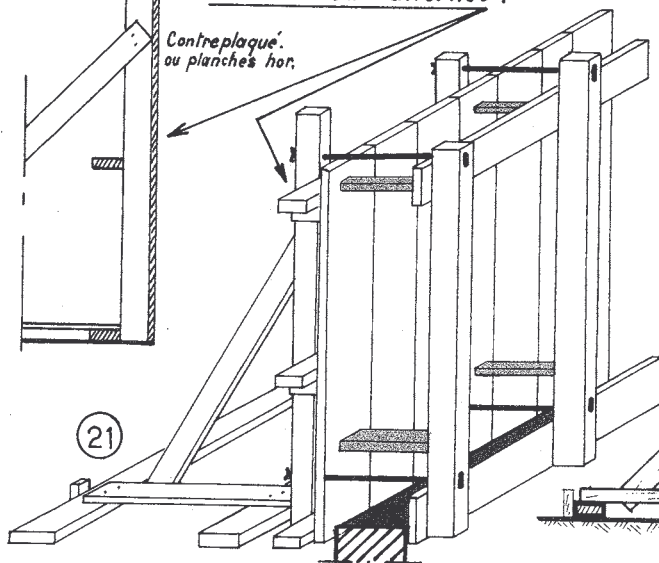
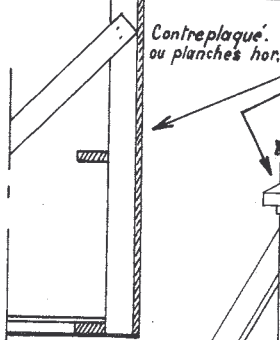
*Par planches horizontales ou contreplaqué et raidisseurs verticaux.*



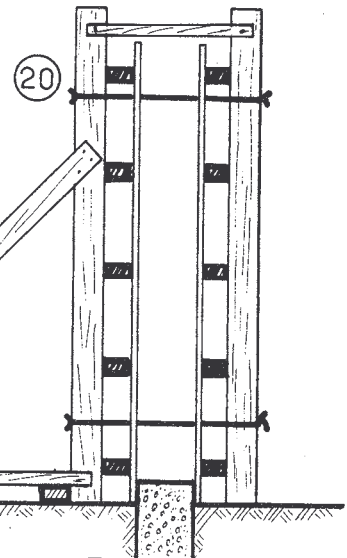
*Chevauchement et arrêt des longrines dans un angle.*



**23** *Raidisseurs horizontaux et verticaux alternés.*

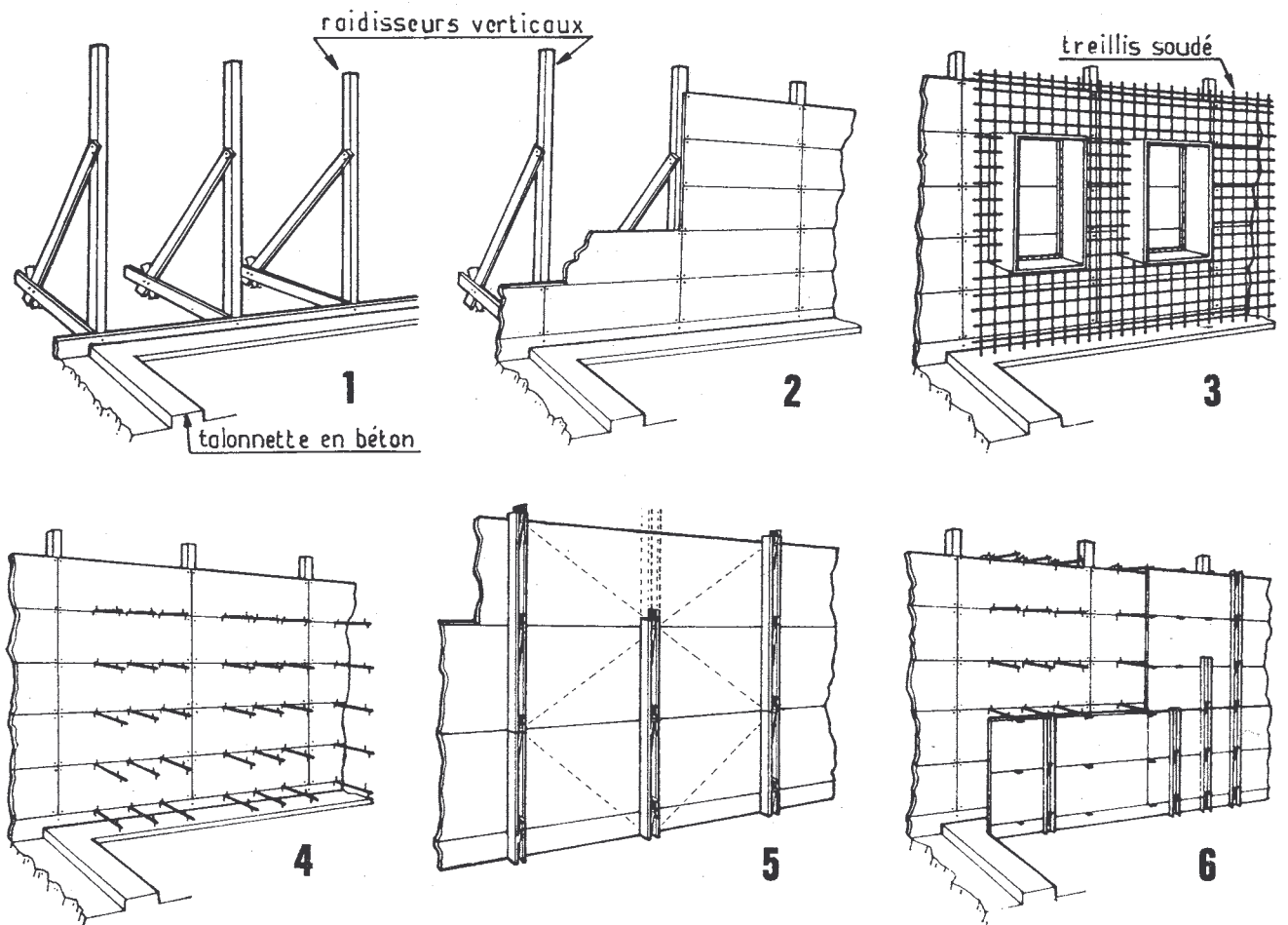


*Par planches verticales pour une face, horizontales pour l'autre ou panneau de contreplaqué*



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

PROCÉDÉS TRADITIONNELS

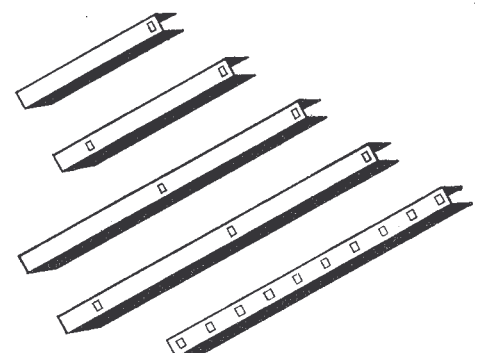
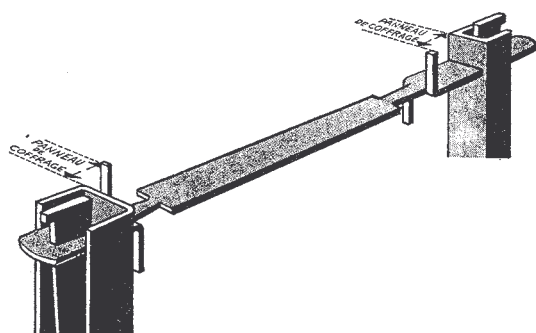


- MONTAGE DU COFFRAGE :

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

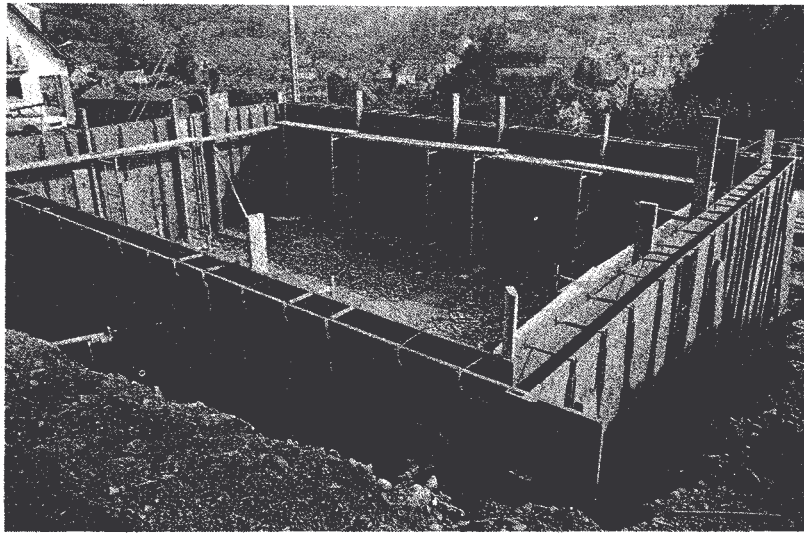
- TROIS PIÈCES PRINCIPALES

1. Distanceur - Tendeur - Raidisseur - (pour toutes épaisseurs de mur)
2. Clavettes de serrage
3. Fer U perforé

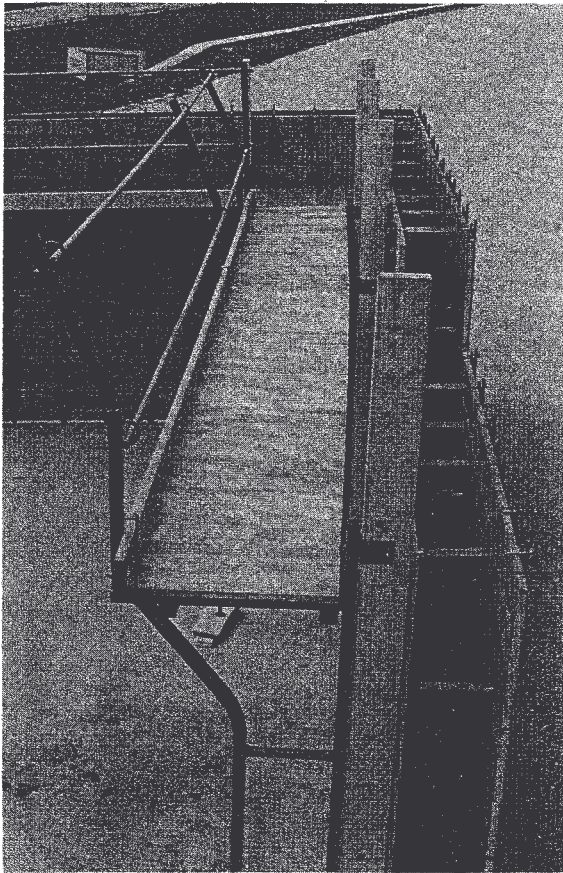




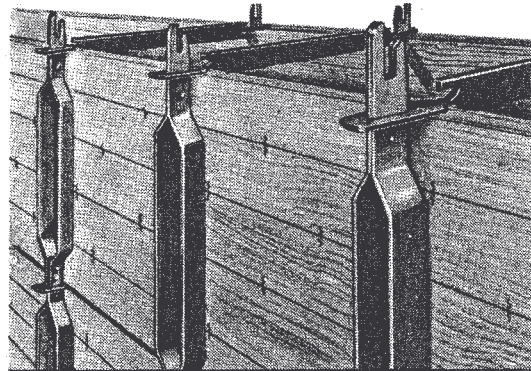
# COFFRAGE PAR PANNEAUX STANDARDS ET RAIDISSEURS METALLIQUES



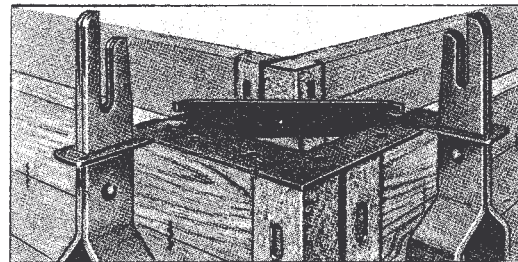
25 *Sous-sol de pavillon*



26 *Passerelle de travail*



27 - *Tendeurs et clavettes*

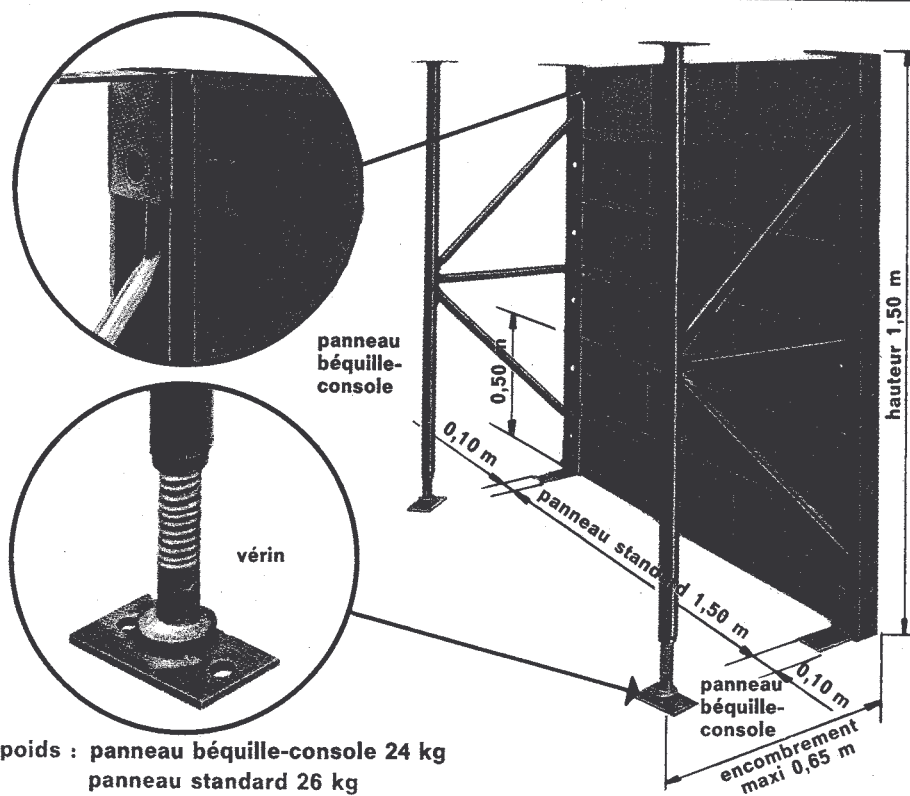


28 *Coffrage de l'angle*

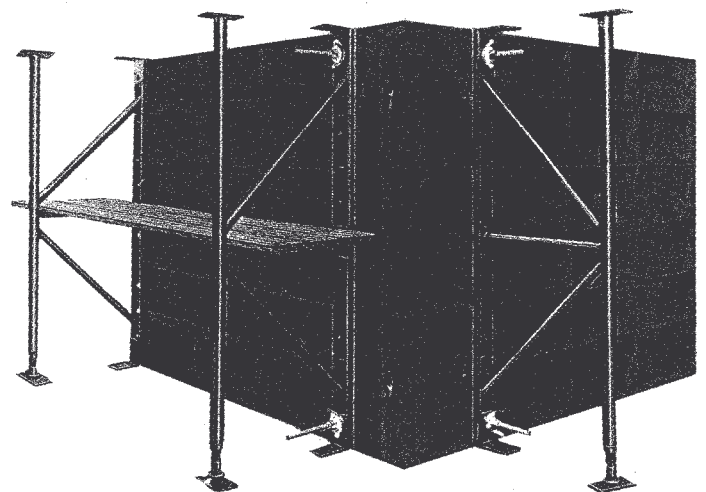
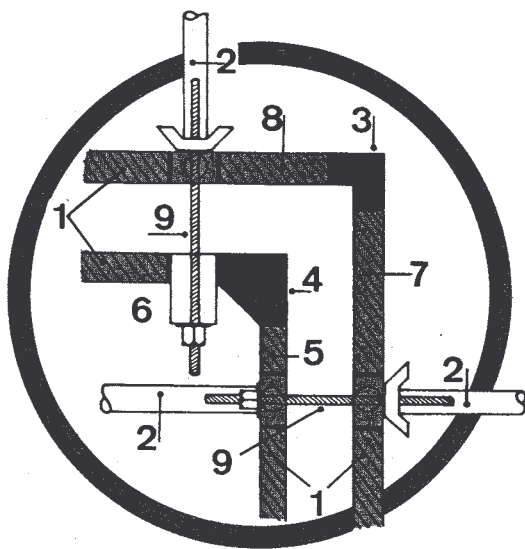
(Documentation COFRECO)

# COFFRAGE PAR PANNEAUX STANDARDS METALLIQUES ( Procédé L.A.H.O )

29 et 30



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



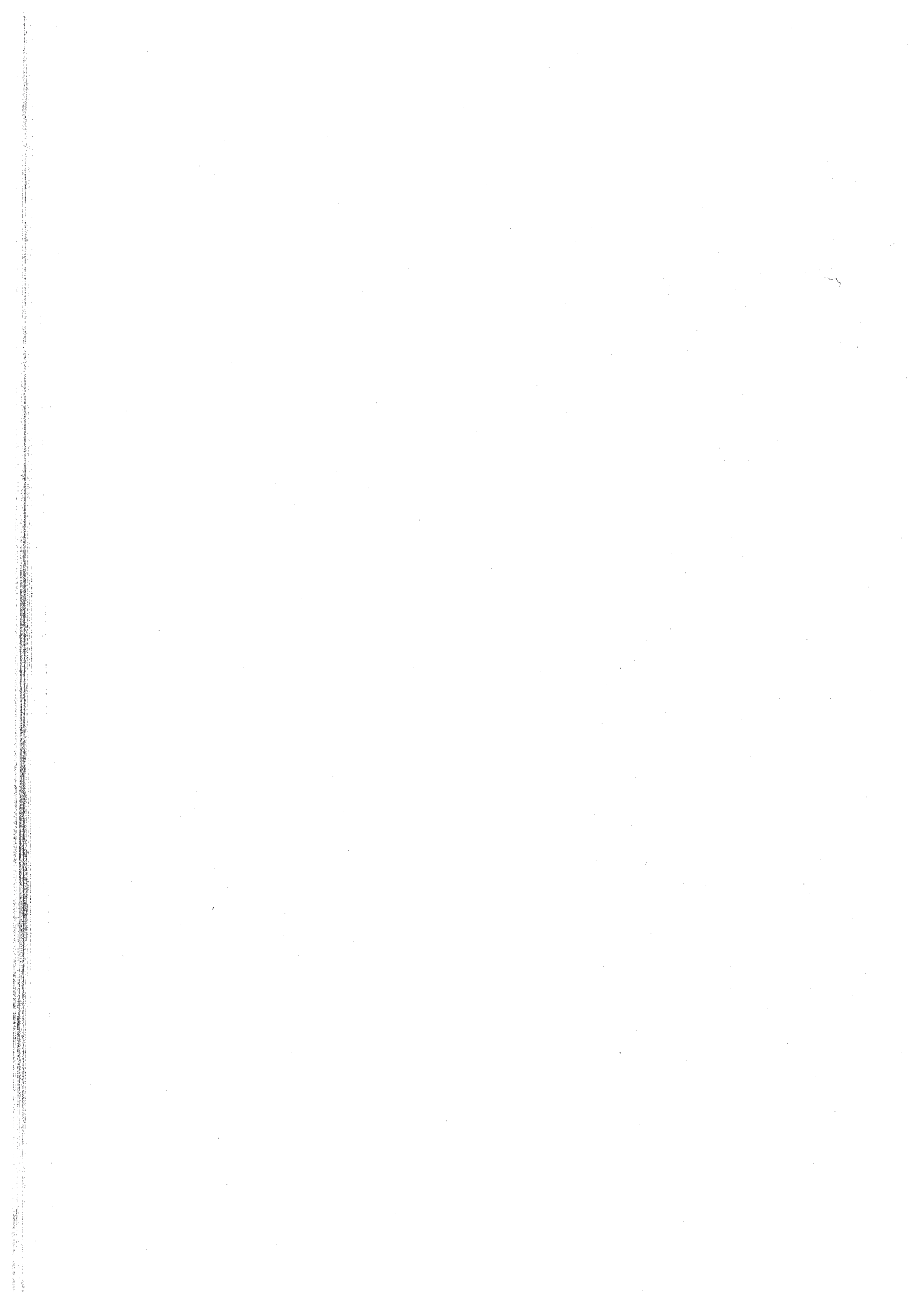
## NOMENCLATURE DES PIÈCES COMPOSANT UN ANGLE TYPE :

- |                                      |                                 |
|--------------------------------------|---------------------------------|
| 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.*

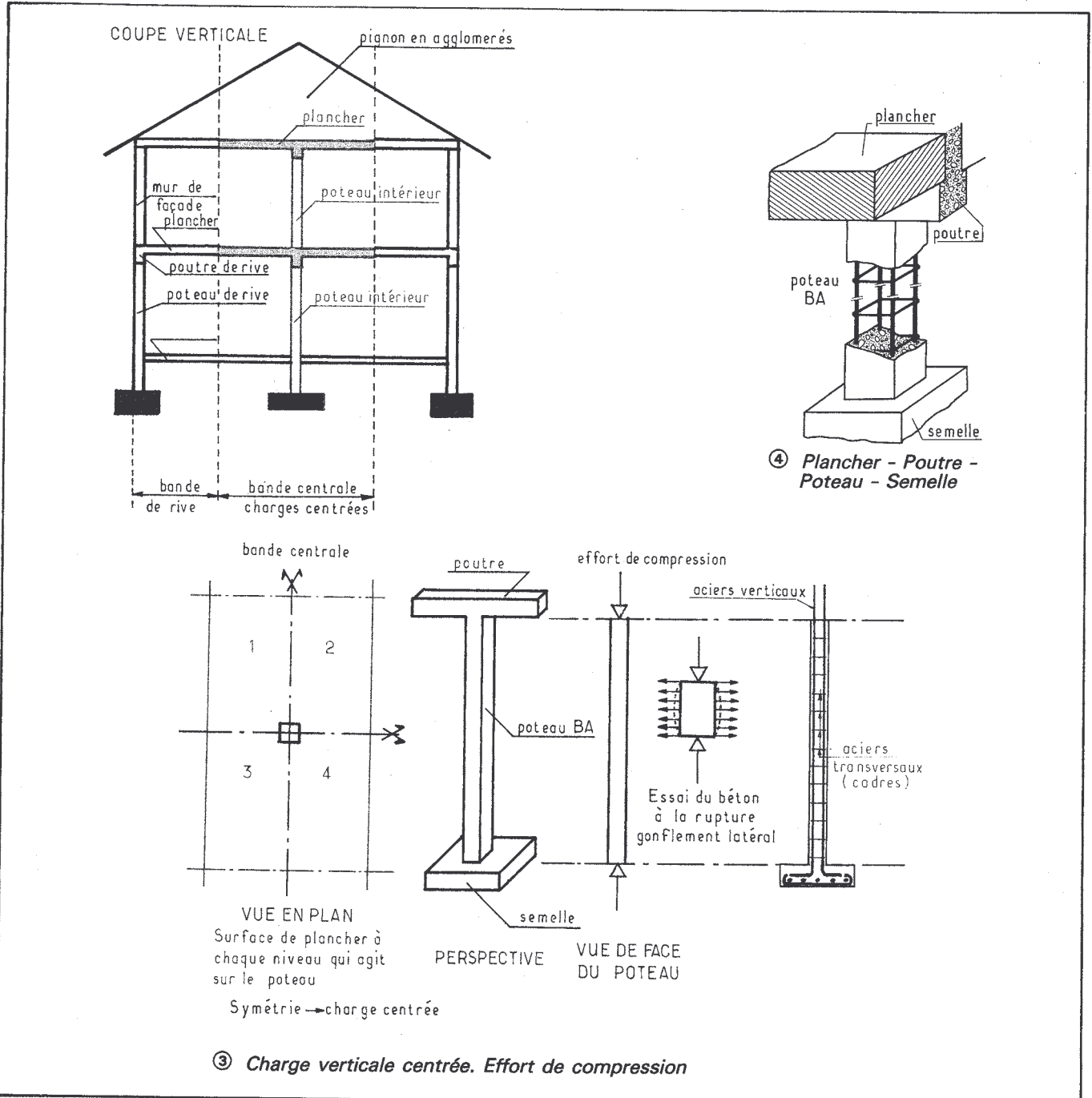




## 2 - ARMATURE DES POTEAUX

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

■ Nature des efforts : effort de COMPRESSION.



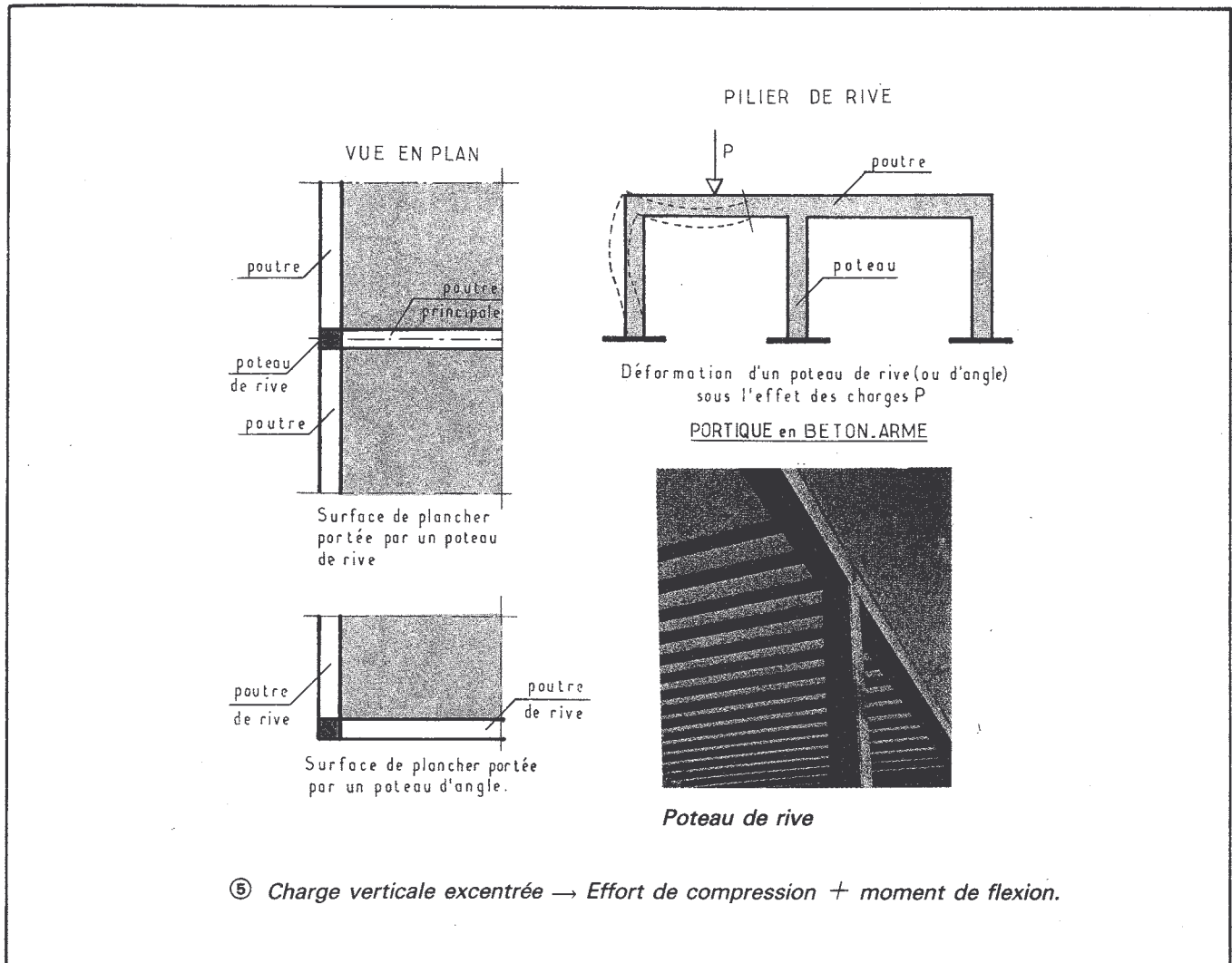
■ Rôle des aciers :

- ▶ 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.

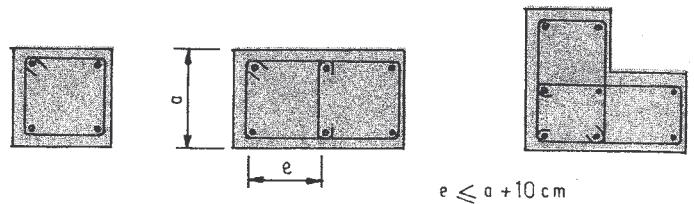
### CONCLUSION PRATIQUE

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

### 3 - RECOMMANDATIONS PROFESSIONNELLES

#### ■ ACIERS VERTICAUX

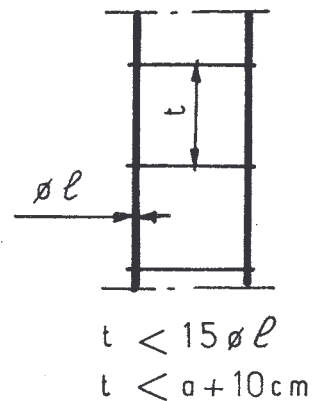
- ▶ Ils sont placés au voisinage des parois.
- ▶ Leur section minimale est fonction du périmètre de la section de béton (4 cm<sup>2</sup> par mètre).
- ▶ Cas de la section rectangulaire : voir les croquis ⑥ et ⑥ bis.



⑥ Armatures des sections de poteaux

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

- ▶ 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.



⑥ bis Écartement des cadres

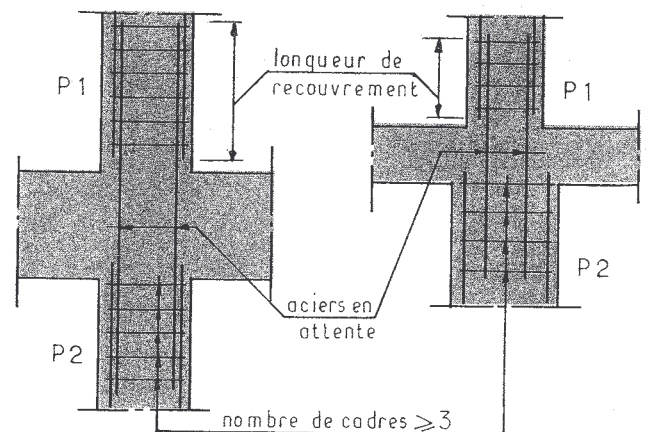
#### ■ La longueur de recouvrement ⑦ des aciers en attente est au moins égale à :

- 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.



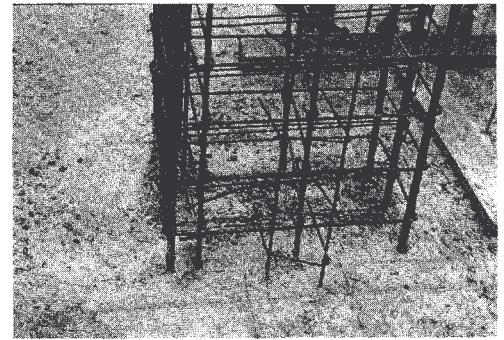
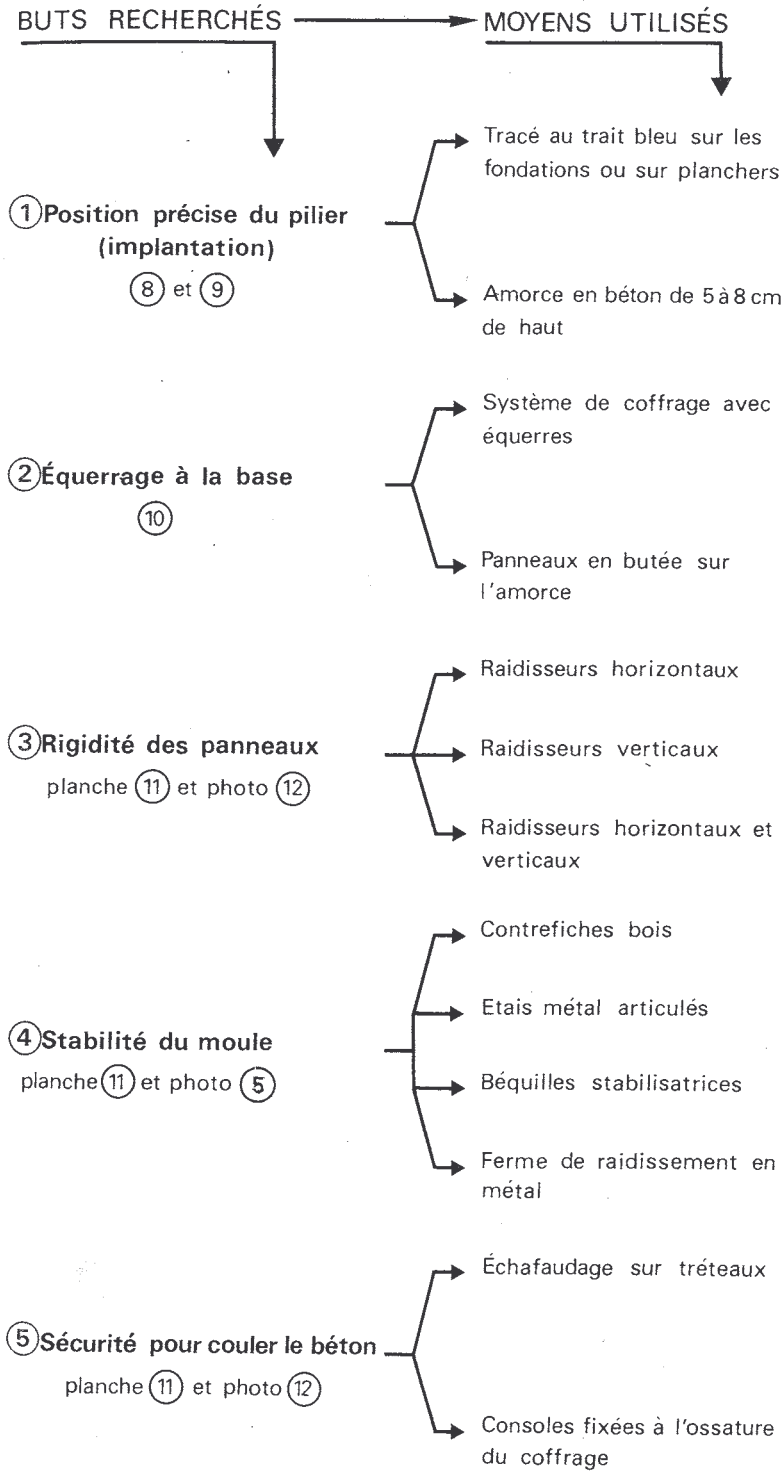
⑦ Longueur de recouvrement



# 4 - RÉALISATION DES POTEAUX

## ■ COFFRAGE

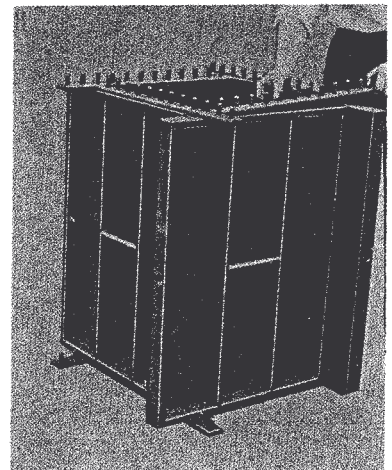
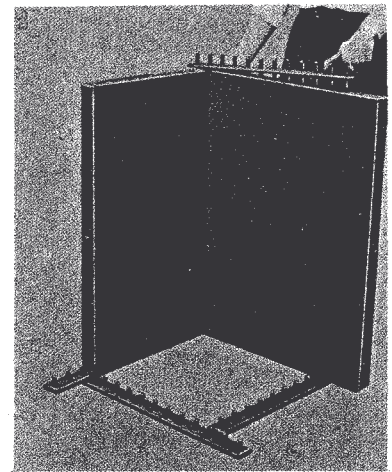
### ► coffrage des poteaux isolés :



⑧ Tracé au trait bleu. Jonction basse



⑨ Amorce en béton

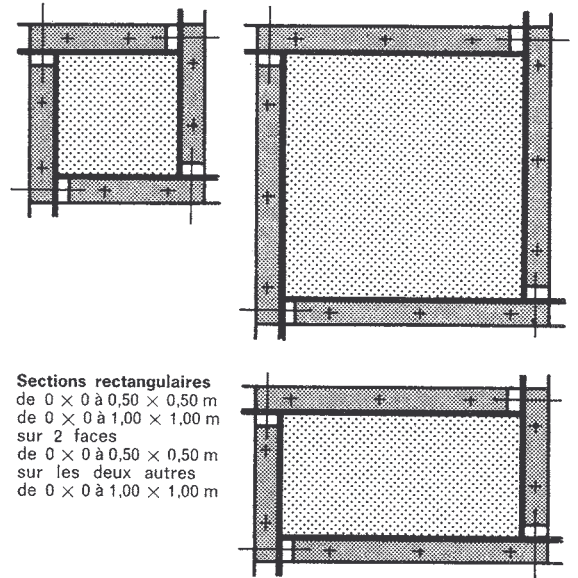
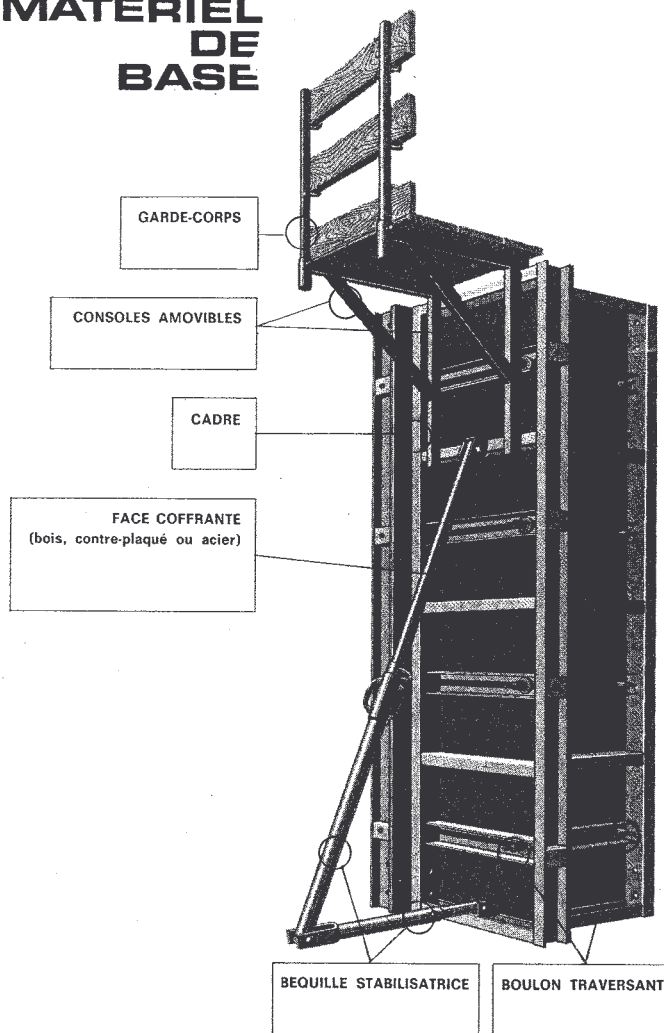


⑩ Panneaux en butée sur l'amorce

#### REMARQUE :

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

## MATERIEL DE BASE

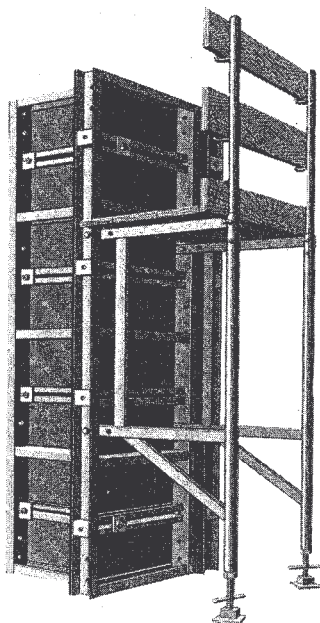


### COFFRAGES POUR POTEAUX

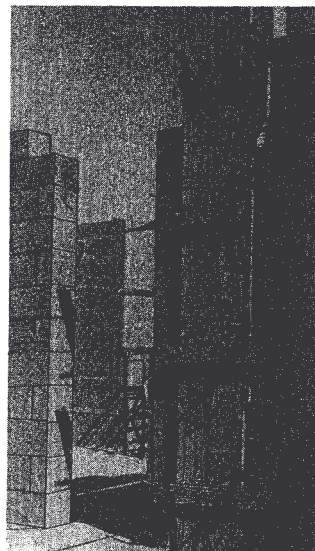
Toutes sections exactement :

de 0 × 0 à 50 cm × 50 cm et de 0 × 0 à 100 cm × 100 cm.

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

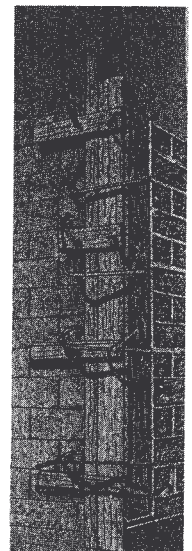


### ⑫ Coffrage traditionnel de poteaux



poteau  
intérieur  
incorporé

poteau  
d'angle  
intérieur



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

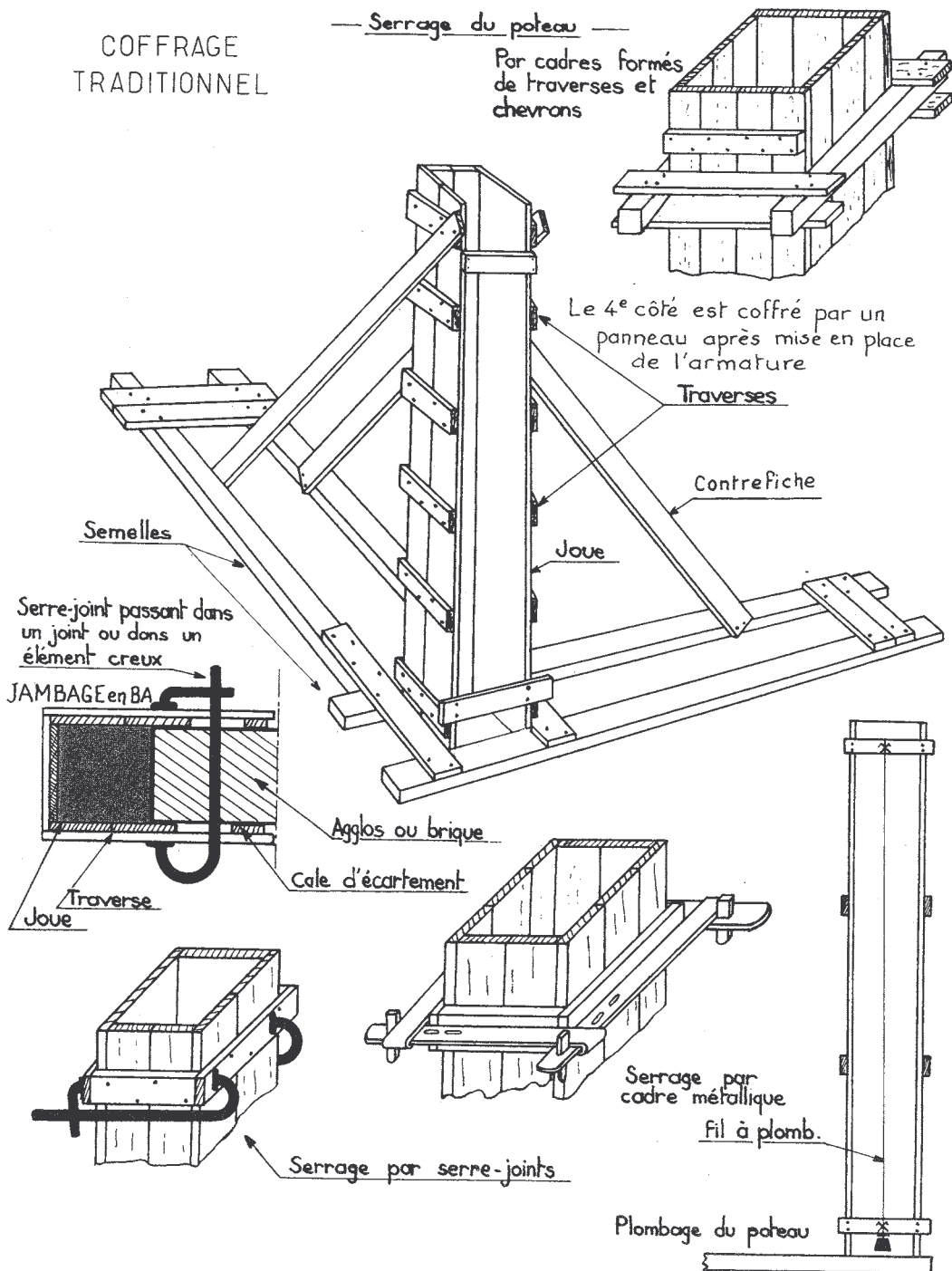
- coffrages outils

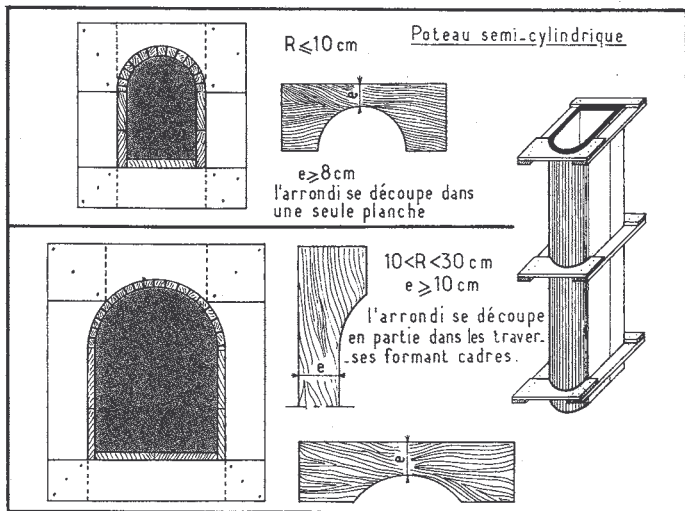
Observez la planche n° 11

- coffrages traditionnels ou évolués

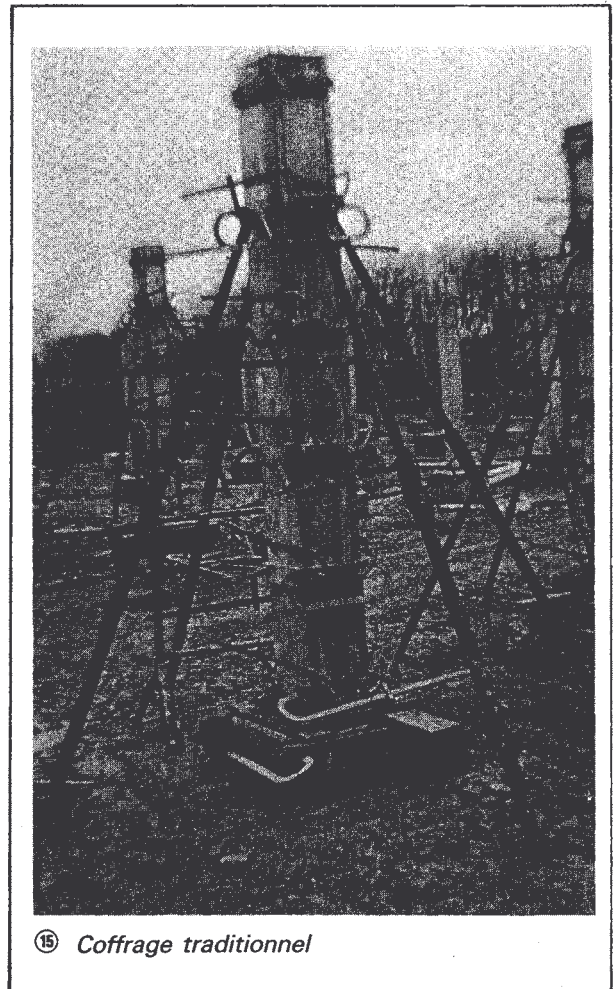
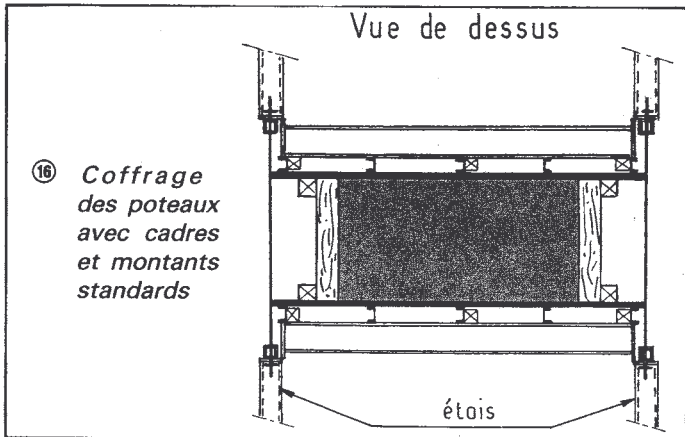
Observez la planche 13 ci-dessous et les figures et photo 14 15 et 16 ci-après (page suivante).

PLANCHE 13 : COFFRAGE TRADITIONNEL

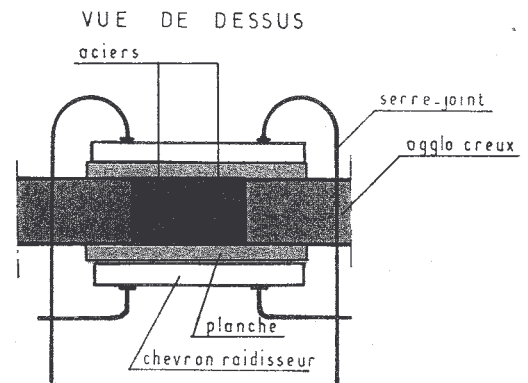
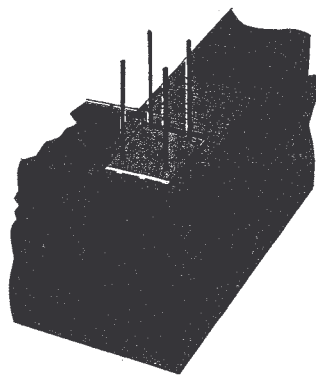




⑭ Poteau semi-cylindrique



► Coffrage des poteaux incorporés ⑰ ⑱ et ⑲.



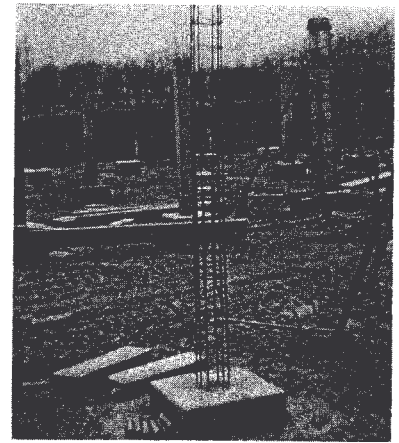
POTEAU INCORPORE

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> <li>• simplicité et rapidité de mise en œuvre</li> </ul>


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

- ▶ Le ferrailage, 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 <sup>(20)</sup> s'effectue :
  - en respectant la longueur de recouvrement,
  - l'enrobage prévu avec des distanciers.



Extrait de catalogue :

(20)

ARMATURES POUR POTEAUX (STANDARM) 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	13 000	16 700	18 700
	10-15	13 000	16 700	23 400	
	15-15	16 600	21 300	29 000	
	15-20	16 600	21 300	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

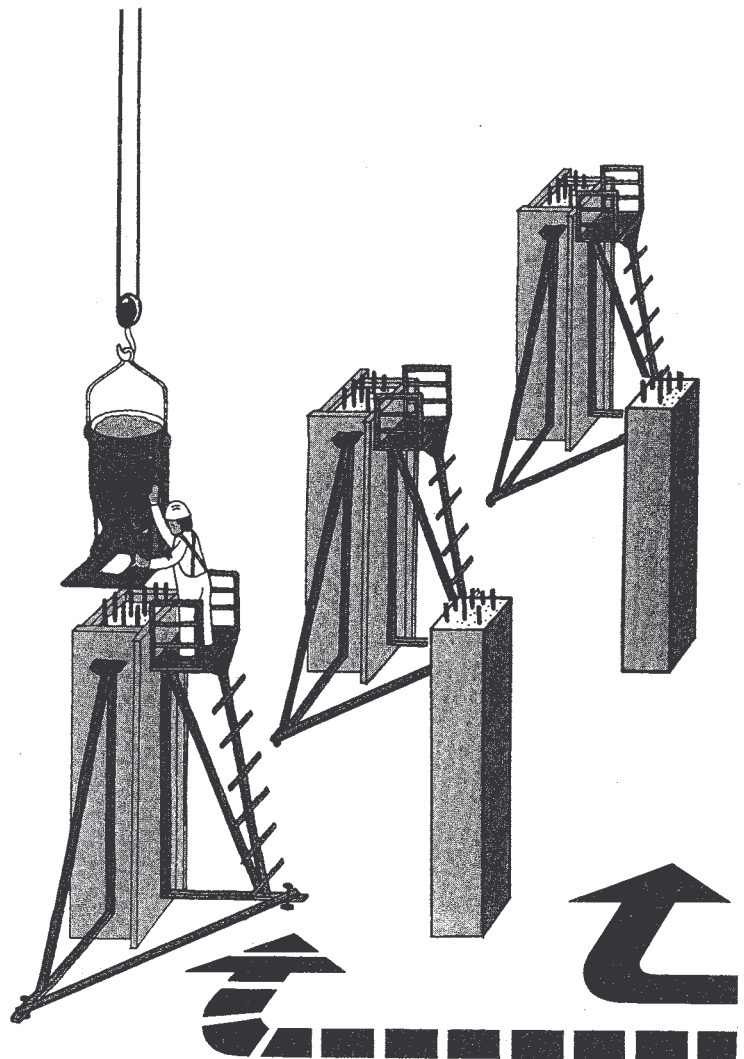
Avec les précautions d'usage, à titre indicatif :

- ▶ 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.



(21) 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.

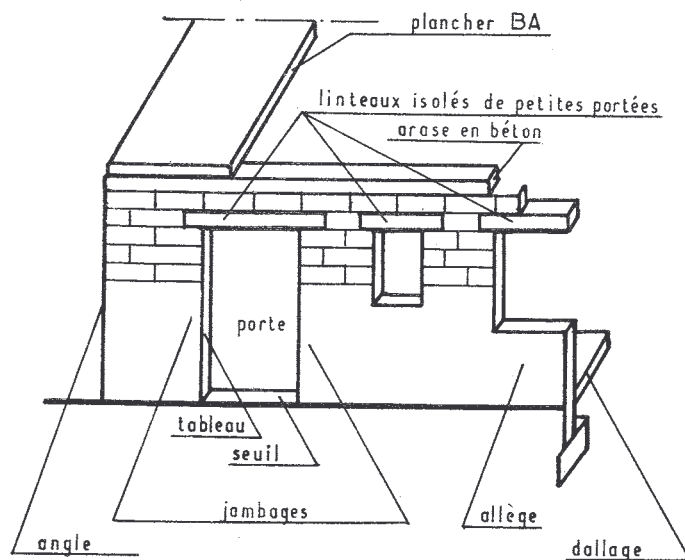
### 2 - CATÉGORIES DE LINTEAUX ②

■ Suivant leur portée, on distingue :

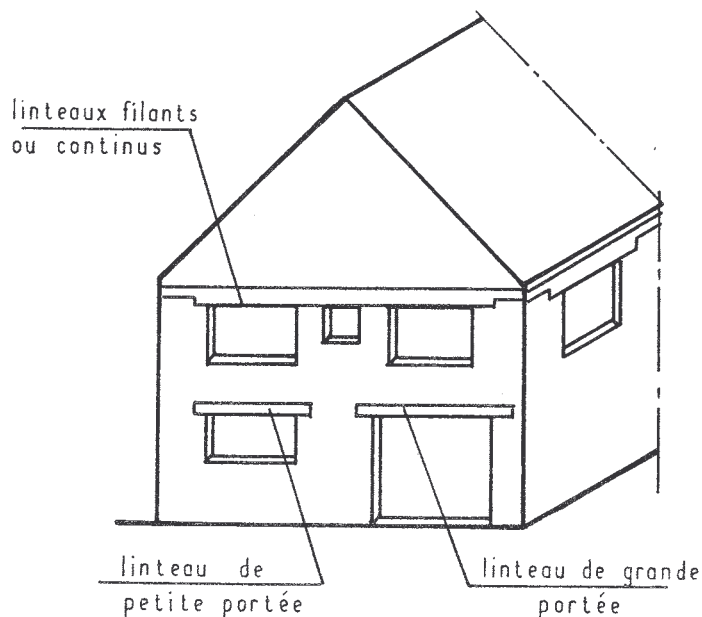
- les linteaux des **baies courantes** :
  - petite portée  $\leq 150$  cm
  - faible hauteur  $\leq 20$  cm
- les linteaux de **baies plus larges** :
  - plus grande portée : 1,50 m à 4,00 m.

**EXEMPLE :**

Porte de garage, d'atelier, etc.



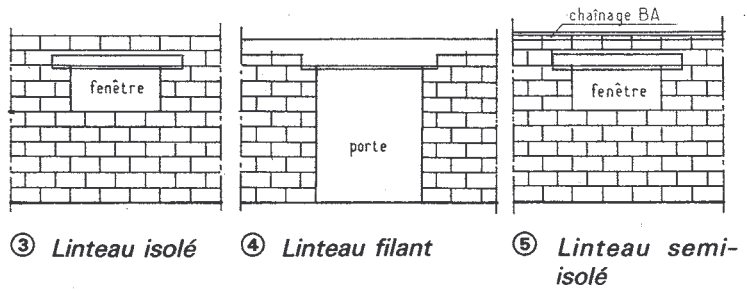
① Partie de façade



② Catégories de linteaux

■ 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 - DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES

Elles concernent :

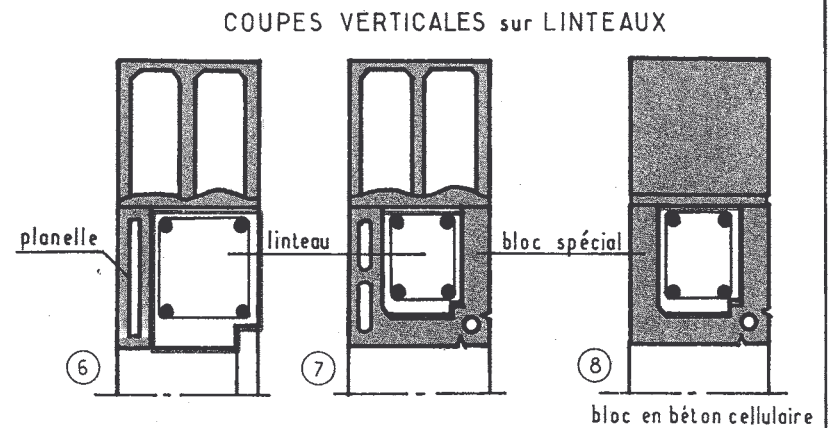
■ L'habillage des linteaux du côté extérieur avec des « planelles » de 5 cm d'épaisseur ou d'éléments spéciaux en forme de U, afin de réduire :

- 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).

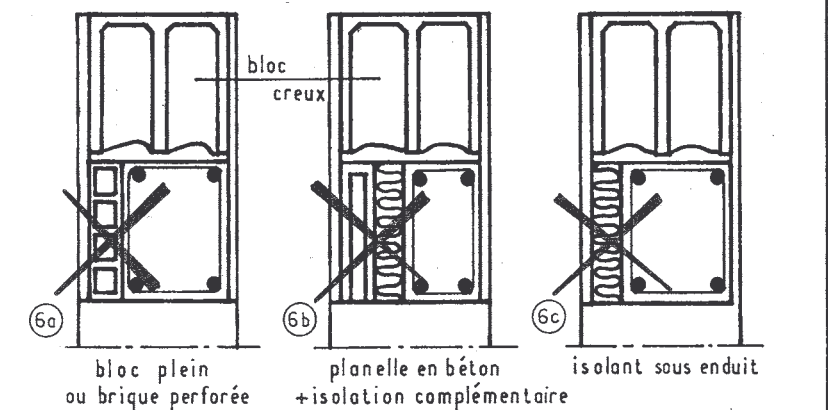
**EXEMPLES :**  
Dispositions prescrites ⑥ ⑦ et ⑧.

**CONTRE-EXEMPLES :**  
Voir croquis ⑥a, ⑥b, ⑥c.

Exemples : DISPOSITIONS PRESCRITES D'HABILLAGES DE LINTEAUX



Contre exemples : DISPOSITIONS PROSCRITES





## ■ Les appuis en maçonnerie ⑨

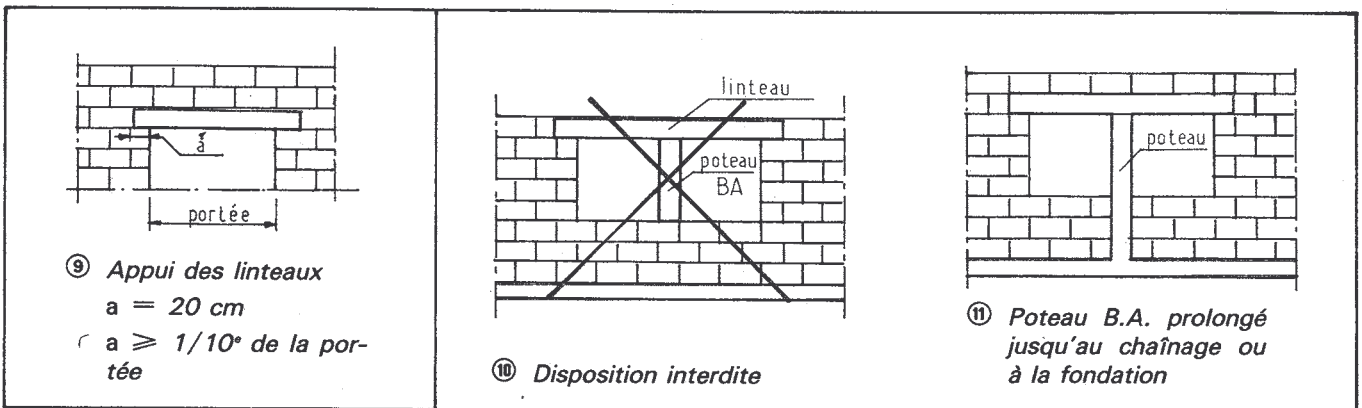
- ▶ La longueur minimale d'appui doit être au moins égale à 20 cm et au 1/10 de la portée du linteau.
- ▶ La surface de repos doit être horizontale.

## ■ 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 :

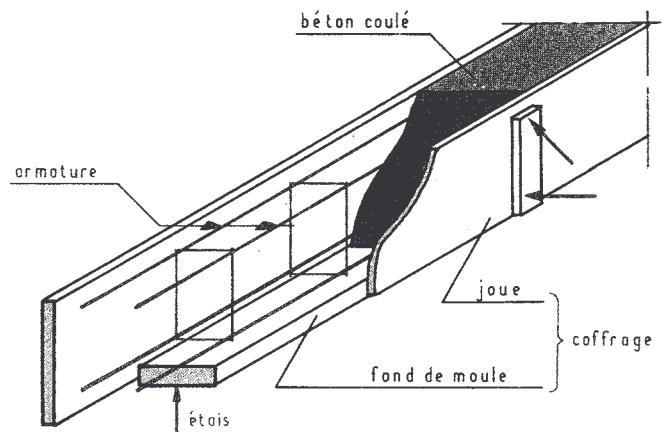
- I. - le coffrage du fond de moule et des joues ⑫
- II. - le ferrailage et la mise en place de l'armature
- III. - le bétonnage
- IV. - le décoffrage

### ■ 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 <sup>13</sup> <sup>14</sup> et <sup>15</sup>

### • ÉLÉMENTS

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

### • MATÉRIAUX ET MATÉRIEL

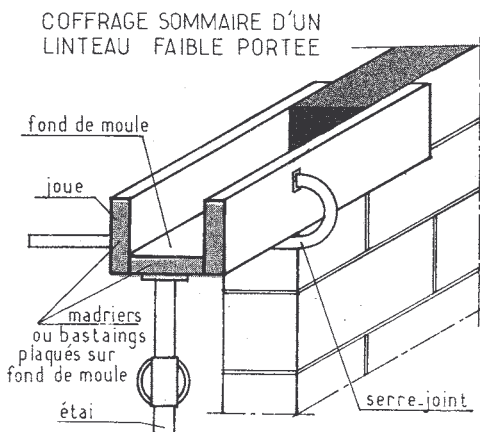
- mur de 15 cm → bastaing 5 cm × 15 cm
- mur de 20 cm → madrier 8 cm × 20 cm
- les étais métal permettent le réglage à hauteur et l'obtention de l'horizontalité.

### • ÉLÉMENTS

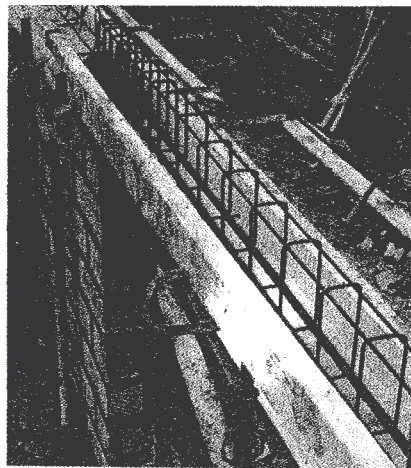
**Joues** (éléments coffrants latéraux verticaux)

### • MATÉRIAUX ET MATÉRIEL

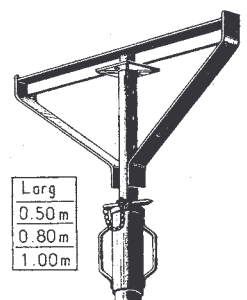
- Utilisation soit de :
  - planches de 32 mm ou 40 mm d'épaisseur,
  - bastaings ou madriers.
- Maintien des joues par serre-joint.



<sup>13</sup> Coffrage sommaire d'un linteau faible portée



<sup>14</sup> Linteau de garage. Coffrage et armature



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

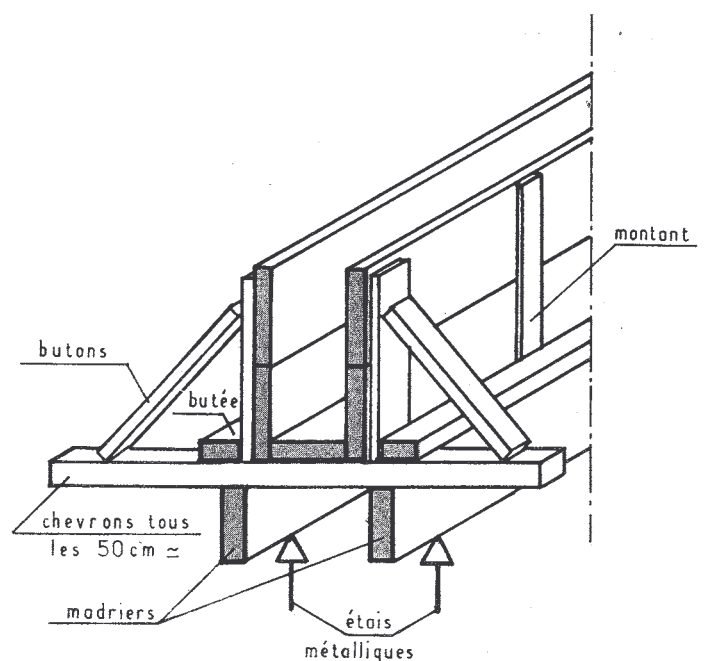
## B – Coffrage traditionnel d'un linteau de grande portée <sup>16</sup>

### • 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).



<sup>16</sup> Coffrage d'un linteau de grande portée (porte de garage)

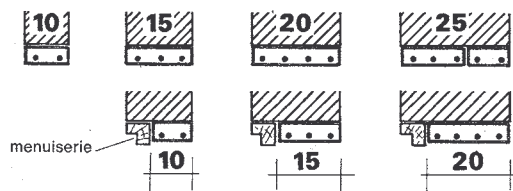
### NOTA :

On peut utiliser aussi un coffrage métallique.

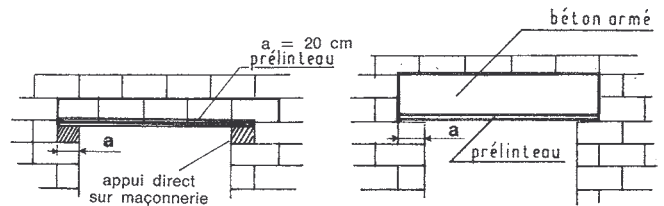
C - Coffrage partiellement préfabriqué en utilisant soit :

c<sub>1</sub>) un élément préfabriqué de faible épaisseur appelé prélindeau qui fait office de fond de moule incorporé au linteau.

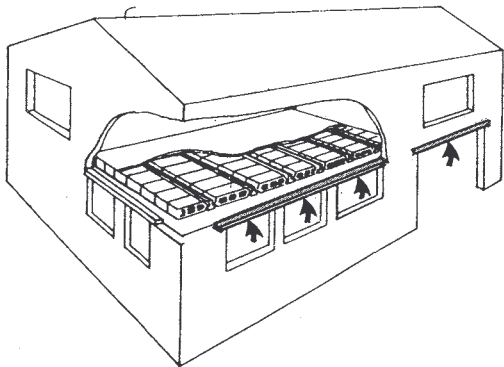
- Principe d'utilisation et appuis des linteaux.  
Voir croquis 17 et 18 ci-contre.
- Linteaux de façade porteurs ou non. Voir croquis 19 et 20 ci-contre.



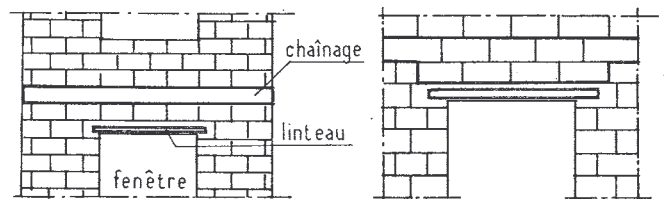
17 Principe d'utilisation



18 Appuis des linteaux



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



19 Linteau indépendant

20 Prélindeau maçonné

c<sub>2</sub>) des blocs spéciaux en béton en forme d'U 22 et 23

• Caractéristiques des blocs :

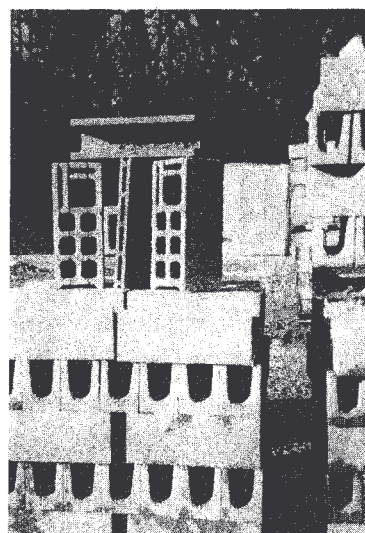
longueur  $\approx$  50 cm  
 hauteur  $\approx$  20 cm  
 largeur  $\approx$  20 cm  
 épaisseur des parois 3 cm environ.

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

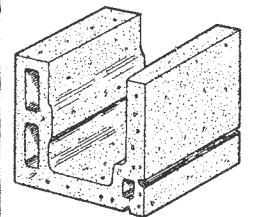
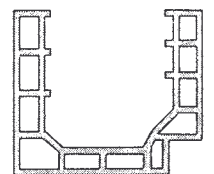
• Mise en place :

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

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



22 Éléments spéciaux en U de longueur 50 cm.



23 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 <sup>24</sup>

• Caractéristiques :

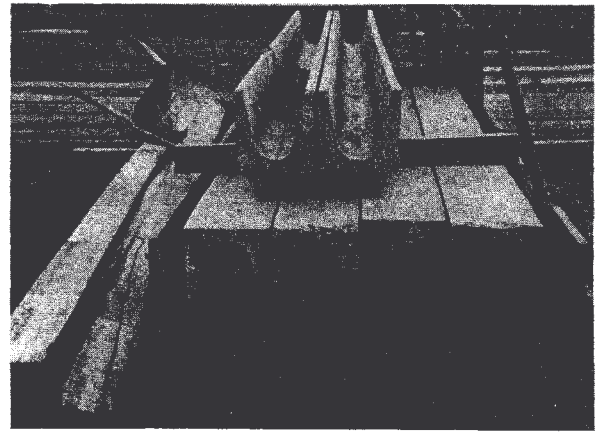
- l'épaisseur des profils évidés est celle du mur,
- la longueur « L » est celle de la portée augmentée de celle des appuis :  
L = 1,00 à 3,00 m et plus
- l'évidement sert à loger l'armature.

• Mise en place :

- les profils utilisés ne nécessitent ni coffrage, ni étalement (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.



<sup>24</sup> Éléments préfabriqués pour linteaux

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

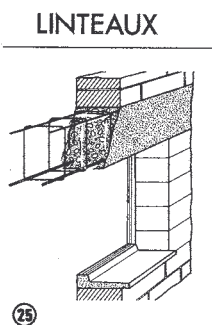
Voir aussi le thème « LES ARMATURES »

■ Constitution de l'armature <sup>25</sup> et <sup>26</sup>

► des linteaux isolés :

- petite portée :

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

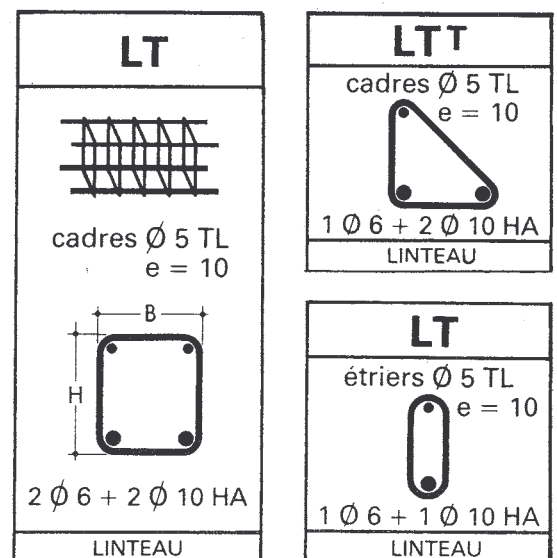


- grande portée :


- • aciers principaux en bas,
- aciers 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).



<sup>26</sup>

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 MÈTRES						
			1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.50	
LT 2 filants $\varnothing$ 6 HA Fe E 40 2 filants $\varnothing$ 10 HA Fe E 40 cadres $\varnothing$ 5 TL FeTE 50 e = 10 cm 	LT 10-15	15 X 20	3940	3150	2270	1670	1280	820	
	LT 15-15	20 X 20	4180	3320	2310	1690	1300	830	
	LT 15-20	20 X 25	4700	3760	3040	2230	1710	1090	

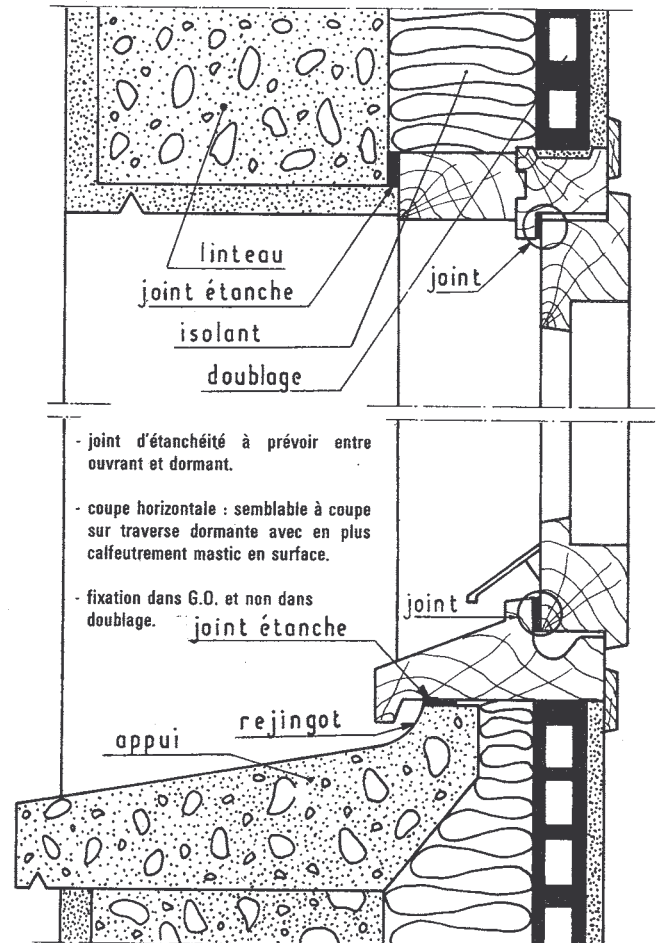
●Assemblage par soudures électriques  
 ●Aciers Haute Adhérence (HA) et Tréfilé Lisse (TL)

## 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>(27)</sup>

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

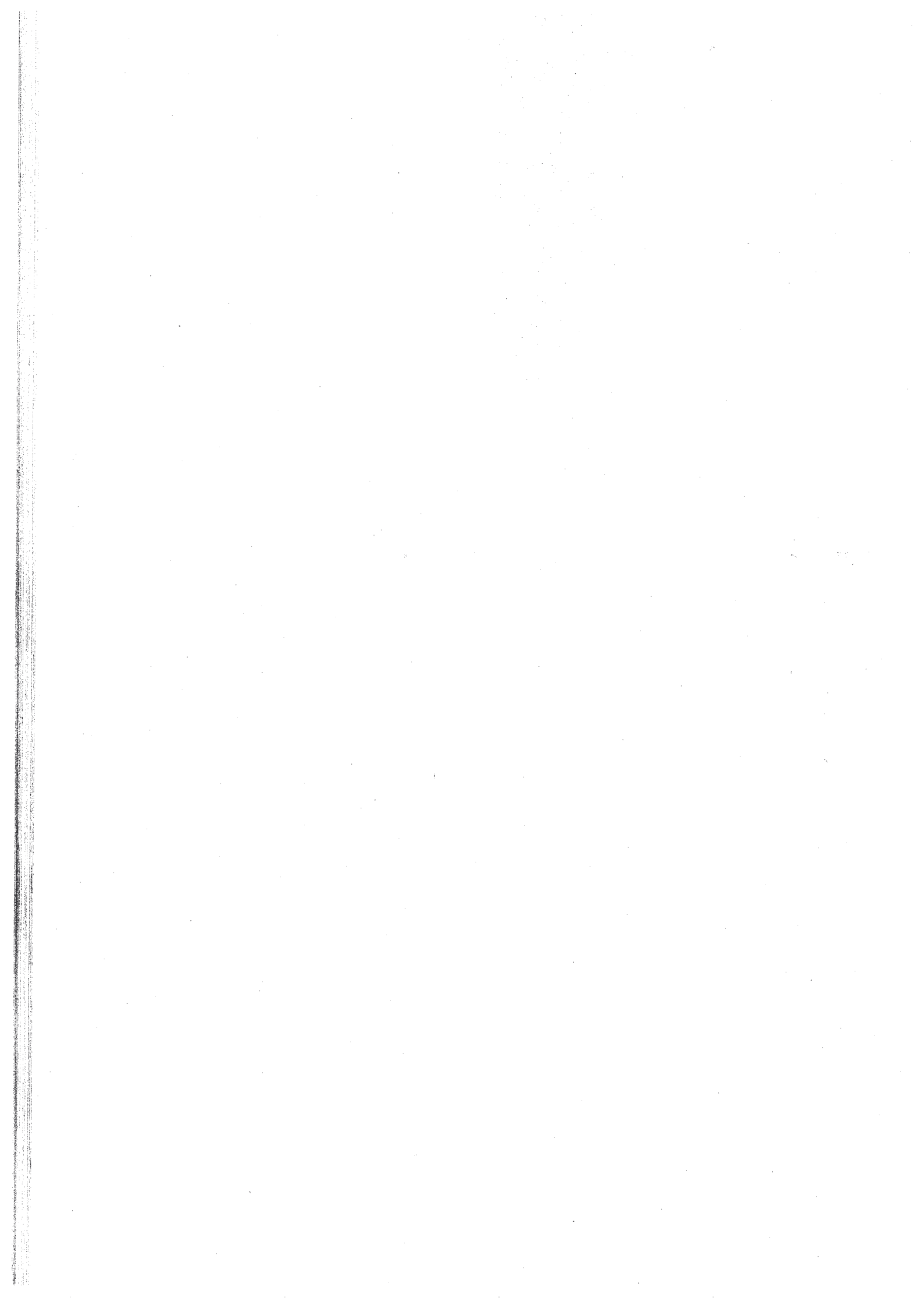


(Doc. E.D.F.)

<sup>(27)</sup> 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.

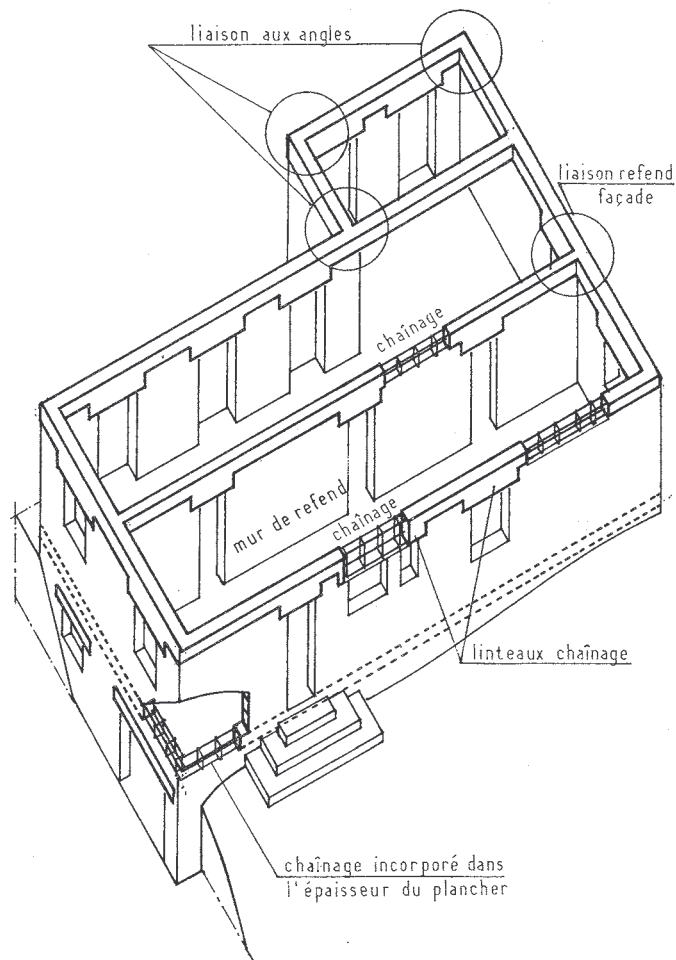


# THÈME 21

## 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).

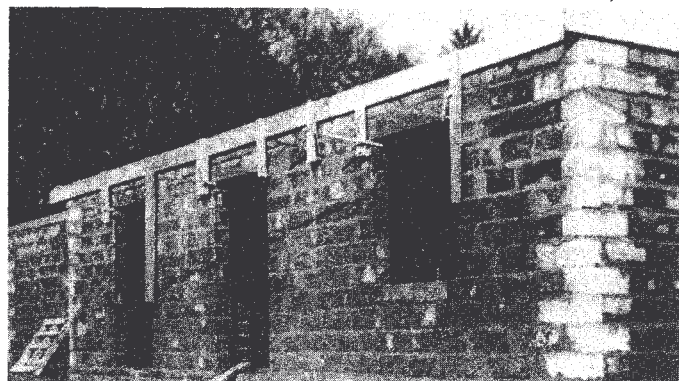


① Chaînages horizontaux

### 1 - RÔLES PRINCIPAUX DES CHAÎNAGES

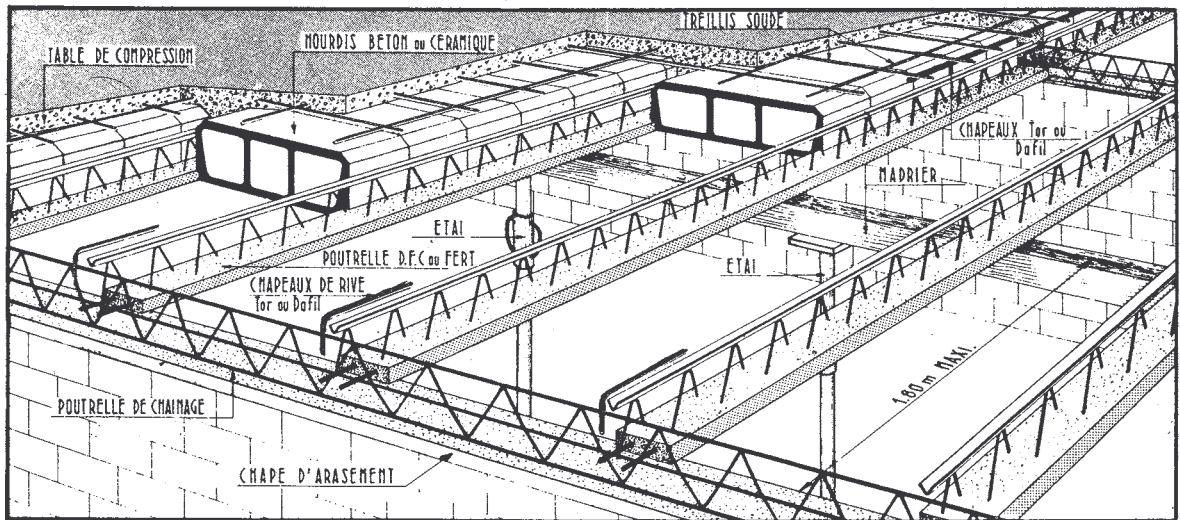
Voir les thèmes 12 « ARMATURES » et 17 « RÉALISATION DES MURS DE SOUS-SOL »

- 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>o</sup> constatation :

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

#### ► Conséquence pratique :

Il est nécessaire :

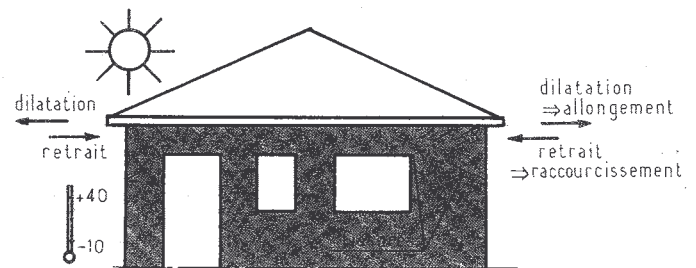
- de réduire les effets du retrait et de la dilatation du béton ④.

→ ⑤ éviter les sections massives.

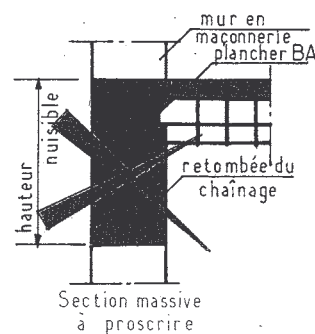
- d'isoler les chaînages des variations trop brutales de température.

→ 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

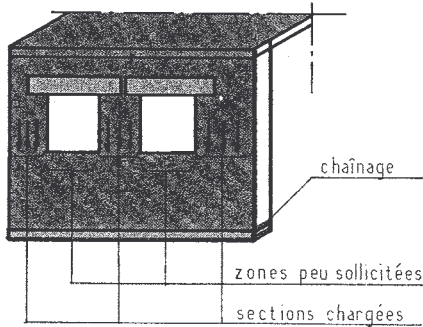


⑤ Façade exposée. Chaînage de rive



■ 2° Constatation :

- 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

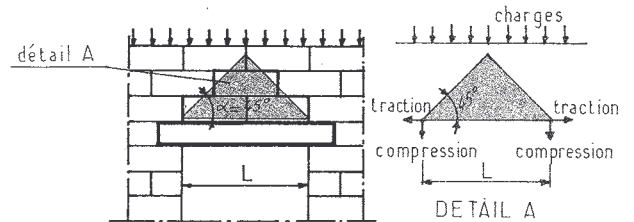
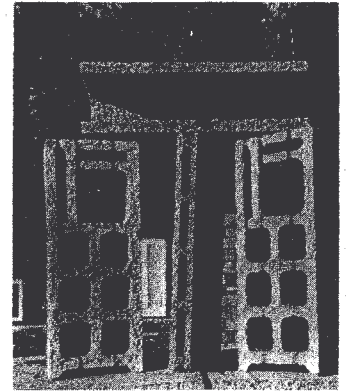
► Conséquence :

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 agglomérés 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 :

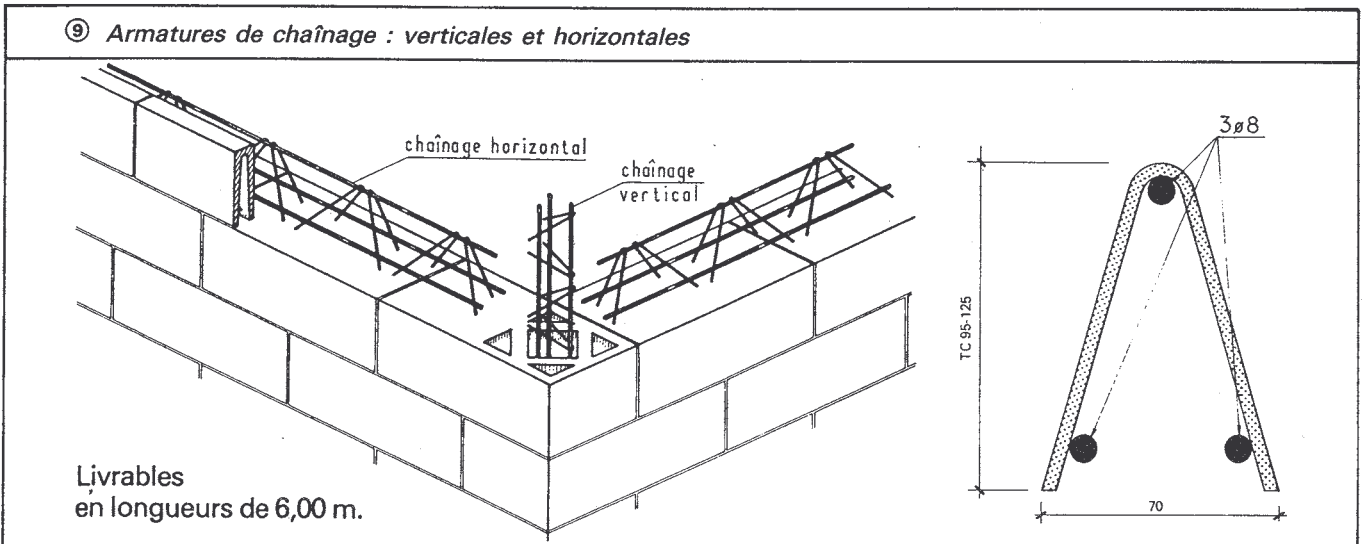
- 0,5 % de la section de béton dans le cas d'acier à haute adhérence.
- 3 aciers H.A. de diamètre 8 mm ou 2 aciers H.A. de diamètre 10 mm.
- 4 aciers de diamètre 10 mm dans le cas d'acier de nuance douce.

EXEMPLE :

- Section du béton du chaînage :  $20 \text{ cm} \times 20 \text{ cm} = 400 \text{ cm}^2$
- Section minimale :  $\frac{0,5 \times 400 \text{ cm}^2}{100} = 2 \text{ cm}^2$

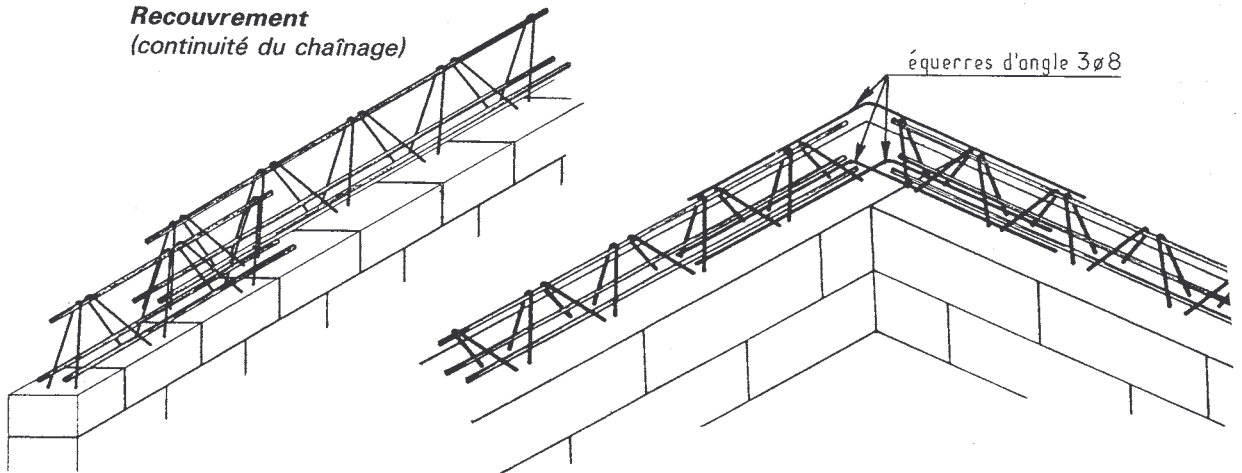
Soit : 4 H.A. de diamètre 8 mm

⑨ Armatures de chaînage : verticales et horizontales



⑩ Détails d'exécution

Recouvrement  
(continuité du chaînage)



Angle de mur

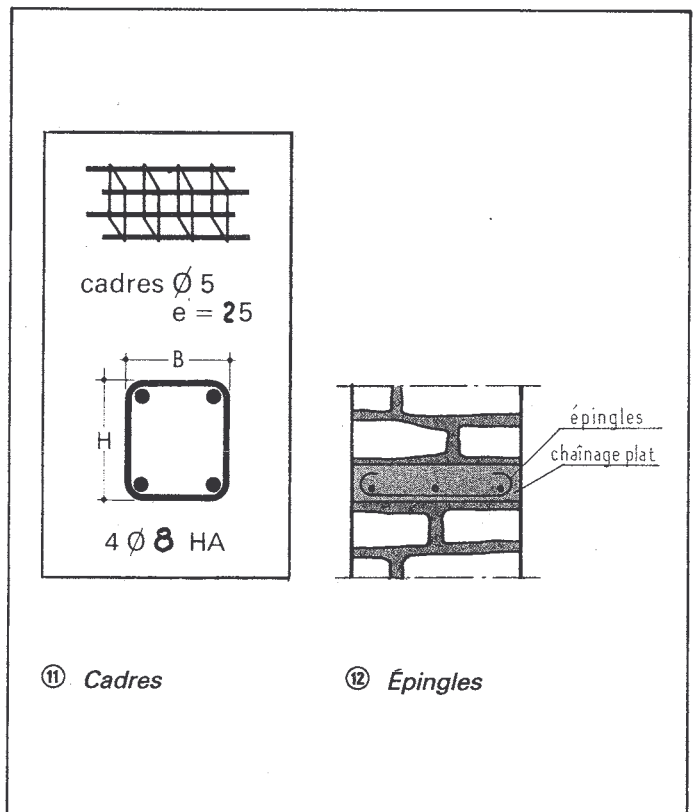
■ ACIERS SECONDAIRES OU TRANSVERSAUX ⑪ et ⑫

- ▶ 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

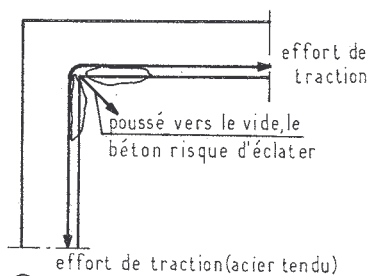
Ils doivent :

- ▶ 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.

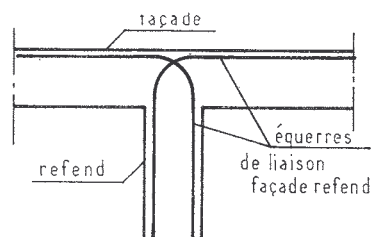


⑪ Cadres

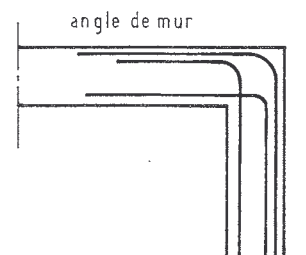
⑫ Épingles



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 10). Les dispositions pratiques sont représentées :

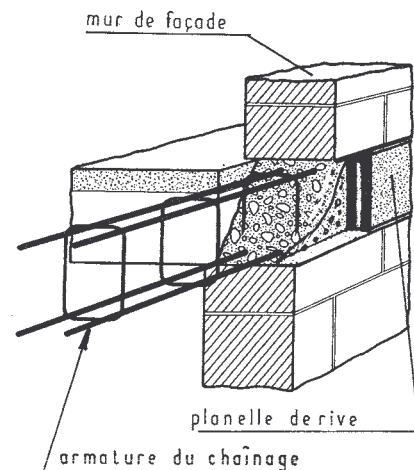
- pour les angles,
- pour les recouvrements.

(Voir les détails d'exécution sur la planche 10)

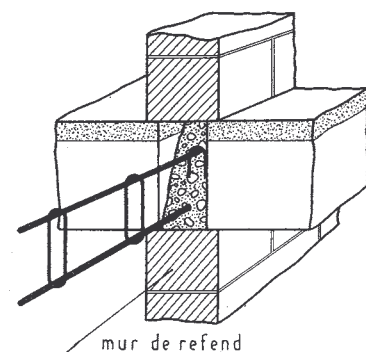
16 Chaînages

# CHAÎNAGES

ARMATURES POUR CHÂINAGES 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 ⑰ et ⑱ :

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

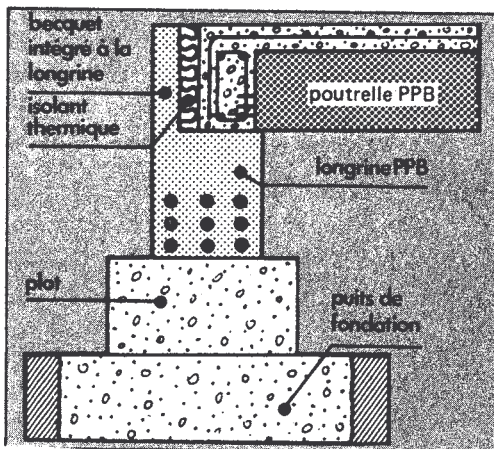
- de blocs spéciaux en forme de U dans lequel se loge l'armature.

- ▶ bloc en terre cuite pour les murs en briques creuses ou à rupture de joint,
- ▶ bloc béton pour murs en agglos ⑲.

- d'agglomérés de 5 cm d'épaisseur ou de planelles, placés du côté extérieur des murs de façade et scellés au mortier ⑳.

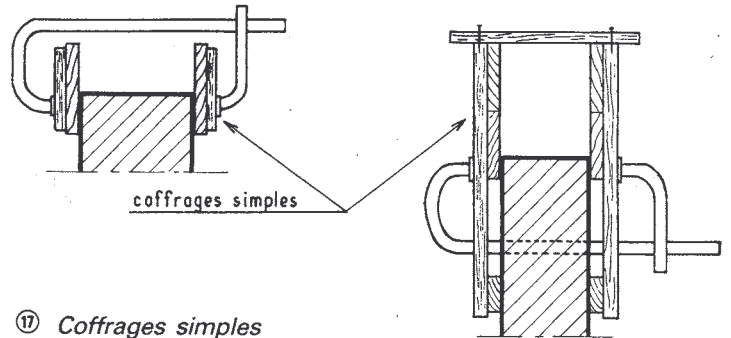
- ▶ Les poutrelles et entrevous du plancher forment les éléments coffrants du côté intérieur ㉑.

### Traitement du Chainage



㉑ Chaînage au niveau des fondations

- ▶ Dans ce cas, le chaînage est donc incorporé dans l'épaisseur du plancher. Voir la photo ⑳ et la vue d'ensemble ③.



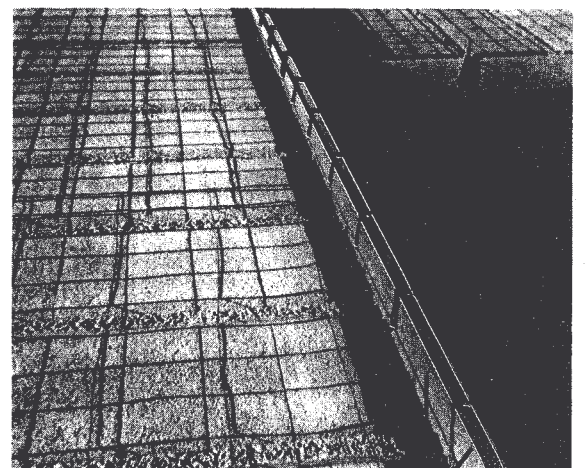
⑰ Coffrages simples



⑱ Coffrage d'un chaînage avec des panneaux de planches



⑲ Blocs béton courants et en forme d'U



planelles scellées

⑳ 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  $\neq$  500 dm<sup>3</sup> granularité 0/3
- gravillons  $\neq$  720 dm<sup>3</sup> 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.



② 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  $\varnothing 8$  TOR faut-il placer au minimum dans un chaînage de section 20 cm  $\times$  15 cm ?
7. Indiquer le dosage préconisé pour couler un chaînage.



# THÈME 22

## Les planchers en béton

### PREMIÈRE PARTIE

### Rôles et principes

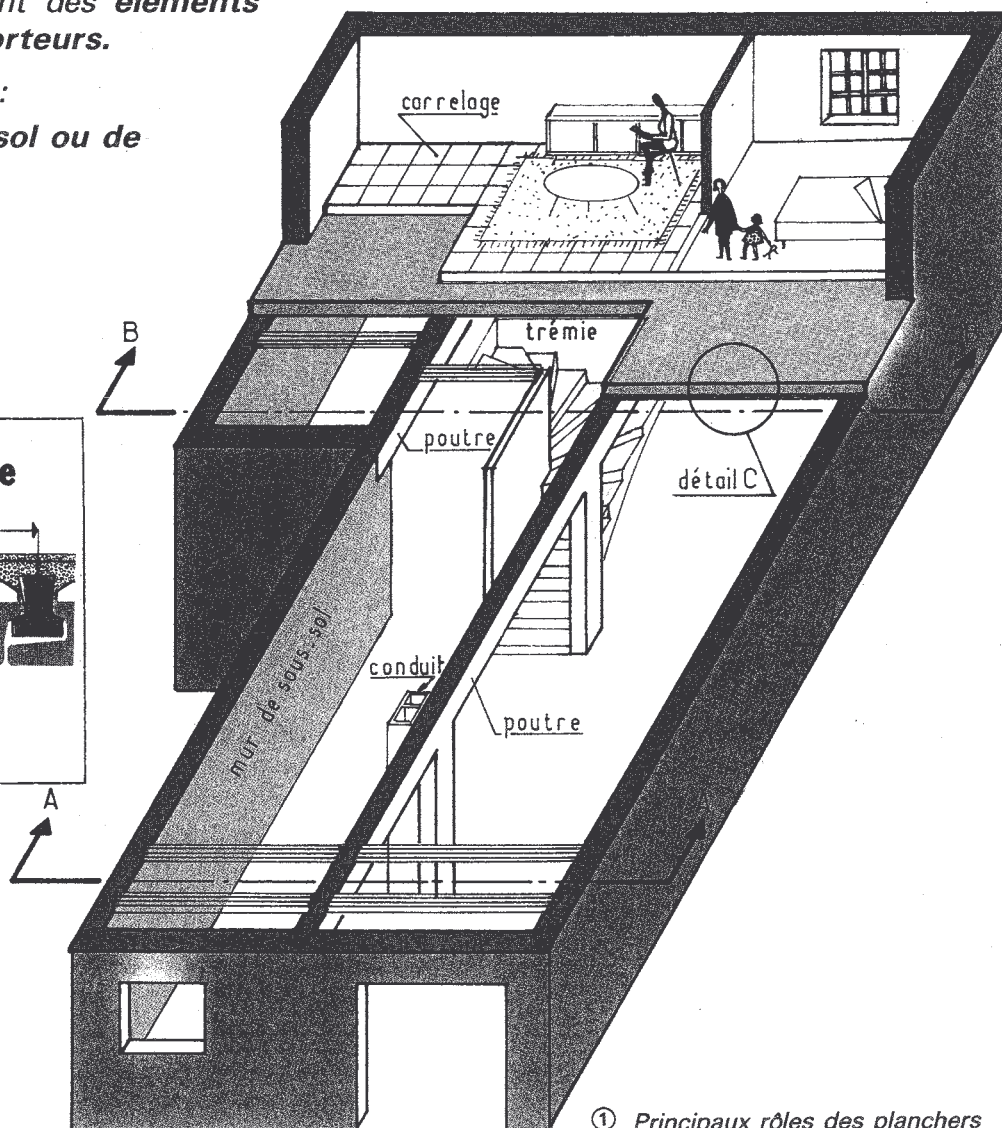
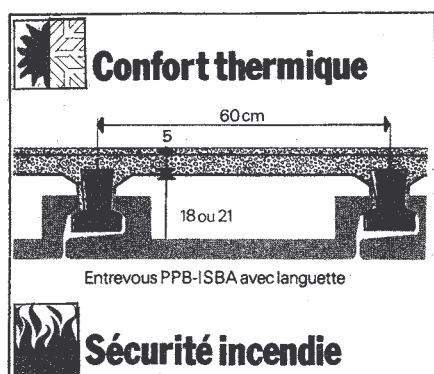
Les planchers B.A. sont des éléments plans horizontaux, porteurs.

Ils prennent appui sur :

a) les murs du sous-sol ou de l'étage :

- façade
- pignon
- refends

b) les murs et les poutres.



## 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.

- 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>e</sup>, 3<sup>e</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.

### ■ RÔLE DE PROTECTION

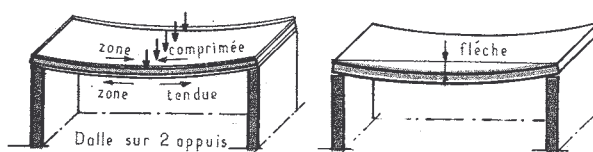
- ▶ Ils améliorent :

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

## 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.

FLEXION  
du  
plancher

### ■ Principe de construction

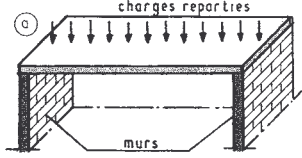
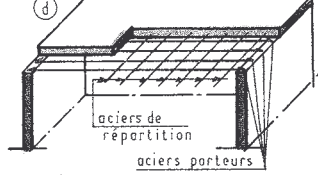
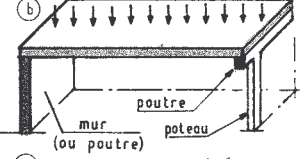
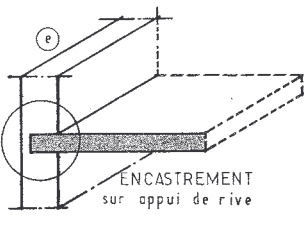
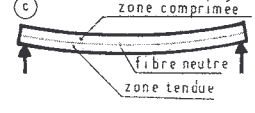
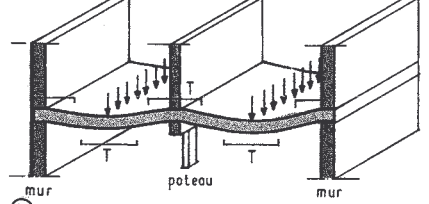
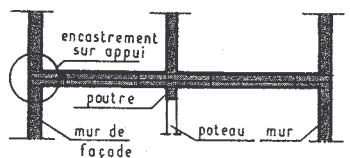
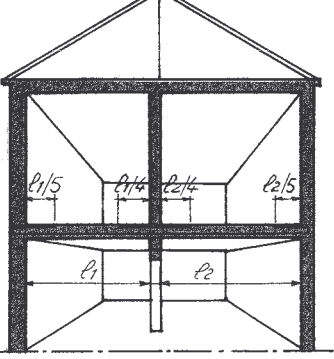
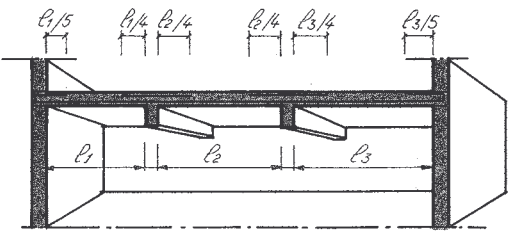
- ▶ Le béton est destiné surtout à équilibrer l'effort de compression.
- ▶ Les aciers permettent d'équilibrer l'effort de traction.
- ▶ Règle pratique : les aciers sont placés dans les zones tendues du plancher.



### 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
<p><b>I. Appuis sur 2 côtés</b></p> <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 style="text-align: center;"><b>SCHÉMA DE PRINCIPE ET DISPOSITIONS PRATIQUES</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>APPUIS des PLANCHERS</p>  <p>charges réparties</p> <p>murs</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>ARMATURE</p>  <p>aciers de répartition</p> <p>aciers porteurs</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;"> <p>(b)</p>  <p>charges réparties</p> <p>mur (ou poutre)</p> <p>poutre</p> <p>poteau</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>(4)</p>  <p>ENCASTREMENT sur appui de rive</p> </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> <p>(c)</p>  <p>zone comprimée</p> <p>fibre neutre</p> <p>zone tendue</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Les <b>aciers porteurs</b> ou principaux sont placés à la partie inférieure de la dalle, <b>parallèlement au petit côté</b>.</li> <li>▶ Les <b>aciers de répartition</b>, parallèles au grand côté s'appuient sur les aciers porteurs.</li> </ul> <p><b>REMARQUES :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- l'armature est souvent constituée par des treillis soudés,</li> <li>- l'encastrement sur appuis nécessite des « chapeaux » (voir ci-après).</li> </ul>
<p><b>II. La dalle est continue soit à :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 2 travées</li> <li>- 3 travées ou plus</li> </ul> <p>et uniformément chargée.</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>(5) Zone tendue T</p>  <p>encastrement sur appui</p> <p>poutre</p> <p>mur de façade</p> <p>poteau mur</p> <p>Légende  zone tendue</p> <p>(6) Zone tendue : en rose</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(7) Coupe suivant AA (voir fig. ①)</p> </div> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Les <b>aciers principaux</b> 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> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  <p>(8) Coupe suivant BB (voir fig. ①)</p> </div>

■ RECOMMANDATIONS PROFESSIONNELLES ⑨ à ⑭

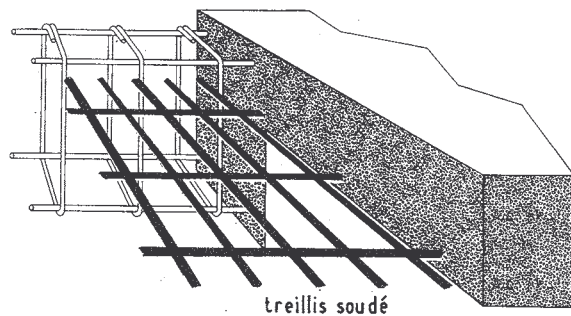
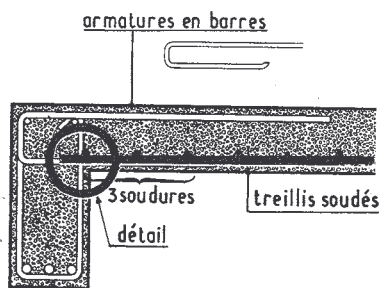
- ▶ L'épaisseur de la dalle est  $\geq 1/30^{\circ}$  de la portée.
- ▶ L'écartement des aciers ne doit pas dépasser :
  - 3 fois l'épaisseur de la dalle, ni 33 cm pour les aciers porteurs,
  - 4 fois l'épaisseur de la dalle, ni 45 cm pour les aciers de répartition.
- ▶ La section des aciers de répartition 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 de la portée de la dalle (voir fig. ⑧).

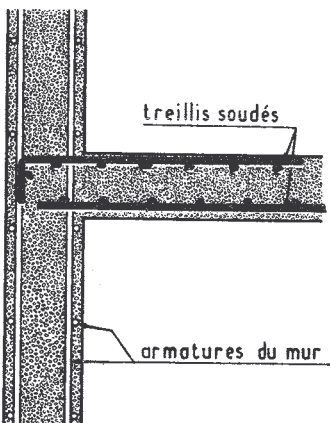
EXEMPLE :

Dalle de portée  $L = 400$  cm ; longueur des chapeaux entre 80 cm à 100 cm.

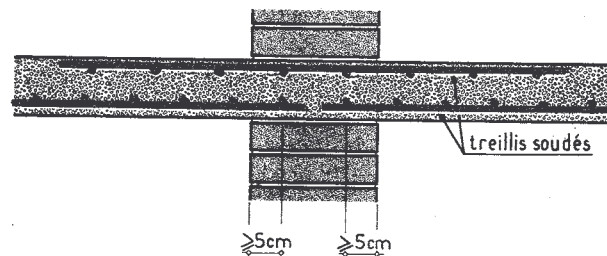
- ▶ Le chaînage horizontal incorporé ou non est nécessaire (voir thème 21 « LES CHÂINAGES »).
- ▶ L'enrobage minimal doit être au moins égal au diamètre de l'acier ou aux valeurs indiquées ci-après ⑭.



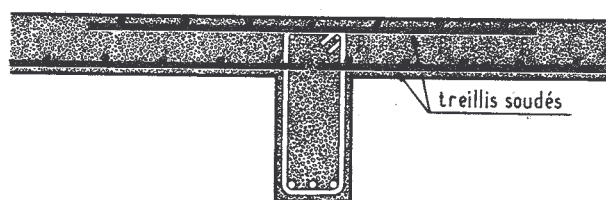
⑨ Appui de rive sur une poutre B.A.



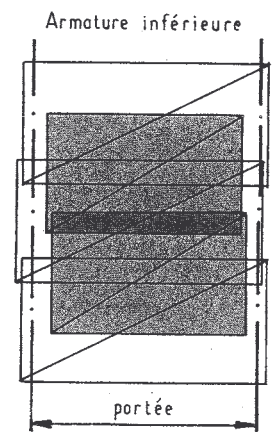
⑩ Appui de rive sur un mur B.A.



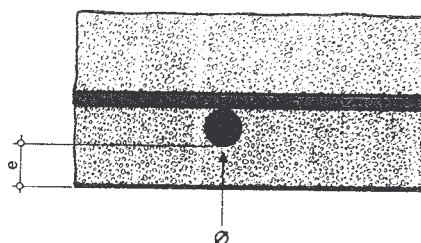
⑪ Appui intermédiaire sur un mur



⑫ Appui intermédiaire sur une poutre



⑬ Armature inférieure



- $e \geq 4$  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).

⑭ Enrobage minimal

## DEUXIÈME PARTIE

# Planchers avec poutrelles préfabriquées

### 1 - PROCÉDÉS DE CONSTRUCTION

#### ■ SYSTÈME PORTEUR

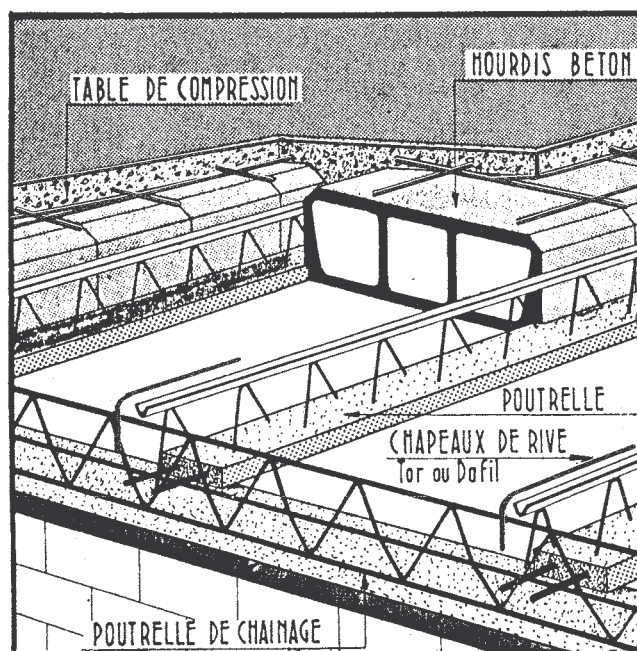
Il est constitué par :

- ▶ des poutrelles préfabriquées <sup>⑮</sup> et <sup>⑯</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**.

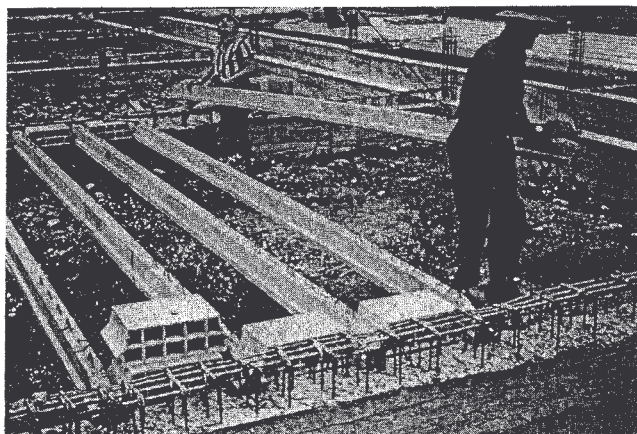
#### ■ SYSTÈME COFFRANT (voir planche <sup>⑰</sup> page suivante)

Il est constitué par les **entrevous** qui sont disposés entre les poutrelles en prenant appui sur leur talon.

- ▶ Nature des entrevous :
  - béton de gravillon,
  - terre cuite,
  - polystyrène expansé,
  - polystyrène protégé en sous face par du plâtre, des fibres agglomérées,
  - béton cellulaire.



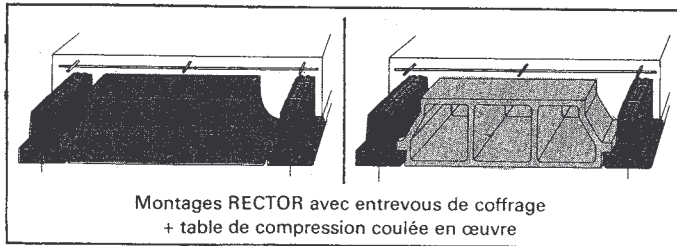
<sup>⑮</sup> Poutrelles préfabriquées à treillis métalliques et talon en béton



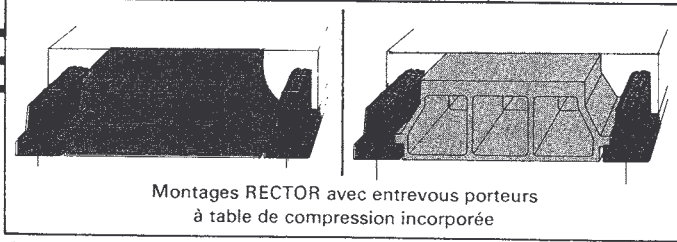
<sup>⑯</sup> Poutrelles précontraintes. Mise en œuvre du plancher.

► **Rôle des entrevous :**

- Ils servent de coffrage pour la table de compression et de support pour l'enduit du plafond ⑱.



Montages RECTOR avec entrevous de coffrage + table de compression coulée en œuvre



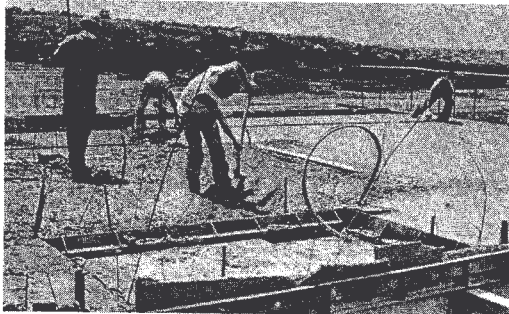
Montages RECTOR avec entrevous porteurs à table de compression incorporée

⑱ **Montages RECTOR**

- Ils peuvent être porteurs sans nécessiter le coulage d'une table de compression ⑰ et ⑱.

**EXEMPLE :**

Entrevous béton ou céramique.

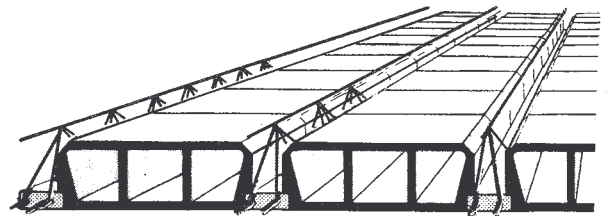


⑲ **Coulage du béton**

**REMARQUE :**

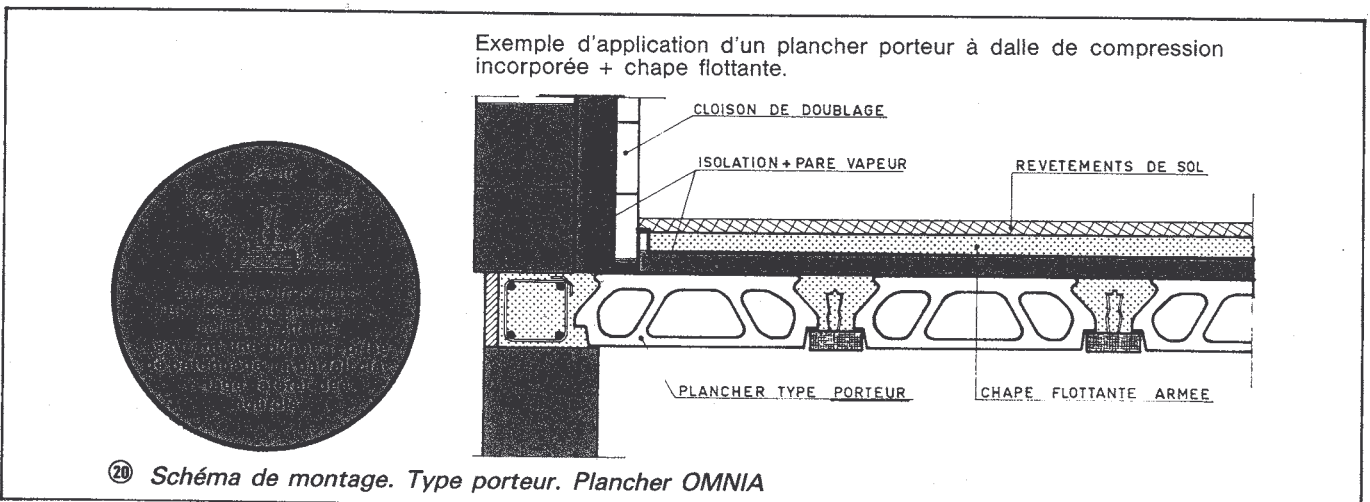
La table de compression a pour rôle d'assurer :

- la répartition des charges à la surface du plancher,
- la solidarisation de l'ensemble des éléments (liaison horizontale).



MONTAGES	Hauteurs des entrevous en cm.	Table de compression en cm.
<b>PLANCHERS COURANTS</b>		
Entrevous béton	10	4
	12	4
	14	4
Montage type <b>C1</b>	16	4
	60	
<b>PLANCHERS COURANTS</b>		
Entrevous céramique	18	4
	20	4
	25	4
Montage type <b>C2</b>	30	4
Entrevous porteurs béton		
Montage type <b>C3</b>		
Entrevous porteurs céramique		
Montage type <b>C4</b>		

⑰ **CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES**

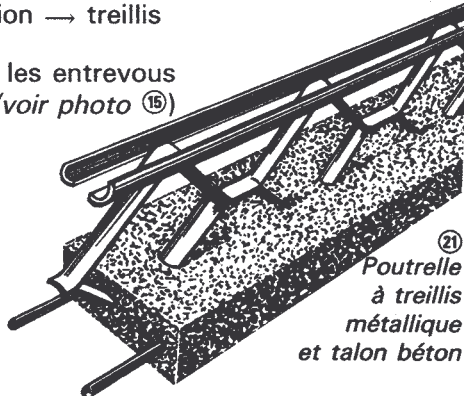


⑳ **Schéma de montage. Type porteur. Plancher OMNIA**

## 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 entrevous → talon (voir photo 16)



### ■ CARACTÉRISTIQUES

- ▶ **Constitution de l'armature :**
  - membrure supérieure : feuillard en forme de V,
  - membrure inférieure : 2 ronds d'aciers 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 → légereté et manutention facile. (Voir aussi le croquis 21.)

## 3 - POUTRELLES PRÉFABRIQUÉES PRÉCONTRAINTES

### ■ 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 ㉑.
- **APRÈS** mise en service sous l'effet des charges appliquées ㉒.
- ▶ 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

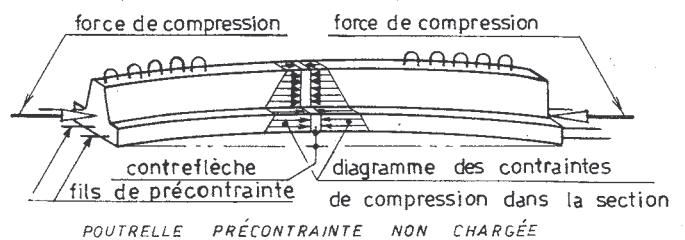
Hauteur (mm)	Largeur du talon (mm)	Nombre de fils de précontrainte
110	100	2 à 4
120 ou 130	110	2 à 5
140 ou 150	120	2 à 6
170	130	3 à 8

**Longueur :** toutes dimensions jusqu'à 8 à 9 mètres.

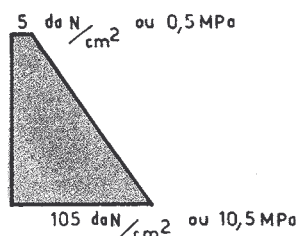
**Masse :** 18 à 30 kg par mètre suivant les sections de béton.

**L'entraxe de poutrelle** est de 60 cm pour tous les types de planchers.

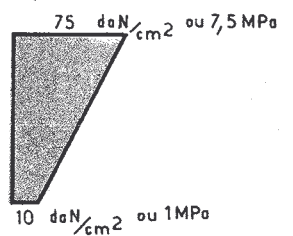
### action de la précontrainte



Avant

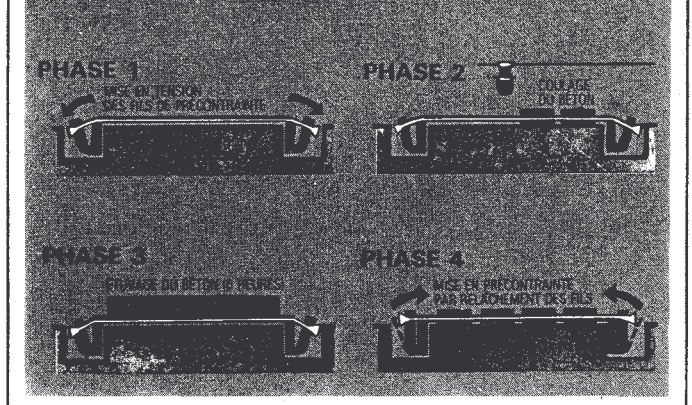


Après



㉑ Diagramme des contraintes du béton

### stades de fabrication



㉒ 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'étalement,
- ▶ à la position des poutrelles,
- ▶ à l'armature de la table de compression,

**EXEMPLE :**

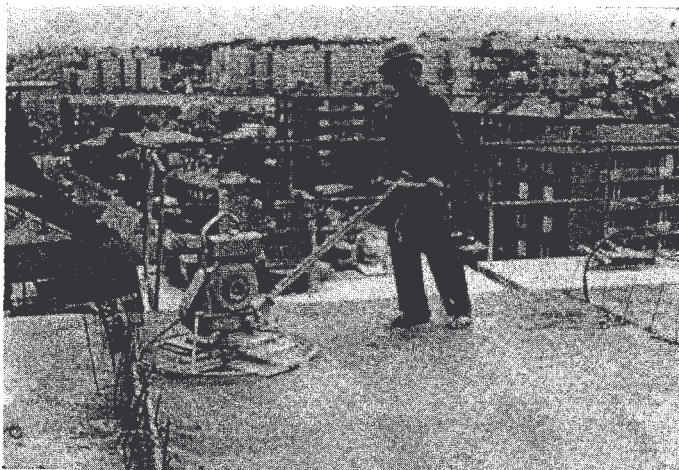
Treillis 4/3, 150 × 300

- ▶ 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.

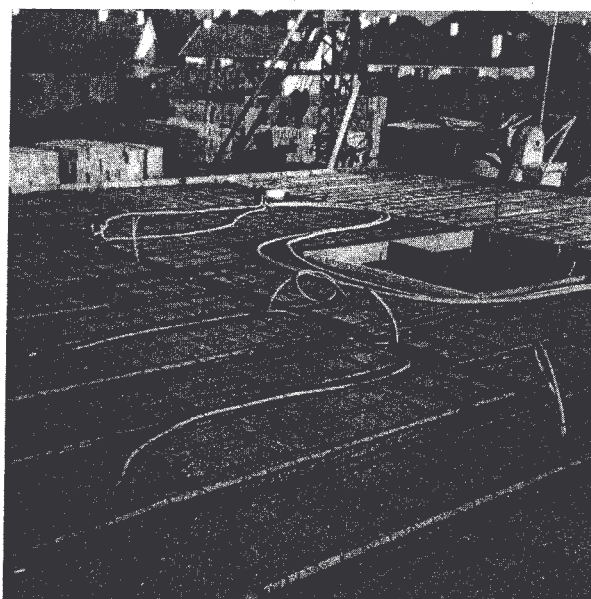
Voir : planche ② p. 195 « PLANCHERS AVEC POUTRELLES A TREILLIS »

et

Planche ② p. 196 « PLANCHERS A POUTRELLES PRÉCONTRAINTES ».



Surfaçage de la dalle à l'hélicoptère



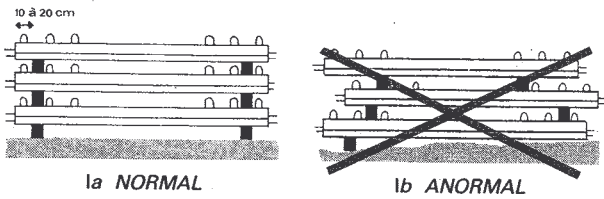
Plancher avant coulage :

- trémie d'escalier coffrée
- gaines électriques noyées



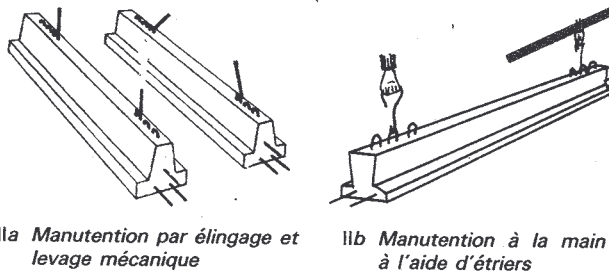
RECOMMANDATIONS TECHNIQUES DE MISE EN ŒUVRE

I. Stockage des poutrelles



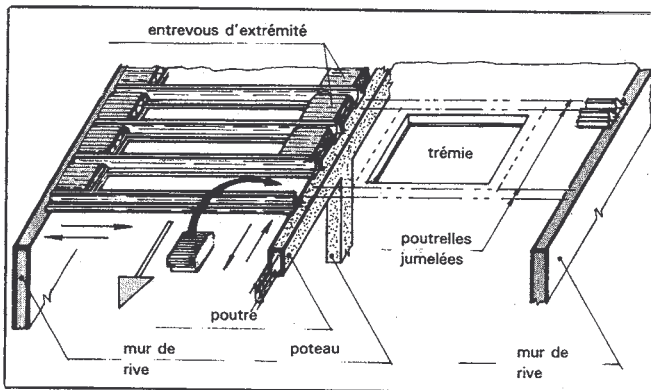
Stocker les poutrelles sur des appuis horizontaux en superposant toujours les chevrons intermédiaires.

II. Levage et manutention



III. Mise en place des poutrelles suivant le plan de pose

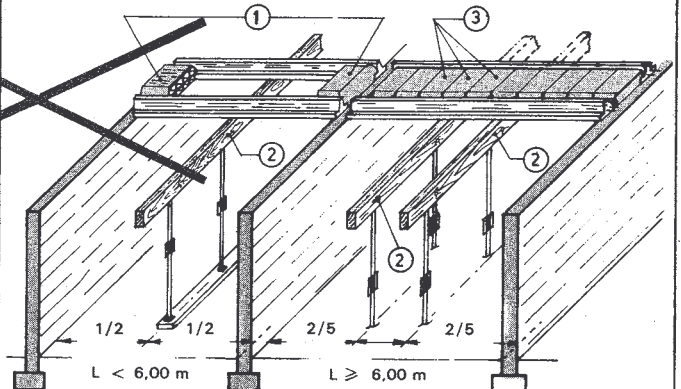
- **Conditions**  
Longueur d'appui des poutrelles :
  - 5 cm  $\approx$  sur un mur ;
  - 2 cm  $\approx$  sur une poutre, un linteau ou un mur en béton armé ;
 (pour permettre le passage des aciers du chaînage ou ceux de la poutre).
- **Moyens**  
Réglage de l'emplacement des poutrelles :
  - un entrevous 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 chevêtre.



III Réglage de la position des poutrelles

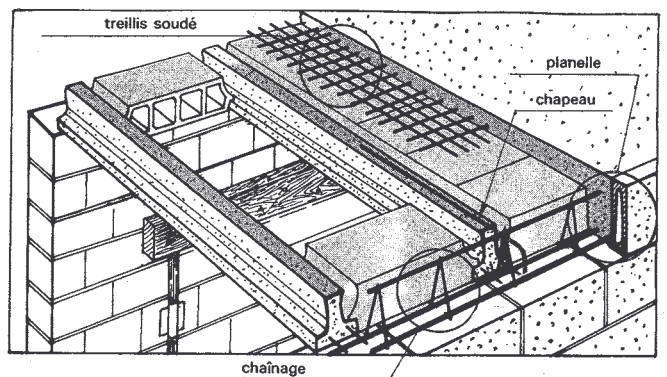
IV. Étaieage et mise en place des entrevous intermédiaires

- **Conditions** : L'étaieage s'effectue AVANT la pose des entrevous intermédiaires
  - à simple file d'étais } suivant la portée
  - à double file d'étais } 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 retombée des entrevous sous le talon de la poutrelle.



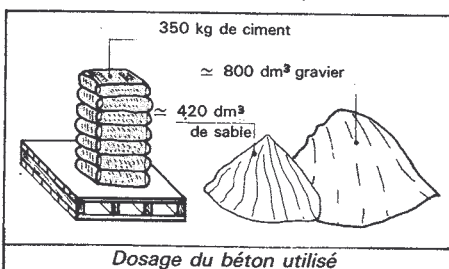
V. Armature du chaînage et de la dalle de compression

- **Les chaînages sur murs** sont incorporés dans l'épaisseur du plancher.
- Armature de la dalle de compression.**
  - Section minimale d'acier :
    - soit : 2  $\varnothing$  10 H.A. (Haute Adhérence)
    - ou : 3  $\varnothing$  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 entrevous ;
  - 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.

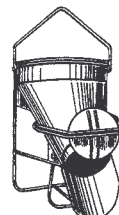


V Armature de la dalle B.A.

VI. Distribution du béton :

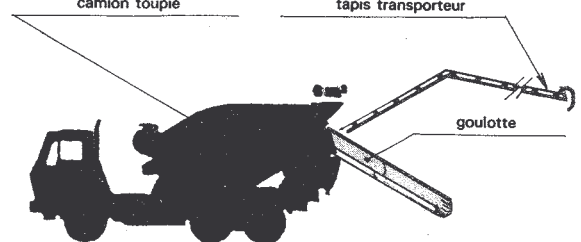


1<sup>er</sup> moyen



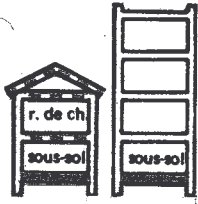
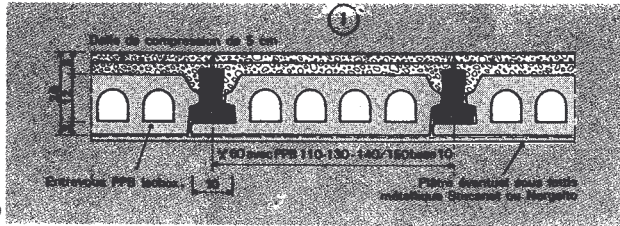
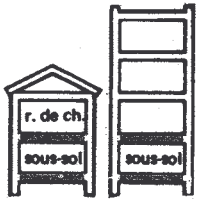
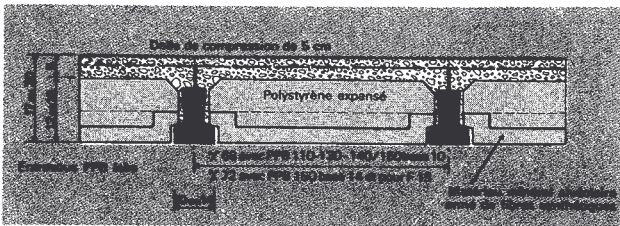
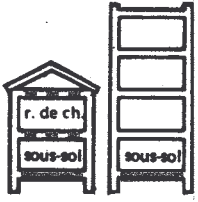
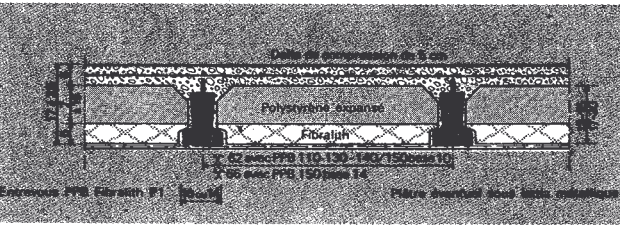
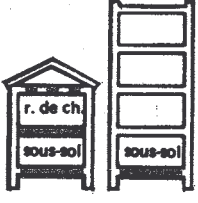
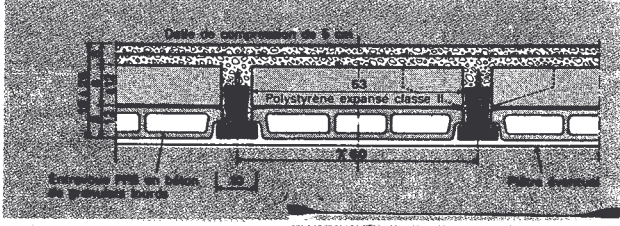
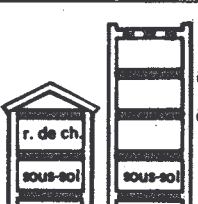
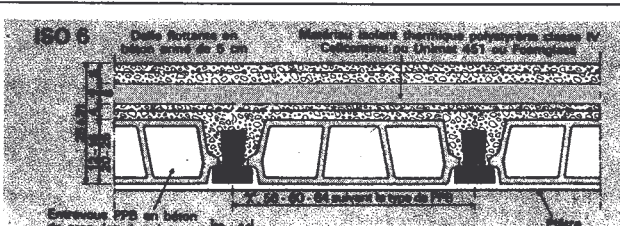
A la grue avec benne ouvrente

2<sup>e</sup> moyen

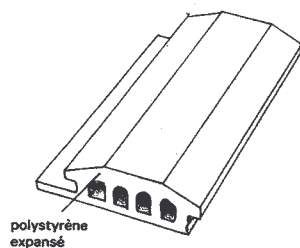


Par Camion-toupie



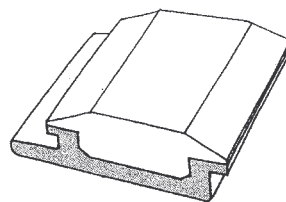
Domaine d'utilisation	Types de planchers isolants	Particularités
		<p><b>Entrevous en polystyrène expansé avec languette incorporée couvrant la poutrelle béton en sous-face.</b></p>
		<p><b>Entrevous isolants mixtes :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• polystyrène expansé,</li> <li>• mousse minérale armée de fibres synthétiques en sous-face.</li> </ul> <p>(Avec ou sans languette).</p>
		<p><b>Entrevous composites constitués par :</b></p> <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>
		<p><b>Entrevous béton en sous-face surmonté d'un pain de polystyrène expansé de 6 à 12 cm d'épaisseur.</b></p>
		<p><b>Plancher courant avec dalle flottante ou indépendante reposant sur une isolation continue en polystyrène.</b></p>

ENTREVOUS ISOLANTS A LANGUETTE



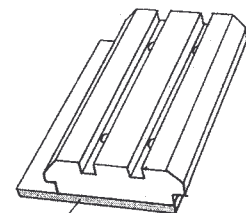
polystyrène expansé

A entrevous polystyrène



entrevous en polystyrène expansé + mousse minérale armée avec languette

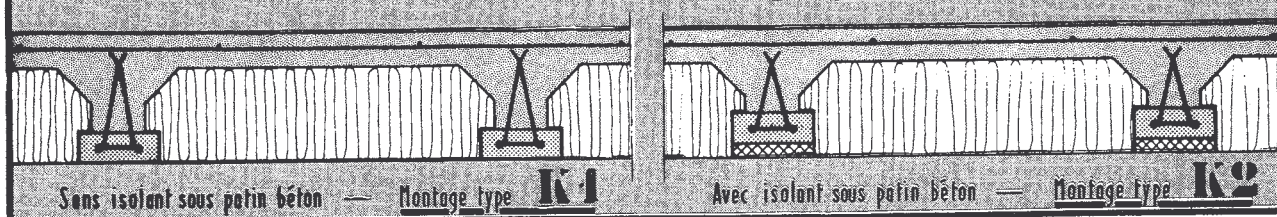
B entrevous mixte



entrevous composite

C entrevous mixte

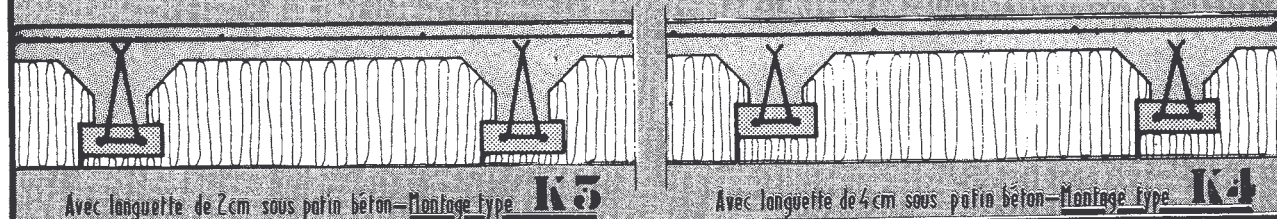
**Planchers avec hourdis polystyrène**



Sans isolant sous patin béton — Montage type **K1**

Avec isolant sous patin béton — Montage type **K2**

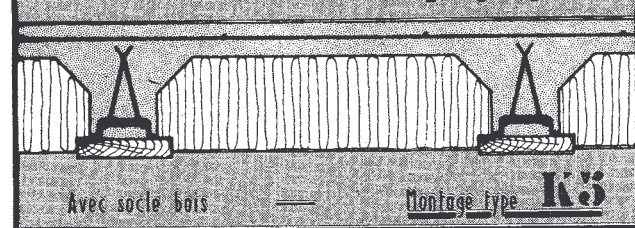
**Planchers avec hourdis polystyrène**



Avec languette de 2cm sous patin béton — Montage type **K3**

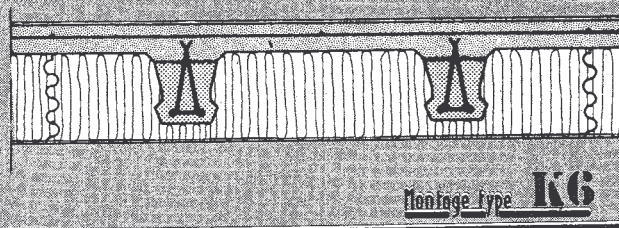
Avec languette de 4cm sous patin béton — Montage type **K4**

**Plancher avec hourdis polystyrène**



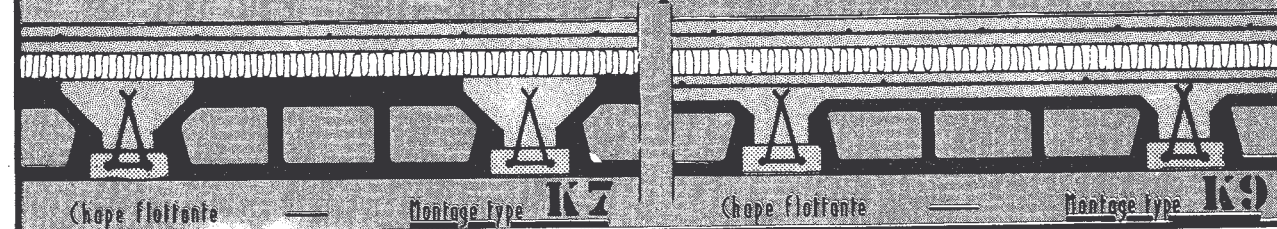
Avec socle bois — Montage type **K5**

**Plancher D.F.C.-SIPRA**



Montage type **K6**

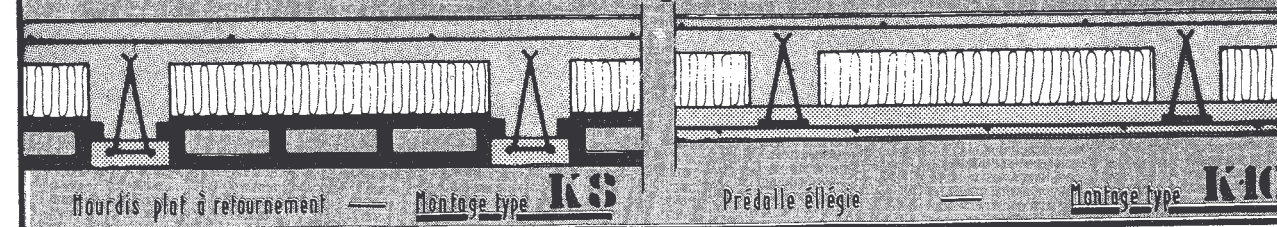
**Planchers composites isolants**



Chape flottante — Montage type **K7**

Chape flottante — Montage type **K9**

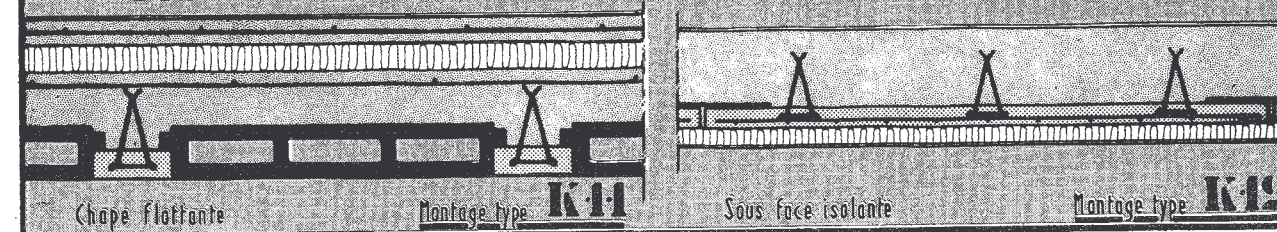
**Planchers composites isolants**



Hourdis plat à retournement — Montage type **K8**

Prédalle élargie — Montage type **K10**

**Planchers "LOI DE MASSE" avec isolation thermique**



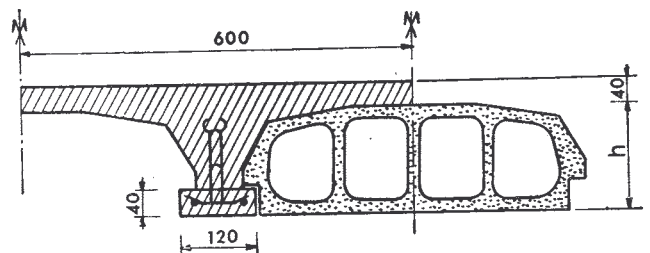
Chape flottante — Montage type **K11**

Sous face isolante — Montage type **K12**

## QUESTIONS D'OBSERVATION ET DE RÉFLEXION SUR LES PLANCHERS

Vous observez la planche ②4

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 chaînage ?
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 ②6 et ②7

1. Comparer et discuter les montages isolants de la planche ②6.
2. Même question pour la planche ②7.



ISBN 2-216-00375-1

A

