

THÈME 16

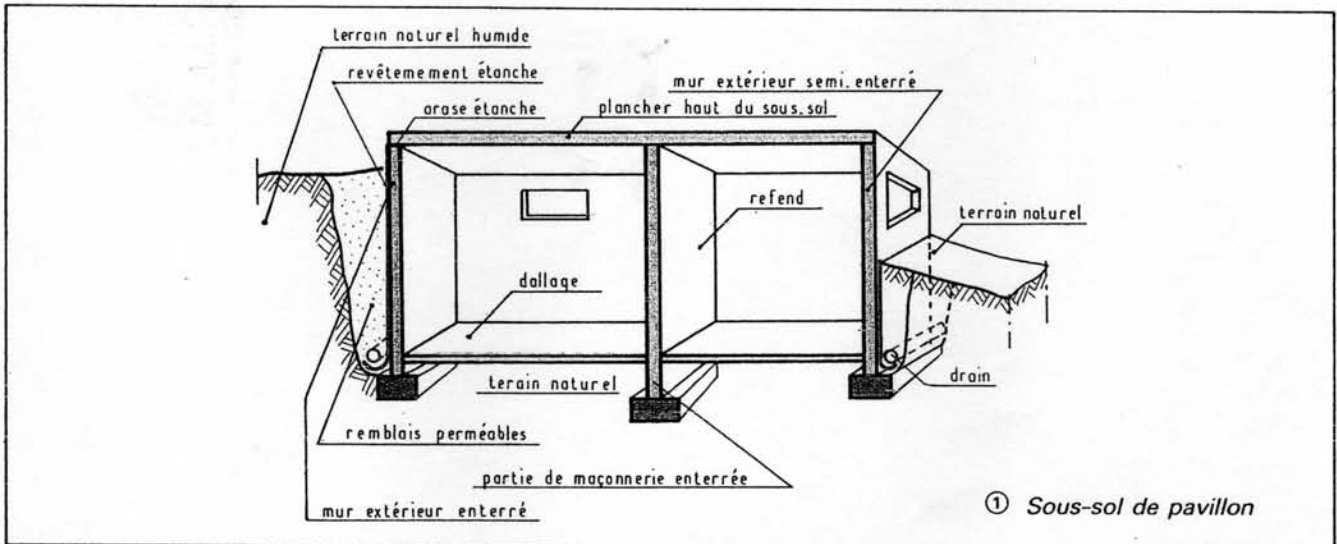
La maçonnerie du sous-sol

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

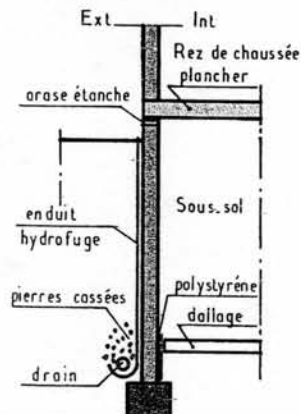


► Murs de 1^{re} catégorie ②

murs limitant des locaux utilisés

EXEMPLES :

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



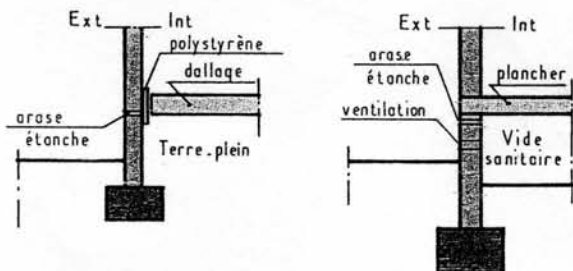
② Murs de 1^{re} catégorie

► Murs de 2^e 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.

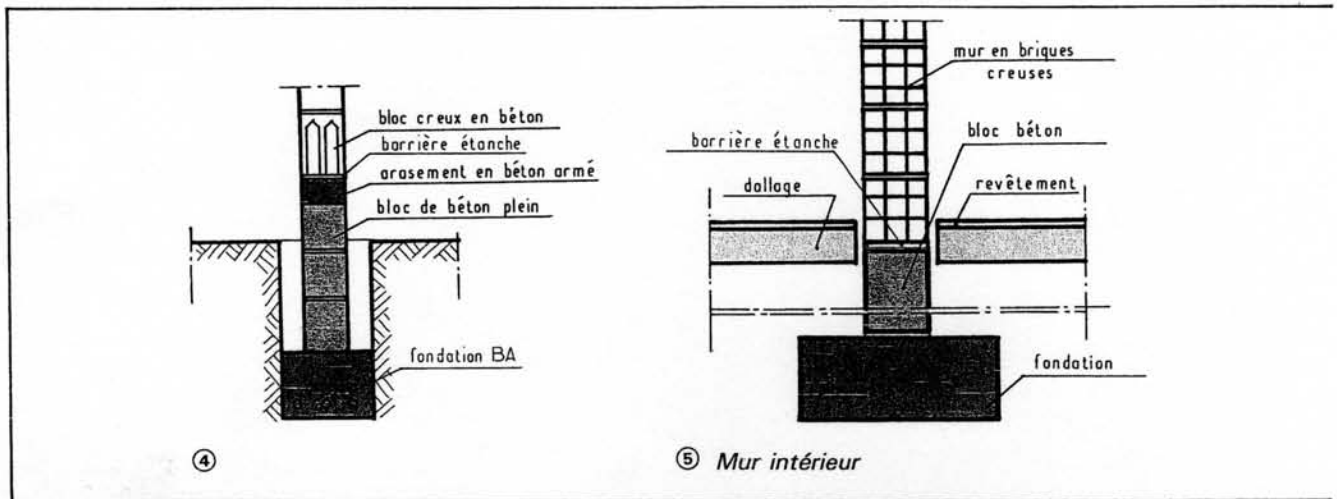


③ Murs de 2^e catégorie

■ 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 :

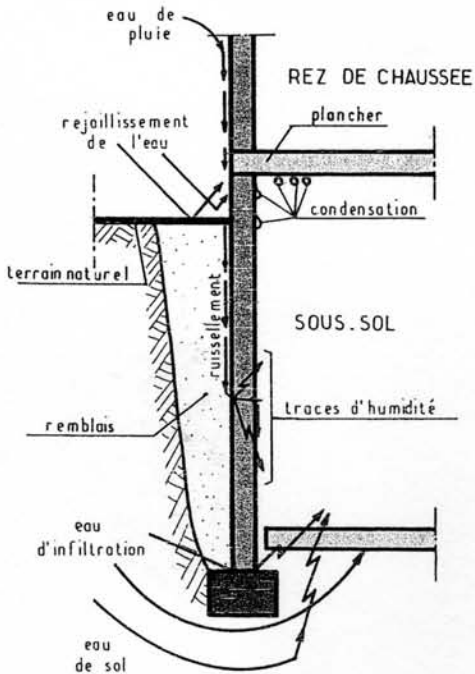
- ▶ **blocs pleins ou creux de béton** d'épaisseur minimale 20 cm hourdés au mortier de chaux et ciment ;
les briques creuses sont interdites, les briques perforées sont admises, le dosage en liant du mortier de pose est de 350 à 500 kg par mètre cube de sable 0/3.
- ▶ **béton banché faiblement armé**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

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

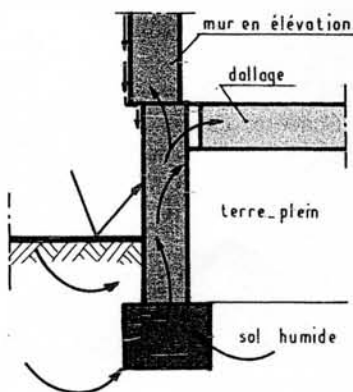
▶ Incidents à craindre

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

⑥ Mur de 1^{re} catégorie :
risques à éviter



⑦ Mur de 2^e 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 ≥ 5 mm par mètre. Il est réalisé en mortier de ciment.

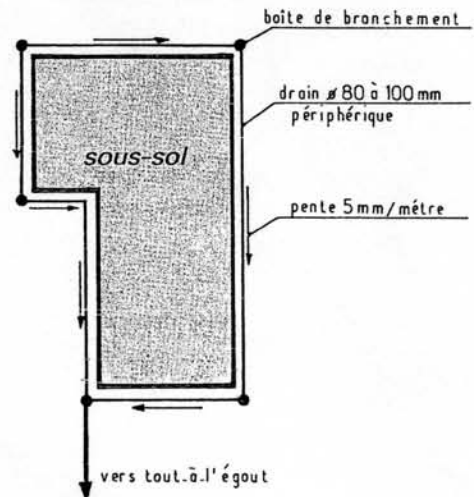
– les **drains**, de diamètre 8 à 10 cm, collectent l'eau.

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^{re} solution

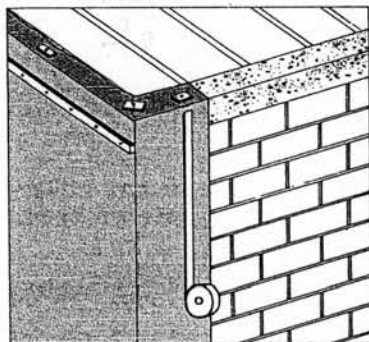
2^e solution

sur Murs en agglos

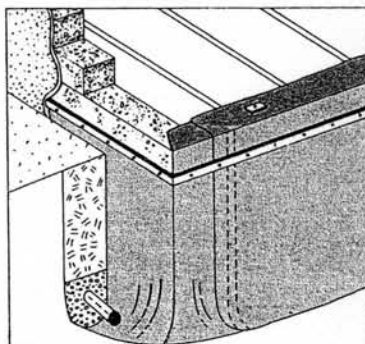
Enduit classique au mortier de ciment avec hydrofuge. **Peinture bitumineuse** appliquée en 2 couches (voir Thème n° 9 « Les Mortiers »).

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

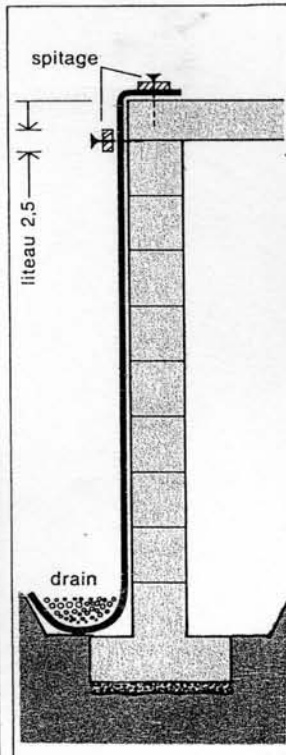
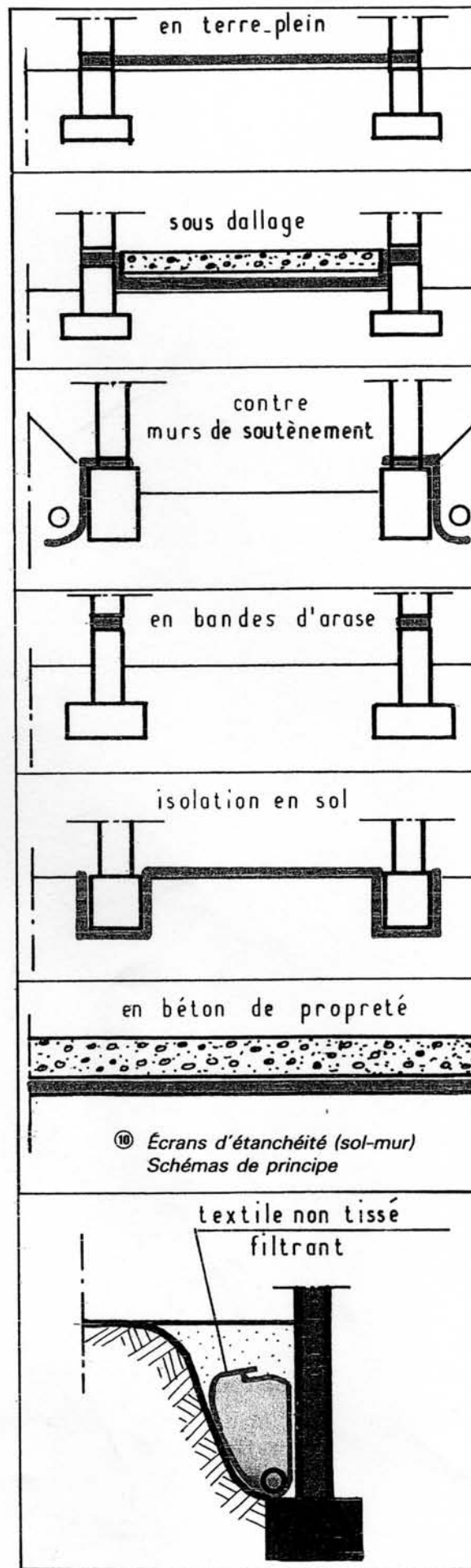


Schéma de principe

⑨ Mise en œuvre

• **Tranchée drainante** ⑪

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



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

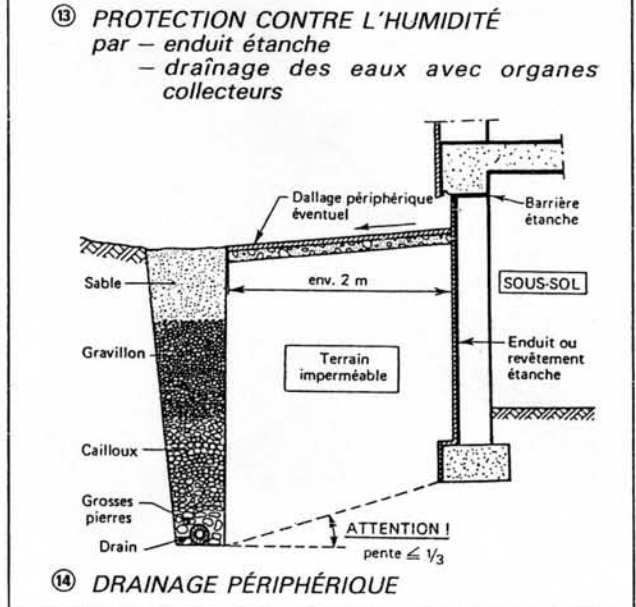
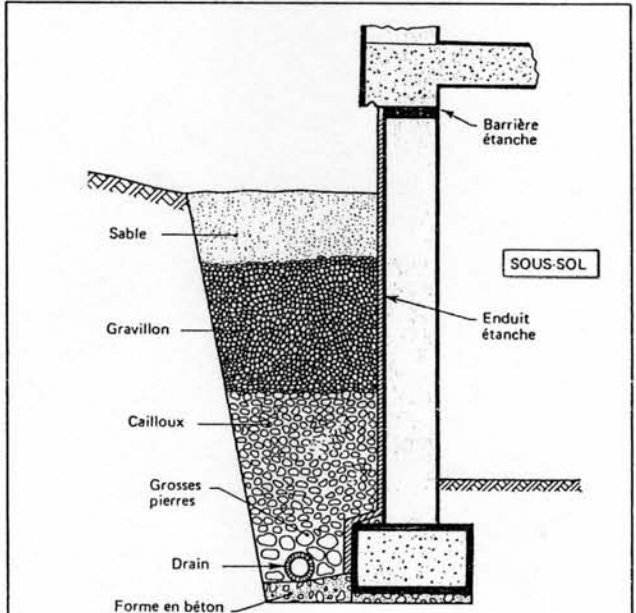
- chape de bitume armé,
- arase en mortier hydrofugé de 3 à 4 cm d'épaisseur dosé à 500 kg de ciment,
- feuille de polyéthylène placée en sandwich entre deux couches de mortier, épaisseur 100 microns.



- 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 15

Les murs réalisés en bloc de béton ou de terre cuite

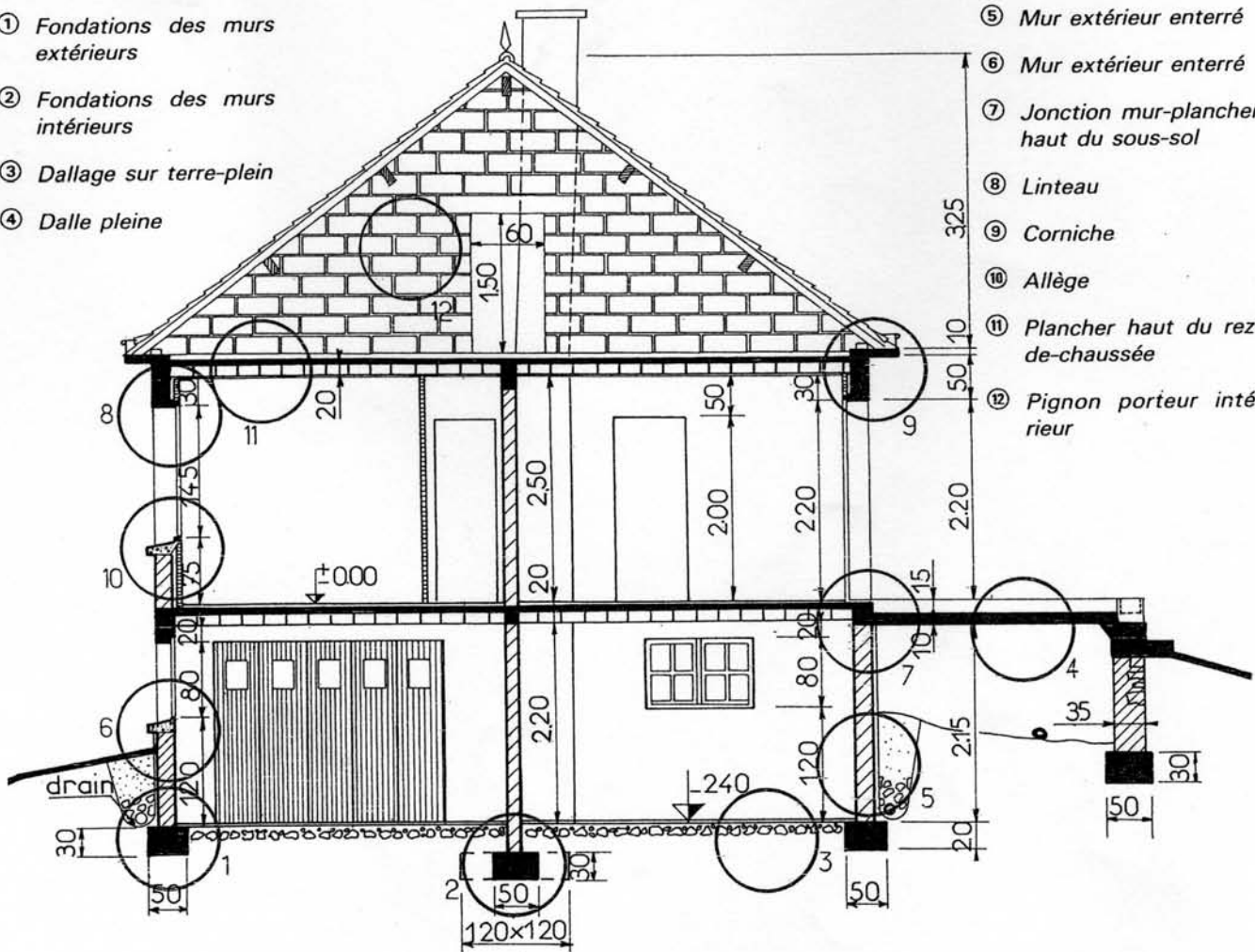
Les blocs de béton de gravillon ou de terre cuite sont des « composants » très utilisés dans la construction des murs.

PREMIÈRE PARTIE

Murs d'habitation

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

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



au droit de chaque poteau en B.A

① Coupe verticale (voir Thème n° 3)

1 - CONDITIONS ESSENTIELLES

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

■ **Condition de résistance pour supporter :**

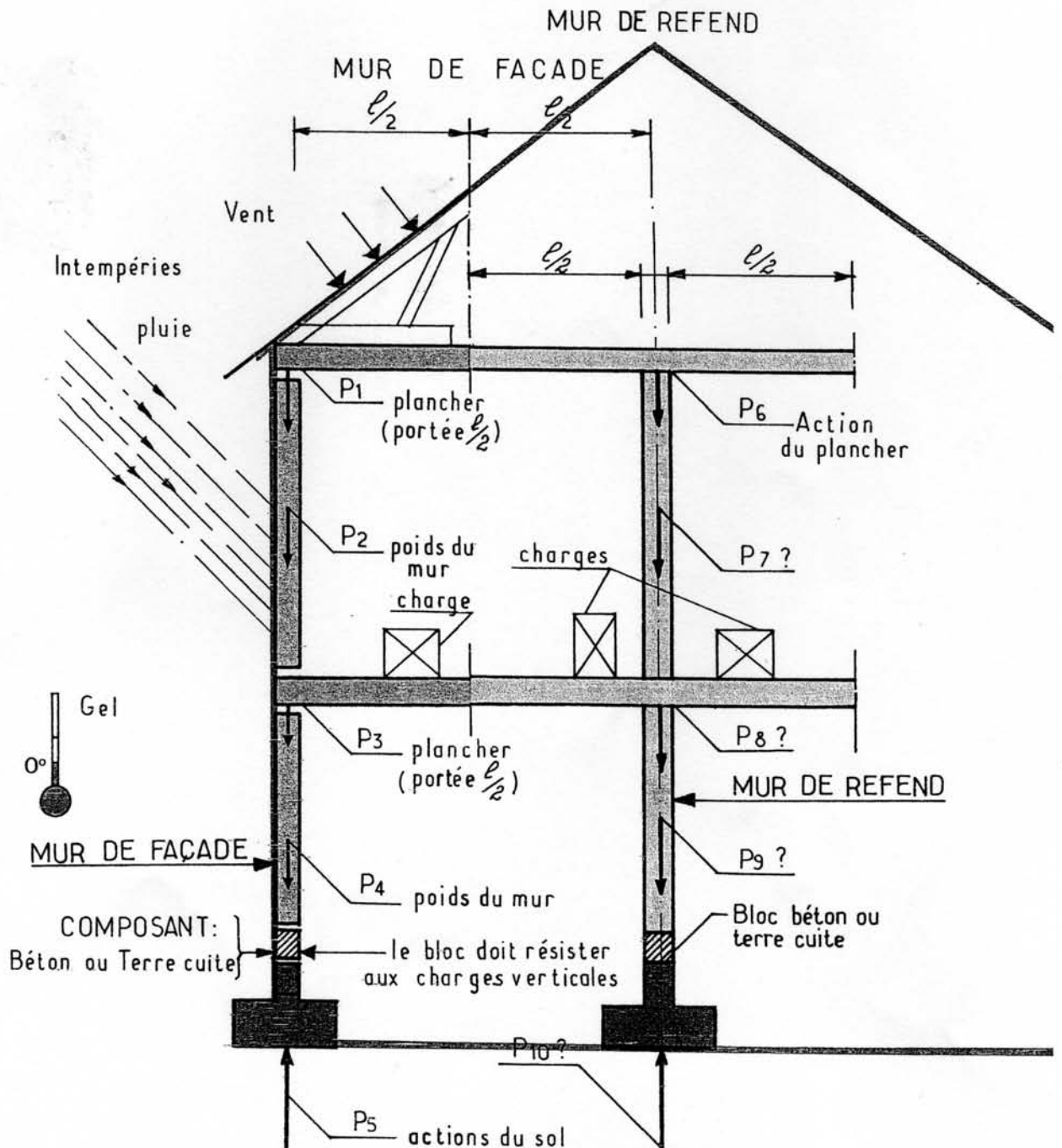
- le poids propre du mur,
- les charges permanentes (plancher, cloisons, carrelage),
- les charges d'exploitation (meublier, personnes).

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)

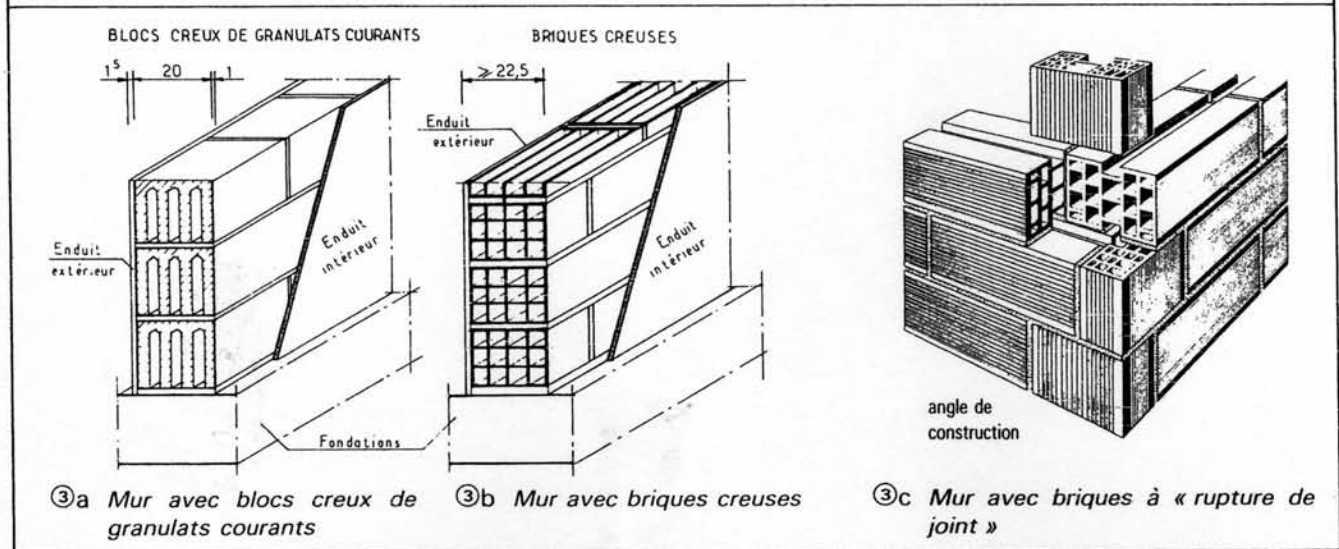
2 - MURS TRADITIONNELS

■ 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.

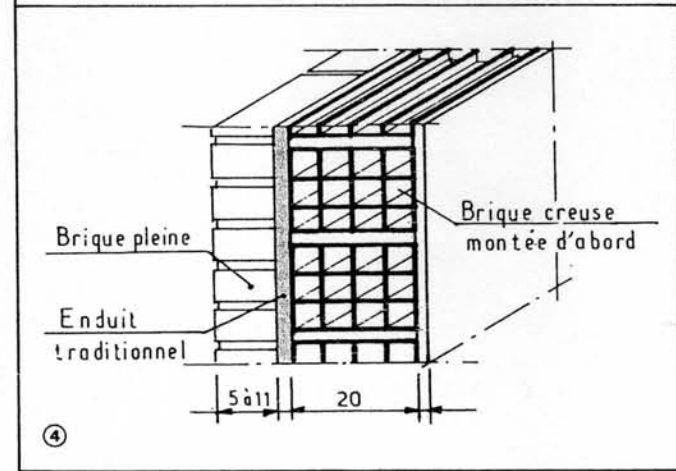
Suivant sa fonction, le mur est dit porteur ou de remplissage.

■ EXEMPLES DE MURS TRADITIONNELS EN MAÇONNERIE* :

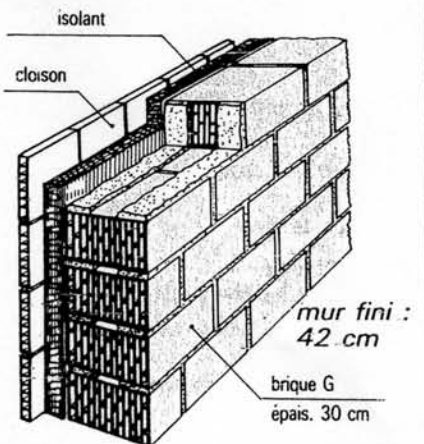
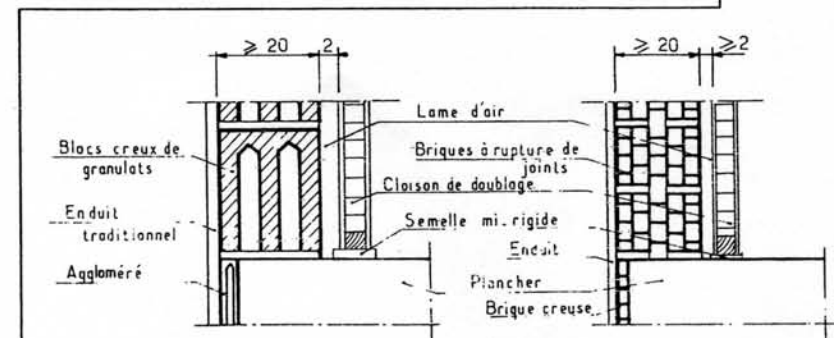
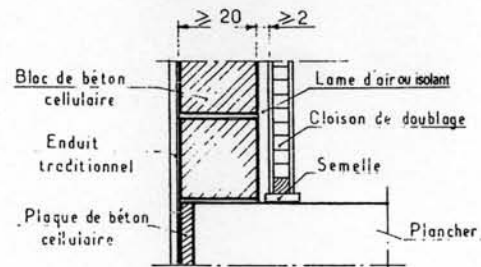
► à simple paroi, enduite ou non.



► composite, composée par plusieurs matériaux associés.



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



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

A - Coffrage élémentaire de linteaux de faible hauteur ¹³ ¹⁴ et ¹⁵

• **ÉLÉMENTS**

Fond de moule (élément coffrant horizontal)

• **MATÉRIAUX ET MATÉRIEL**

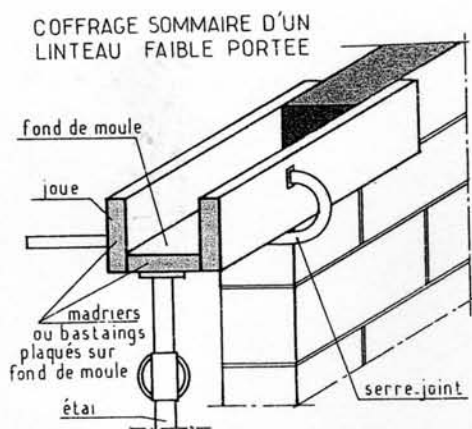
- mur de 15 cm → bastaing 5 cm × 15 cm
- mur de 20 cm → madrier 8 cm × 20 cm
- les étais métal permettent le réglage à hauteur et l'obtention de l'horizontalité.

• **ÉLÉMENTS**

Joues (éléments coffrants latéraux verticaux)

• **MATÉRIAUX ET MATÉRIEL**

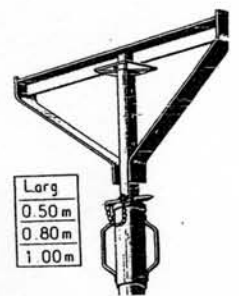
- Utilisation soit de :
 - planches de 32 mm ou 40 mm d'épaisseur,
 - bastaings ou madriers.
- Maintien des joues par serre-joint.



¹³ Coffrage sommaire d'un linteau faible portée



¹⁴ Linteau de garage. Coffrage et armature



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

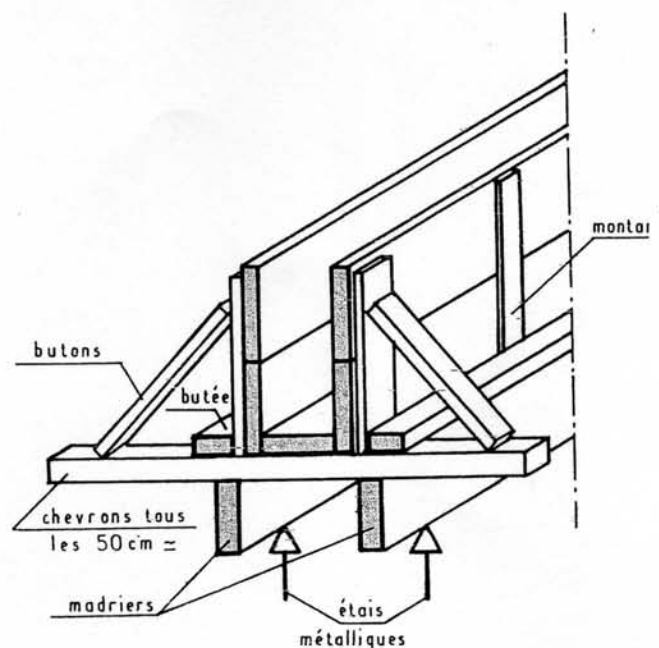
B - Coffrage traditionnel d'un linteau de grande portée ¹⁶

• le fond de moule est soutenu par :

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

• les joues sont stabilisées par :

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

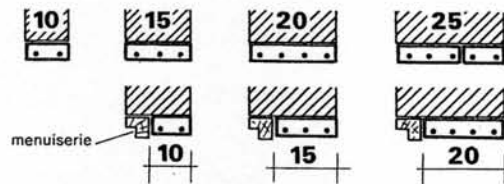


¹⁶ Coffrage d'un linteau de grande portée (porte de garage)

NOTA :
On peut utiliser aussi un coffrage métallique.

C - Coffrage partiellement préfabriqué en utilisant soit :

c₁) un élément préfabriqué de faible épaisseur appelé prélindeau qui fait office de fond de moule incorporé au linteau.

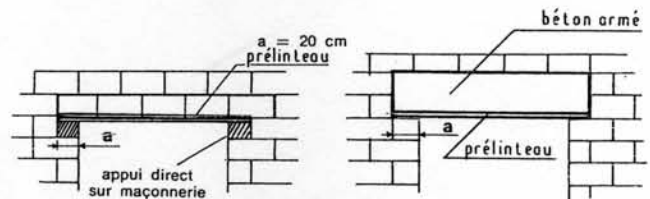


⑰ Principe d'utilisation

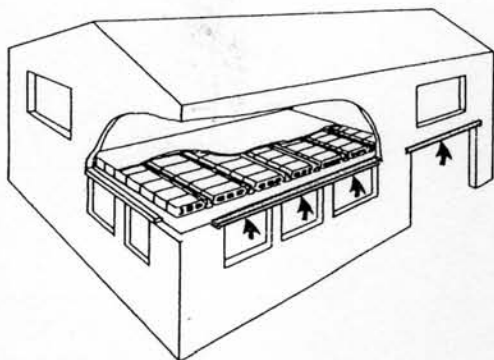
• Principe d'utilisation et appuis des linteaux.

Voir croquis ⑰ et ⑱ ci-contre.

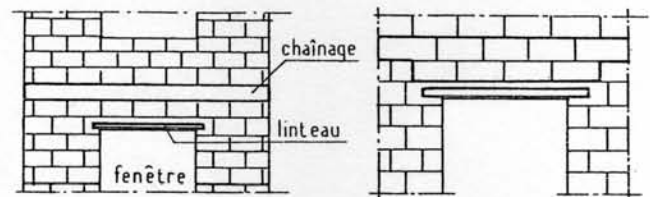
• Linteaux de façade porteurs ou non. Voir croquis ⑲ et ⑳ ci-contre.



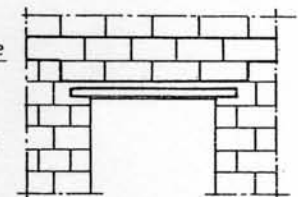
⑱ Appuis des linteaux



⑳ Linteau de façade porteur ou non de plancher ou de sous-toiture



⑲ Linteau indépendant



⑳ Prélindeau maçonné

c₂) des blocs spéciaux en béton en forme d'U ⑳ et ㉓

• Caractéristiques des blocs :

longueur \approx 50 cm

hauteur \approx 20 cm

largeur \approx 20 cm

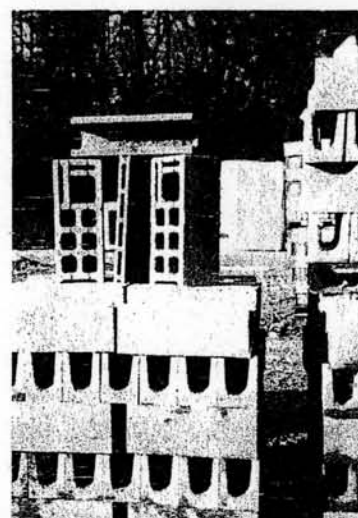
épaisseur des parois 3 cm environ.

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

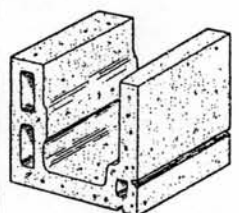
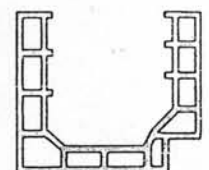
• Mise en place :

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

C₃) des profils en béton armé en forme d'U ⁽²⁴⁾

• **Caractéristiques :**

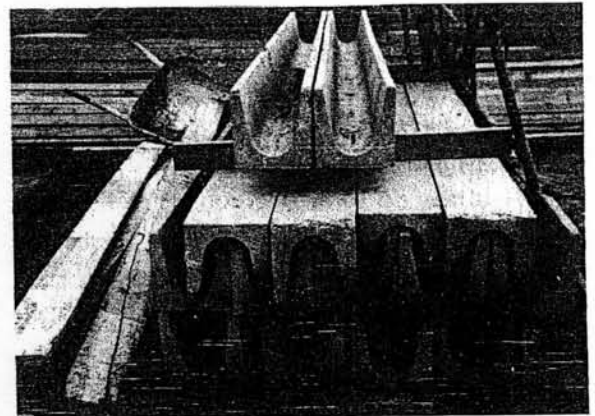
- l'épaisseur des profils évidés est celle du mur,
- la longueur « L » est celle de la portée augmentée de celle des appuis :
L = 1,00 à 3,00 m et plus
- l'évidement sert à loger l'armature.

• **Mise en place :**

- les profils utilisés ne nécessitent **ni coffrage, ni étaie**ment (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.



⁽²⁴⁾ **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/m³).

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

5 - ARMATURE

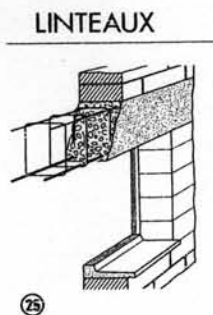
Voir aussi le thème « LES ARMATURES »

■ **Constitution de l'armature** ⁽²⁵⁾ et ⁽²⁶⁾

► **des linteaux isolés :**

- **petite portée :**

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

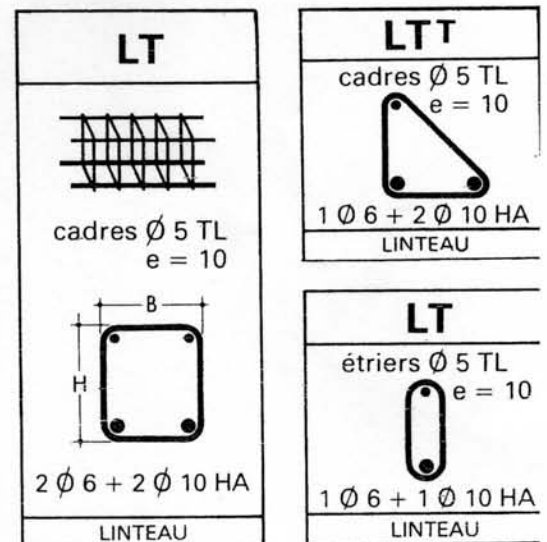


- **grande portée :**


- • *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).



⁽²⁶⁾

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

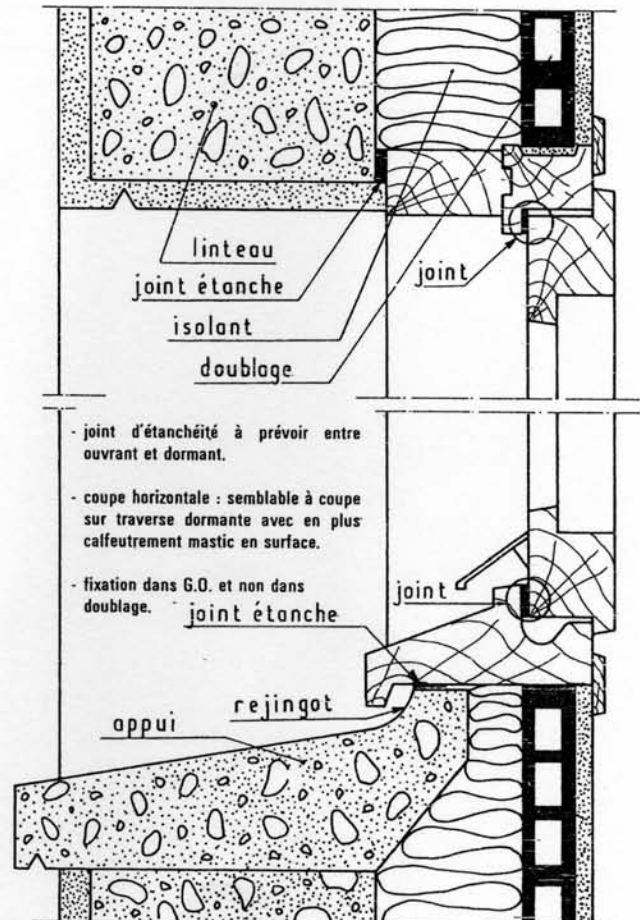
● Assemblage par soudures électriques
 ● Aciers Haute Adhérence (HA) et Tréfilé Lisse (TL)

6 - BÉTONNAGE

- Dosage du béton 300 à 350 kg de ciment de la classe 45.
- Quantité de granulats pour 50 kg de liant :
 - 80 dm³ de sable de rivière 0/5,
 - 120 dm³ de gravillons 10/20.
- La mise en place s'effectue par pilonnage ou vibration en veillant à l'enrobage réglementaire des aciers.

7 - DÉCOFFRAGE⁽²⁾

- 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.



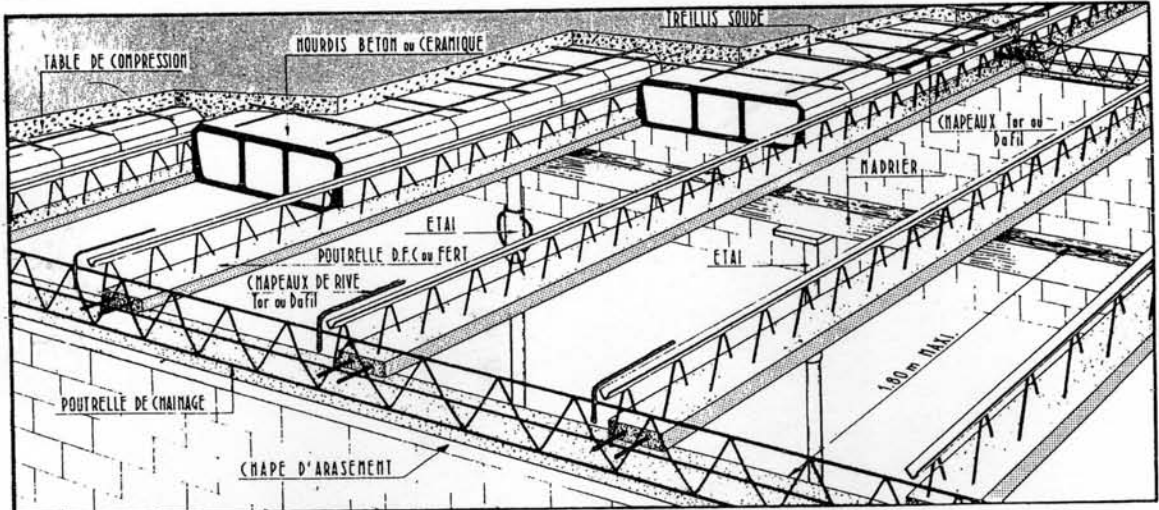
(Doc. E.D.F.)

⁽²⁾ Coupe verticale de principe sur fenêtre

QUESTIONNAIRE

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

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



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^{re} constatation :

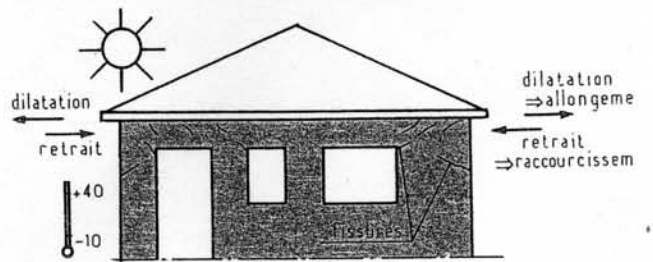
- La chaleur et le froid alternés provoquent des variations de dimensions.

► Conséquence pratique :

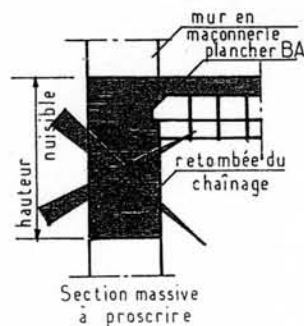
Il est nécessaire :

- 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).



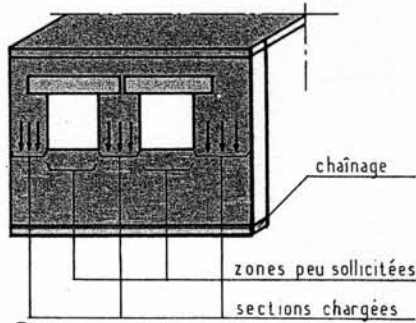
④ Retrait et dilatation du béton



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.

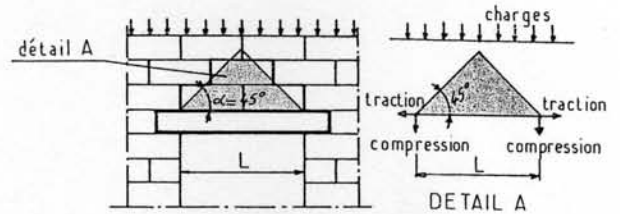
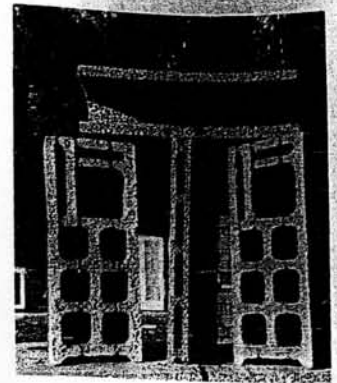
■ Conclusion :

Une armature minimale est indispensable dans les chaînages.

⑥

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

3 - ARMATURES

■ ACIERS PRINCIPAUX OU LONGITUDINAUX ⑨ et ⑩.

La section minimale prescrite correspond à :

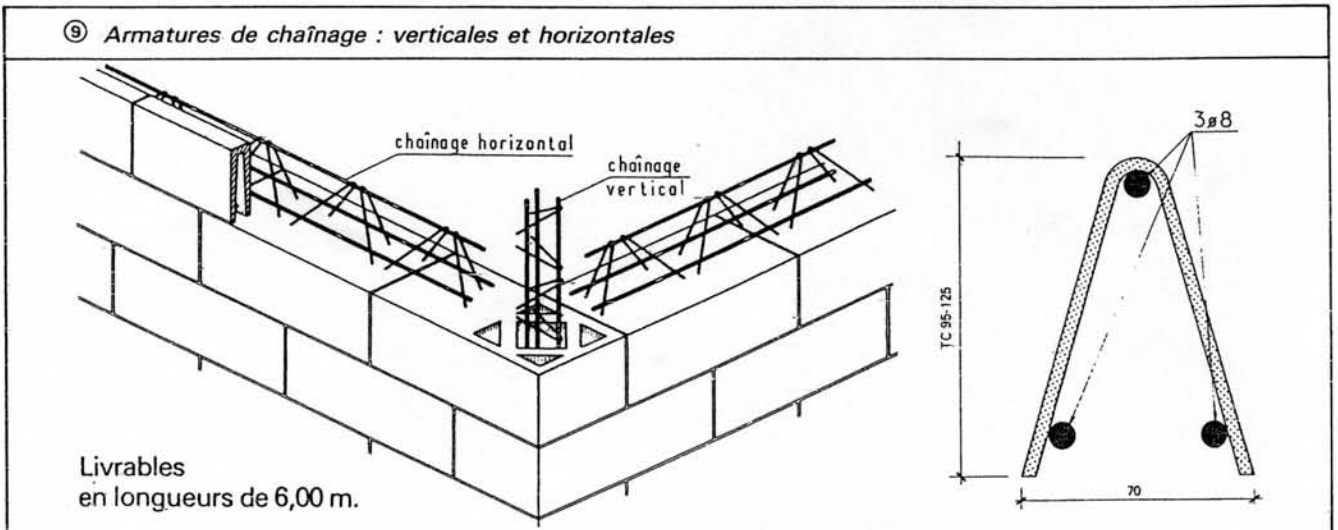
- 0,5 % de la section de béton dans le cas d'acier à haute adhérence.
- 3 aciers H.A. de diamètre 8 mm ou 2 aciers H.A. de diamètre 10 mm.
- 4 aciers de diamètre 10 mm dans le cas d'acier de **nuance douce**.

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



DEUXIÈME PARTIE

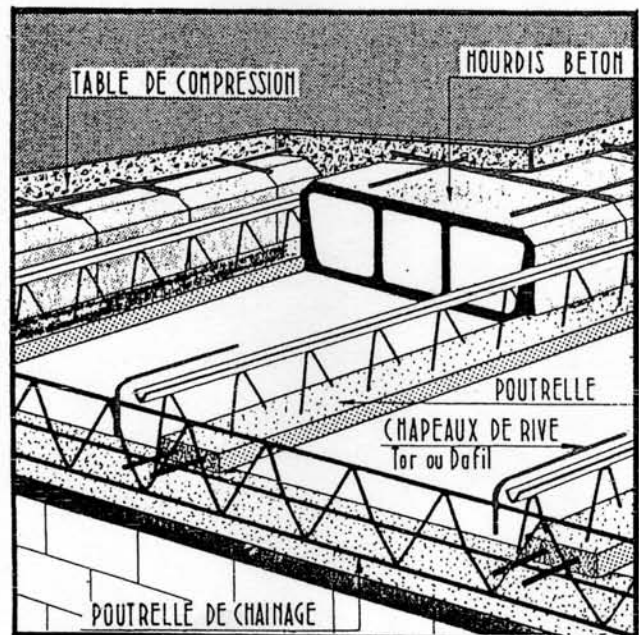
Planchers avec poutrelles préfabriquées

1 - PROCÉDÉS DE CONSTRUCTION

■ SYSTÈME PORTEUR

Il est constitué par :

- ▶ des poutrelles préfabriquées ¹⁵ et ¹⁶
 - 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 ≥ 4 cm).
Le béton coulé sur place assure la liaison de la poutrelle avec la table de compression.

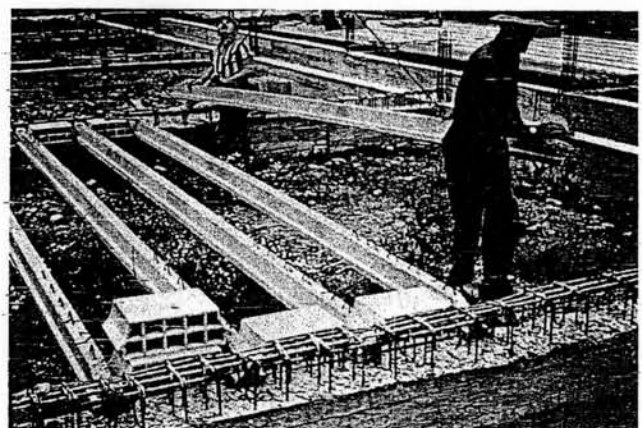


¹⁵ Poutrelles préfabriquées à treillis métalliques et talon en béton

■ SYSTÈME COFFRANT (voir planche ¹⁷ page suivante)

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

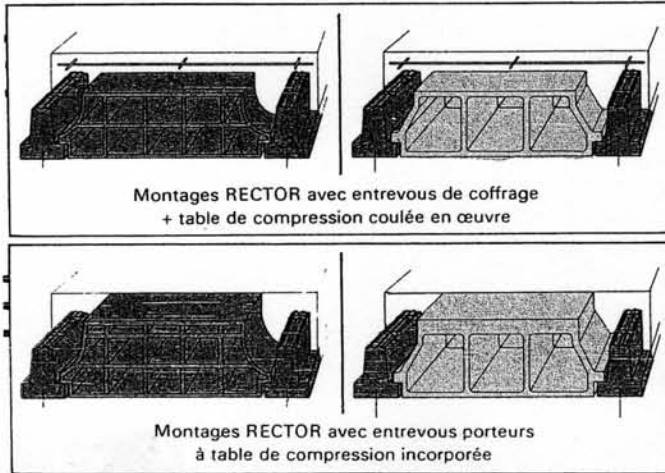
- ▶ Nature des entrevous :
 - béton de gravillon,
 - terre cuite,
 - polystyrène expansé,
 - polystyrène protégé en sous face par du plâtre, des fibres agglomérées,
 - béton cellulaire.



¹⁶ 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.



⑱ **Montages RECTOR**

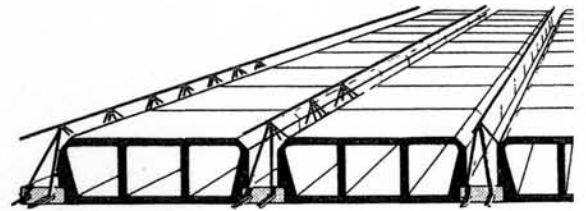
- Ils peuvent être porteurs sans nécessiter le coulage d'une table de compression ⑰ et ⑱.

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.
PLANCHERS COURANTS Entrevous béton	10	4
	12	4
	14	4
	16	4
PLANCHERS COURANTS Entrevous céramique	18	4
	20	4
	25	4
	30	4
Entrevous porteurs béton	15	0
	15	0
Entrevous porteurs céramique	18	0
	25	0

⑰ **CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES**

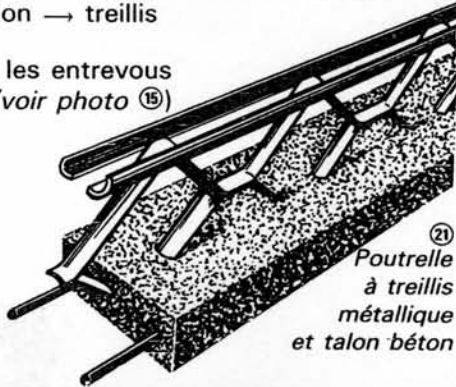
Exemple d'application d'un plancher porteur à dalle de compression incorporée + chape flottante.

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 ⑮)



■ 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 → légèreté et manutention facile. (Voir aussi le croquis ⑮.)

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 ⑯.
- **APRÈS** mise en service sous l'effet des charges appliquées ⑰.
- ▶ 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

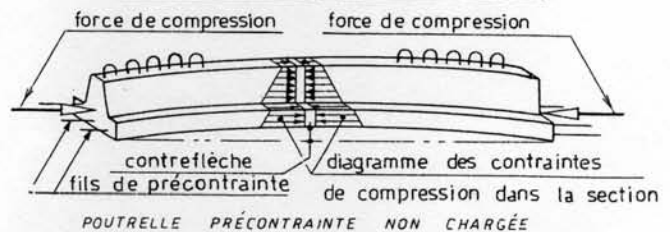
Hauteur (mm)	Largeur du talon (mm)	Nombre de fils de précontrainte
110	100	2 à 4
120 ou 130	110	2 à 5
140 ou 150	120	2 à 6
170	130	3 à 8

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

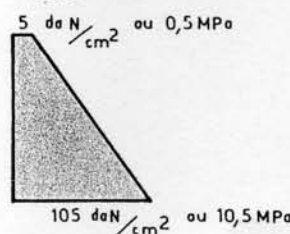
Masse : 18 à 30 kg par mètre suivant les sections de béton.

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

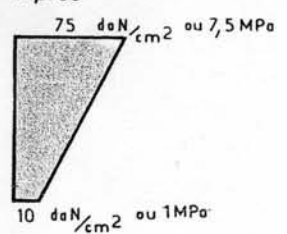
action de la précontrainte



Avant

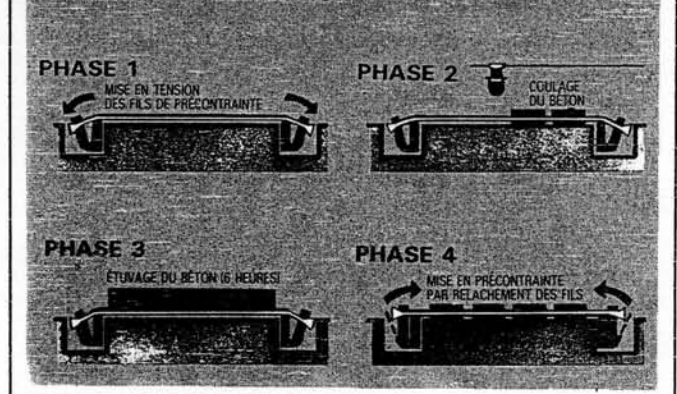


Après



⑯ Diagramme des contraintes du béton

stades de fabrication



⑰ Stades de fabrication