

# GUIDE DE BONNES PRATIQUES POUR LA CONSTRUCTION DE PETITS BÂTIMENTS EN MAÇONNERIE CHAÎNÉE EN HAÏTI

**MTPTC**  
**MICT**



**Septembre 2010**



MTPTC : Ministère des Travaux Publics, Transports et Communications  
MICT : Ministère de l'Intérieur et des Collectivités Territoriales

*Le présent guide, sur requête du Ministère des Travaux Publics, Transports et Communications (MTPTC), est commandité par le Ministère de l'Intérieur et des Collectivités Territoriales (MICT) via son Projet d'Urgence et de Gestion des Risques et des Désastres (PUGRD) financé par un accord de don de la Banque Mondiale et a été préparé par SNC-Lavalin International Inc., LGL S.A. et Norbati.*

Edition: MTPTC

Dépôt légal: 11-07-007 - Bibliothèque Nationale d'Haïti

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| Table des matières         | p.3 |
| Objectifs du guide         | p.4 |
| Code signalétique du guide | p.5 |
| Domaine d'application      | p.6 |

## SECTION 1:

Mauvaises et bonnes pratiques

p.7 à 29

## SECTION 2:

Concept de bâtiment en  
maçonnerie chaînée

p.30 à 49

## SECTION 3:

Construction d'un bâtiment en  
maçonnerie chaînée

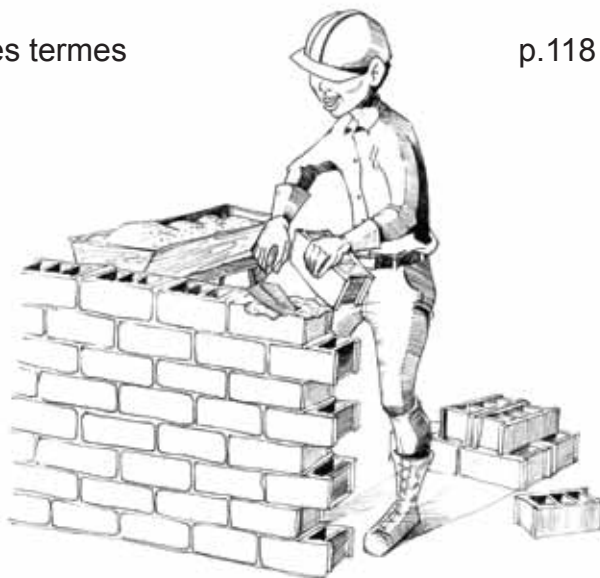
p.50 à 116

Références

p.117

Définition des termes

p.118 à 121



Ce guide, qui s'adresse aux **auto-constructeurs**, présente les recommandations à suivre pour que les petits bâtiments en béton armé et en blocs de béton creux d'usage courant en Haïti soient en mesure de résister de façon sécuritaire aux séismes (en raison de leur conception adaptée et de leur rigidité) et aux ouragans (en raison de leur poids).

Les petits bâtiments légers de type "kay atè" et ajoupas ne sont pas concernés par ce guide puisqu'ils se sont généralement bien comportés lors du séisme du 12 janvier 2010.

L'essentiel est de sauver des vies en limitant les dommages matériels.



## SYMBOLE D'INTERDICTION



## SYMBOLE D'APPROBATION



Petits bâtiments d'habitation

Petits bâtiments commerciaux (avec entreposage au rez-de-chaussée seulement)

**Deux niveaux maximum**

Dimensions horizontales variables mais un rapport longueur/largeur inférieur à 4.



3 niveaux  
et plus



2 niveaux



1 niveau

**Mauvaises et bonnes pratiques Mauvaises et bonnes pratiques Mauvaises et bonnes pratiques Mauvaises et bonnes pratiques Mauvaises et bonnes pratiques**

**Mauvaises et bonnes pratiques Mauvaises et bonnes pratiques Mauvaises et bonnes pratiques Mauvaises et bonnes pratiques Mauvaises et bonnes pratiques**





# À NE PAS FAIRE

► Construire dans des ravines ou sur des pentes abruptes

| Pente                   | Construction                                                                                |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| $\leq 10\%$             | Autorisée  |
| $> 10\%$<br>$\leq 35\%$ | Autorisée si stabilité garantie par un bureau d'étude spécialisé                            |
| $> 35\%$                | Interdite  |



Pente 10 % :



# À FAIRE

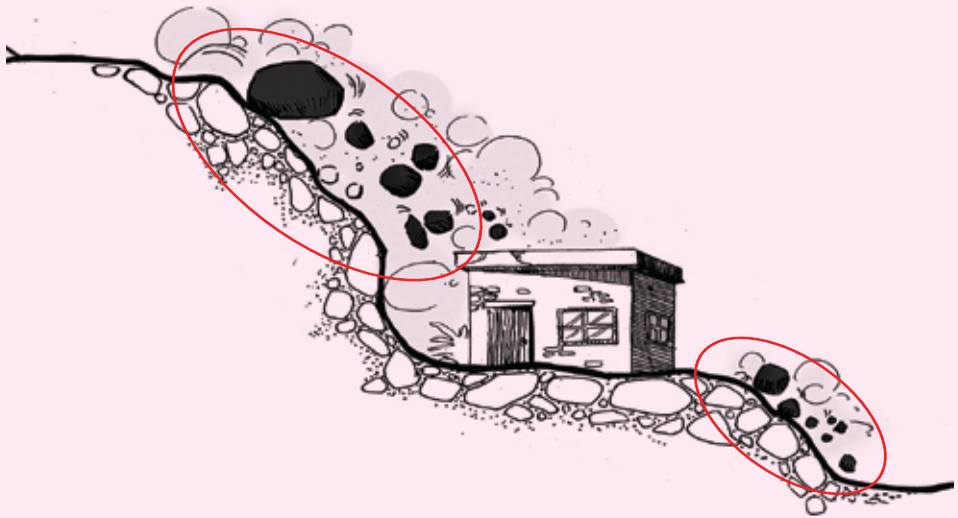
Il est toujours préférable de construire sur un terrain plat ou légèrement incliné.





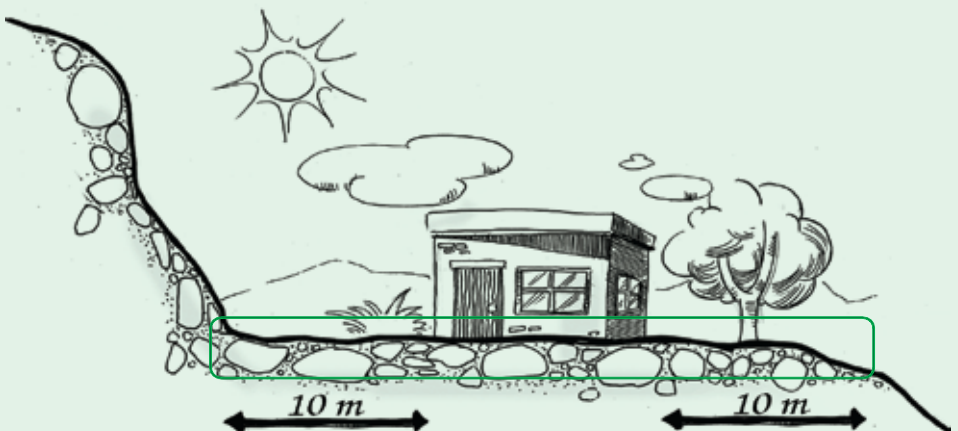
# À NE PAS FAIRE

- ▶ Construire dans des zones d'éboulements ou sur des pentes instables



# À FAIRE

Prévoir un dégagement de 10 mètres au minimum entre le bâtiment et une pente abrupte.





## À NE PAS FAIRE

- ▶ Construire sur des terrains instables, des sols meubles ou des zones d'alluvionnement



## À FAIRE

Construire sur des terrains bien consolidés et stables.



► Construire sur des déchets de quelque nature que ce soit

Dépotoirs: risques d'explosion, d'incendie ou de contamination.  
Débris de construction: risques de blessure ou de contamination.



## ✓ À FAIRE

Construire sur des terrains non contaminés et de préférence naturels.

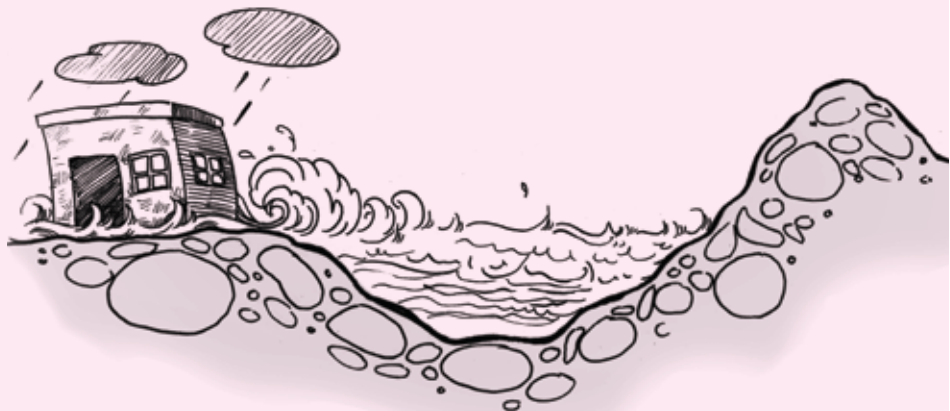






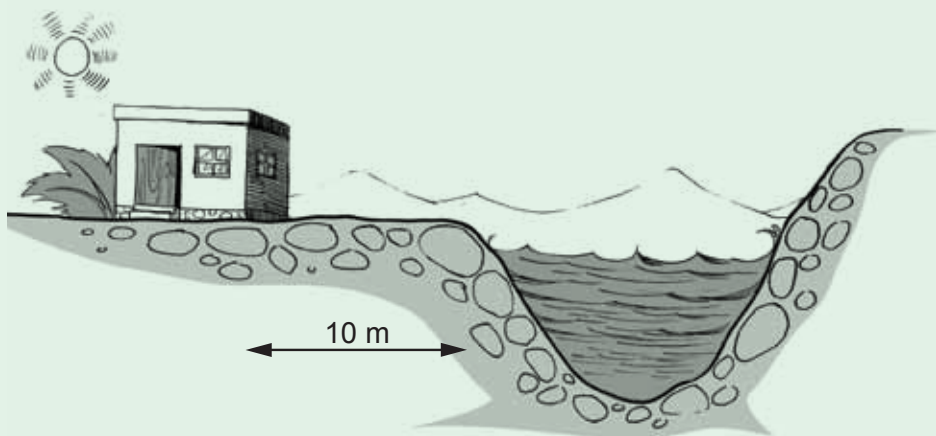
# À NE PAS FAIRE

- Construire dans des zones inondables



# À FAIRE

Construire à au moins 10 m d'une rivière et loin des zones inondables. En raison des inondations fréquentes dans certaines zones habitables, il est fortement recommandé de prévoir une surélévation du sol avant de construire.

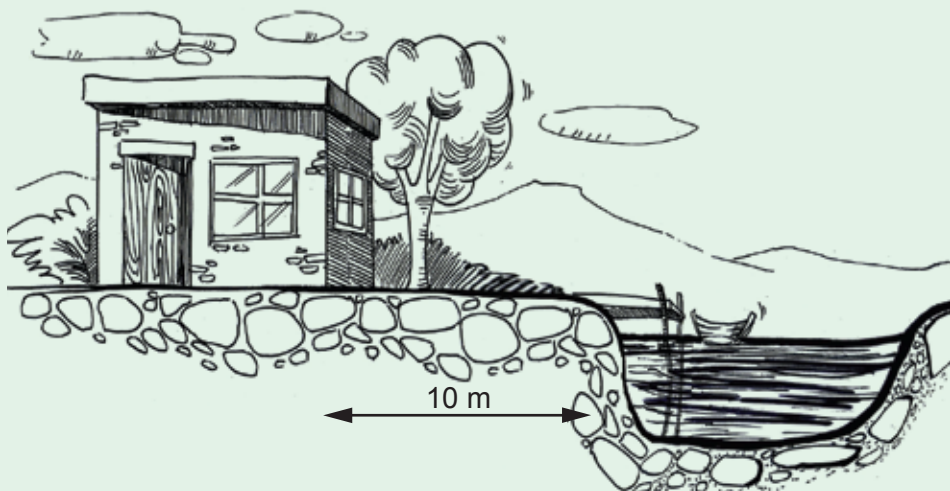


► Construire au-dessus d'une rivière ou d'un canal d'irrigation



 **À FAIRE**

Construire à au moins 10 m d'une rivière ou d'un canal d'irrigation.





## À NE PAS FAIRE

- ▶ Construire sur des sols liquéfiables, des argiles molles, dans des zones marécageuses ou de mangrove



## À FAIRE

Construire sur des sols stables, bien consolidés et de préférence rocailleux.





# À NE PAS FAIRE

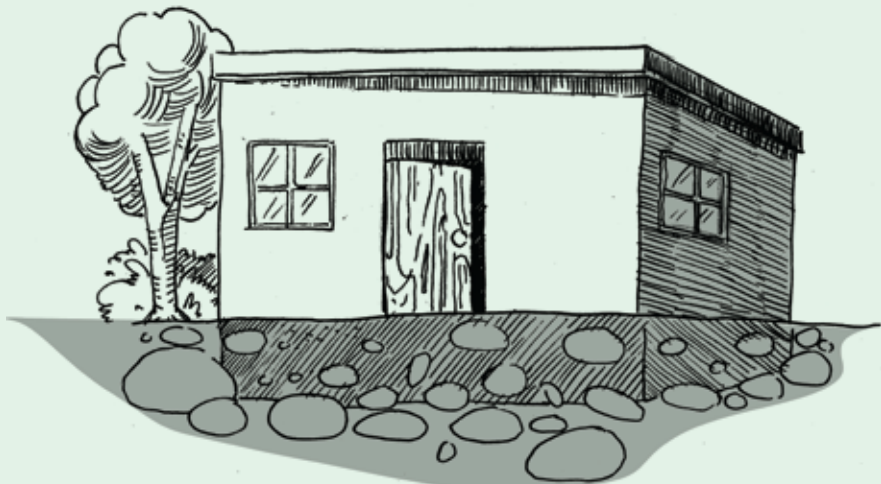
## ► Les rez-de-chaussée ou étages flexibles

Exemple: bâtiment sur pilotis non contreventés.



# À FAIRE

Éviter les rez-de-chaussée et étages flexibles en zone sismique.





# À NE PAS FAIRE

## ► Les porte-à-faux

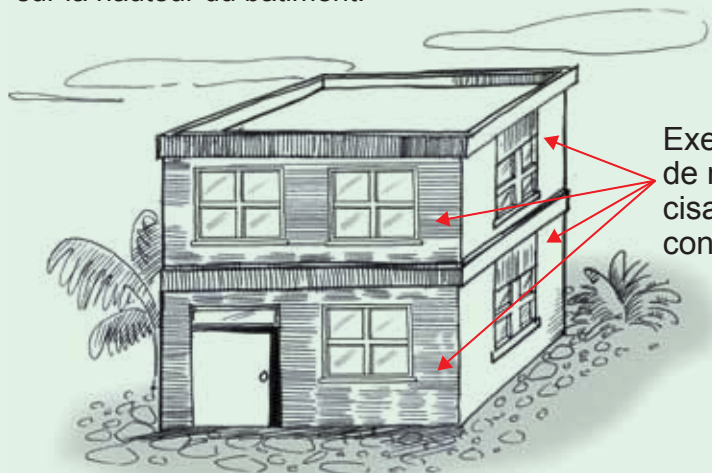


Les porte-à-faux sont très vulnérables lors d'un séisme.



# À FAIRE

S'assurer que les murs de cisaillement sont continus sur la hauteur du bâtiment.



Exemples  
de murs de  
cisaillement  
continus

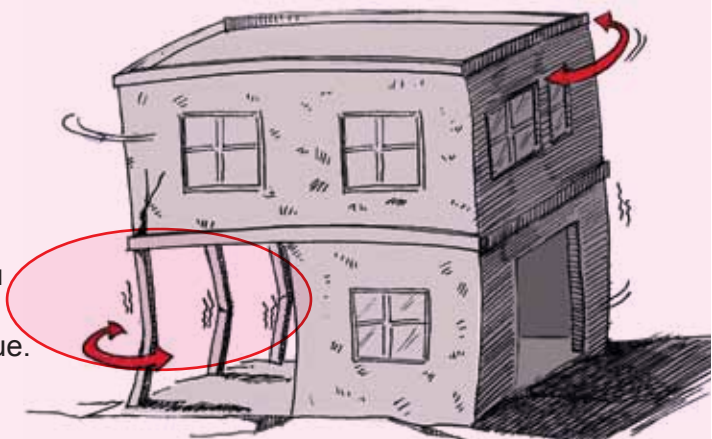




## À NE PAS FAIRE

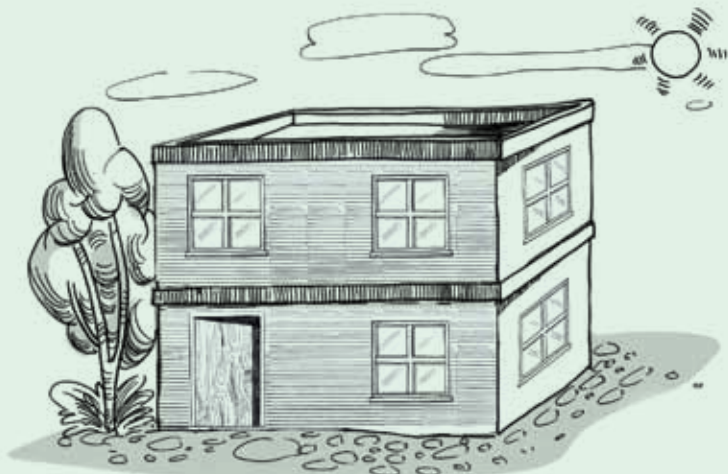
- ▶ Les contreventements dissymétriques et rez-de-chaussée ouvert sur un côté

Ces poteaux sont trop flexibles par rapport au reste du bâtiment sous sollicitation sismique.



## À FAIRE

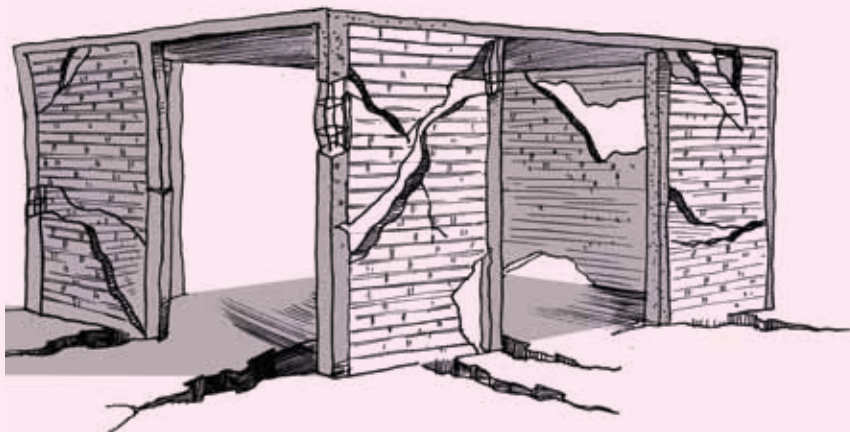
Les systèmes de résistance aux charges latérales doivent être de même type sur toute la hauteur du bâtiment.





## À NE PAS FAIRE

- Des cadres de béton armé remplis de maçonnerie

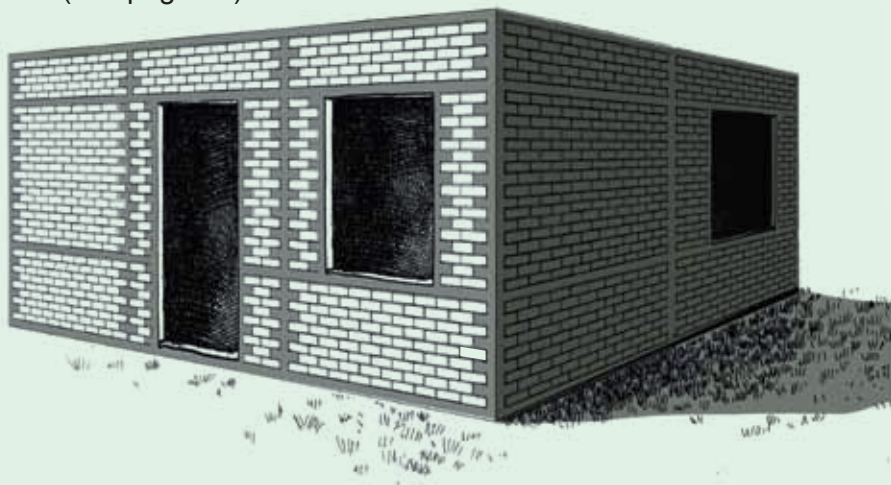


La maçonnerie de remplissage n'est pas compatible avec les cadres de béton armé sous sollicitation sismique. Il faut éviter ce type de construction (voir page 32).



## À FAIRE

Construire les bâtiments en utilisant le concept de maçonnerie chaînée (voir page 31).







## ► Les poteaux courts

Les poteaux courts  
(moins de 1.5 m)  
absorbent plus d'énergie  
et s'endommagent  
plus facilement  
lors d'un séisme.



## À FAIRE

Construire le bâtiment sur des fondations continues (semelles filantes).

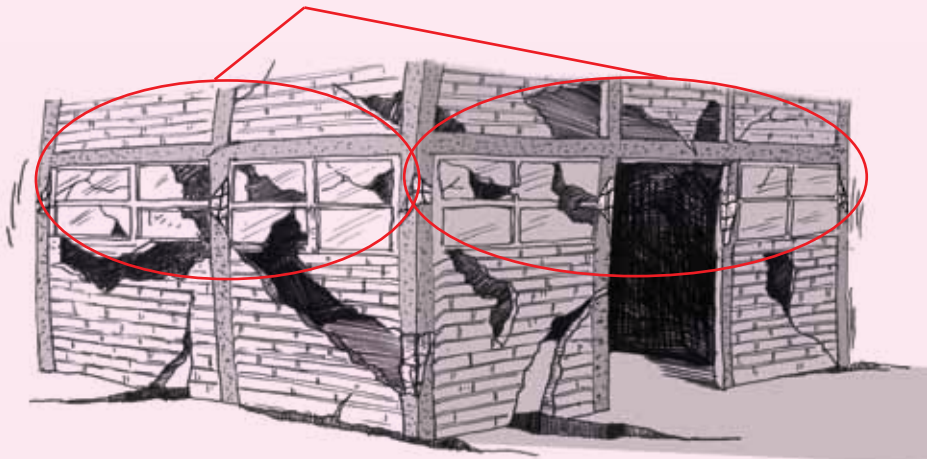




## À NE PAS FAIRE

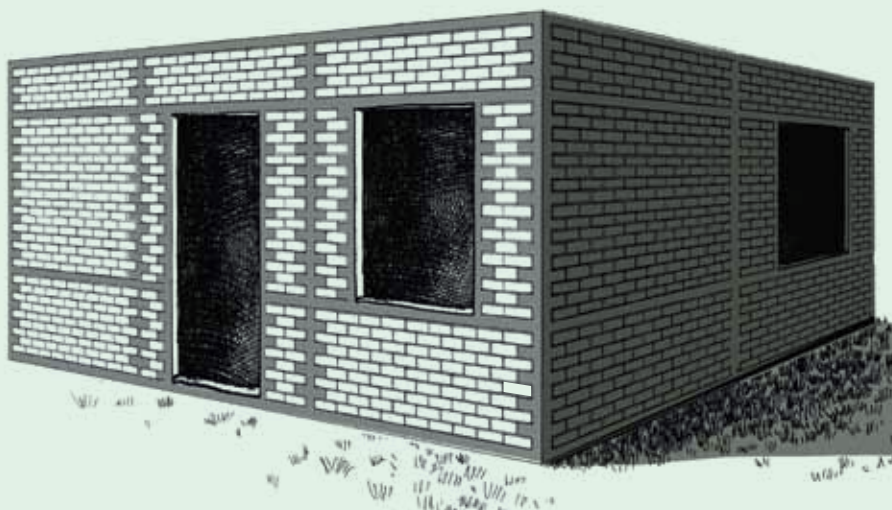
- Les cadres partiellement remplis (créent des poteaux courts)

Des poteaux courts peuvent aussi être créés au rez-de-chaussée ou à l'étage.



## À FAIRE

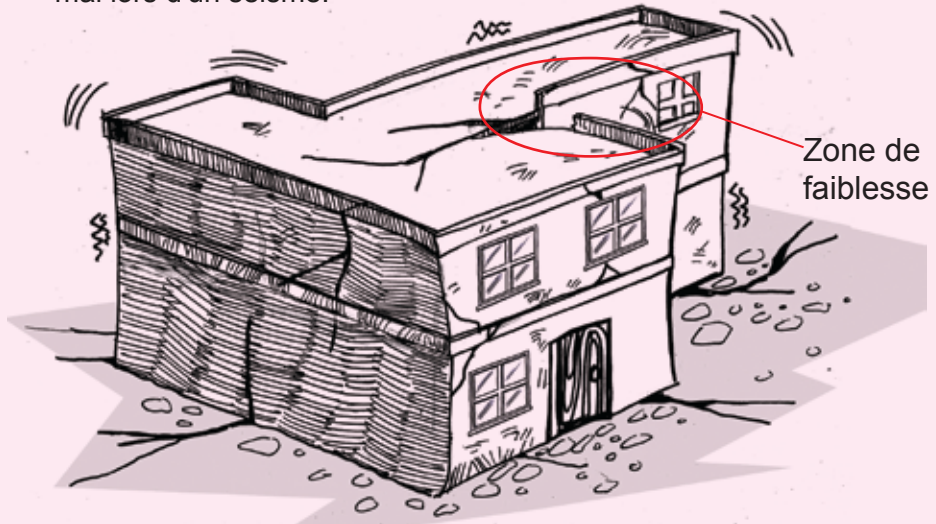
Le concept de maçonnerie chaînée permet d'éviter les poteaux courts.





## ► Les formes irrégulières en plan

Les formes de bâtiments en L ou en T, par exemple, se comportent mal lors d'un séisme.



## ✓ À FAIRE

Il est préférable d'opter pour des formes régulières comme les carrés et les rectangles dans les zones sismiques.





# À NE PAS FAIRE

## ► Les configurations non compactes

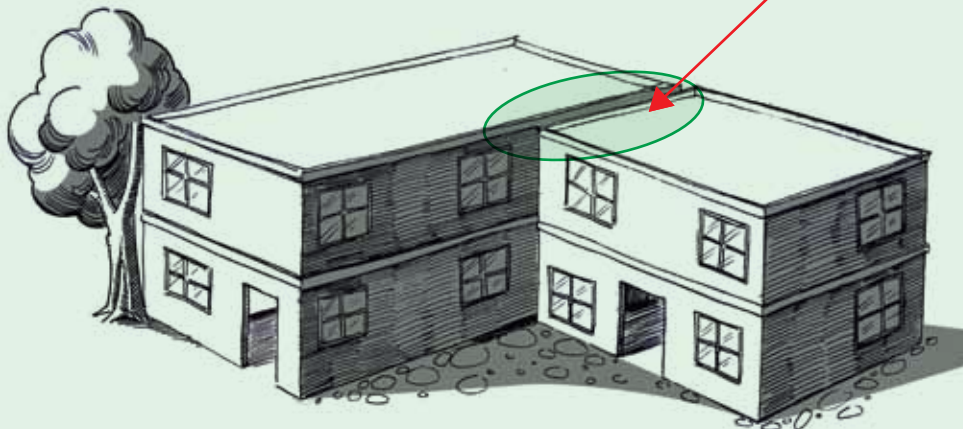
Les configurations autres que carrées ou rectangulaires sont non compactes



## À FAIRE

Décomposer un bâtiment non compact en autant de modules carrés ou rectangulaires

Modules séparés par un joint exécuté dans les règles de l'art, lorsque les bâtiments sont de même propriété (voir pages 23, 112 et 113)



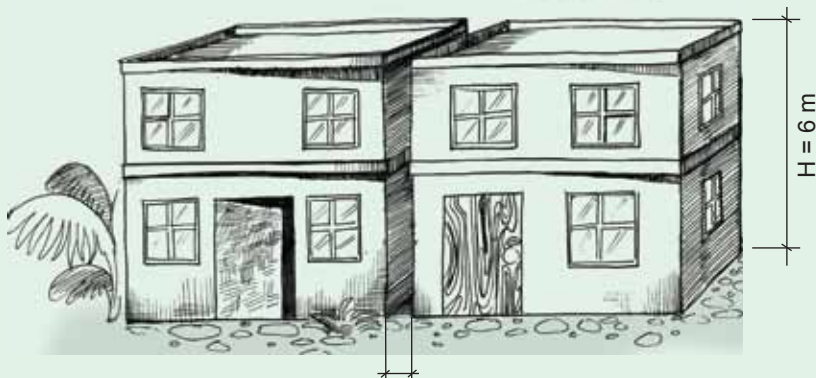




Les bâtiments trop rapprochés s'entrechoquent et s'autodétruisent lors d'un séisme.



## À FAIRE



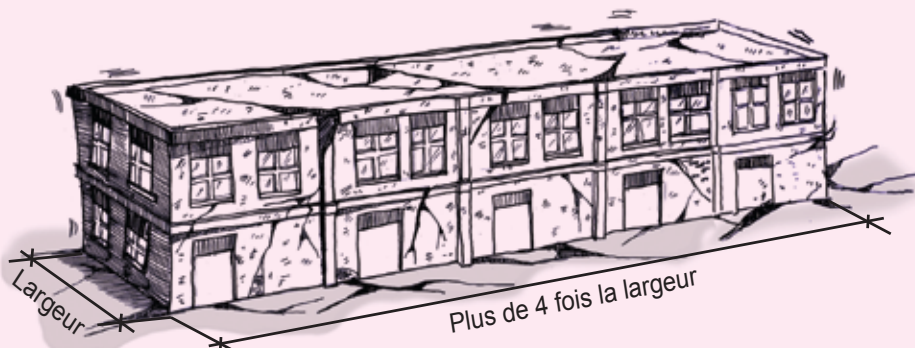
Écart minimal = 6 cm

Écart minimal de  $H/100$  entre les bâtiments, comme mesure parasismique. La distance réglementaire minimale est toutefois de 1.5 m entre les bâtiments de propriété différente en Haïti.



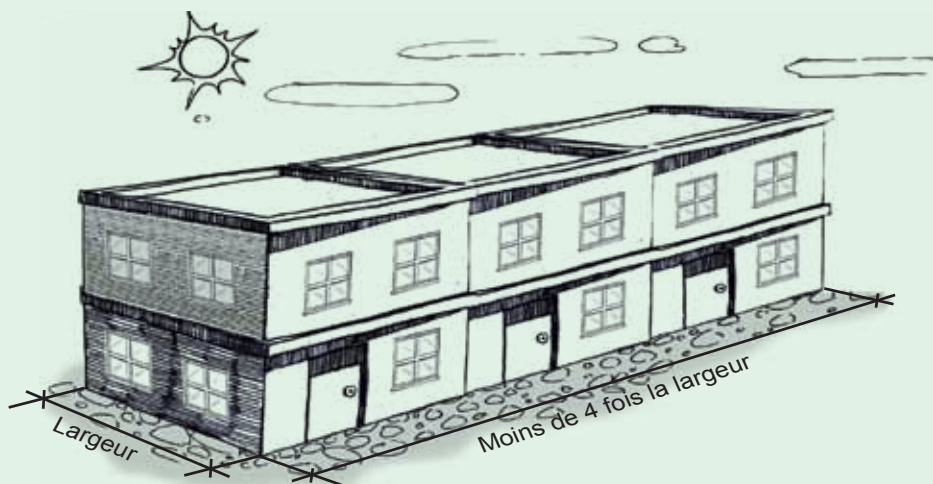
## À NE PAS FAIRE

- Un rapport longueur / largeur trop élevé



## À FAIRE

Par expérience, les bâtiments avec un rapport longueur/largeur inférieur à 4 se comportent mieux lors d'un séisme.

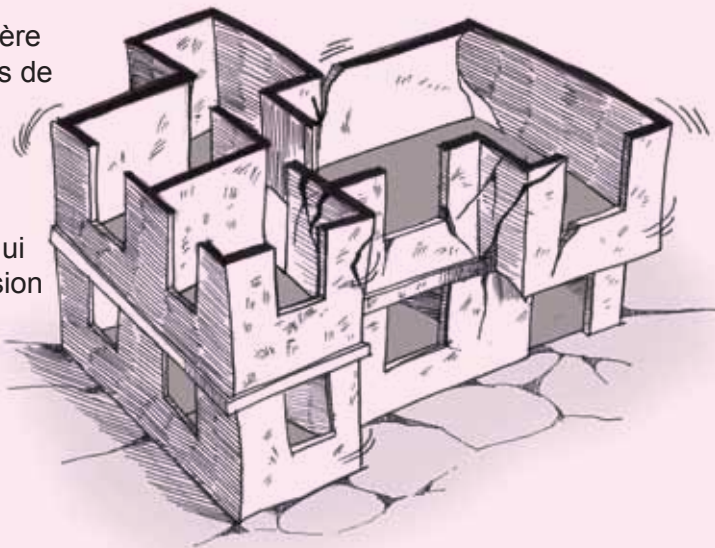






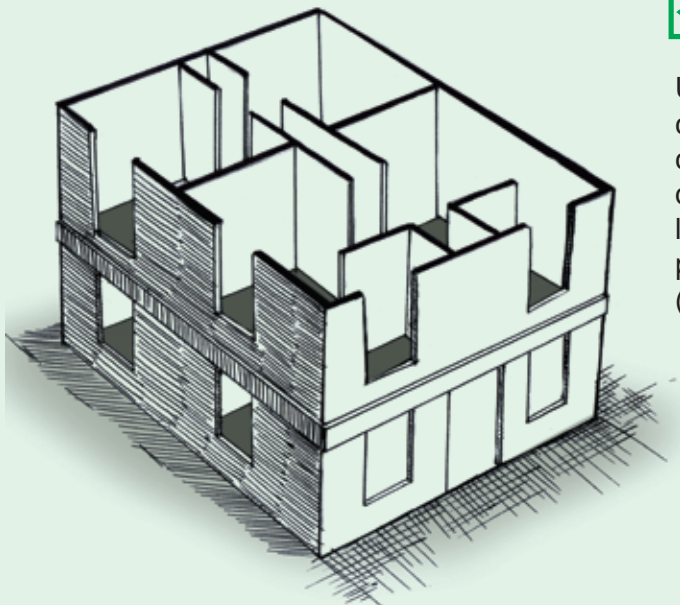
## ► Des murs de cisaillement distribués de façon non symétrique

Les bâtiments de forme irrégulière sont susceptibles de comporter des murs de cisaillement distribués de façon non symétrique, ce qui induira de la torsion sous sollicitation sismique.



## À FAIRE

Un bâtiment régulier comporte des murs de cisaillement bien distribués dans les deux directions principales (voir pages 41 et 42).

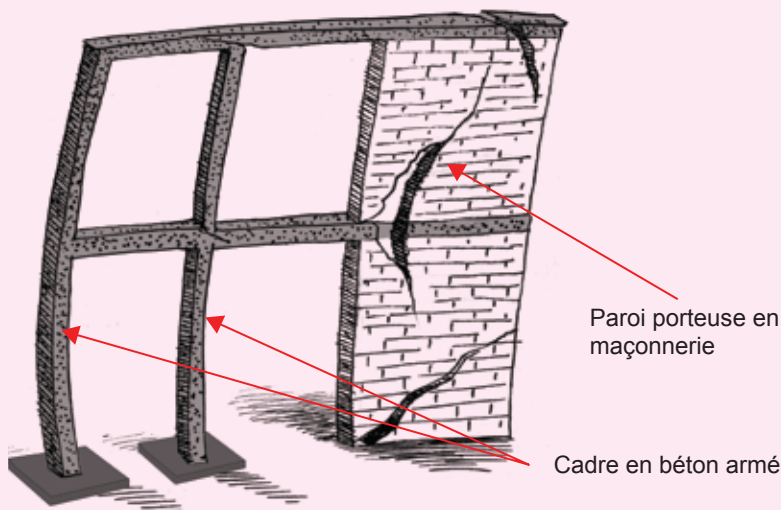




## À NE PAS FAIRE

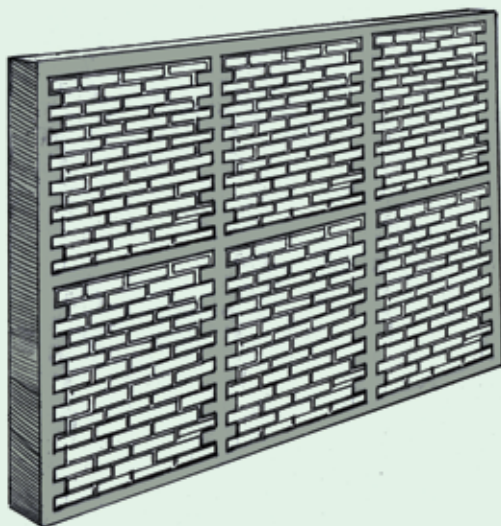
### ► Les systèmes mixtes colonnes – maçonnerie porteuse

Ces systèmes mixtes sont incompatibles et se comportent généralement mal sous sollicitation sismique.



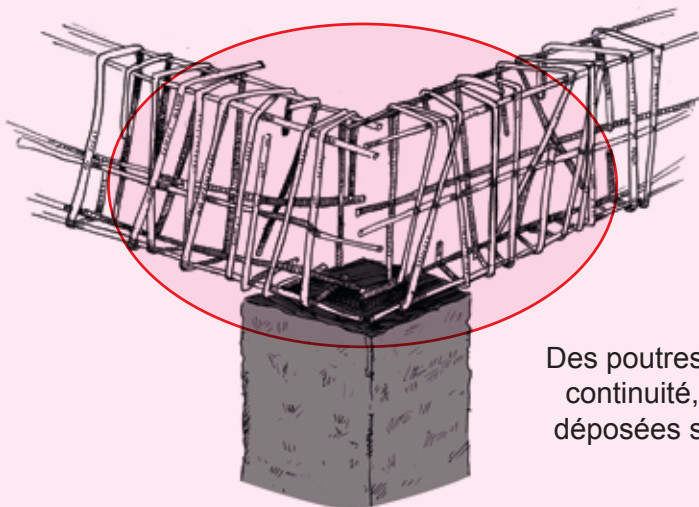
## À FAIRE

Il est préférable d'opter pour des murs de maçonnerie chaînée (voir pages 33 et 34).





- ▶ Des éléments de charpente sans joint continu et ductile entre eux

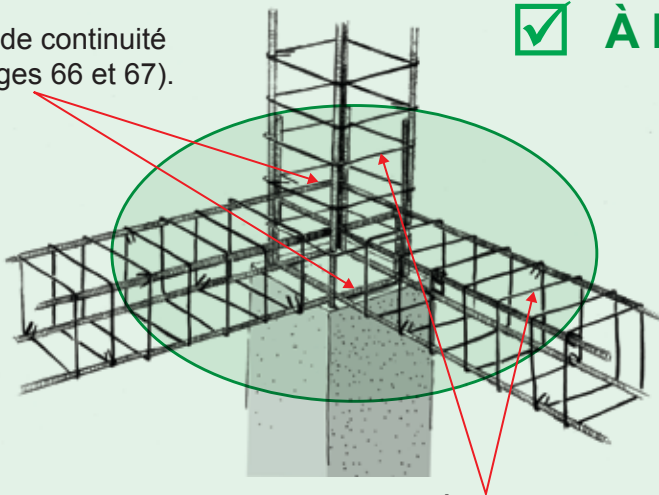


Des poutres sans joint de continuité, simplement déposées sur un poteau

Barres de continuité  
(voir pages 66 et 67).



# À FAIRE



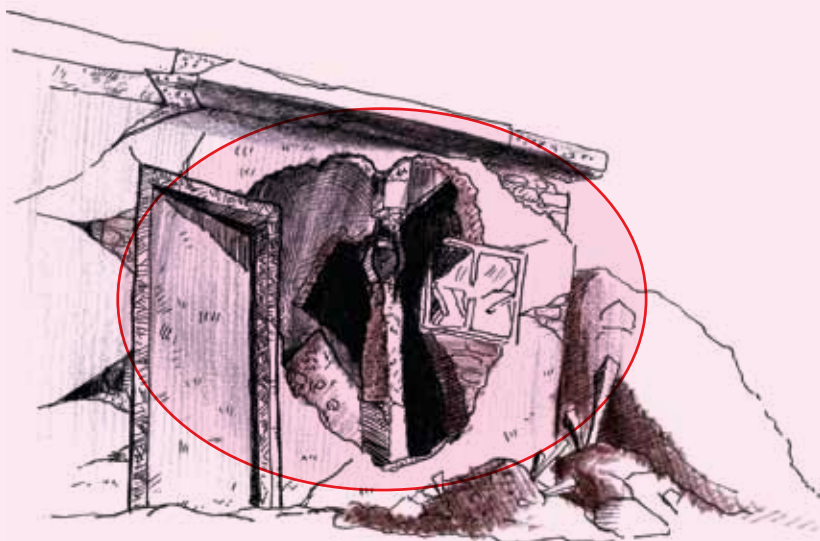
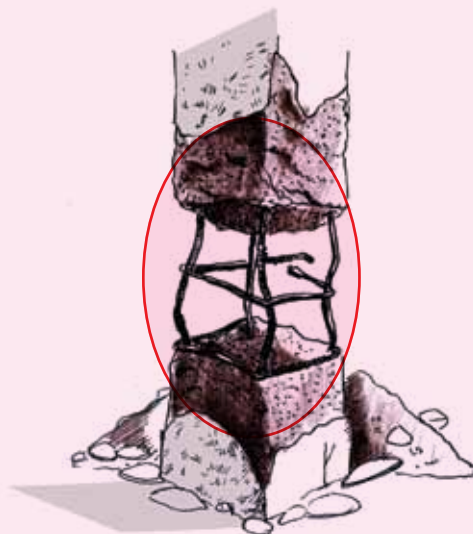
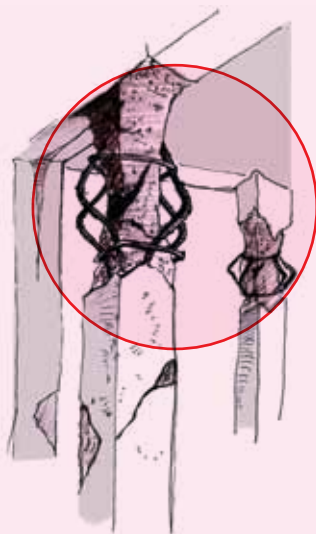
Étriers (voir page 60).

Un joint approprié entre poutres et poteaux est un joint où la continuité et la ductilité sont assurées par des barres d'armature entre les éléments structuraux et des étriers en quantité suffisante.



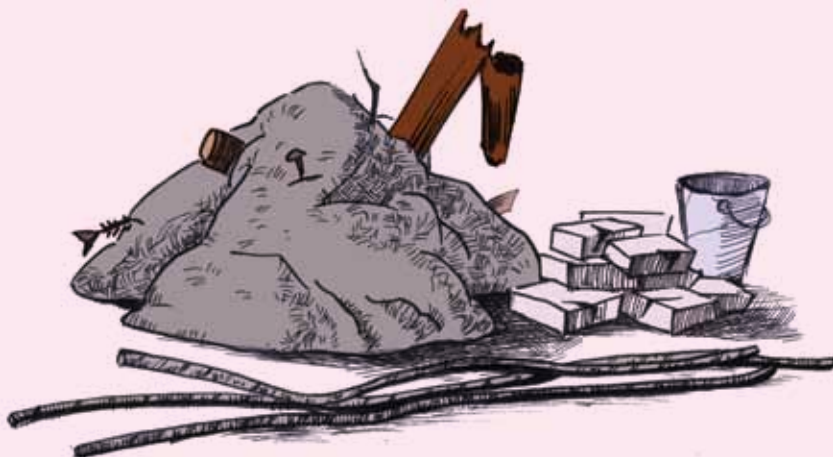
# À NE PAS FAIRE

- ▶ Tenter de réparer une partie sévèrement endommagée ou un vestige d'un bâtiment existant



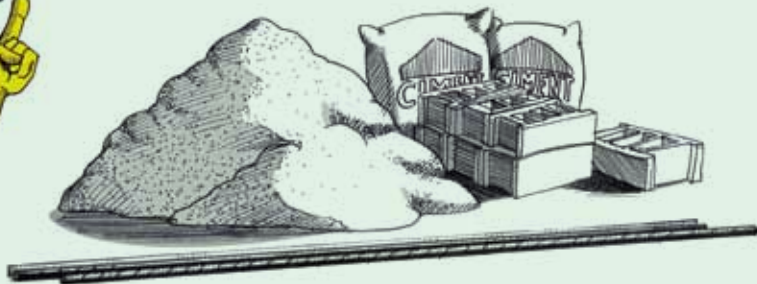


## Utiliser des matériaux de mauvaise qualité



## À FAIRE

Il faut toujours  
utiliser des matériaux  
de qualité conforme  
aux exigences du  
guide et du LNBTP.





## SECTION 2 - CONCEPT DE BÂTIMENT EN MAÇONNERIE CHÂÎNÉE



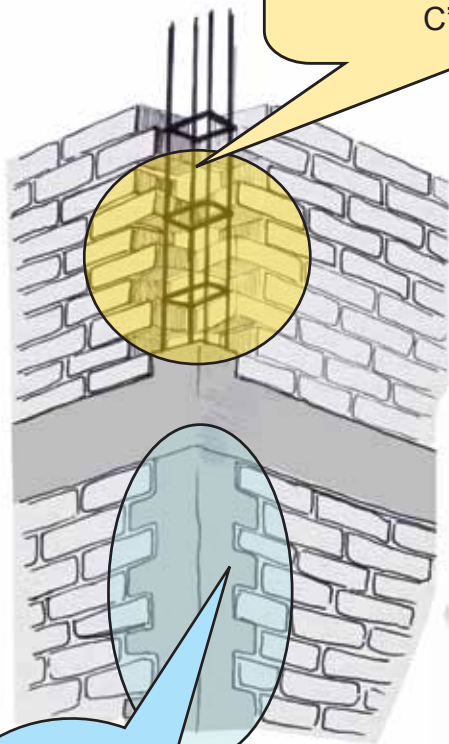
CEPT DE BÂTIMENT EN MAÇONNERIE CHÂÎNÉE CONCEPT DE BÂTIMENT EN MAÇONNERIE CHÂÎNÉE CONCEPT DE BÂTIMENT EN MAÇONNERIE CHÂÎNÉE CON

*Voilà ce qu'il faut pour  
que mon bâtiment  
résiste aux séismes et  
ouragans.*



## ► Maçonnerie chaînée

Les murs sont construits  
**AVANT LES POTEAUX.**  
C'est simple!



Le béton  
**S'INSÈRE**  
dans les  
indentations  
du mur de  
maçonnerie.

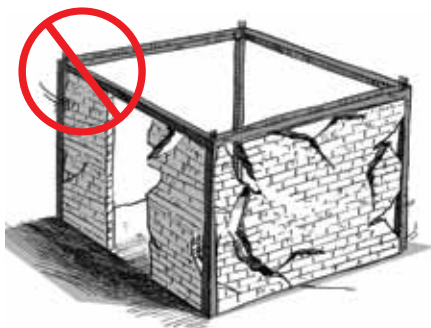


## ► Cadre en béton armé

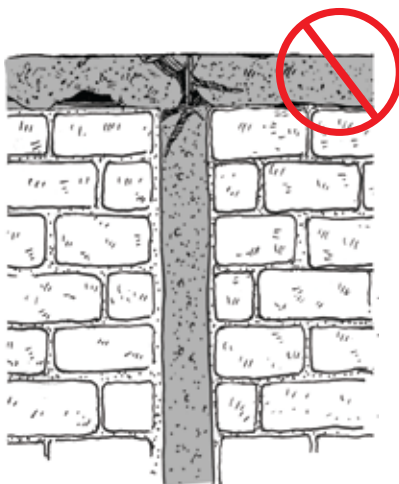
Il ne faut plus construire la charpente de béton armé  
**AVANT LES MURS,**  
puisque la maçonnerie de remplissage résiste mal  
aux séismes.



Ce sont les cadres de béton armé qui résistent seuls aux charges. La maçonnerie ne fait que boucher les ouvertures.

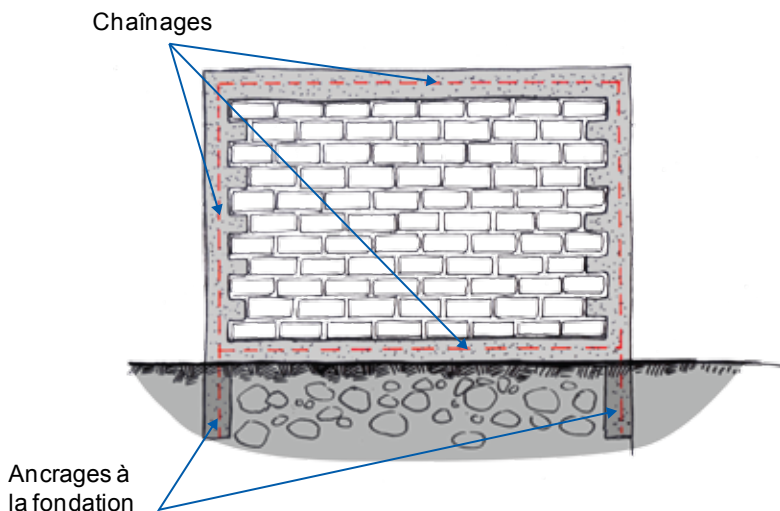


Tous les efforts passent par l'assemblage qui se rompt s'il est mal conçu ou fabriqué.

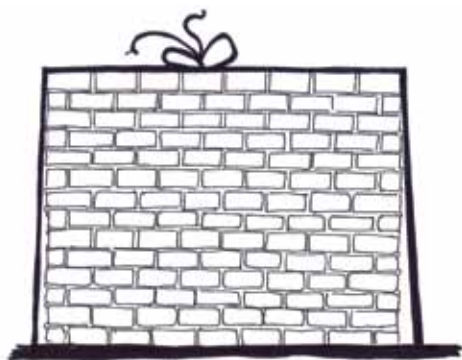


## ► Maçonnerie chaînée

Les murs sont confinés par les chaînages et sont ancrés à la fondation.

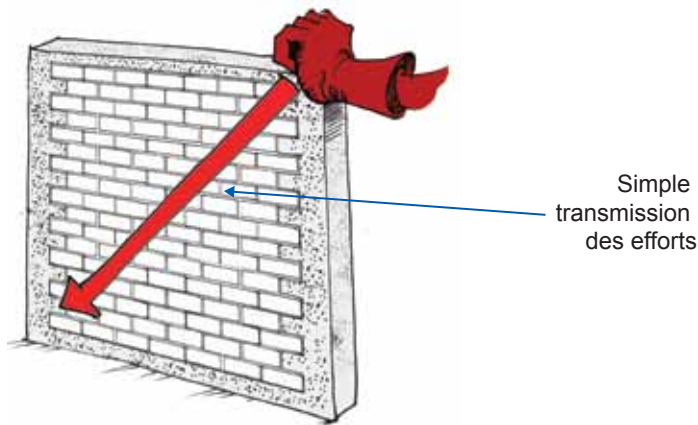


Le chaînage joue le rôle d'une ficelle autour d'un colis. Alors que la ficelle empêche le colis de s'ouvrir, le chaînage périphérique permet à la maçonnerie de garder sa forme et de résister efficacement aux charges verticales et latérales.



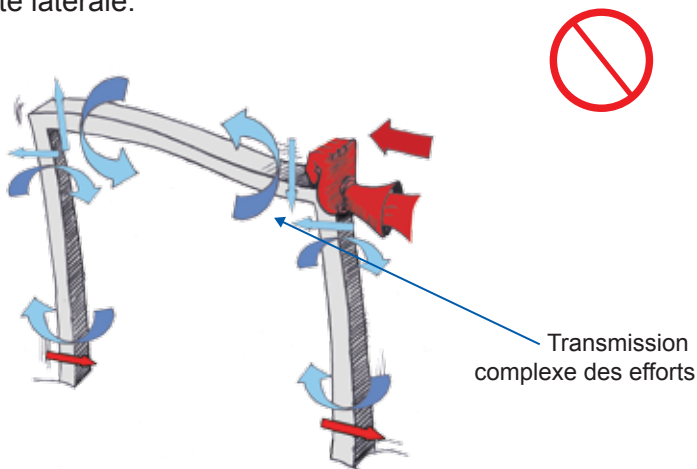
## ► Maçonnerie chaînée (suite 1)

Les murs assurent la rigidité latérale.



## ► Cadre en béton armé

Les poteaux, les poutres et les joints assurent la rigidité latérale.

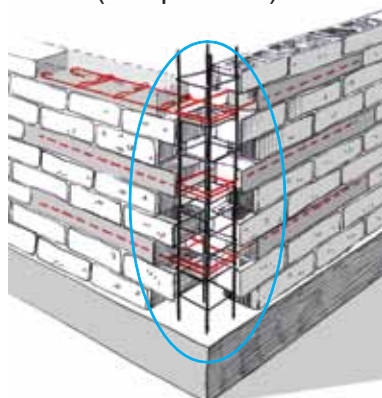
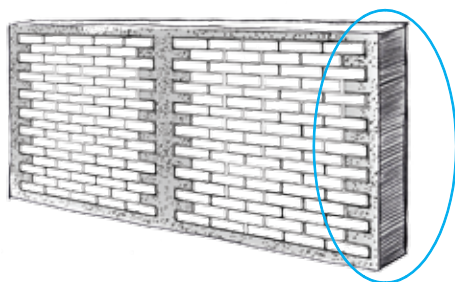




## ► Maçonnerie chaînée (suite 2)

Les murs sont ancrés aux chaînages par indentation.

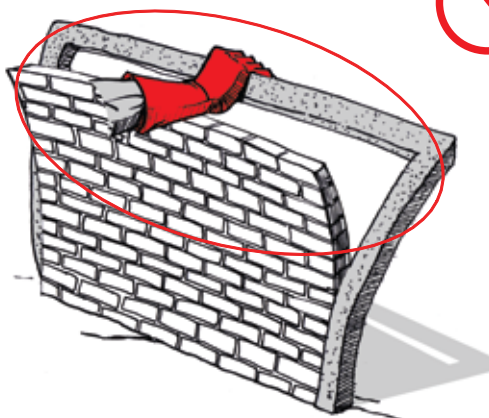
Des barres d'armature de liaison améliorent l'ancrage et sont **hautement recommandées** dans les zones de forte sismicité (voir plus loin).



## ► Cadre en béton armé

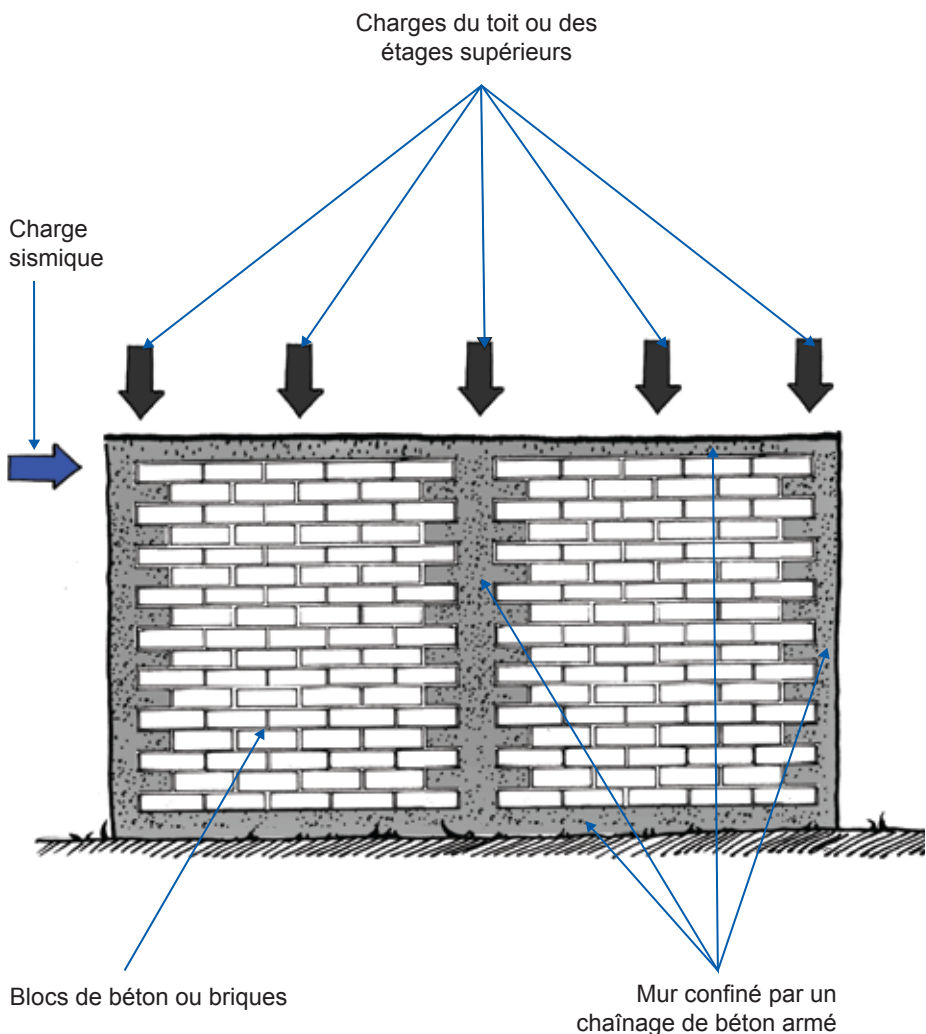
Les murs ne sont généralement pas ancrés au cadre de béton et sont instables.

Un ancrage ultérieur est difficile.



## ► Maçonnerie chaînée (suite 3)

Les murs chaînés transmettent les charges verticales et horizontales à la fondation.

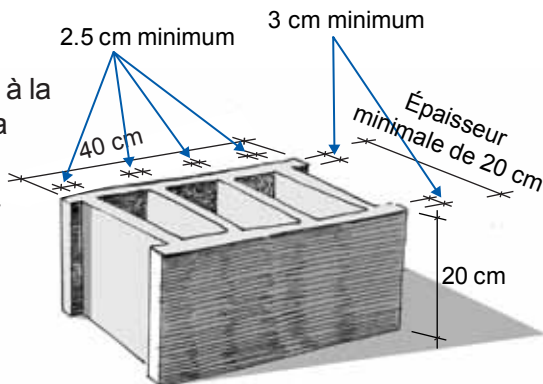


## ► Murs de maçonnerie chaînée constitués de blocs de béton

### Blocs de béton creux

de 20 cm d'épaisseur minimale, dont la résistance à la compression est de 10 MPa (100 bars) et plus.

Les blocs peuvent contenir 2 ou 3 alvéoles.

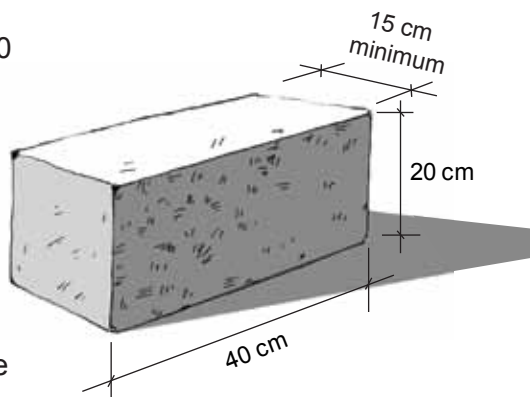


**Bloc à trois alvéoles**

### Blocs de béton pleins

de 15 cm d'épaisseur minimale, dont la résistance à la compression est de 10 MPa (100 bars) et plus.

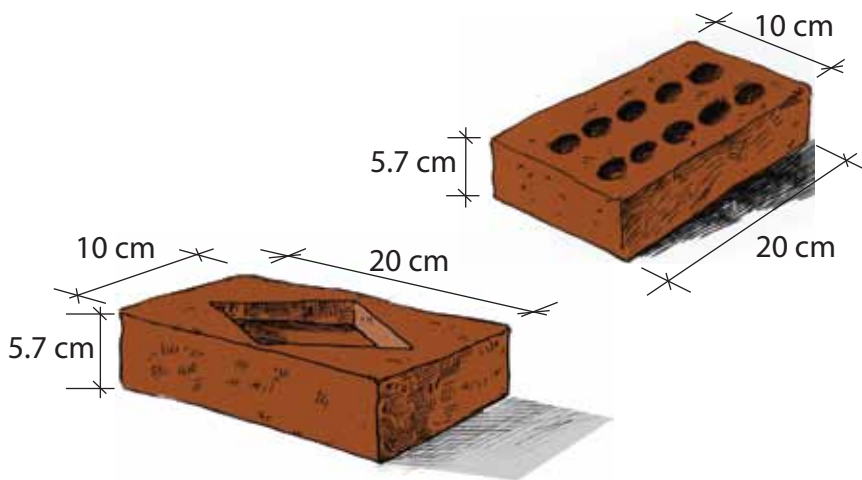
Les blocs creux de moins de 20 cm d'épaisseur ne peuvent être utilisés que pour les dalles de plancher ou de toiture, pour la construction de murs non structuraux (murs séparateurs ou murs de cloisonnement) ou pour la construction de murs de clôture de propriétés (voir plus loin).



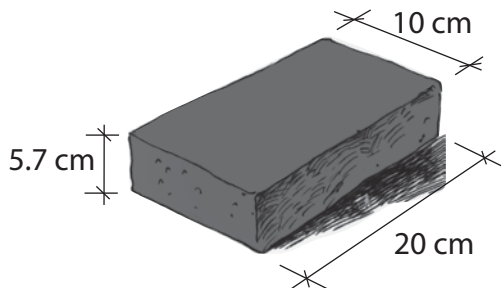
**Bloc de béton plein**

## ► Murs de maçonnerie chaînée constitués de briques

**Briques** de terre cuite trouées ou avec clés de très bonne qualité, dont la résistance à la compression est de 10 MPa (100 bars) ou plus.



**Briques** de béton dont la résistance à la compression est de 10 MPa (100 bars) et plus.



## ► Composantes du bâtiment

Dalle de plancher ou de toiture (diaphragme horizontal rigide essentiel pour transmettre les charges horizontales aux murs chaînés)

Chaînage horizontal supérieur (poutre)

Chaînage vertical (poteau)

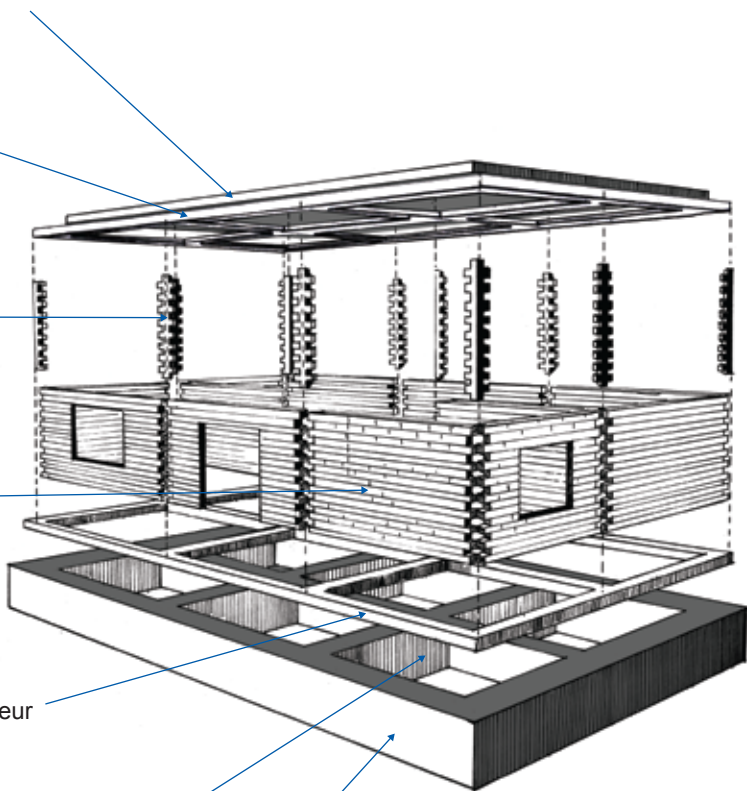
Mur de maçonnerie (mur de cisaillement)

Chaînage horizontal inférieur

Espaces remplis de terre battue et souvent recouverts d'une dalle sur sol

Semelle de fondation

(doit être continue sous chacun des murs du bâtiment)





**Voici  
le résultat  
final.**

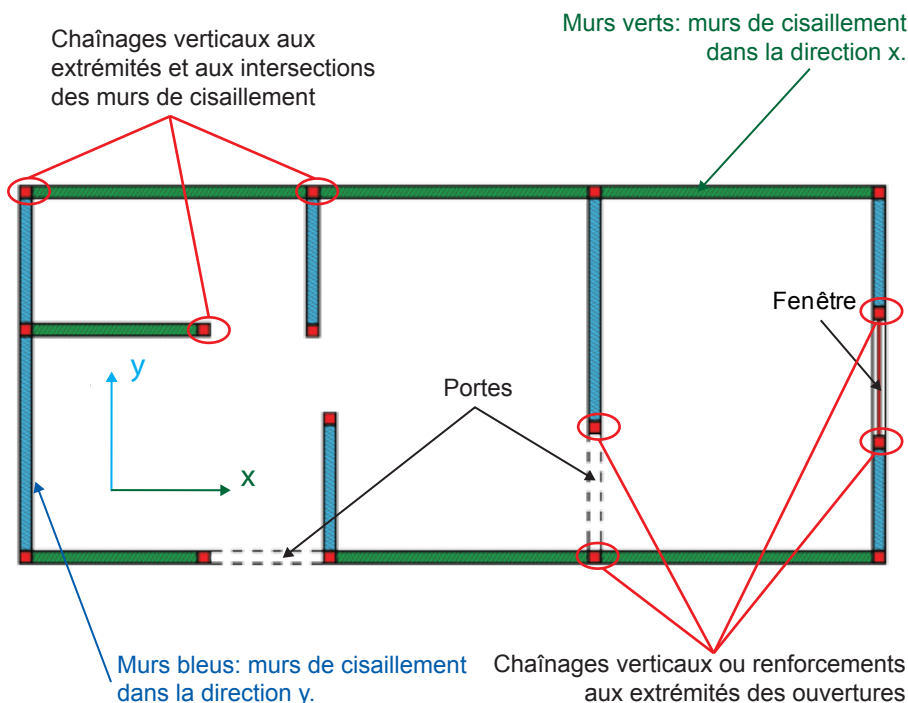


## ► Distribution des murs de cisaillement

Pour une bonne résistance aux séismes, il faut **au moins deux** murs de cisaillement sans ouverture selon chaque direction  $x$  et  $y$ .

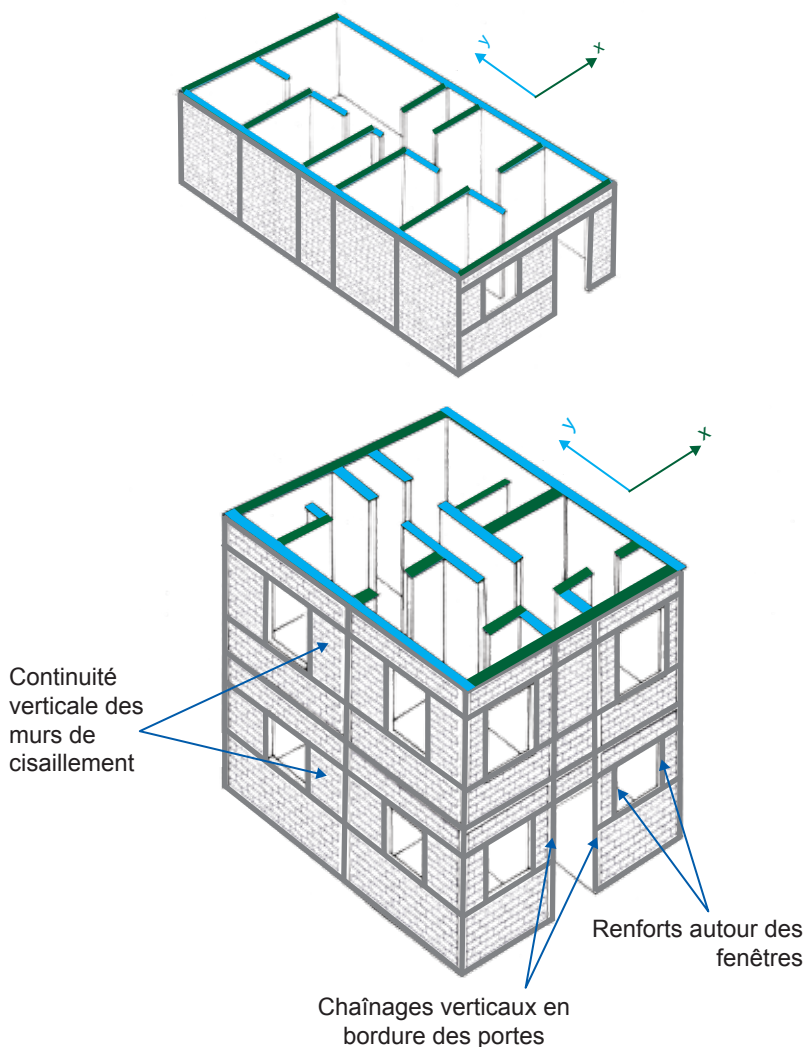
Les murs de cisaillement doivent être disposés symétriquement et être le plus éloignés possible les uns des autres. Il est préférable de les situer **sur la périphérie** du bâtiment.

Ces murs ne peuvent pas contenir d'ouvertures non renforcées et doivent être **obligatoirement chaînés sur toute leur périphérie**.



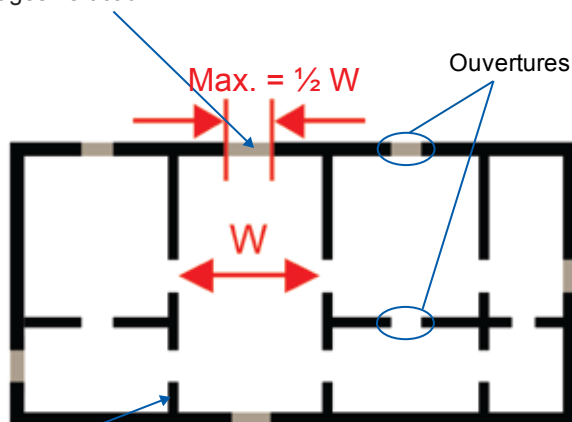
## ► Distribution des murs de cisaillement (suite)

Autres exemples plus complexes de disposition optimale de murs de cisaillement

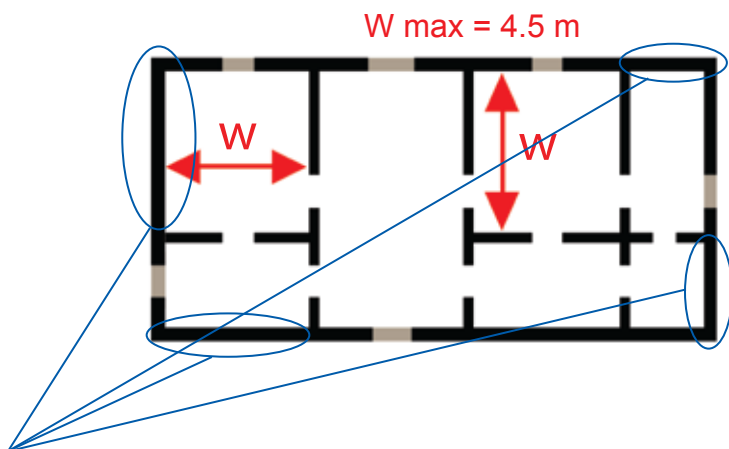


## ► Dimensions des murs de cisaillement

La largeur des ouvertures doit être inférieure à la moitié de la distance entre les chaînages verticaux.



Les murs chaînés doivent être supportés par un autre mur chaîné disposé perpendiculairement à tous les 4.5 m maximum.



Au moins un mur chaîné sans ouverture sur chaque paroi extérieure.

## ► Dimensions des murs de cisaillement (suite 1)

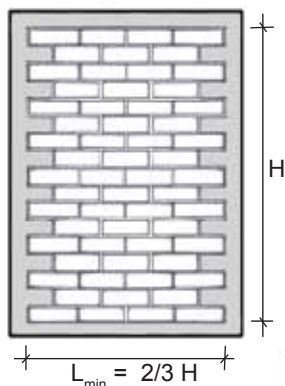
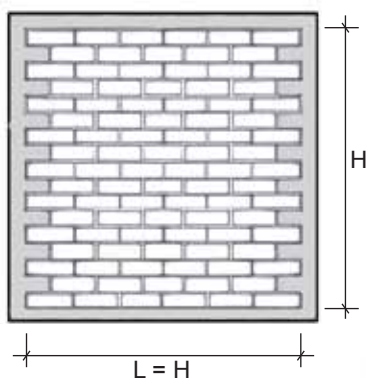
$$13t \leq H \leq 20t$$

$t_{\min}$  = 15 cm pour les blocs de béton pleins  
 = 20 cm pour les blocs de béton creux

$$H_{\max} = 2.7 \text{ m}$$

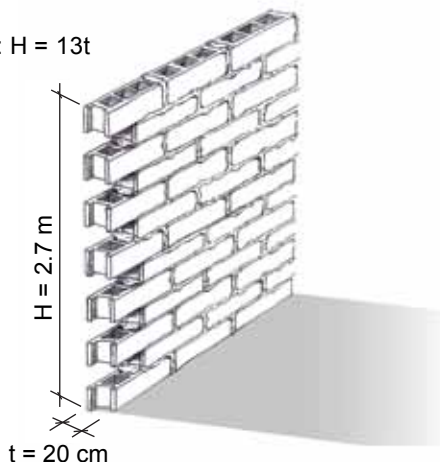
$$L_{\max} = 4.5 \text{ m}$$

$t$  = épaisseur des parois



Forme idéale d'un  
mur de cisaillement

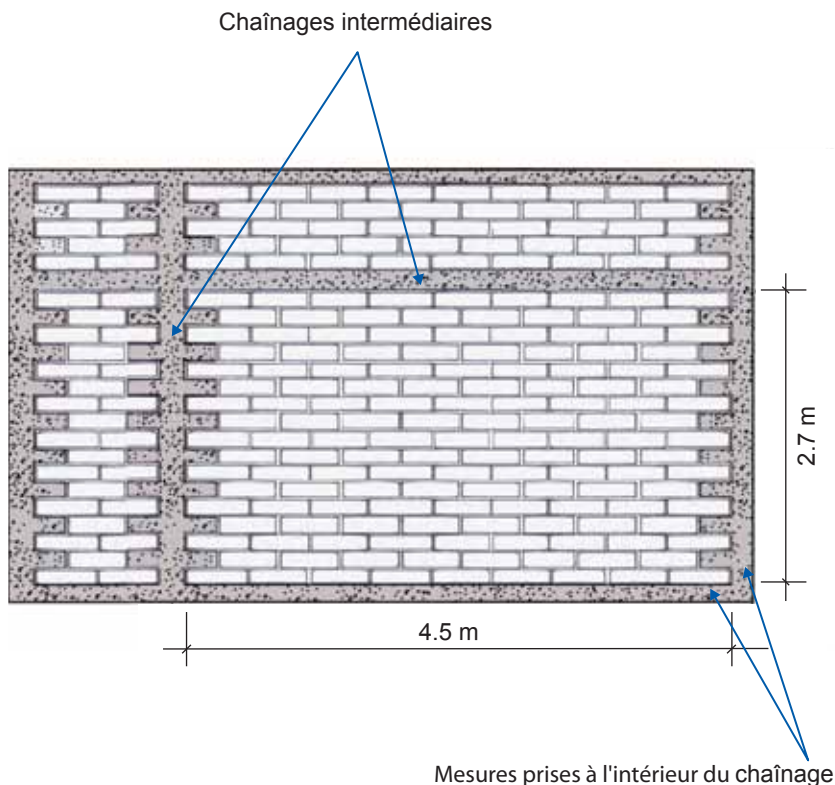
Exemple:  $H = 13t$



## ► Dimensions des murs de cisaillement (suite 2)

Lorsqu'un mur dépasse la hauteur maximale de 2.7 m, un chaînage horizontal intermédiaire doit être placé à la hauteur de 2.7 m.

Selon le même principe, lorsque la longueur d'un mur excède 4.5 m, un chaînage vertical intermédiaire doit être placé à 4.5 m.

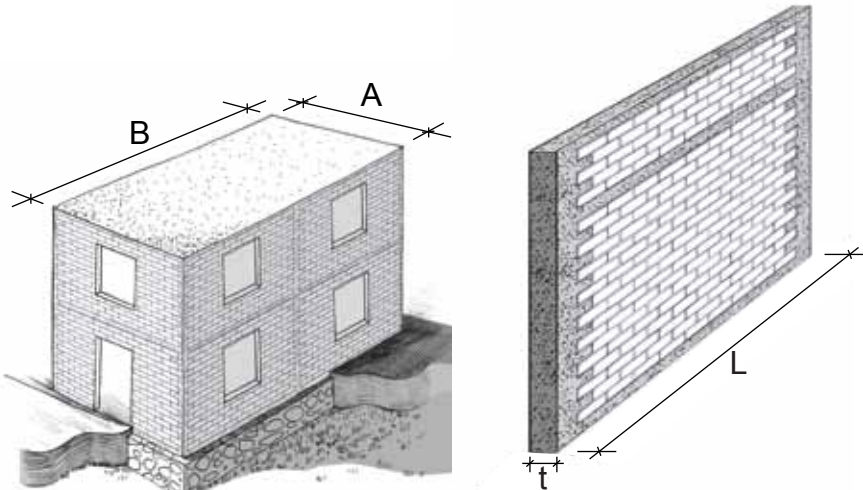




► Surface totale des murs au sol

La surface minimale totale au sol de tous les murs de cisaillement ( $L \times t$ ) orientés dans la même direction doit être entre 1.5 et 2.5% de la surface de la toiture ( $A \times B$  pour un niveau), selon le type de sol.

Lorsqu’il y a deux niveaux, il faut doubler ces pourcentages.



| Type de sol         | Description                   | Surface minimale au sol |           |
|---------------------|-------------------------------|-------------------------|-----------|
|                     |                               | 1 niveau                | 2 niveaux |
| Dur                 | Roc<br>Gravier                | 1.5%                    | 3.0%      |
| Intermédiaire       | Sable compacté<br>Argile dure | 2.0%                    | 4.0%      |
| Mou ou non compacté | Sable lâche<br>Argile molle   | 2.5%                    | 5.0%      |

## ► Surface totale des murs au sol (suite)

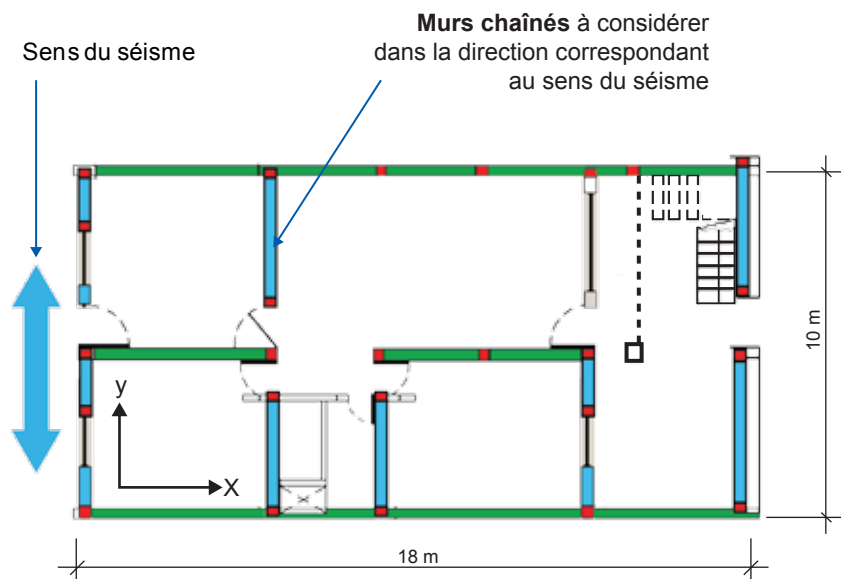
Exemple:

Pour un bâtiment de  $180 \text{ m}^2$  ( $10 \times 18$ ), d'un seul niveau sur sol intermédiaire, la surface totale au sol de tous les murs appelés à résister au séisme dans le sens indiqué doit être égale ou supérieure à 2.0% de  $180 \text{ m}^2$  ( $2.0 \times 180 / 100 = 3.6 \text{ m}^2$ ).

Si le bâtiment a deux niveaux, les calculs sont effectués en considérant 4 % de  $180 \text{ m}^2$ . Le résultat est alors égal à  $7.2 \text{ m}^2$ .

Les mêmes calculs sont effectués pour l'autre direction.

Les murs de moins d'un mètre de longueur et les murs de partition (non chaînés) ne doivent pas être considérés.



## ► Béton, mortier et coulis

| Mélange:                                                                            | A                                                  | B                                                 | C                            | D                                            | E                                            | F                                                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------|------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| Une part peut être un seau ou une brouette, à titre d'exemple                       | Béton maigre pour dalle sur sol, béton de propreté | Mortier pour cales, maçonnerie, crépis et enduits | Béton pour fondation         | Béton pour chaînage horizontal sur sol ferme | Béton pour chaînage horizontal sur sol lâche | Béton pour chaînage vertical, horizontal sup., dalle et escalier |
|  | 1 part                                             | 1 part                                            | 1 part                       | 1 part                                       | 1 part                                       | 1 part                                                           |
|  |                                                    | 5 parts                                           |                              |                                              | 2 parts                                      |                                                                  |
|  | 4 parts                                            |                                                   | 5 parts                      | 8 parts                                      |                                              | 2 parts                                                          |
|  |                                                    |                                                   | (30% en volume) <sup>1</sup> |                                              |                                              |                                                                  |
|  | 5 parts                                            |                                                   | 5 parts                      | 25% en volume                                | 4 parts                                      | 4 parts                                                          |
|  | 1 1/4 part                                         | Ajouter jusqu'à consistance désirée               | 1 1/2 part                   | 1 1/4 part                                   | 1 part                                       | 1 part                                                           |

1) Pour fondation en béton cyclopéen seulement

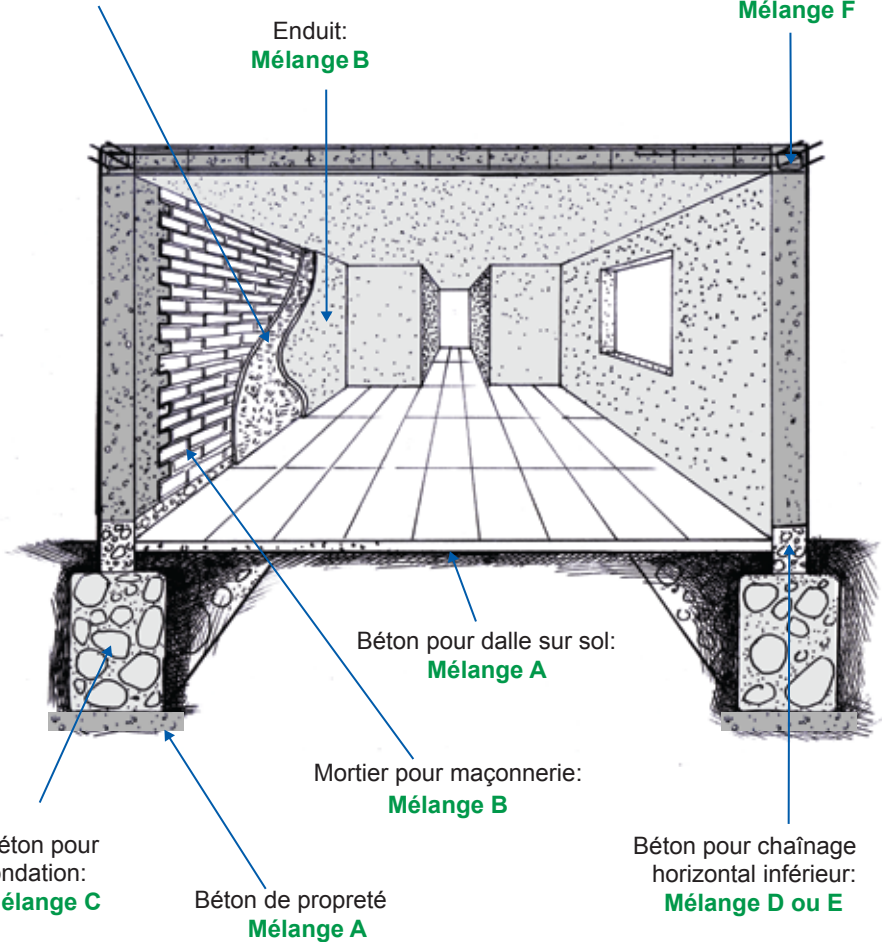
## ► Mélanges de béton

Crépis:  
**Mélange B**

Béton pour dalle, chaînage horizontal  
supérieur, chaînage vertical et escalier:  
**Mélange F**

Enduit:  
**Mélange B**

**Mélange F**



## SECTION 3 - CONSTRUCTION D'UN BÂTIMENT EN MAÇONNERIE CHÂÎNÉE



CONSTRUCTION D'UN BÂTIMENT CONSTRUCTION D'UN BÂTIMENT CONSTRUCTION D'UN BÂTIMENT CONSTRUCTION D'UN BÂTIMENT CONSTRUCTION D'UN BÂTIMENT

***Regardons maintenant  
comment se construit un  
bâtiment en maçonnerie  
chaînée sécuritaire.***



## ► Les préparatifs

### Planification

- Faire vérifier le titre de propriété par un notaire.
- Effectuer un relevé topographique primaire du terrain.
- Dresser un croquis du bâtiment.
- Vérifier l'état du sol (voir plus loin).
- Bien assimiler le contenu du guide (suivre une formation, de préférence).
- Demander conseil à des personnes qualifiées.

### Autorisation

- Obtenir le **permis de construction** auprès de la municipalité qui obtiendra au préalable l'avis du MTPTC (voir la page suivante).

### Préparation

- Acquérir les outils et les matériaux nécessaires (voir la suite du guide).
- Se munir d'équipements de protection individuelle (bottes, casque, gants, etc.).





## ► Obtention du permis de construction

**Déposer à la municipalité un dossier en trois copies, contenant:**

Les renseignements concernant la localisation du terrain

Les renseignements concernant la maison à construire

Des photos du terrain (2 à 4 photos sous différents angles)

Un croquis de la maison pour chaque niveau à construire

Une copie du titre de propriété ou autre pièce



## ► Nettoyage et nivelage du terrain

Il faut bien nettoyer le terrain en enlevant le sol organique et tout débris avant de procéder au nivelage.

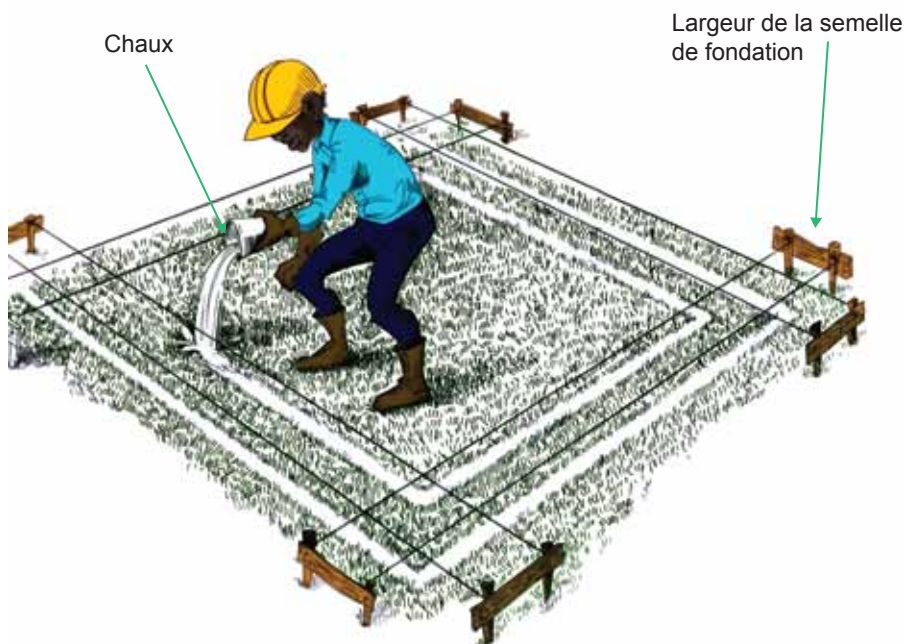
Il faut remplir les cavités par couches de sable ou de gravier ne dépassant pas 30 cm à la fois et bien les arroser, avant de les compacter avec une dame manuelle ou une plaque vibrante.



## ► Tracé de la fondation sur le sol

Se servir de cordes et de piquets pour représenter sur le sol la géométrie en plan de la fondation.

Le tracé peut être fait en répandant de la chaux sur le sol.



## ► Évaluation du type de sol

Si le sol n'est pas du roc ou du gravier (sol dur), procéder de la façon suivante pour une évaluation grossière du type de sol:



1

1. Creuser un trou d'un mètre de profondeur et prendre un échantillon de sol.



2

2. Remplir le tiers d'une bouteille transparente avec le sol prélevé. Ajouter un autre tiers d'eau et une cuillerée de sel.



3

3. Agiter fermement jusqu'à ce que le mélange soit uniforme.



5

4. Laisser le mélange se décanter pendant 24 heures.

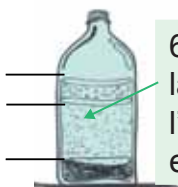


4

5. Mesurer la hauteur du sable, de l'argile et du limon.

6

Argile  
Limon  
Sable

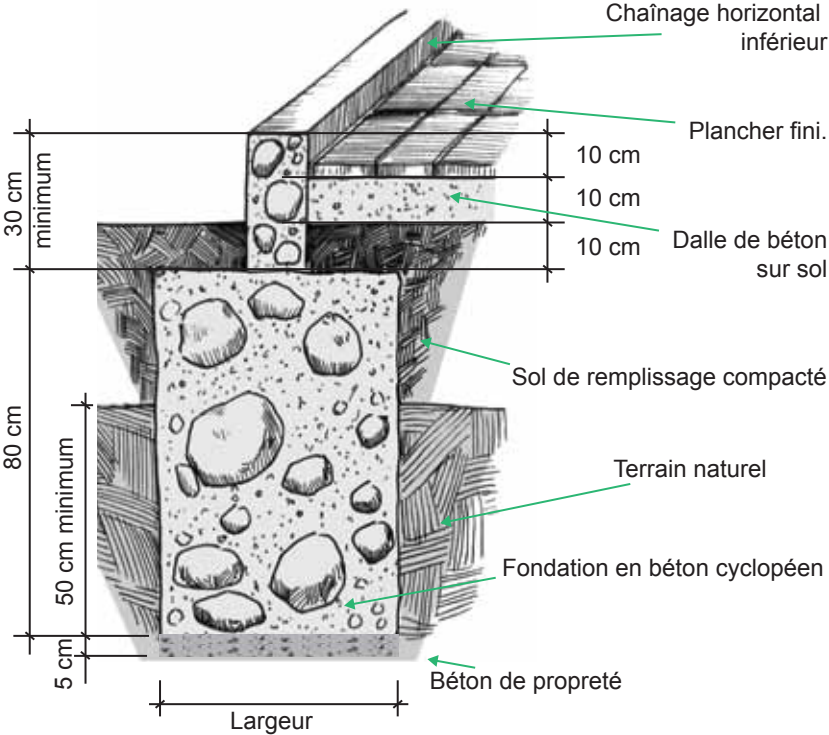


6a. Si plus de la moitié est de l'argile, le sol est argileux.



6b. Si plus de la moitié est du sable, le sol est sableux.

Construction de la fondation continue  
Option 1: semelle filante en béton cyclopéen



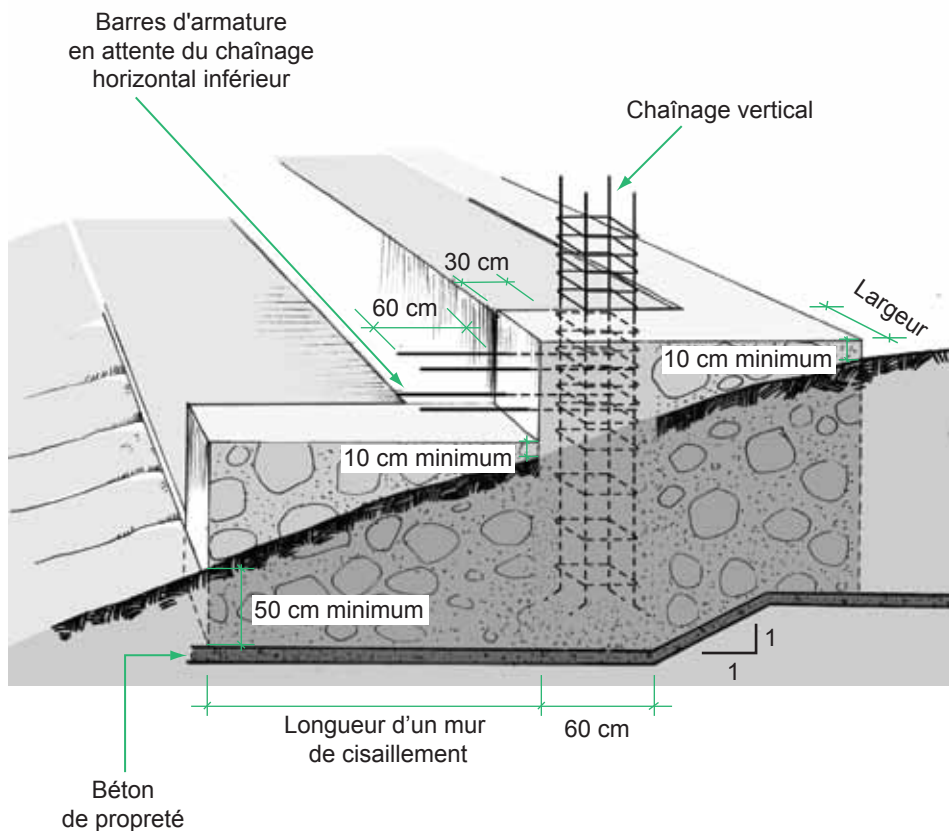
| Type de sol (pour une évaluation grossière du type de sol, voir la page précédente) | Largeur minimale de la fondation |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| Dur (roc ou gravier)                                                                | 40 cm                            |
| Intermédiaire ( argile dure ou sable limoneux)                                      | 50 cm                            |
| Mou ( argile semi-dure ou sable lâche)                                              | 70 cm                            |

En cas de doute, il est recommandé de faire évaluer la capacité portante du sol par un bureau d'étude ou le LNBTP.

## ► Semelle filante étagée

Construire des semelles filantes étagées lorsque le terrain est en pente.

Ne pas placer de pierres de grande taille à l'intérieur de 30 cm du chaînage vertical.





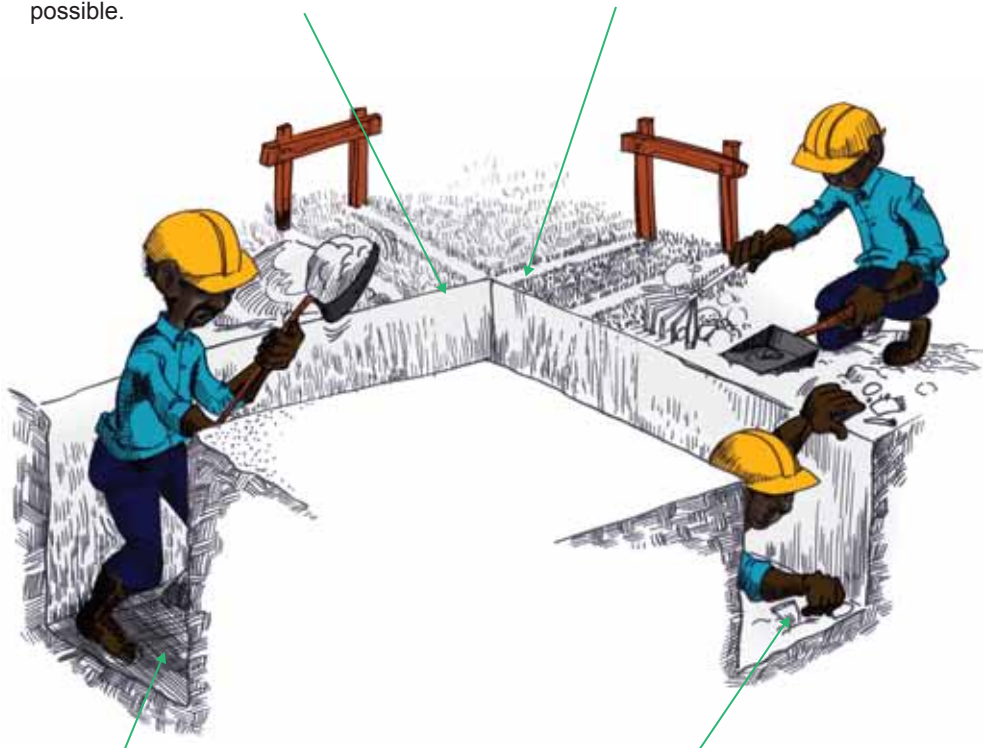




## Excavation des tranchées de la fondation

Les parois des tranchées doivent être d'aplomb, dans la mesure du possible.

Excaver les fondations en suivant le tracé marqué à la chaux.



Les tranchées doivent être exemptes de sol organique.

Le fond doit être à niveau, propre et exempt de sol mou.

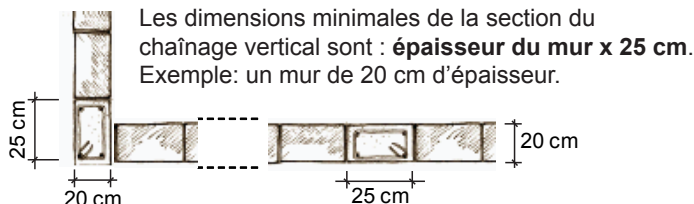
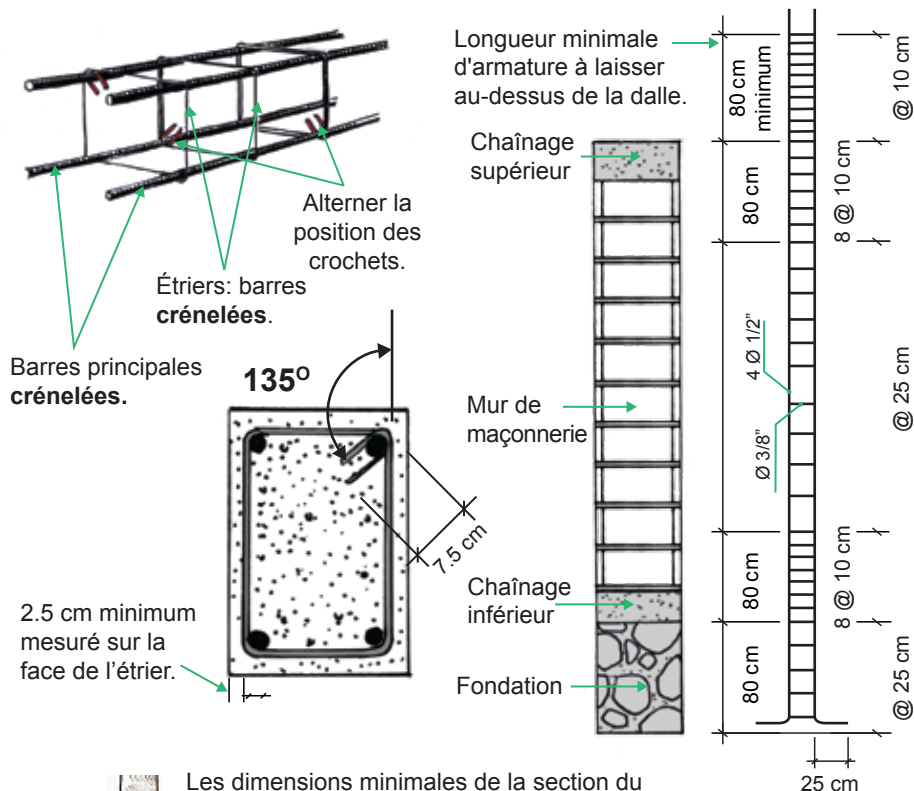
Lorsque l'excavation est terminée, déposer une couche de béton de propreté de 5 cm d'épaisseur minimale au fond des tranchées.

**Mélange A**

## ► Armature du chaînage vertical

Avant de couler la fondation, préparer les cages d'armature de tous les chaînages verticaux et les mettre en place aux endroits requis, au fond des tranchées.

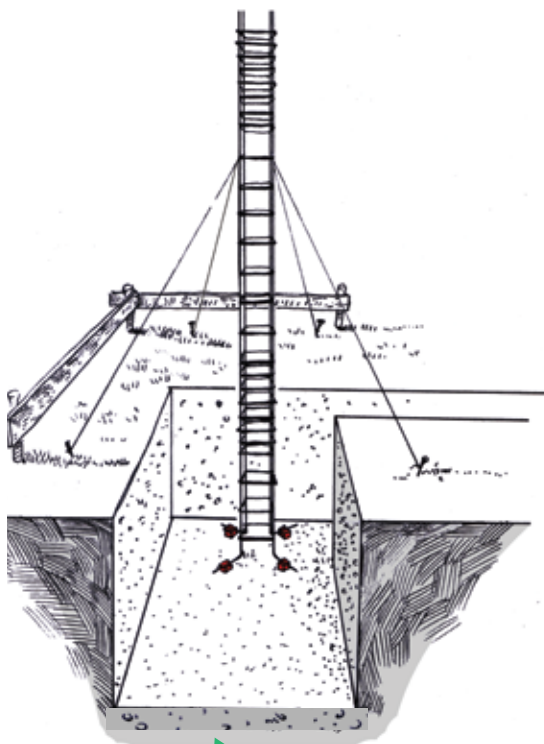
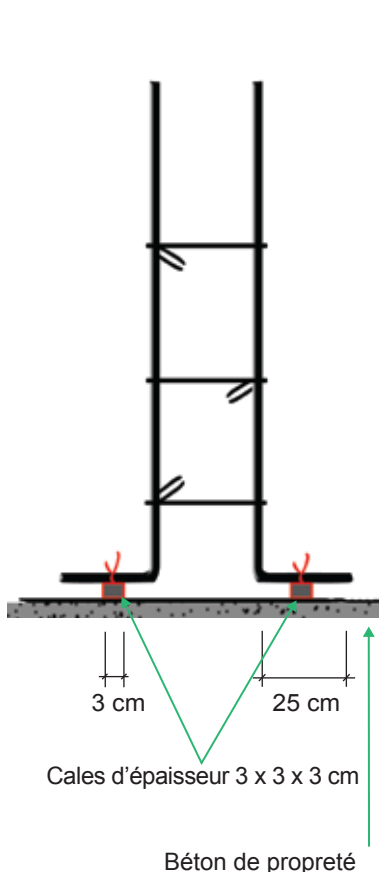
Toujours utiliser des barres d'armature crânelées de qualité conforme (résistance nominale en traction de 400 MPa et élongation minimale de 9%). Les fers récupérés ne doivent **jamais** être utilisés.



## ► Installation des chaînages verticaux

Placer la base de chacun des chaînages verticaux sur des cales d'épaisseur de 3 cm de profondeur, qui reposent à leur tour sur le béton de propreté, pour assurer un recouvrement adéquat de béton sous l'acier d'armature (voir page suivante pour la fabrication des cales d'épaisseur).

Les chaînages doivent être solidement maintenus à la verticale aux endroits désignés.



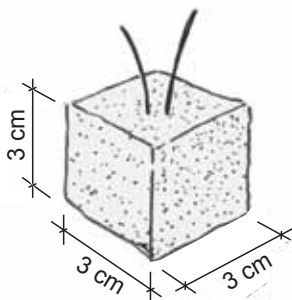
Béton de propreté de 5 cm d'épaisseur minimale sur toute la surface de la tranchée.

**Mélange A**

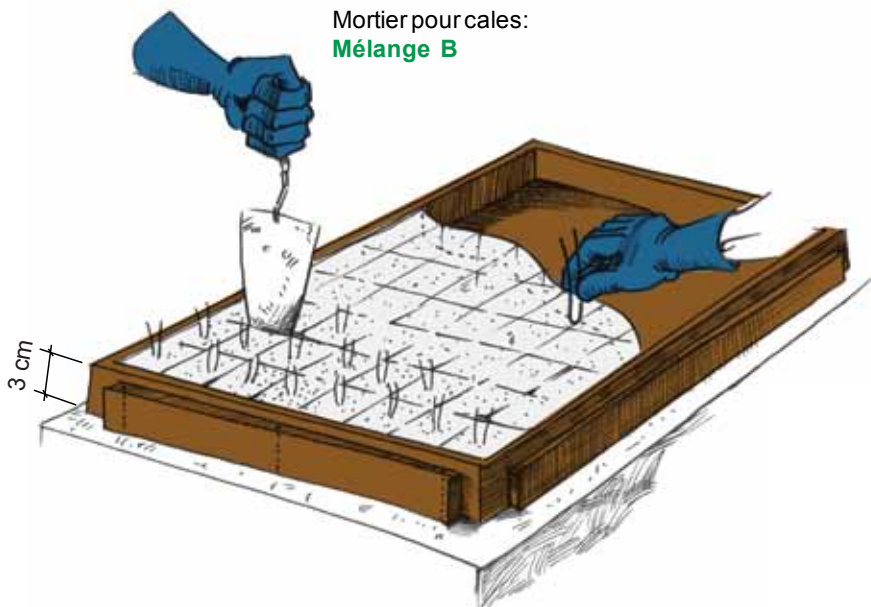
## ► Fabrication des cales d'épaisseur

Construire un moule de 3 cm de profondeur, le remplir de mortier et y introduire des boucles de fil à ligaturer.

Couper le mortier en blocs de 3 x 3 cm avant que le mortier ne durcisse trop.



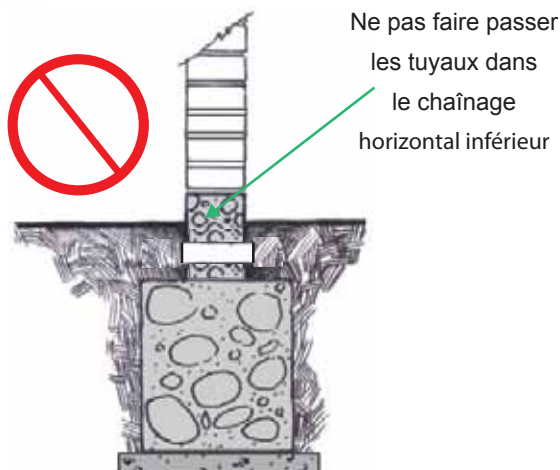
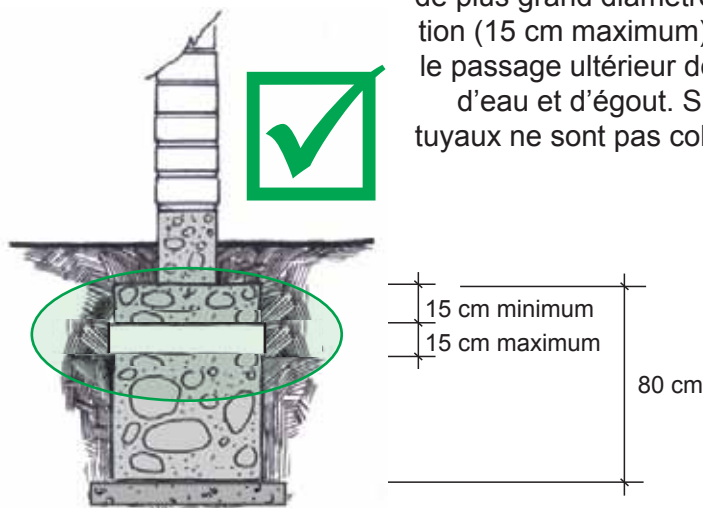
Mortier pour cales:  
**Mélange B**



## ► Installation des commodités et des tuyaux

Installer les commodités et les tuyaux avant de couler la fondation. Ceux-ci ne doivent jamais traverser les éléments en béton armé, tels les chaînages et les poutrelles des dalles.

Il est préférable de placer des tuyaux de plus grand diamètre dans la fondation (15 cm maximum) pour permettre le passage ultérieur des canalisations d'eau et d'égout. S'assurer que les tuyaux ne sont pas colmatés durant la construction.





## ► Coulée des fondations en béton cyclopéen

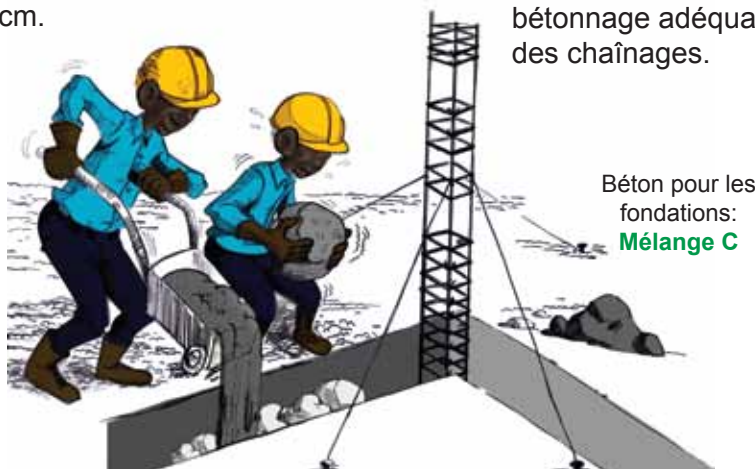
Mouiller les tranchées avant de couler le béton de la fondation.

Il est fortement recommandé de louer un malaxeur portatif pour préparer les mélanges de béton.



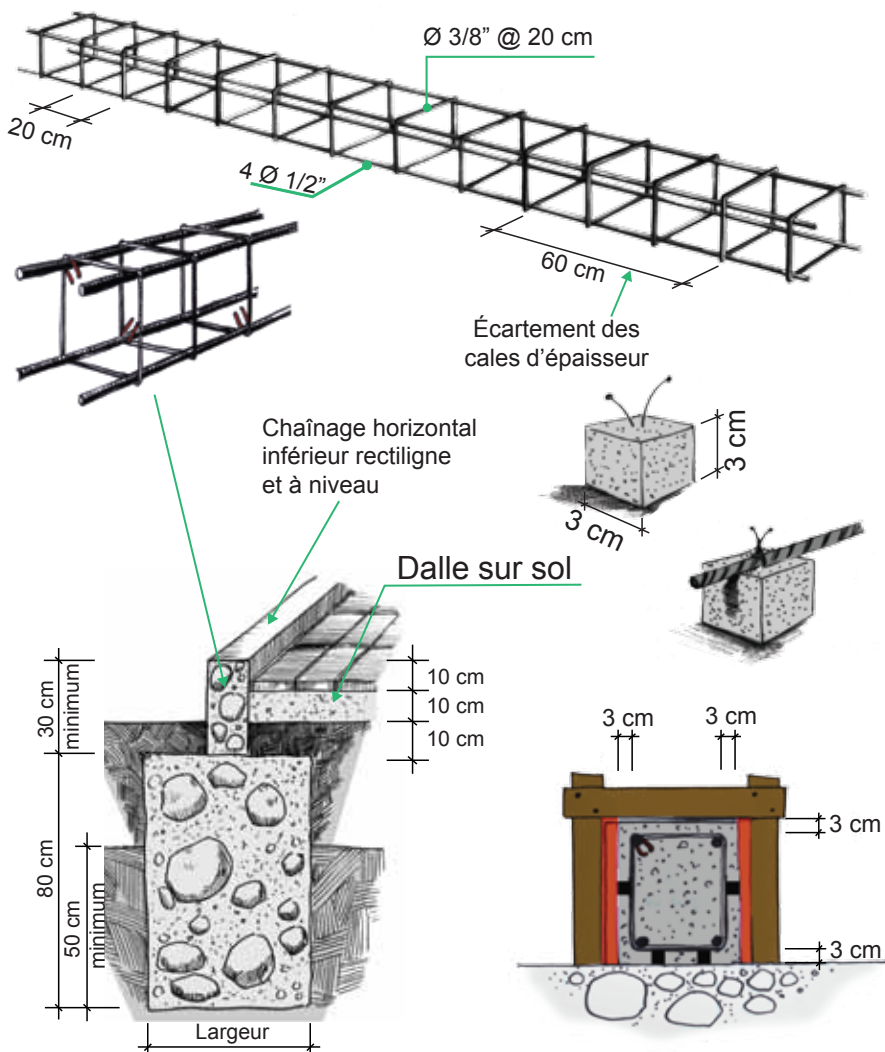
Pour les fondation en béton cyclopéen, verser le béton dans les tranchées à l'aide d'une brouette ou d'un dalot et placer les pierres préalablement mouillées au fur et à mesure dans la tranchée. Le béton ne doit jamais chuter d'une hauteur de plus de 90 cm.

Ne pas placer de pierres de grande taille à moins de 30 cm des chaînages verticaux, pour assurer un bétonnage adéquat des chaînages.



## ► Chaînage horizontal inférieur

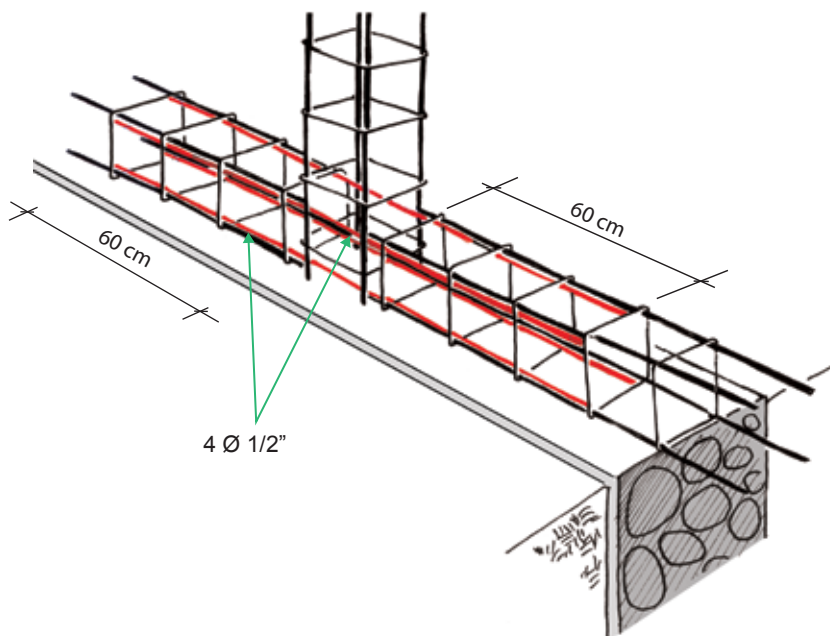
Des cales d'épaisseur sont disposées sur les côtés et sous le chaînage à tous les 60 cm.



## ► Jonction des armatures au croisement des chaînages

Joindre les chaînages horizontaux et le chaînage vertical à l'aide de 4 barres d'armature droites de  $\varnothing 1/2''$ .

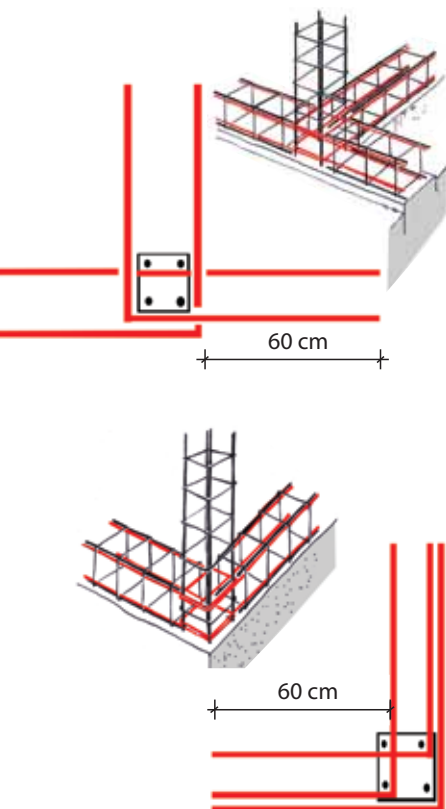
Ces barres doivent pénétrer les chaînages horizontaux sur une longueur de 60 cm et être placées à l'intérieur des étriers et des barres longitudinales du chaînage vertical.



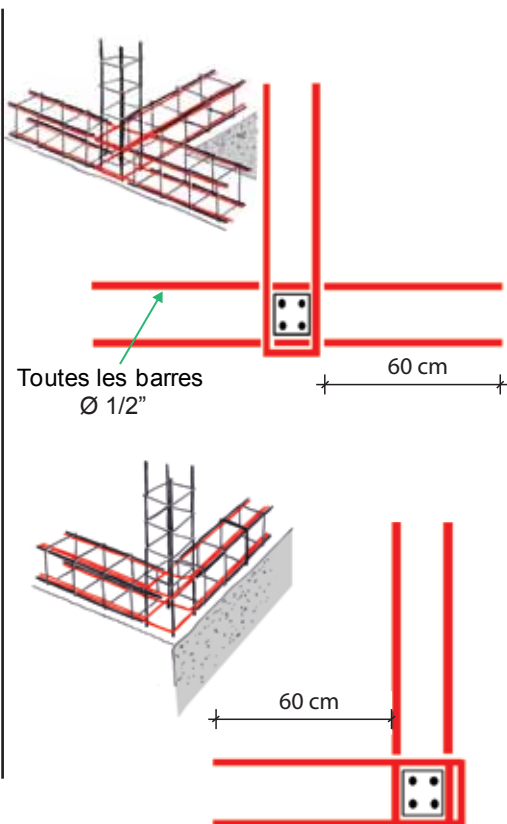
## ► Jonction des armatures au croisement des chaînages (suite)

Des barres d'armature en forme de L ou de U peuvent être utilisées pour joindre les chaînages horizontaux à angle droit à leur intersection avec le chaînage vertical. Ces barres doivent pénétrer les chaînages horizontaux sur une longueur de 60 cm et être placées à l'intérieur des étriers.

### Option 1: barres en forme de L



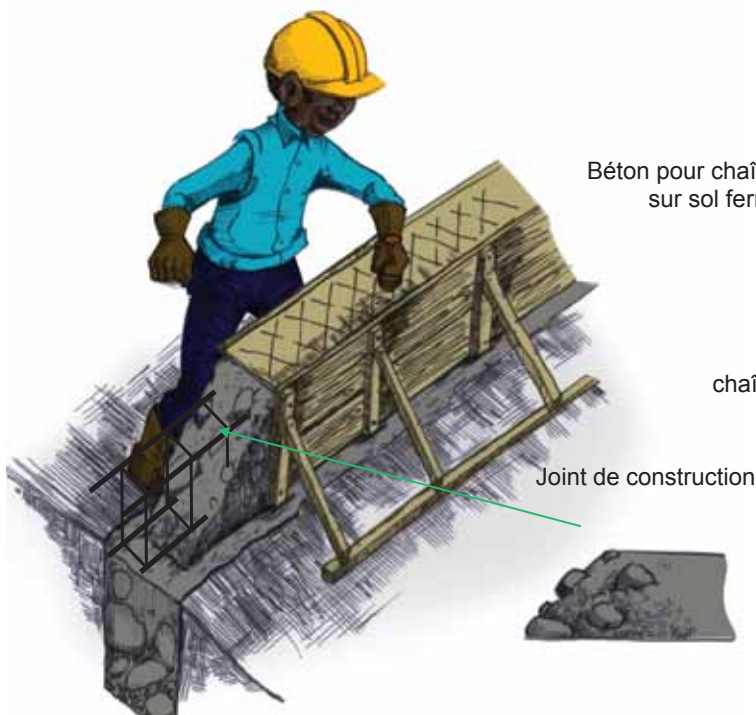
### Option 2: barres en forme de U



## ► Bétonnage du chaînage horizontal inférieur

Mouiller le coffrage avant de couler le béton à l'aide de seaux ou de brouettes. Ne pas placer de pierres de grande taille à proximité des chaînages verticaux.

À la fin de la coulée du chaînage inférieur, gratter la face supérieure pour permettre au mortier de la première couche du mur de maçonnerie de bien adhérer au chaînage.



Béton pour chaînage horizontal  
sur sol ferme: **Mélange D**

Béton pour  
chaînage horizontal  
sur sol lâche:  
**Mélange E**

Joint de construction

Si la coulée du chaînage ou de la fondation doit être arrêtée, construire un joint en diagonale avec des pierres en saillie.

## ► Murs de maçonnerie

Bien arroser les éléments de maçonnerie avec de l'eau propre avant de les poser. Rejeter les éléments endommagés.



La face supérieure de chaque chaînage doit être au niveau. Humecter la face supérieure du chaînage avec un coulis de ciment.



Mortier de maçonnerie:  
**Mélange B**

Mélanger le sable et le ciment en premier, puis ajouter l'eau. **Toujours utiliser du mortier frais de très bonne qualité.**



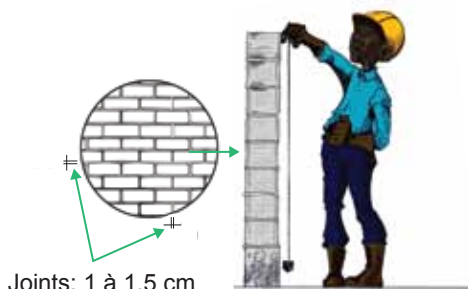
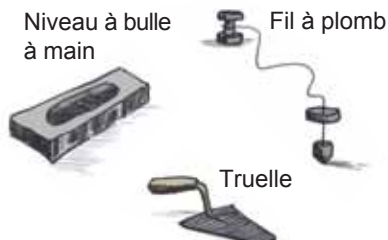
Avant de cimenter la première rangée, disposer les blocs sur la longueur du mur pour définir le patron de pose.

Placer des blocs comme guides aux extrémités des murs et étendre une ficelle qui fixera le niveau à respecter pour chaque rangée.



## ► Pose de la maçonnerie

### Outils requis

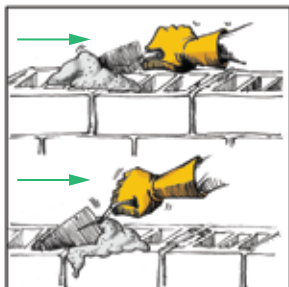


Pour la première rangée de maçonnerie, étendre une couche de mortier uniformément sur le chaînage à l'aide de la truelle.

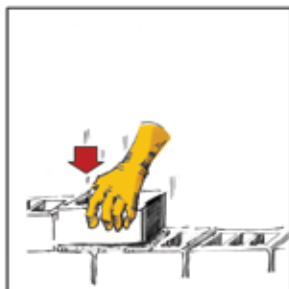
Placer les blocs sur le mortier et s'assurer qu'ils sont à niveau et bien d'aplomb en se servant de la ficelle comme guide.

Remplir complètement les joints verticaux en étendant la couche suivante de mortier.

### Pose du mortier



Utiliser une planche de bois pour empêcher le mortier de sortir des joints.



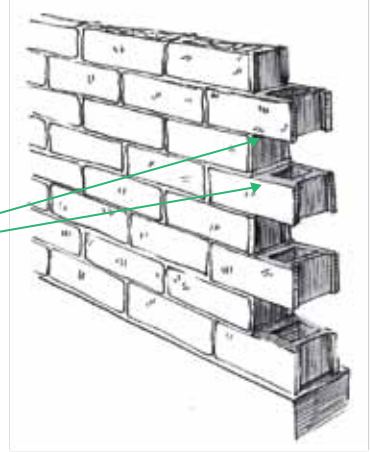
### Pose des blocs



Pour mieux placer les blocs, les frapper légèrement avec le manche de la truelle.

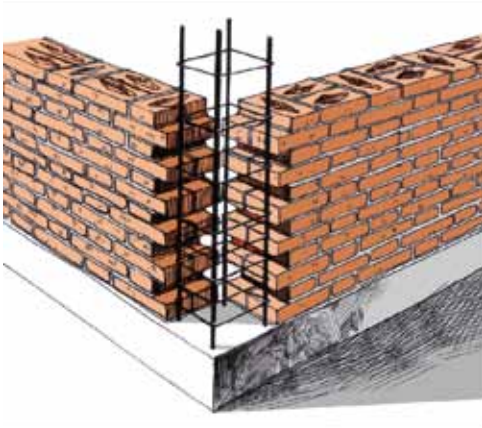
## ► Murs de blocs ou de briques

Que les murs soient faits de blocs de béton ou de briques, il faut que leurs extrémités soient dentelées (crénelées) sur la face des chaînages verticaux afin d'assurer une bonne action mixte avec ceux-ci.



Si des briques sont utilisées, le patron flamand doit être retenu.

Les joints verticaux continus sont interdits.

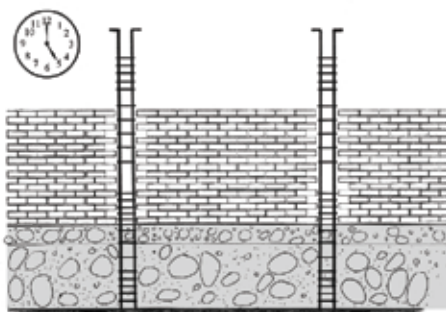
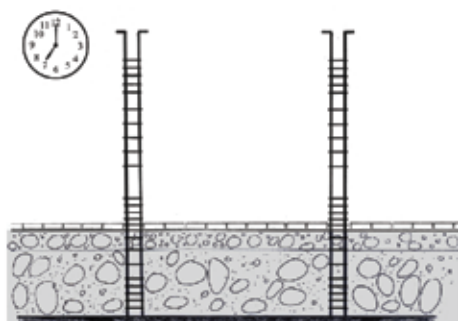


Patron flamand



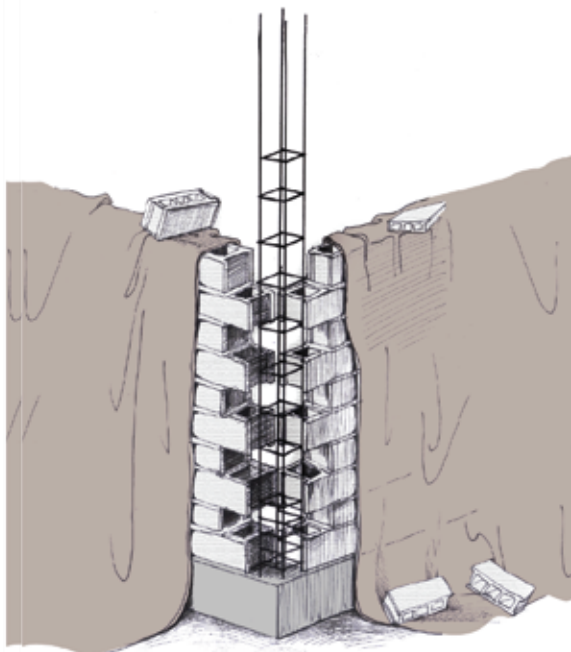
## ► Construction et murissement

Ne pas construire plus de 1.2 m de mur par jour pour éviter qu'il ne s'affaisse à cause du mortier trop frais.



Humecter les murs et les recouvrir de bâches de plastique pour éviter l'assèchement du mortier jusqu'à la reprise des travaux, le lendemain ou plus tard.

Arroser les murs tout au long de la journée s'ils ne sont pas recouverts de bâches de plastique.



## ► Amélioration de l'ancrage des murs de blocs de béton

Pour améliorer la liaison entre les chaînages verticaux et les murs de blocs de béton **dans les zones de forte sismicité**, il est recommandé de placer des ancrages à chaque deux rangs de blocs lors de la construction des murs.

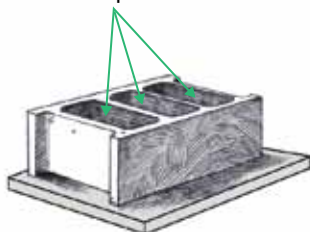
Il s'agit de barres d'armature  $\varnothing 3/8"$  en forme de crochet, placées dans des lits de béton de l'épaisseur d'un rang de blocs de béton. Le lit de béton doit être coffré pour le coulage. Les alvéoles des blocs situés sous le lit doivent avoir été préalablement colmatées.

Relier les crochets à l'aide d'étriers  $\varnothing 1/4"$  espacés de 20 cm.

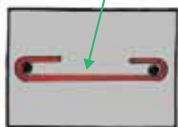
### Colmatage d'un bloc:

Injecter du mortier dans les alvéoles et laisser durcir pendant au moins 2 jours.

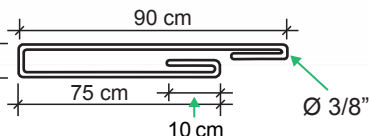
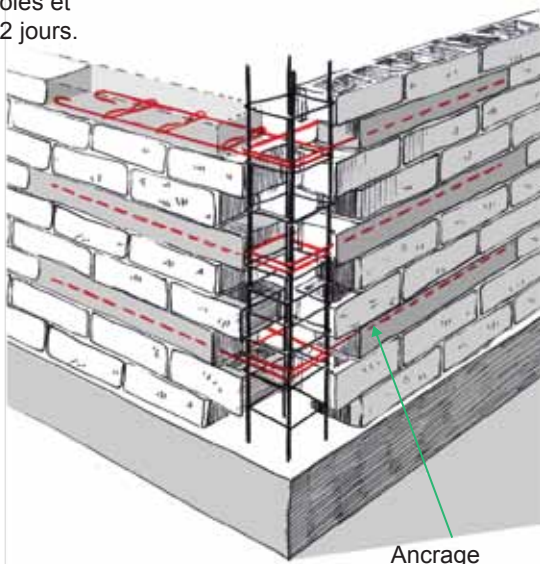
Remplir de mortier



Étrier  $\varnothing 1/4"$  @ 20 cm



Écart entre 2 barres longitudinales du chaînage vertical

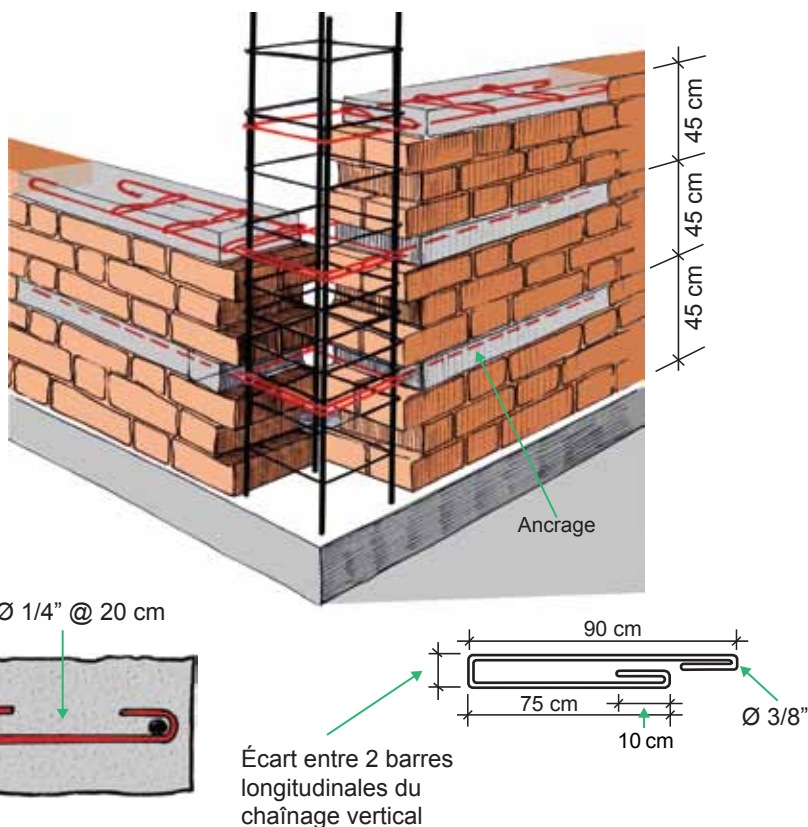


## ► Amélioration de l'ancrage des murs de briques

Pour améliorer la liaison entre les chaînages verticaux et les murs de briques **dans les zones de forte sismicité**, il est possible de placer des ancrages à chaque 45 cm de distance lors de la construction des murs.

Il s'agit de barres d'armature  $\varnothing 3/8"$  en forme de crochet, placées dans des lits de béton de l'épaisseur d'un rang de briques.

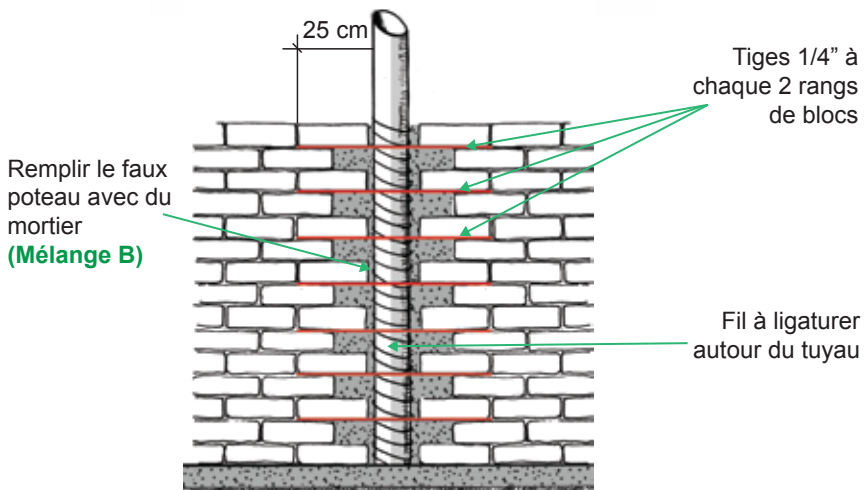
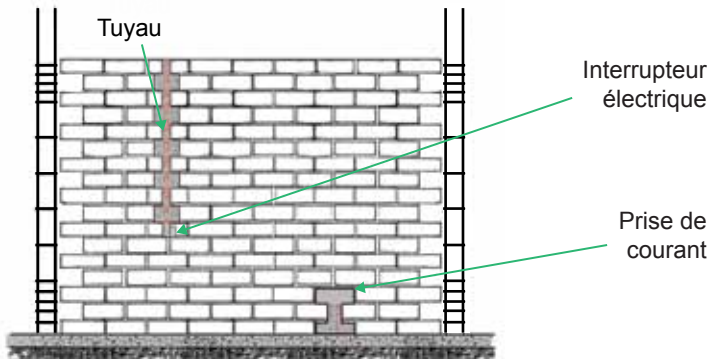
Relier les crochets à l'aide d'étriers  $\varnothing 1/4"$  espacés de 20 cm.



## ► Conduites de service dans les murs

Ne jamais briser les murs pour y faire passer des conduites d'eau ou d'électricité, au risque de les affaiblir de façon importante. Il est préférable de garder ces conduites en dehors des murs.

Si les conduites doivent être encastrées dans les murs, il faut laisser un espace dentelé lors de la construction du mur, positionner la conduite et remplir cet espace avec du mortier.





## ► Coulée des chaînages verticaux

### Coffrage et coulée

Lorsque la construction des murs est terminée, installer le coffrage de façon à confiner les chaînages verticaux. L'utilisation d'un malaxeur portatif est préférable pour cette opération. Utiliser des seaux pour amener le béton à la partie supérieure du coffrage et verser le béton dans le coffrage avec soin.

Pour réduire la formation de poches d'air, utiliser un béton contenant moins de pierres dans les premières brassées

Béton pour chaînage vertical:  
**Mélange F**

Utiliser un fil à plomb pour vérifier la verticalité du coffrage



**Bien compacter** le béton avec une longue perche pour prévenir les poches d'air et frapper légèrement l'extérieur du coffrage avec un maillet de caoutchouc.

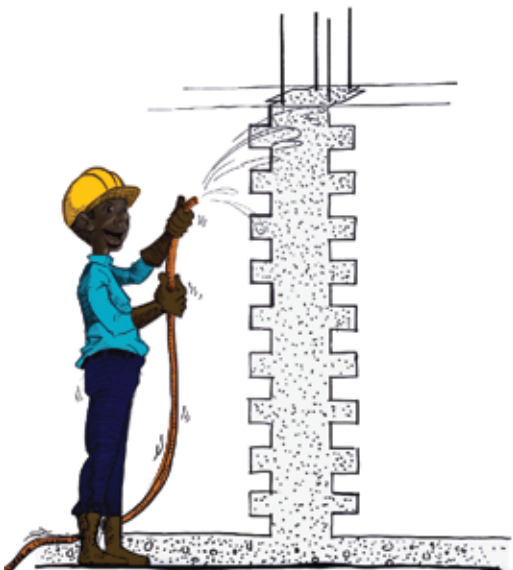
Utiliser des béquilles pour maintenir le coffrage fermement en place

## ► Décoffrage et mûrissement des chaînages verticaux

Après la coulée du béton, laisser le coffrage en place pendant 2 jours. Enlever ensuite le coffrage pour le réutiliser ailleurs. Remplir les cavités avec du mortier riche en ciment (**Mélange F**)



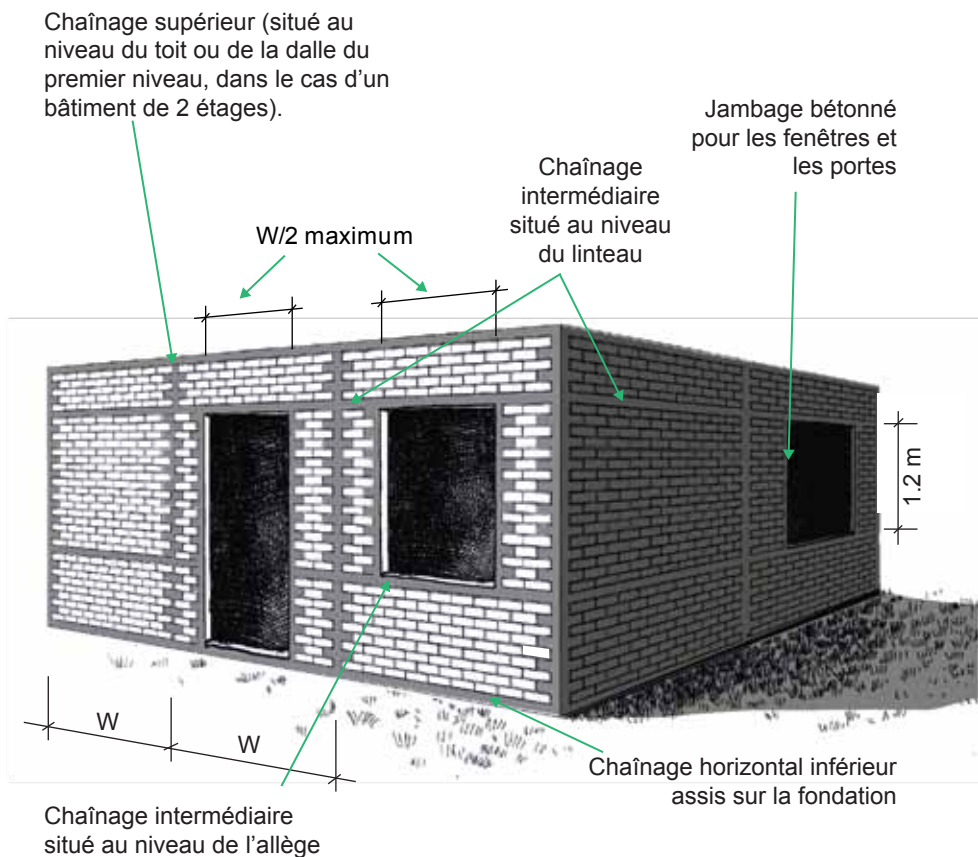
Faire mûrir le béton après le décoffrage en l'arrosant 3 fois par jour pendant 7 jours.



## ► Chaînage des cadres de portes et fenêtres

La maçonnerie doit aussi être confinée autour des ouvertures à l'aide de chaînages verticaux et horizontaux intermédiaires.

Disposer des chaînages horizontaux intermédiaires sur toute la longueur des murs, même lorsqu'il n'y a pas de fenêtre.

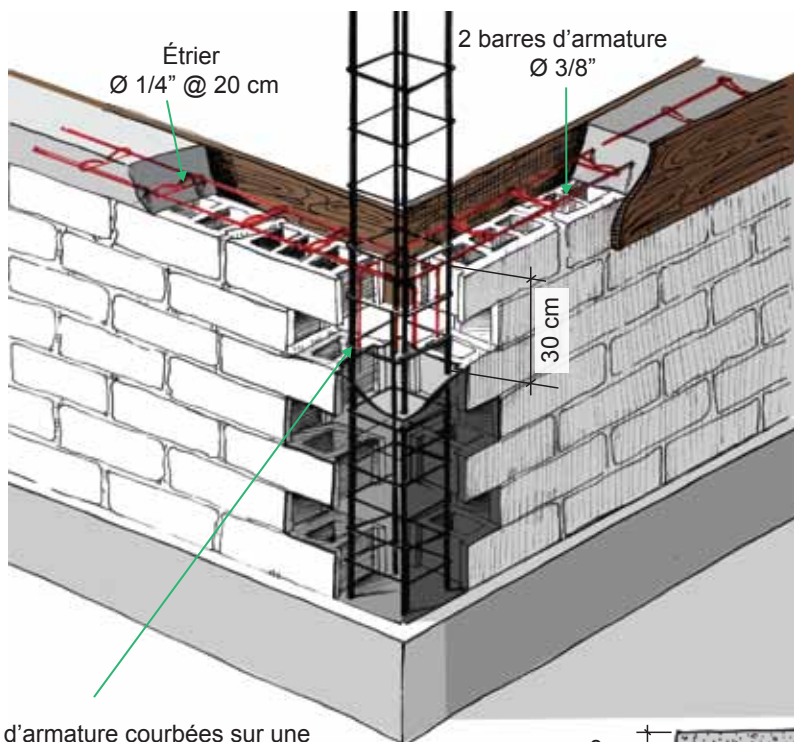


## ► Chaînage horizontal intermédiaire

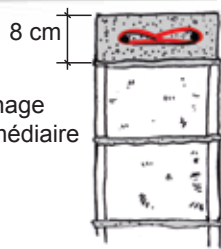
Placer le coffrage des chaînages intermédiaires et bétonner ces derniers en même temps que les chaînages verticaux.

L'espacement maximal entre deux chaînages intermédiaires horizontaux est de 1.2 m

Béton pour chaînages:  
**Mélange F**



Barres d'armature courbées sur une longueur de 30 cm dans le chaînage vertical. La longueur de recouvrement des barres d'armature ne doit pas être inférieure à 60 cm.

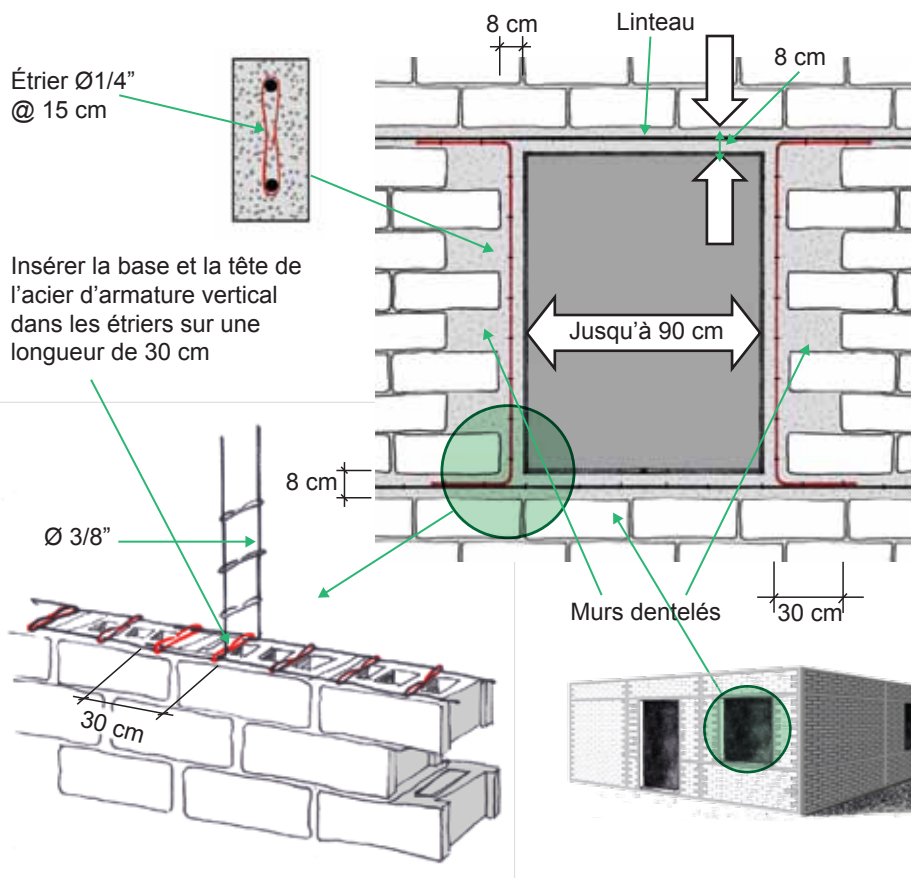


## ► Renforcement des cadres de portes et fenêtres

Les cadres des portes et fenêtres doivent être renforcés par du béton armé.

Pour les fenêtres mesurant moins de 90 cm de largeur, utiliser le chaînage intermédiaire de 8 cm comme linteau.

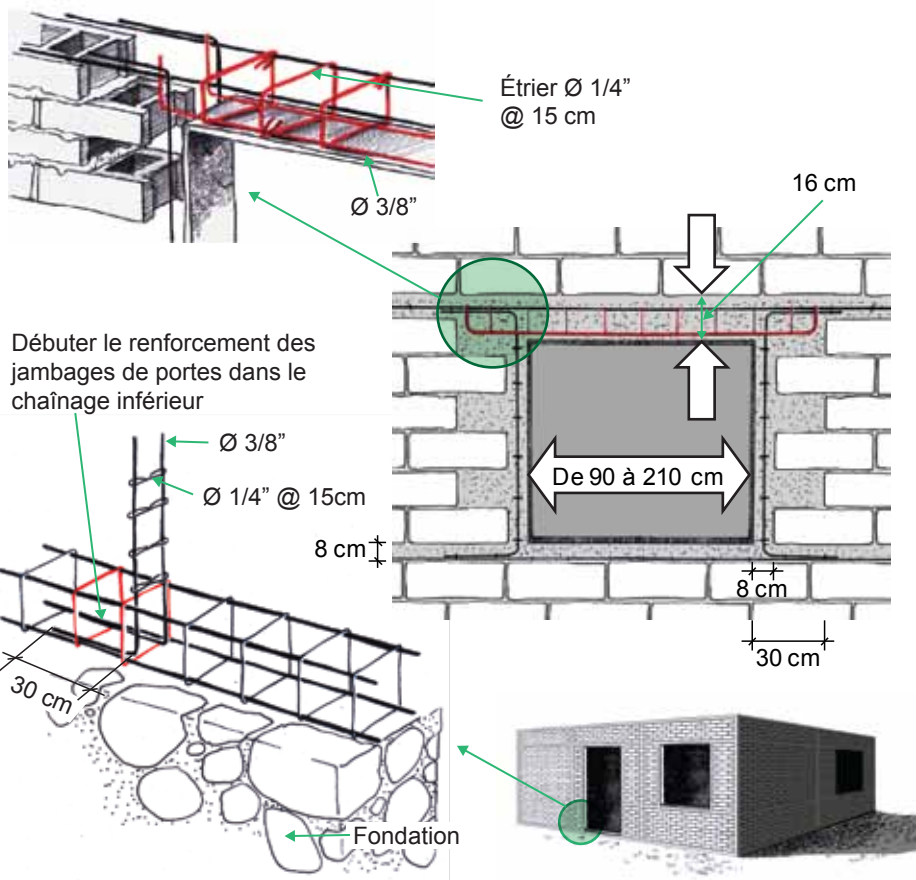
Couler le béton des cadres de portes et fenêtres en même temps que celui du chaînage intermédiaire servant de linteau.



## ► Renforcement des cadres de portes et fenêtres (suite 1)

Les cadres des portes et fenêtres doivent être renforcés par du béton armé.

Pour les fenêtres mesurant entre 90 et 210 cm de largeur, construire un linteau de 16 cm de hauteur, en ajoutant deux barres d'armature  $\varnothing 3/8$ " supplémentaires et des étriers  $\varnothing 1/4$ " @ 15 cm d'écartement.

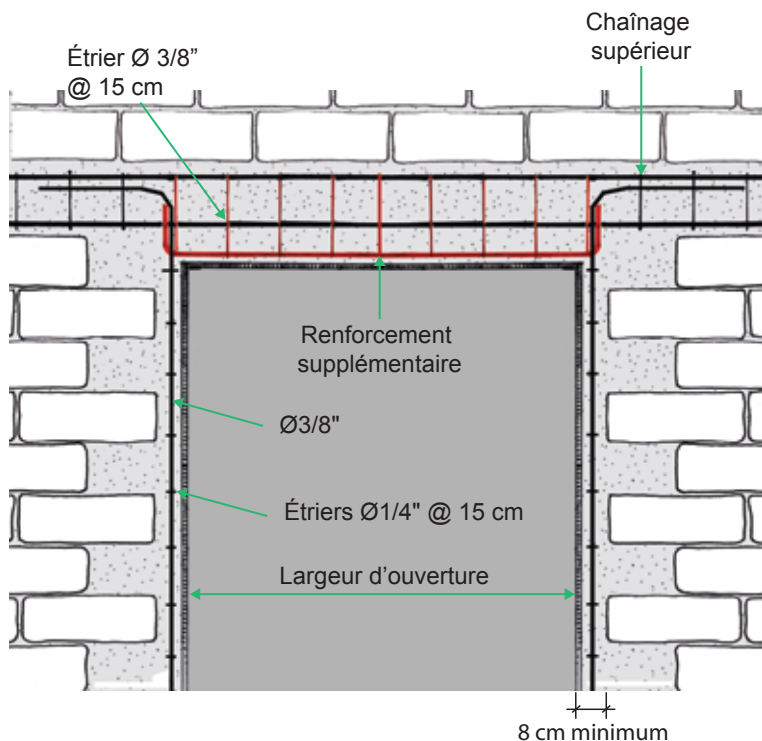




## ► Renforcement des cadres de portes et fenêtres (suite 2)

Il est aussi possible que le haut des portes et fenêtres puisse se rendre jusqu'au chaînage supérieur de l'étage. En pareil cas, construire un linteau de hauteur supérieure à celle du chaînage en fournissant des barres d'armature supplémentaires.

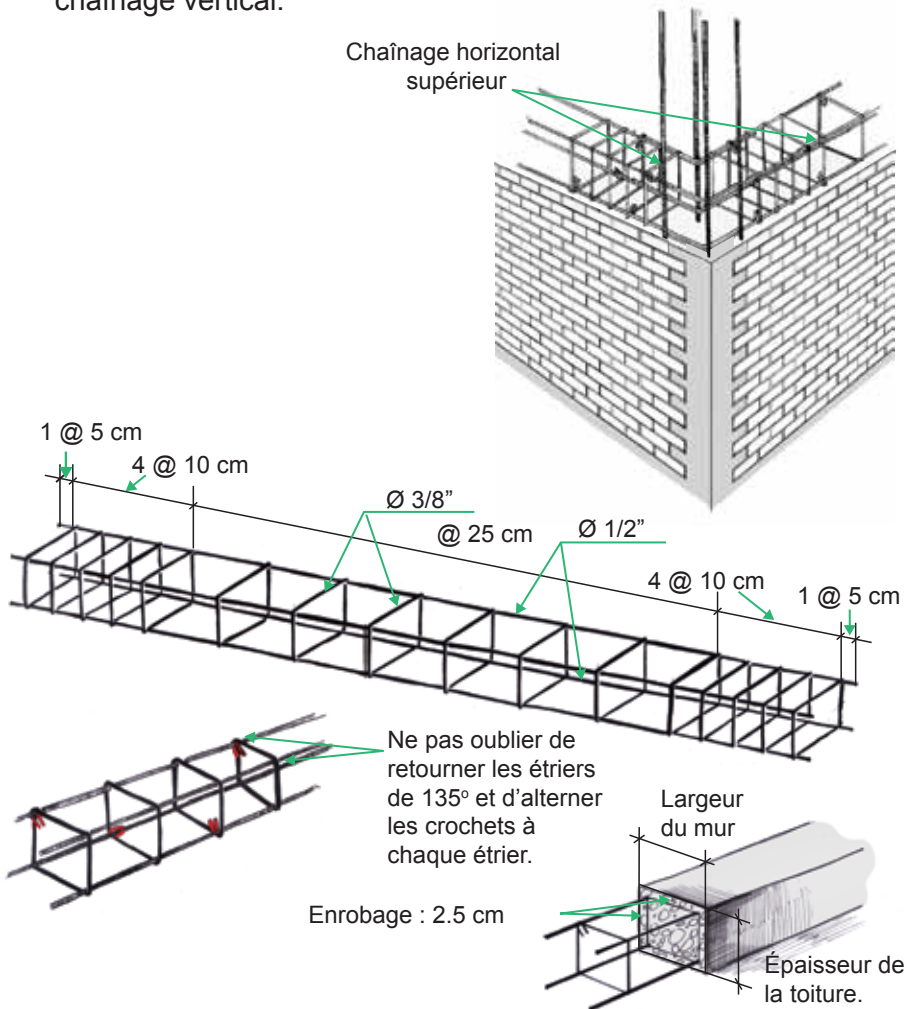
| Largeur d'ouverture | Renforcement supplémentaire | Hauteur supplémentaire |
|---------------------|-----------------------------|------------------------|
| De 90 à 150 cm      | 2 Ø 3/8"                    | 8 cm                   |
| De 150 à 210 cm     | 2 Ø 1/2"                    | 16 cm                  |



## ► Chaînage horizontal supérieur

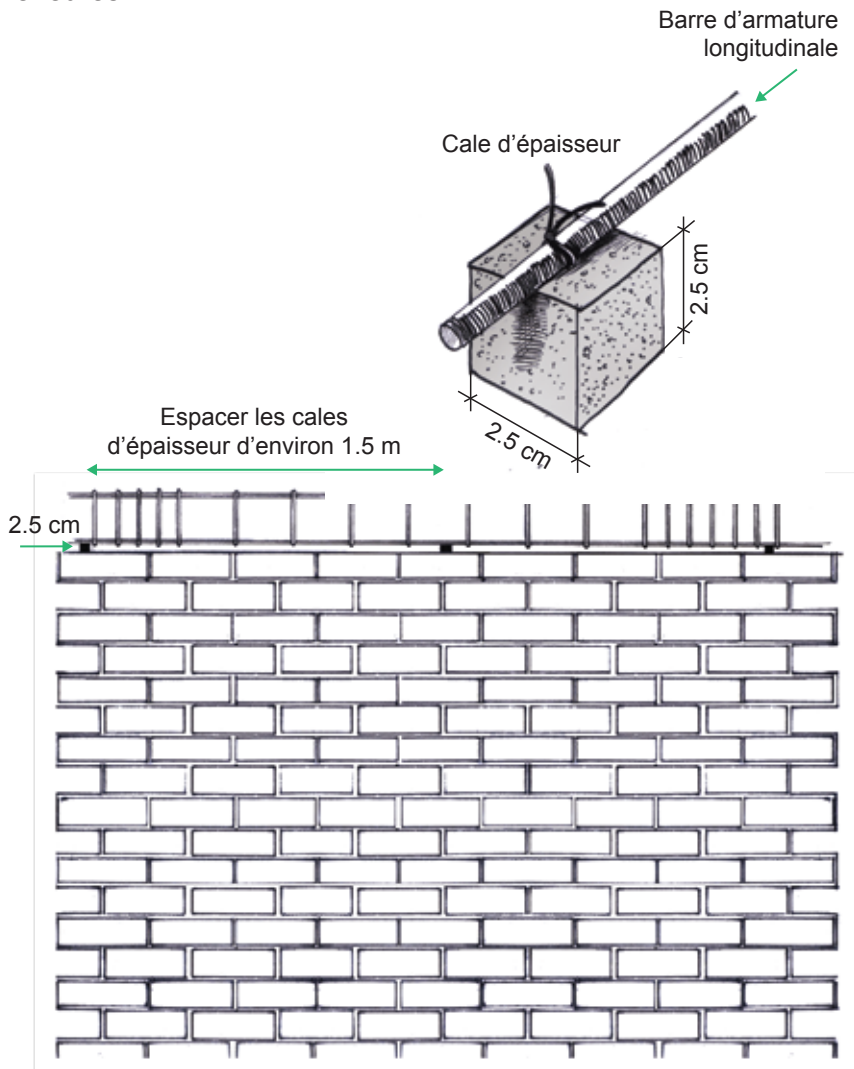
Le chaînage horizontal supérieur est important puisqu'il permet de confiner les murs de maçonnerie. Il se situe au même niveau que la dalle de plancher ou de toiture et en fait partie.

Le renforcement du chaînage supérieur s'apparente à celui du chaînage vertical.



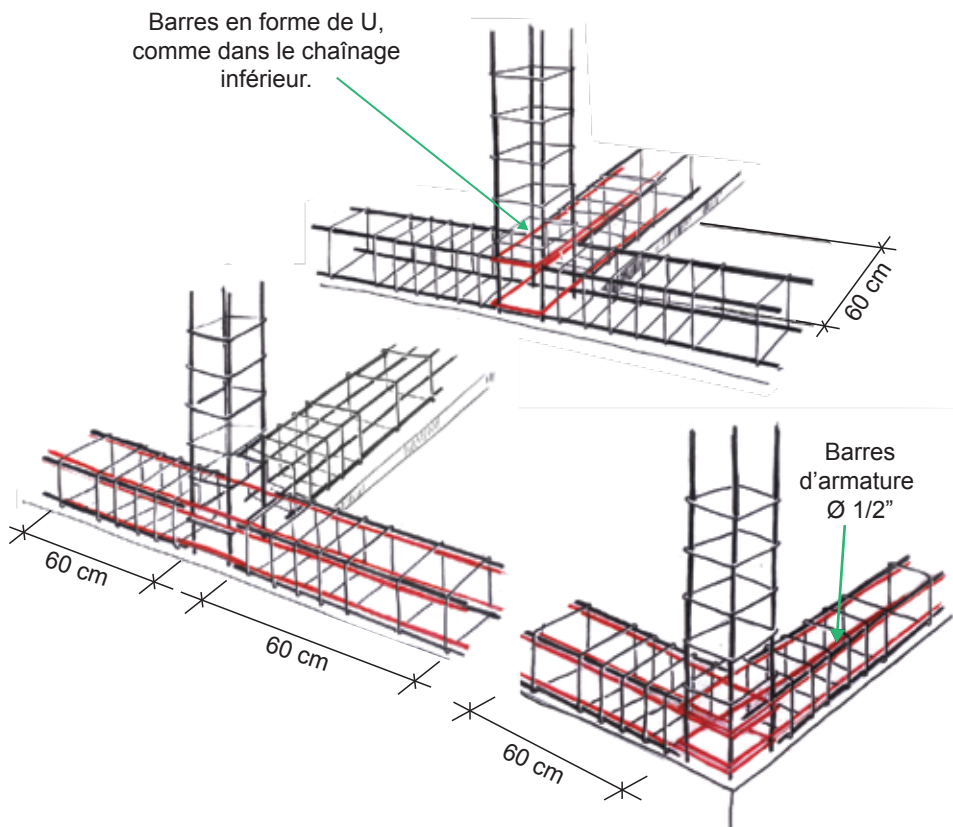
## ► Chaînage horizontal supérieur (suite)

Pour garder les barres d'armature du chaînage en position, placer des cales d'épaisseur à 1.5 m de distance sous les barres inférieures.



## ► Jonction des armatures au croisement des chaînages

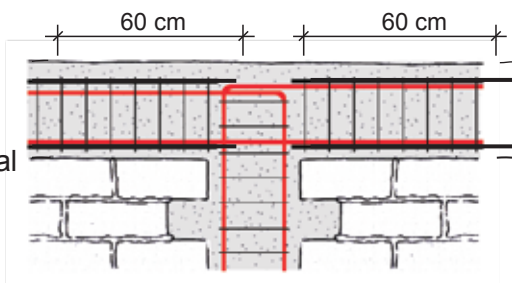
Les joints entre les chaînages horizontaux supérieurs et les chaînages verticaux sont en tout point semblables à ceux entre les chaînages horizontaux inférieurs et les chaînages verticaux.



Des barres d'armature  $\varnothing 1/2''$  droites, en forme de L ou en forme de U doivent pénétrer le chaînage horizontal sur une longueur de 60 cm et être placées à l'intérieur des étriers.

## ► Niveau supérieur

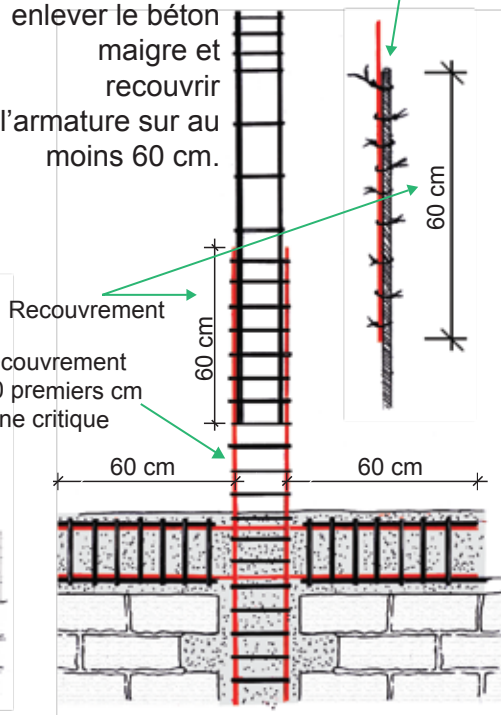
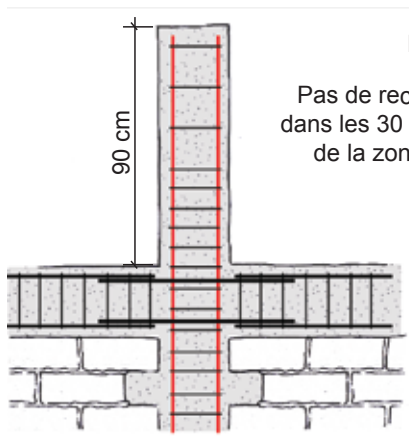
Si aucun niveau supérieur n'est prévu, plier les barres d'armature du chaînage vertical à l'intérieur des étriers du chaînage horizontal sur au moins 60 cm.



Si la construction d'un niveau supérieur est prévue pour plus tard, laisser les barres d'armature des chaînages verticaux dépasser de 90 cm et les recouvrir d'un béton maigre (**Mélange A**) pour les protéger contre la corrosion.

Lorsque vient le temps de placer les barres d'armature du niveau supérieur, enlever le béton maigre et recouvrir l'armature sur au moins 60 cm.

Placer les barres à l'intérieur des étriers et attacher avec du fil à ligaturer



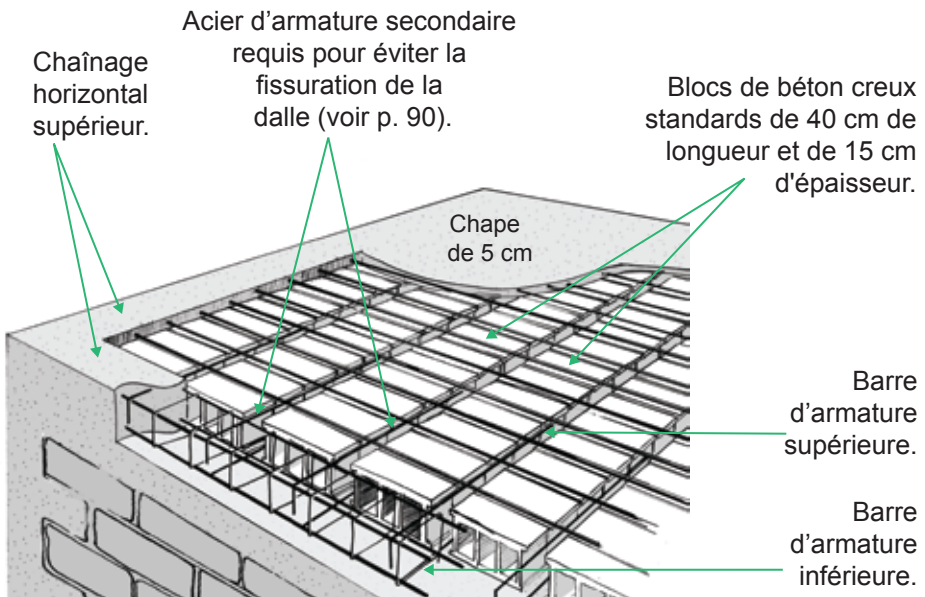


## Dalle alvéolée

Une dalle alvéolée est constituée de poutrelles de béton armé parallèles, espacées de 50 cm c/c. Des blocs de béton creux standards de 40 cm de longueur et de 15 cm d'épaisseur (hourdis) sont placés entre les poutrelles. Une chape de béton de 5 cm d'épaisseur recouvre le tout.

La portée libre des poutrelles de 10 x 20 cm ne doit pas dépasser 4.5 m.

Les poutrelles sont parallèles à la plus courte portée mesurée entre deux murs opposés (voir p. 101).

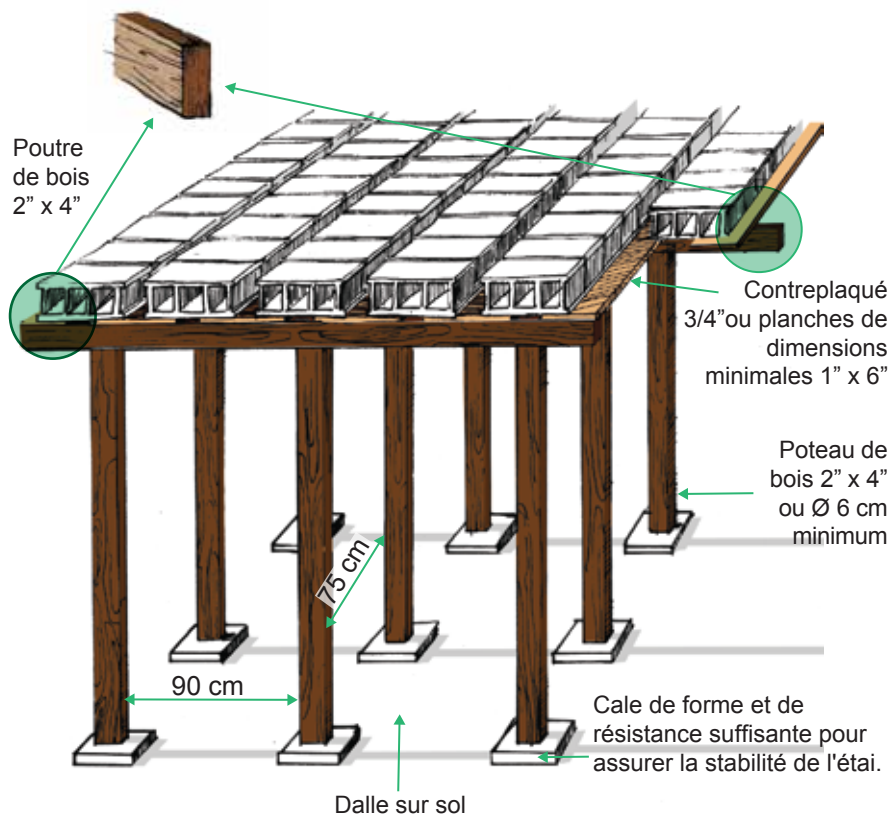




## ► Étalement et coffrage de la dalle

Installer le coffrage de la dalle en utilisant des panneaux de contreplaqué de 3/4" d'épaisseur ou des planches de 1" d'épaisseur minimale à la base de chaque poutrelle. Supporter les panneaux ou les planches à l'aide de poutres de bois de dimensions 2" x 4", qui reposent à leur tour sur un étalement constitué de poteaux de dimensions 2" x 4".

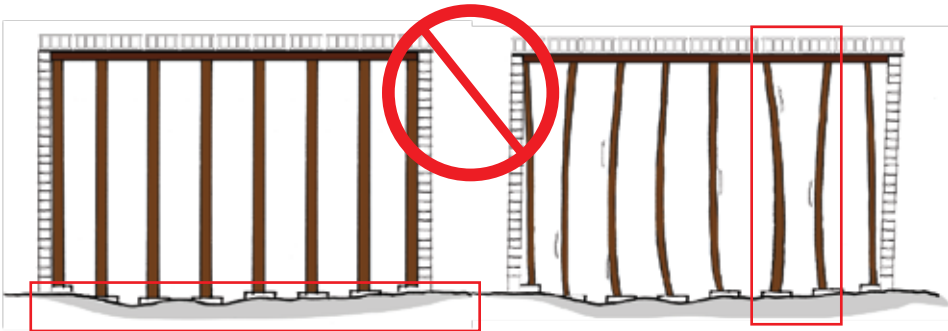
Ne jamais utiliser de matériaux inadéquats, tels des sacs de ciment ou du carton, comme coffrage.



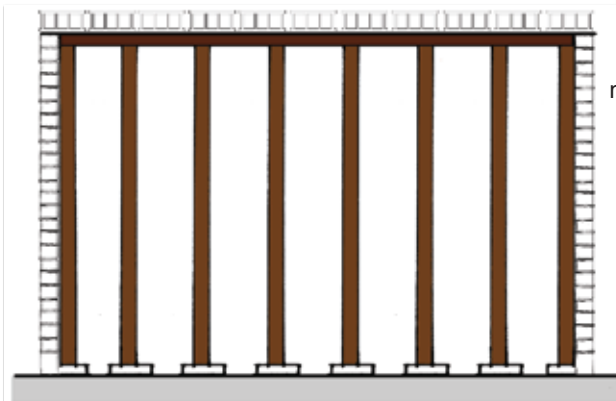
## ► Étaielement et coffrage de la dalle (suite)

Ne jamais installer l'étaielement d'une dalle de plancher ou de toiture sur un sol non compacté et non nivelé.

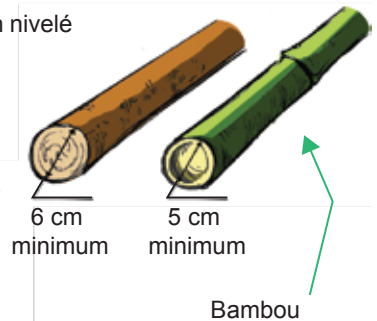
Ne jamais utiliser du bois rond qui n'est pas droit et dont le diamètre est inférieur à 6 cm ou des tiges de bambou dont le diamètre est inférieur à 5 cm.



Sol non compacté et non nivelé

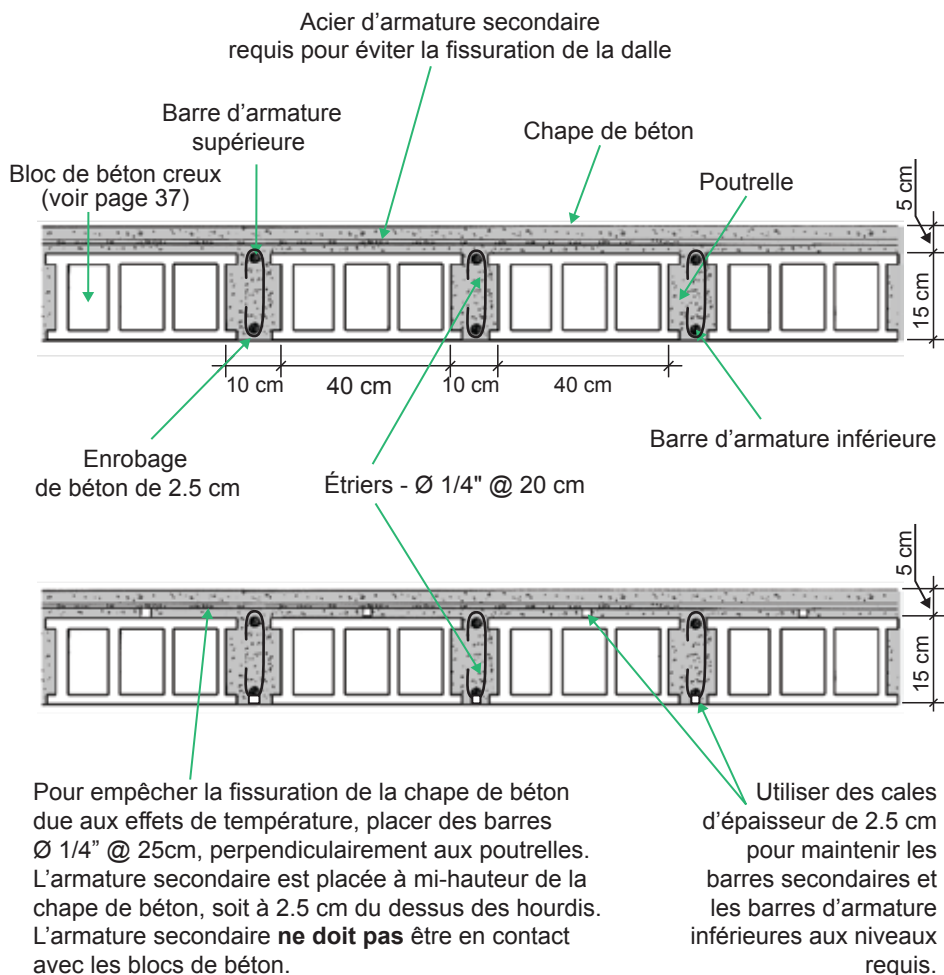


Dalle sur sol ou sol compacté et nivelé

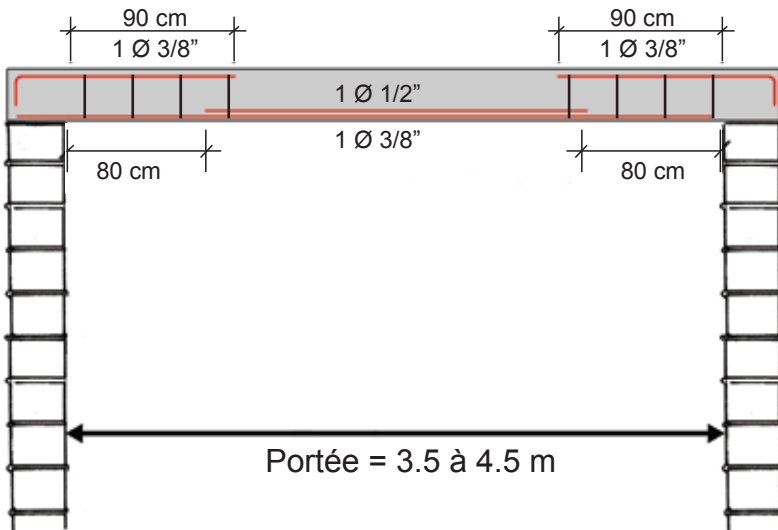
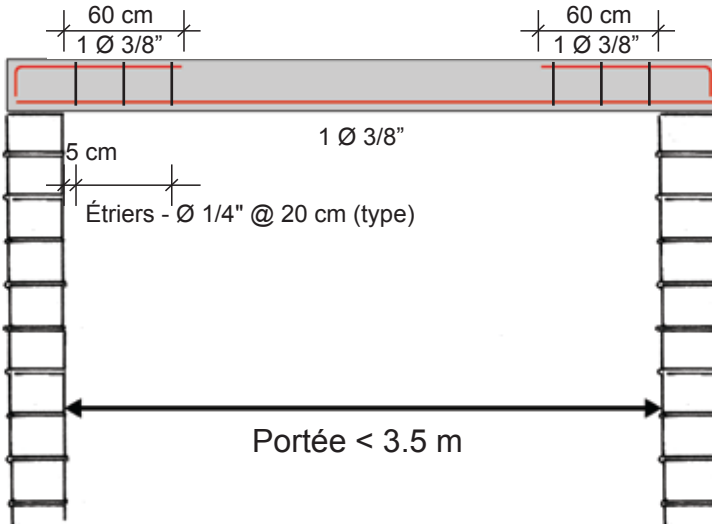


## ► Dimensions de la dalle alvéolée

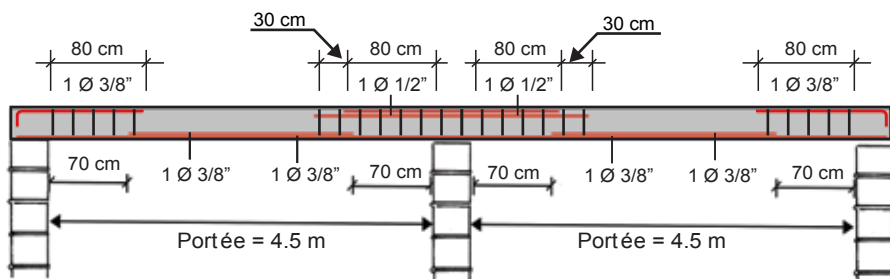
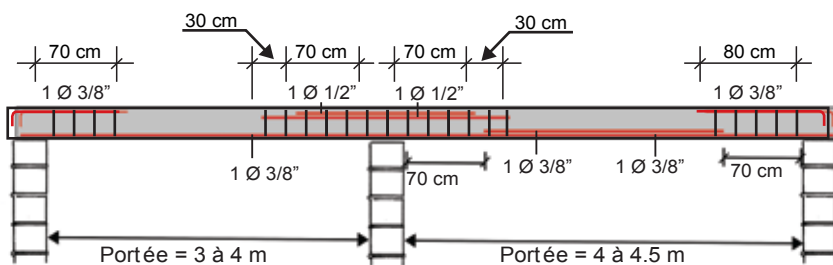
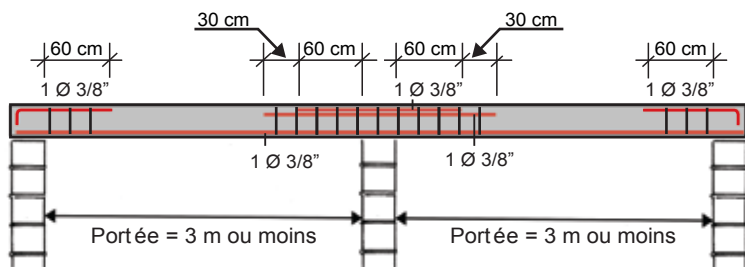
Les blocs creux du plafond (hourdis) doivent être parfaitement alignés et la dalle doit être à niveau.



► **Armature requise pour chaque poutrelle de portée simple dans une dalle alvéolée de 20 cm d'épaisseur**

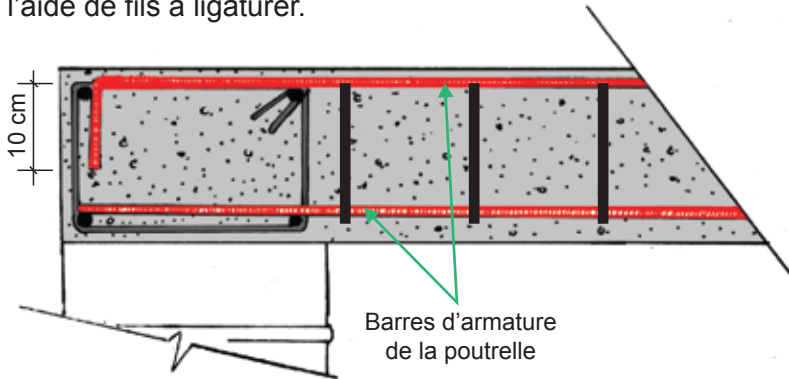


## ► Armature requise pour chaque poutrelle de portée double dans une dalle alvéolée de 20 cm d'épaisseur



## ► Connexion entre le chaînage horizontal et les poutrelles

Relier les barres d'armature de la poutrelle au chaînage horizontal à l'aide de fils à ligaturer.

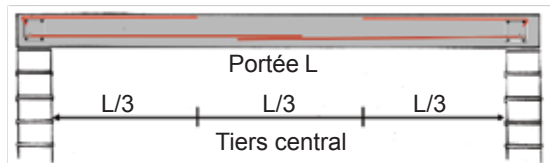


## ► Chevauchement de l'armature des poutrelles

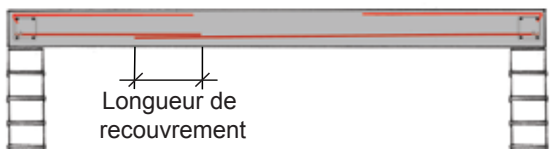
Ne jamais recouvrir les barres d'armature **inférieures** des poutrelles dans le tiers central de la portée



Recouvrement au milieu de la portée



| Barre d'armature | Longueur de recouvrement |
|------------------|--------------------------|
| 3/8"             | 40 cm                    |
| 1/2"             | 50 cm                    |



Recouvrement dans le premier ou le dernier tiers de la portée.



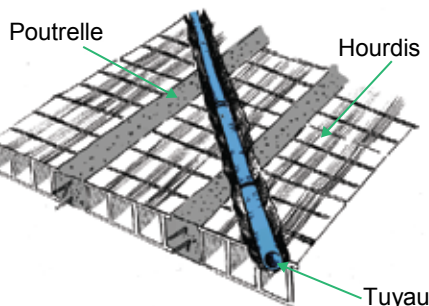
## ► Tuyaux et conduits dans une dalle alvéolée

Les tuyaux d'eau et de drainage ne doivent pas couper les poutrelles des dalles alvéolées. Le diamètre des tuyaux ne doit jamais excéder la moitié de l'épaisseur de la dalle.

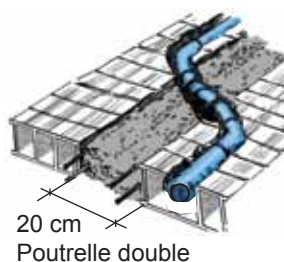
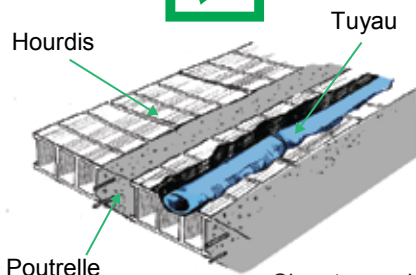
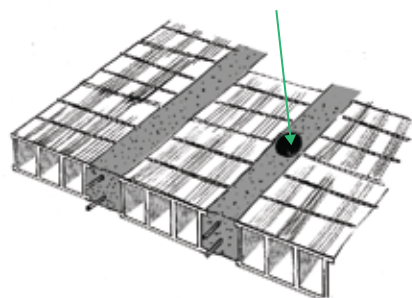
Il est conseillé de se renseigner auprès des services publics ou privés de drainage et d'alimentation en eau et en électricité sur les procédures à suivre pour que l'habitation soit proprement branchée à ces services.



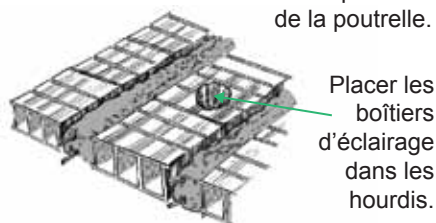
Les tuyaux ne doivent pas couper les poutrelles.



Ne pas positionner les boîtiers d'éclairage dans les poutrelles.

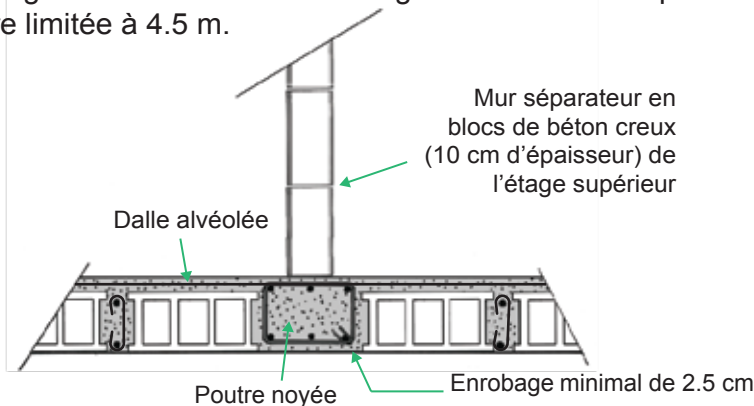


Si un tuyau doit nécessairement traverser une poutrelle, doubler la largeur de la poutrelle à cet endroit et faire passer le tuyau dans le tiers central mesuré sur l'épaisseur de la poutrelle.



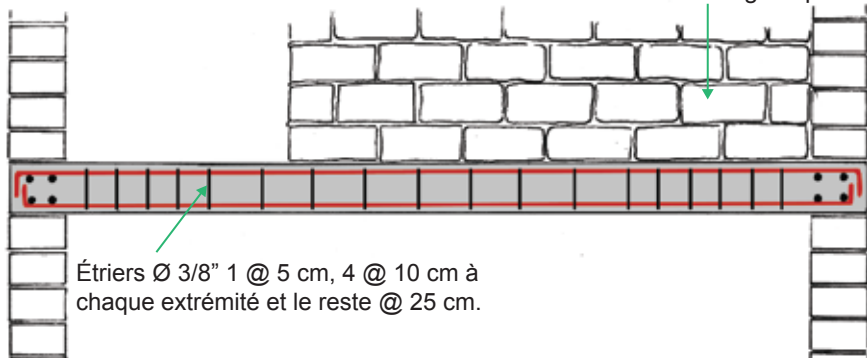
## ► Poutres noyées dans une dalle alvéolée

Les poutres noyées font partie de la dalle et **sont conçues pour supporter le poids des murs séparateurs à l'étage ou le poids de la toiture**. Elles transmettent les charges aux murs et aux chaînages verticaux. Leur portée doit être limitée à 4.5 m.

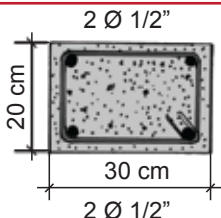


### Renforcement des poutres noyées:

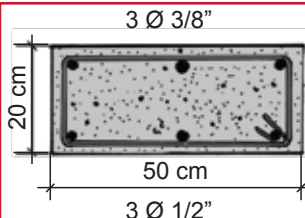
Mur séparateur en blocs de béton de l'étage supérieur



Section minimale et renforcement pour une portée maximale de 3.5 m.



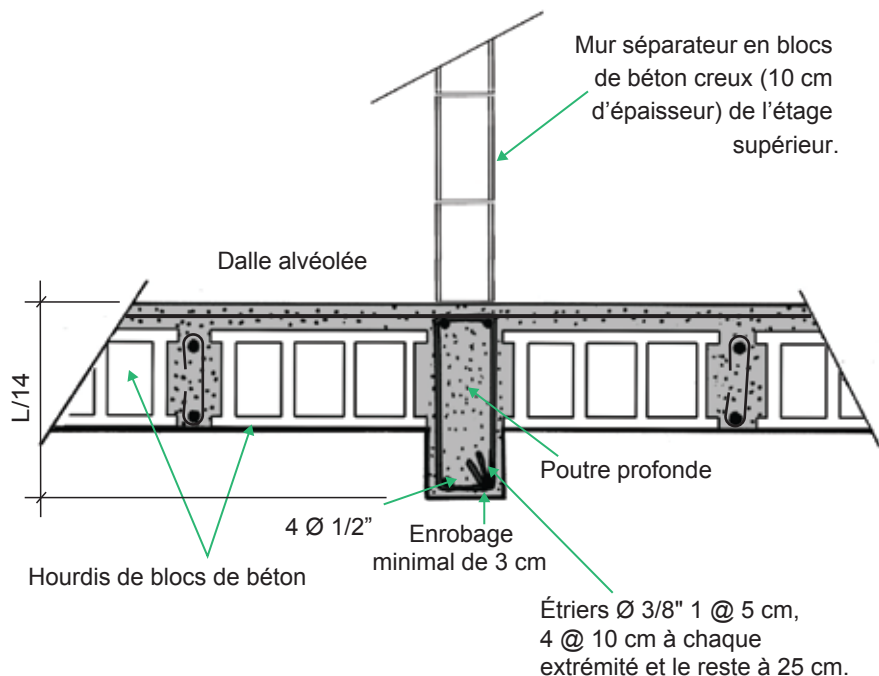
Section minimale et renforcement pour une portée maximale de 4.5 m.



## ► Dalle alvéolée avec poutres profondes (ou apparentes)

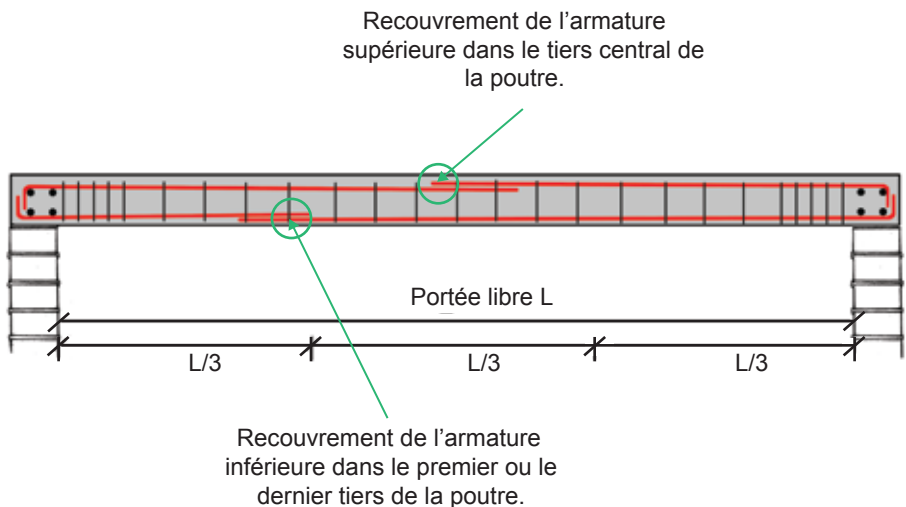
Les poutres profondes **sont conçues pour supporter le poids des murs séparateurs à l'étage ou le poids de la toiture**. Elles transmettent les charges aux murs et chaînages verticaux et ne reposent généralement pas sur un mur séparateur.

La profondeur de ces poutres est supérieure à celle de la dalle et est au minimum égale à la portée libre  $L$  divisée par 14 ( $L/14$ ).  
Exemple: pour une portée simple de 3 m,  $h = 22$  cm.



## ► Recouvrement de l'armature dans les poutres

Le recouvrement de l'acier d'armature des poutres doit être localisé dans le tiers central de la portée pour l'armature supérieure et dans le premier ou le dernier tiers de la portée pour l'armature inférieure (mêmes règles fondamentales que pour les poutrelles).



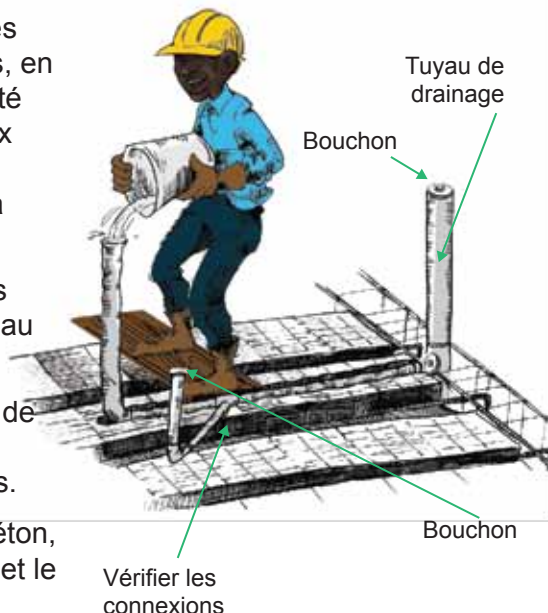
## ▶ Avant la coulée du béton

Bloquer temporairement les tuyaux avec des bouchons, en ne laissant qu'une extrémité ouverte. Remplir les tuyaux d'eau et vérifier après quelques heures qu'il n'y a pas de fuite.

S'assurer une dernière fois que le coffrage est au niveau et bien stable.

Marcher sur des planches de bois. Éviter de marcher directement sur les hourdis.

Juste avant de couler le béton, bien humecter les hourdis et le coffrage des poutrelles.



## ► Coulée de la dalle, des chaînages supérieurs, des poutres et des poutrelles.

Remplir de béton la dalle et les chaînages horizontaux supérieurs simultanément pour qu'ils puissent travailler ensemble. Commencer par les chaînages, suivre avec les poutrelles (et poutres, s'il y en a) et terminer avec la chape de béton.

Il est préférable de louer un malaxeur portatif pour garder un bon rythme de coulée et sauver du temps. Utiliser des seaux pour transporter le béton.

L'étalement et le coffrage doivent demeurer en place **pendant au moins 14 jours** après la coulée, à l'exception des bordures de la dalle qui doivent être décoffrés 48 heures après la coulée de la dalle pour permettre au béton de faire des mouvements de dilatation et de retrait.

Mélange pour chaînages et dalle:

**Mélange F**

À défaut d'un vibreur, utiliser une tige pour compacter manuellement et efficacement le béton lors de la coulée.

Planche de bois.



Couler le béton avec soin en évitant de marcher directement sur les hourdis et tuyaux.

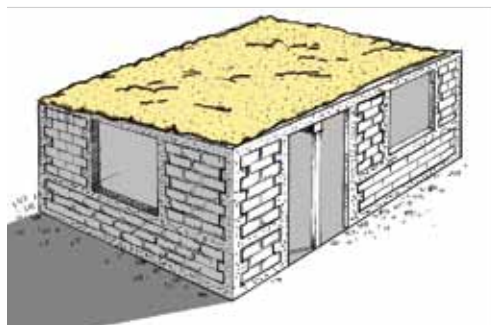
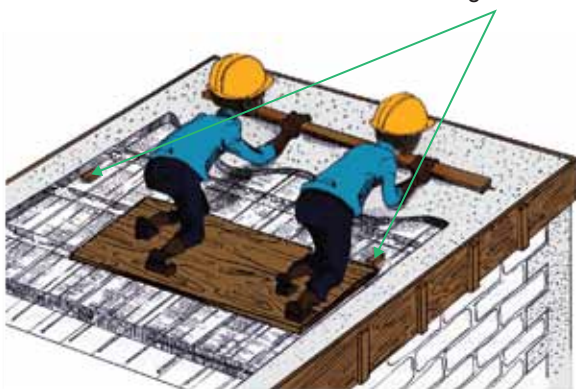
Lors de la coulée des chaînages, frapper légèrement le coffrage avec un maillet de caoutchouc pour empêcher la formation de poches d'air dans le béton.



## ► Coulée de la dalle, des chaînages supérieurs, des poutres et des poutrelles (suite)

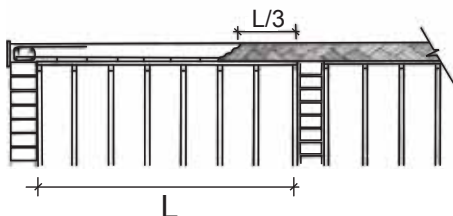
Utiliser une règle à niveler de bois ou de métal pour mettre la surface de béton à niveau. Lorsque le niveau désiré est obtenu, enlever les guides de bois et remplir les trous de béton. Ne pas marcher sur la dalle avant 2 jours après la coulée.

Blocs de bois de 5 cm d'épaisseur utilisés comme guides.



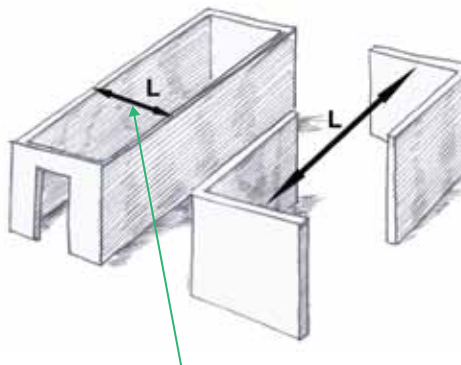
La dalle doit être continuellement mûrie après prise, en étendant du sable sur toute la surface de la dalle et en l'arrosant à toutes les 12 heures pour le maintenir humide. Le mûrissement doit débuter le plus tôt possible et **durer au moins 7 jours.**

Si la coulée de la dalle doit être interrompue, s'assurer que le joint de construction se situe près des extrémités de la dalle. Ne jamais interrompre une coulée au centre de la dalle.



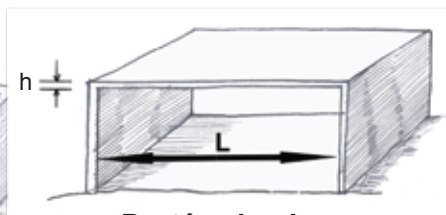
## ► Dalle de toiture pleine

**Portée L de la dalle**

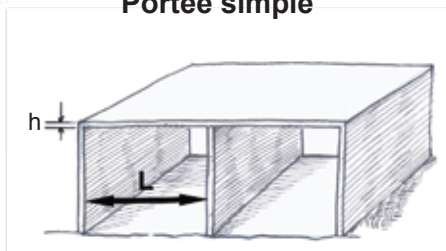


La portée est toujours la plus courte distance mesurée entre deux murs opposés

**Épaisseur h de la dalle**



**Portée simple**



**Portée continue (double)**

**Épaisseur de dalle recommandée pour limiter les flèches à des valeurs minimales**

| Cas | Portée   | Épaisseur |
|-----|----------|-----------|
| A   | Simple   | $L/20$    |
| B   | Continue | $L/24$    |

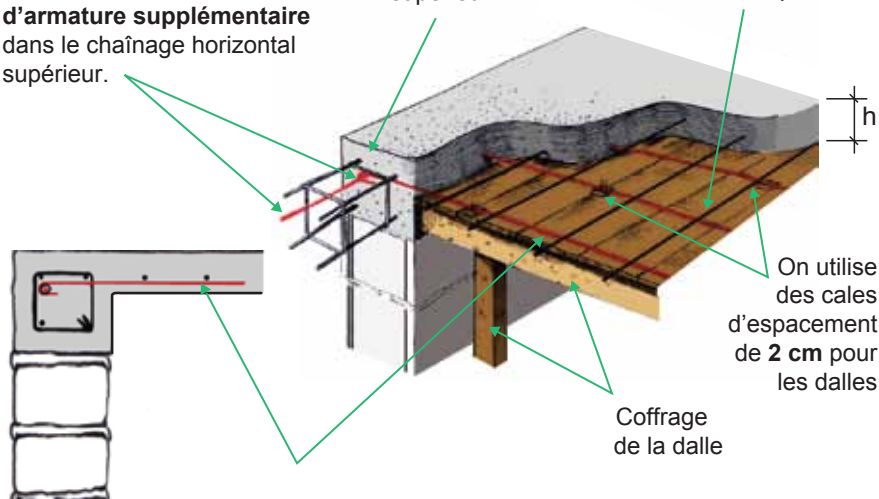
Exemple: pour une portée simple, si  $L = 3 \text{ m}$ ,  $h = 15 \text{ cm}$

## ► Armature de la dalle de portée simple

Les barres d'armature primaires sont reliées à l'aide d'un crochet à une barre d'armature supplémentaire dans le chaînage horizontal supérieur.

Chaînage horizontal supérieur

Les barres d'armature secondaires sont placées sur les barres primaires



Les barres d'armature primaires sont celles qui sont placées dans la direction la plus courte (celle de la portée). Elles sont mises en place en premier.

Béton pour chaînages et dalles: **Mélange F**

| Portée L (m) | Épaisseur h minimale* (cm) | Armature primaire | Armature secondaire |
|--------------|----------------------------|-------------------|---------------------|
| 1 à 2        | 10                         | Ø 1/2" @ 36 cm    | Ø 1/4" @ 20 cm      |
| > 2 à 2.5    | 10                         | Ø 1/2" @ 36 cm    | Ø 1/4" @ 20 cm      |
| > 2.5 à 3    | 13                         | Ø 1/2" @ 30 cm    | Ø 3/8" @ 30 cm      |
| > 3 à 3.5    | 15                         | Ø 1/2" @ 28 cm    | Ø 3/8" @ 20 cm      |
| > 3.5 à 4.0  | 15                         | Ø 1/2" @ 20 cm    | Ø 3/8" @ 15 cm      |
| > 4.0 à 4.5  | 15                         | Ø 1/2" @ 16 cm    | Ø 3/8" @ 15 cm      |

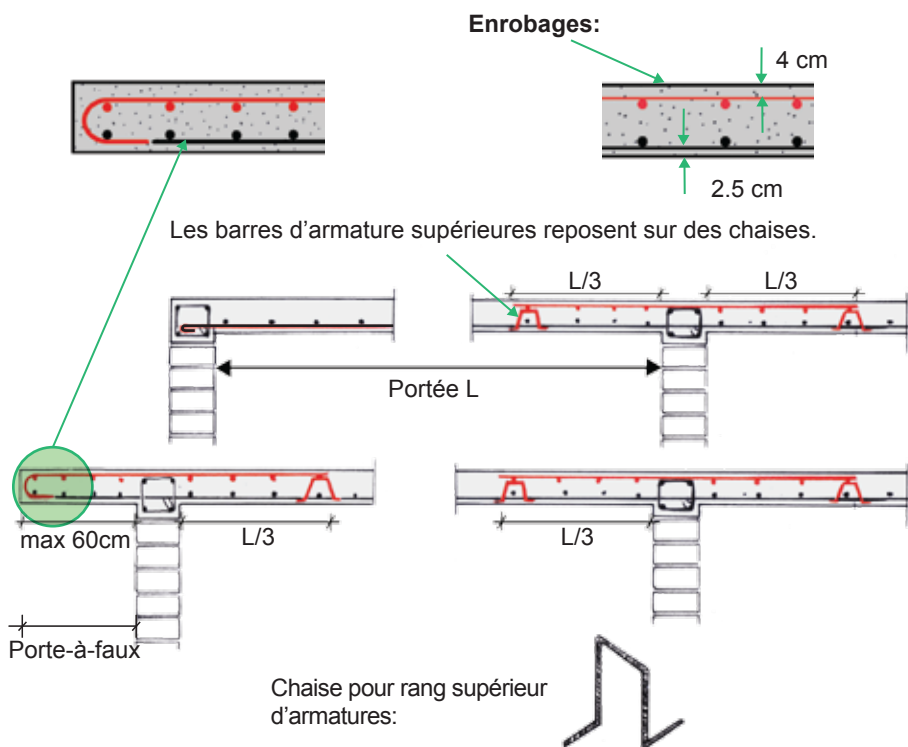
\* Épaisseur suffisante du point de vue structural

## ► Armature de la dalle de portée continue

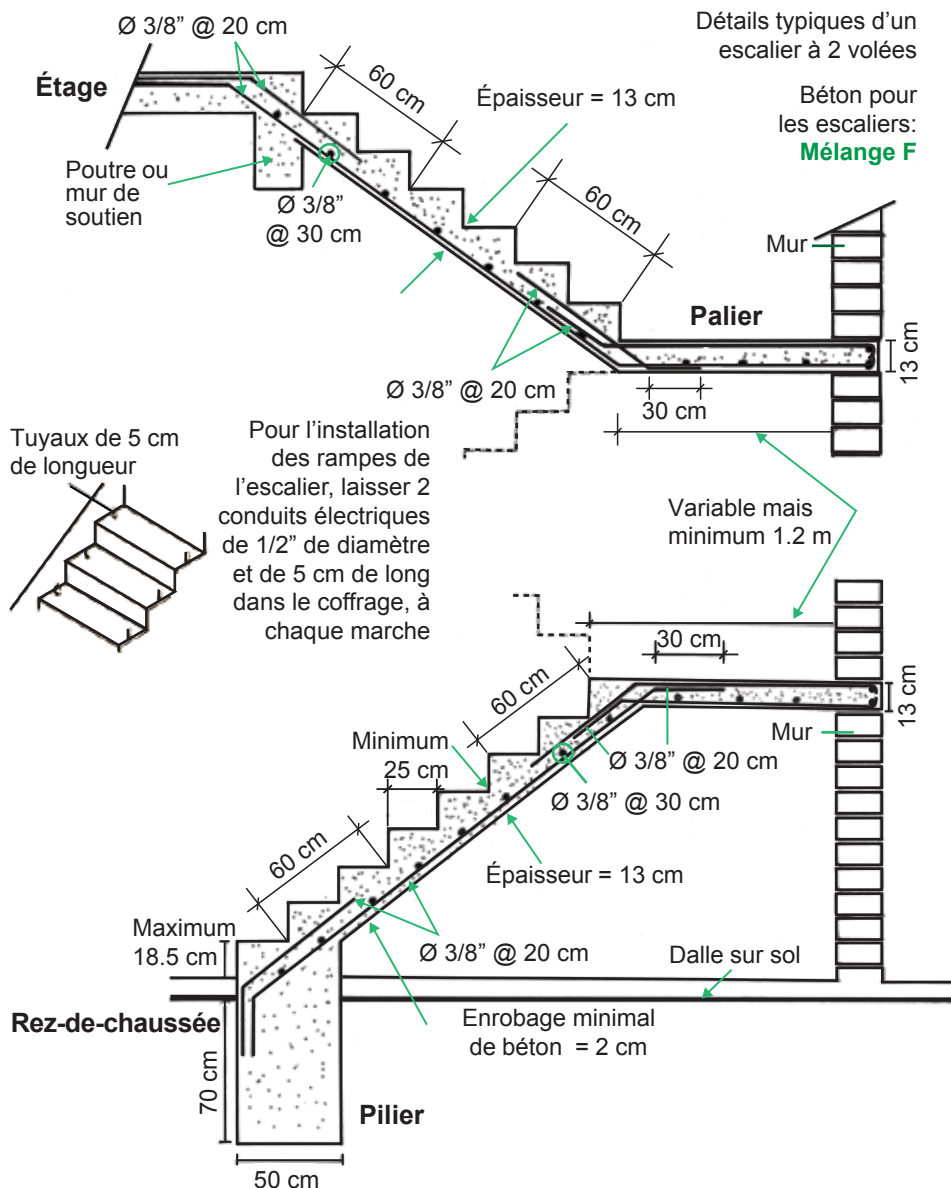
Lorsque la dalle est continue au-dessus d'un mur ou qu'elle est en porte-à-faux, il faut disposer de l'acier d'armature **dans sa partie supérieure**.

La grosseur et la disposition de l'armature supérieure sont les mêmes que celles de l'armature inférieure pour la plus longue des portées considérées.

L'armature supérieure doit se prolonger sur **le tiers de la portée** de la dalle, au-delà des murs et doit être accrochée à l'armature inférieure aux extrémités des porte-à-faux.

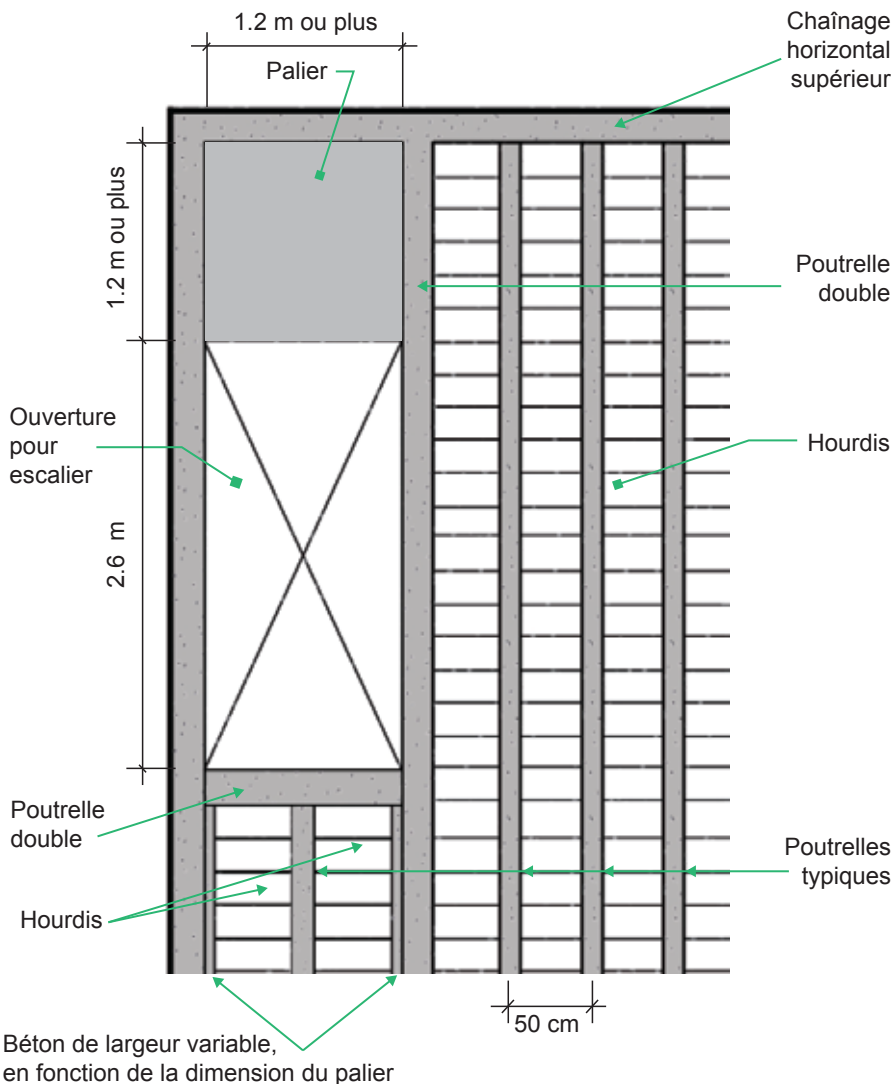


## ► Divers détails de construction - Escaliers



## ► Cage d'escalier parallèle aux poutrelles

Il est préférable d'orienter la cage d'escalier dans le sens des poutrelles



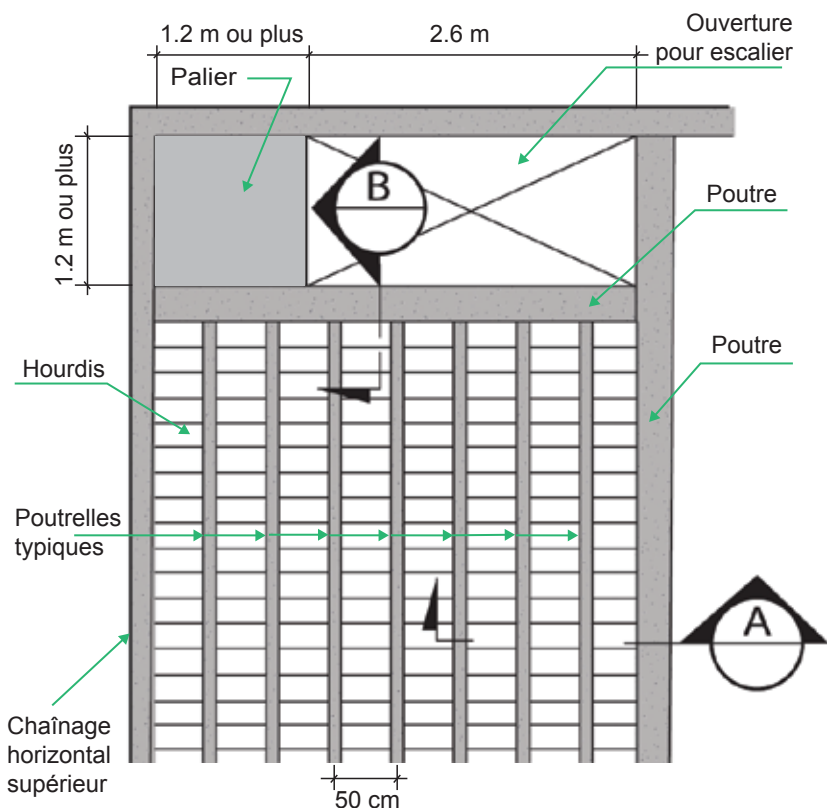


## ► Cage d'escalier perpendiculaire aux poutres

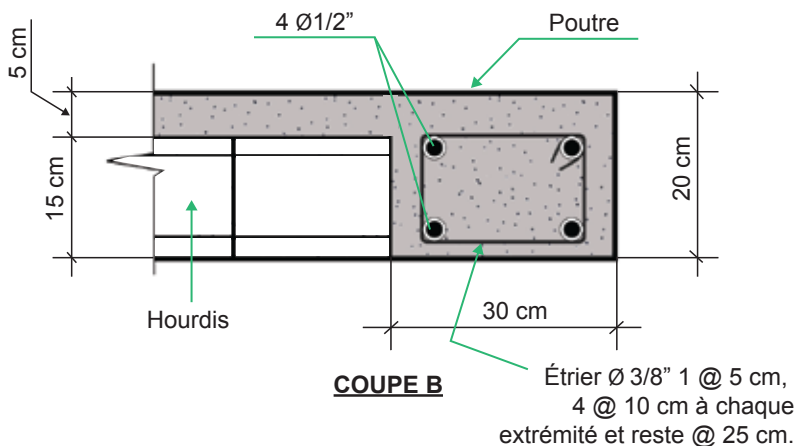
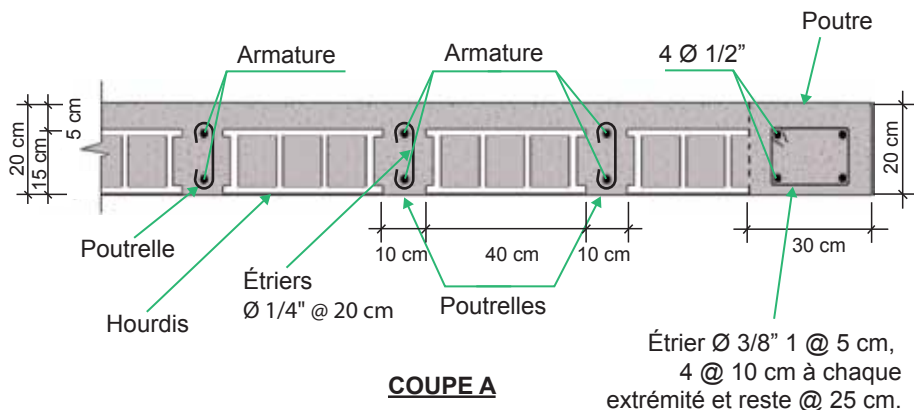
Une cage d'escalier orientée perpendiculairement aux poutres requiert plus d'attention et ne doit être considérée qu'exceptionnellement.

Les poutres (voir coupes A et B, page suivante) sont semblables aux poutres noyées dans une dalle alvéolée, vues précédemment.

L'armature des poutres interceptées doit être ancrée à la poutre de la coupe B comme elles le sont au chaînage horizontal.

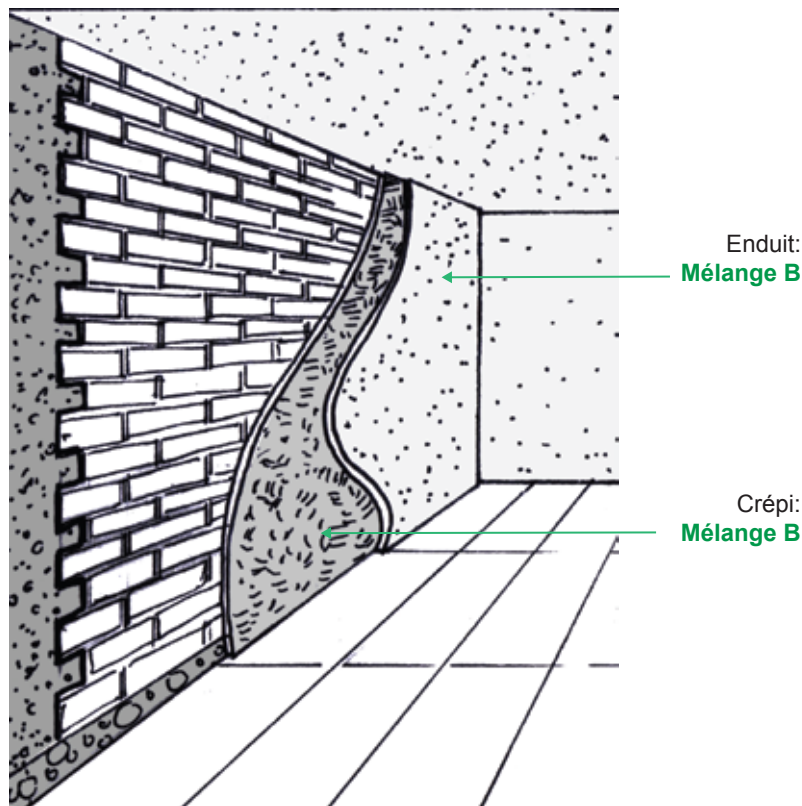


## ► Coupes A et B de la cage d'escalier perpendiculaire aux poutrelles



## ► Crépis et enduits

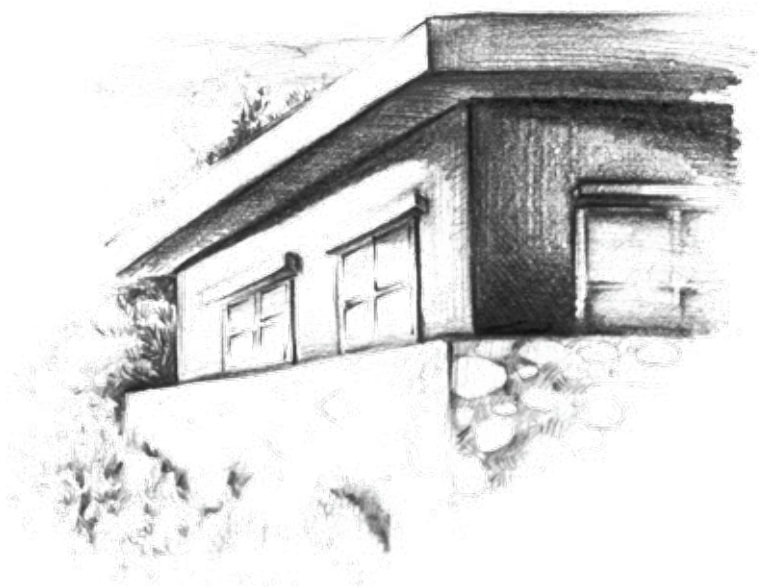
Avant de placer le crépi, nettoyer la maçonnerie et humecter la surface du mur. Humecter le crépi avant de placer l'enduit.



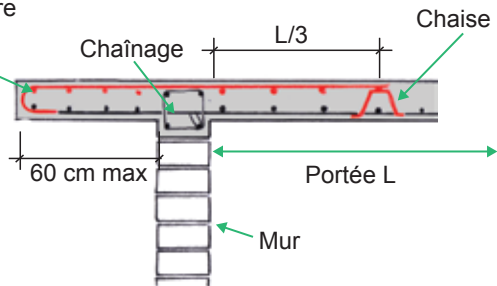
## ► Corniches

Une corniche (larmier) en périphérie de la toiture est une bonne façon de protéger les murs contre la pluie.

Le chaînage horizontal supérieur doit toujours être placé au-dessus du mur, mais les barres d'armature de la dalle doivent être prolongées dans la corniche, à travers le chaînage.



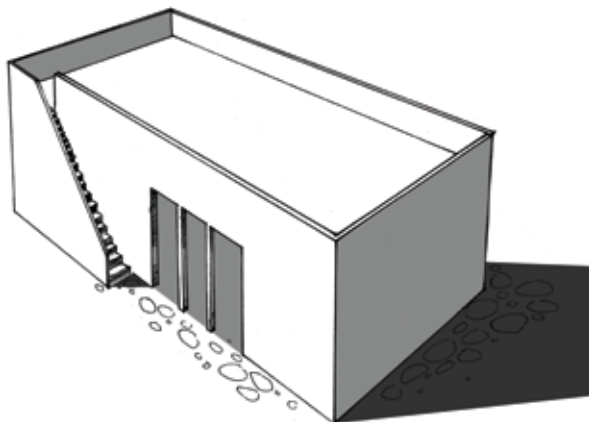
Armature supérieure accrochée à l'armature inférieure à l'extrémité de la corniche.



## ► Toiture en terrasse

Les murs d'une terrasse construite sur la toiture doivent être soit très légers mais bien ancrés à la dalle, soit chaînés comme les autres murs.

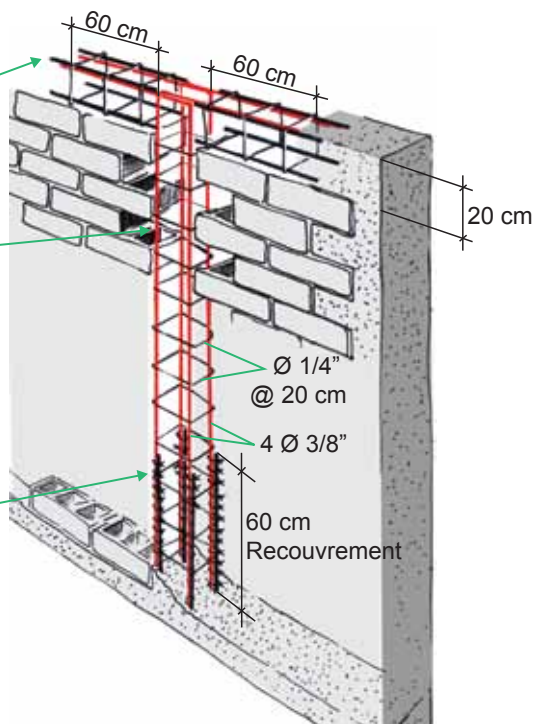
Un drainage efficace de la toiture doit être assuré en fournissant une pente adéquate et des drains qu'il faut entretenir régulièrement.



Chaînage horizontal au-dessus du mur

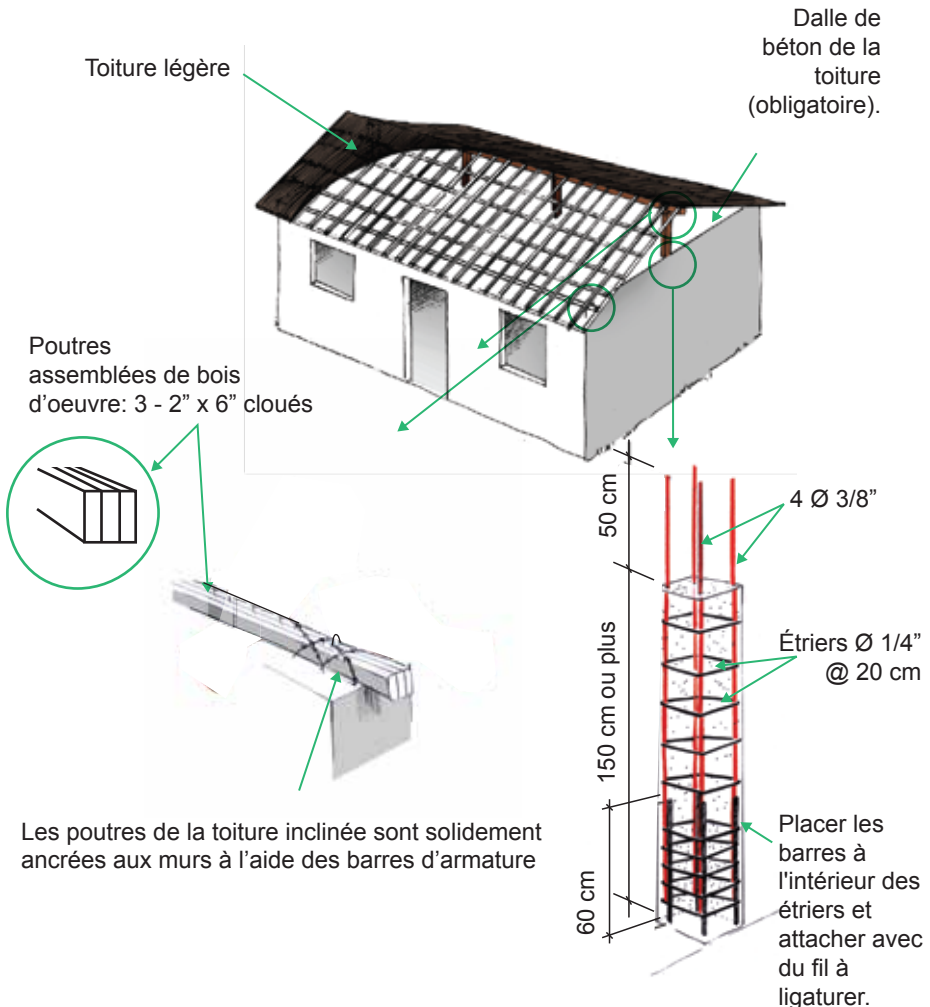
Prolongation des chaînages verticaux inférieurs

Attacher avec fils à ligaturer



## ► Toiture inclinée

Il est possible de construire une toiture légère inclinée, mais la dalle de béton de la toiture **est aussi requise** car elle sert de **diaphragme**. C'est le diaphragme qui transmet efficacement les charges sismiques aux murs de cisaillement et à la fondation.



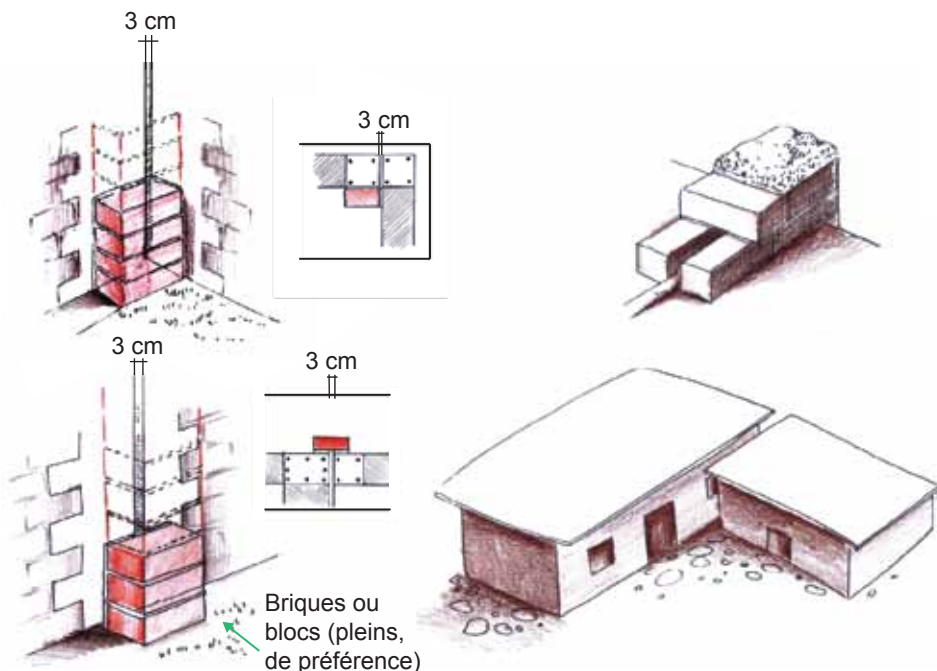


## ► Extension au bâtiment

Si une extension d'un bâtiment existant est requise, il faut laisser un espace suffisant entre les bâtisses pour éviter qu'elles ne s'entrechoquent lors d'un séisme.

Il est recommandé de laisser au minimum 3 cm pour les bâtiments de 1 étage et 6 cm pour les bâtiments de 2 étages (voir p.23) et de s'assurer que rien ne puisse entraver les mouvements respectifs de chacun des bâtiments.

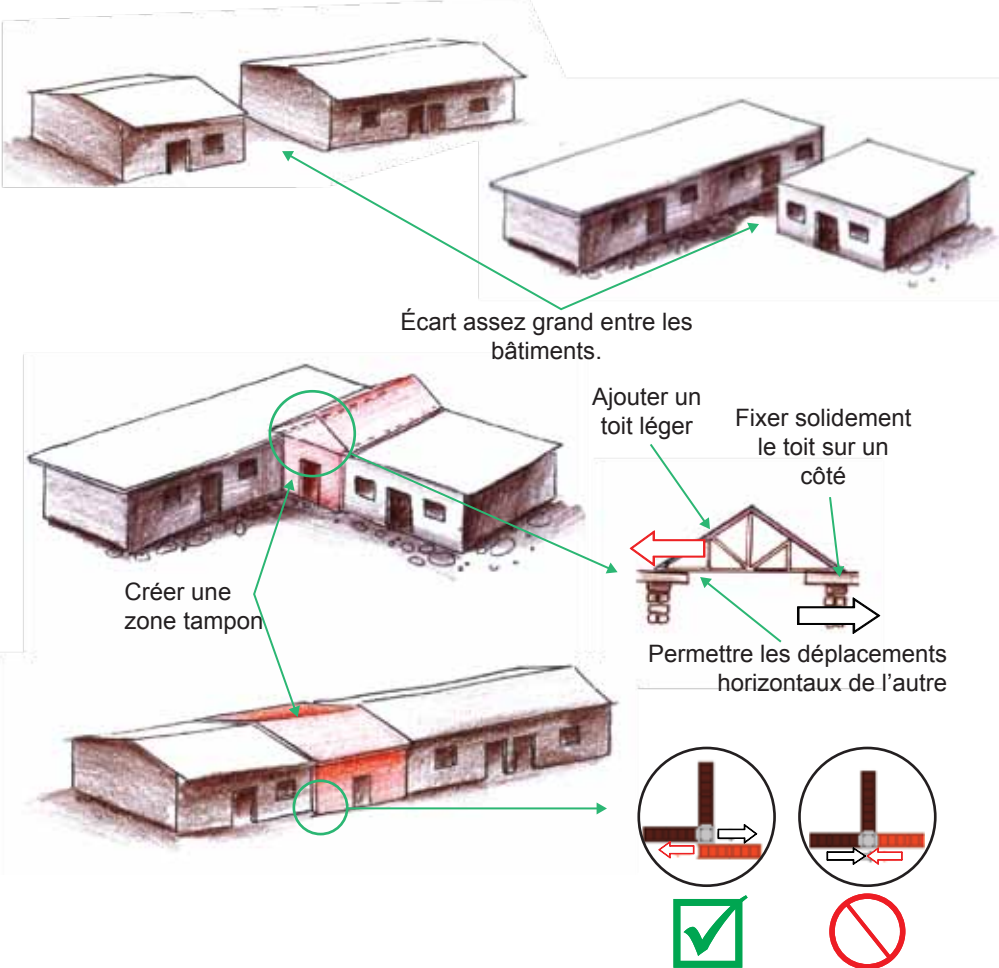
Une technique pour joindre les deux bâtiments, sans qu'il y ait continuité structurale, consiste à fermer les écarts à l'aide de briques ou de blocs disposés hors plan par rapport aux murs et aux dalles. Cette structure peut se rompre lors d'un séisme.



## ► Extension au bâtiment (suite)

Si l'écart entre deux bâtiments est plus grand, il est possible de construire une structure légère **décentrée**, qui pourrait être détruite lors d'un séisme, laissant les bâtiments principaux intacts.

La zone tampon peut servir d'espace où les utilisateurs vont peu souvent: toilette, espace de rangement, etc..

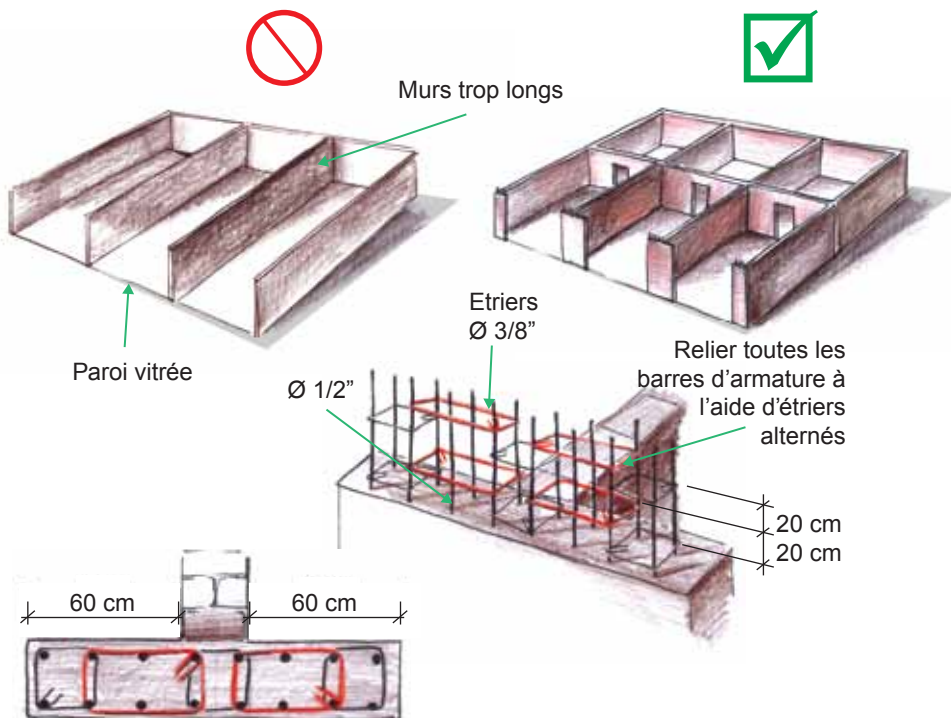


## ► Problématique des vitrines de boutiques et des façades de résidences vitrées

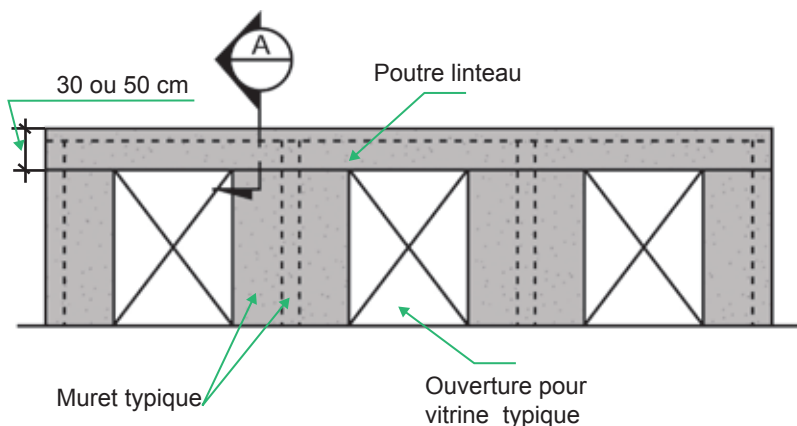
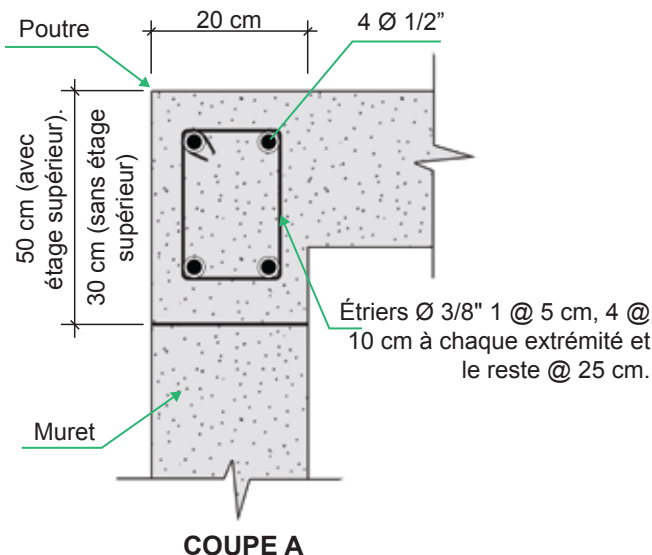
Les boutiques sont des structures qui résistent mal aux séismes en raison de leurs grandes vitrines et de leurs murs qui sont généralement trop longs.

Pour corriger la situation, renforcer les vitrines en construisant des murets de 60 cm de large, de part et d'autre de chaque chaînage vertical situé dans le plan du mur et couper les longs murs en introduisant des murs transversaux à mi-longueur.

Le détail structural des murets s'applique aussi aux résidences munies de très grandes fenêtres en façade (combinaison de murets et de murs de maçonnerie chaînée).



## ► Poutre linteau en façade des boutiques et résidences vitrées

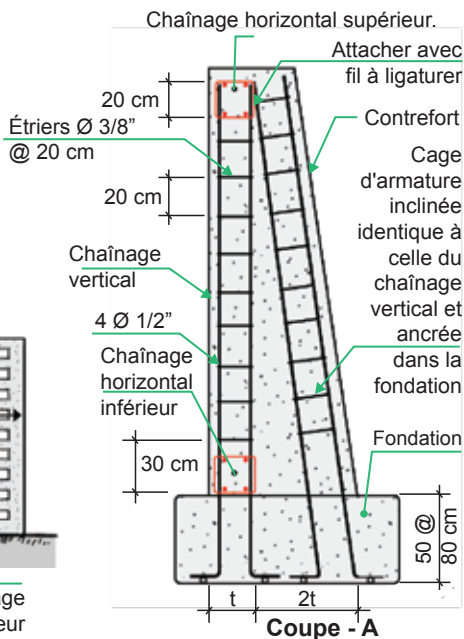
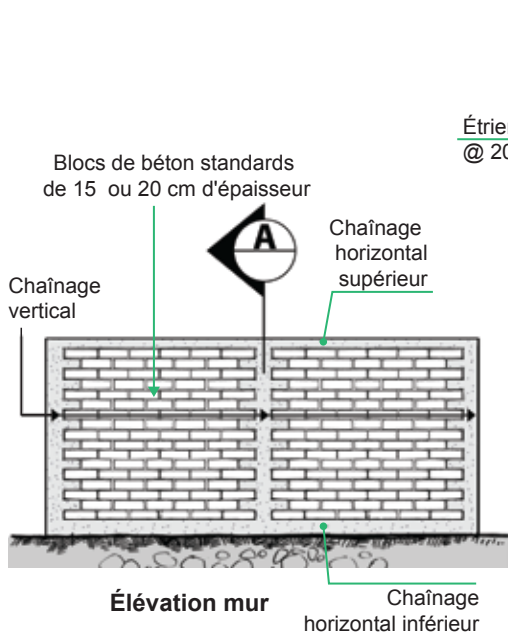


## ► Murs de clôture de propriétés

Les murs de pierres, de blocs de béton ou de briques qui délimitent les propriétés doivent aussi être conçus pour résister aux séismes, si leur hauteur fait plus de 2 m. Leur effondrement peut en effet causer des pertes de vie.

Il suffit de leur appliquer les mêmes règles que celles applicables aux murs de maçonnerie chaînée des bâtiments (voir pages 44 et 45), sauf que des blocs de béton de 15 cm d'épaisseur peuvent être tolérés dans la fabrication des murs de clôture de propriétés.

Puisque ces murs sont généralement longs, ce qui les rend vulnérables à un séisme agissant perpendiculairement à leur plan, il faut fournir des contreforts triangulaires en béton au droit de chaque chaînage vertical qui n'est pas déjà stabilisé par un mur à angle droit. La base des contreforts doit faire au moins 2 fois l'épaisseur du mur sur la face intérieure du mur et être ancrée solidement à la fondation, comme le sont les chaînages verticaux.





**Le présent guide, préparé par  
*SNC-Lavalin International Inc., LGL S.A. et Norbati,*  
avec le financement de la Banque Mondiale,  
a été fortement inspiré des ouvrages suivants :**

- Association Française du Génie Parasismique, **Construction parasismique des maisons individuelles aux Antilles – Guide CP-MI Antilles**, recommandations AFPS, Tome IV, 2004, 145p.
- Bachmann, H., **Conception parasismique des bâtiments – Principes de base à l'attention des ingénieurs, architectes, maîtres d'ouvrage et autorités**, Directives de l'OFEG – Richtlinien des BWG – Direttive dell'UFAEG, Berne, 2002, 81p.
- Blondet, M., **Construction and maintenance of masonry houses – For masons and craftsmen**, Pontificia Universidad Catolica del Peru, Lima, Peru, January 2005, 90p.
- Brzev, S., **Earthquake-resistant confined masonry construction**, National Information Center for Earthquake Engineering, Indian Institute of Technology Kanpur, India, December 2007, 50p.
- Deris, D., **CariSBiG - Guide forfaitaire multi-aléas pour la conception et la construction des petits bâtiments de la Caraïbe**, Programme d'initiative communautaire INTERREG III – Volet B, Novembre 2008.
- EERI/IAEE, **At risk: The seismic performance of reinforced concrete frame buildings with masonry infill walls**, A World Housing Encyclopedia tutorial, October 2006, 71p.
- Government of Tamil Nadu/UNDP, **Disaster resistant construction practices – A reference manual**, September 2007, 24p.
- Meli, R., Brzev, S. et al, **Seismic design guide for confined masonry buildings**, Confined Masonry Network, a WHE/EERI/IAEE project, April 2010, 58p.
- Schacher, T., **Confined Masonry – An illustrated guide for masons**, ERR/UN-Habitat/SDC Guidebook, March 2007, 16p.
- SDC, **Confined masonry**, August 2006, 62p.

**Allège** : mur d'appui à la partie inférieure d'une fenêtre

**Argile dure** : terre glaise assez résistante pour supporter de grandes charges

**Argile molle** : terre glaise malléable et de faible portance

**Armature primaire** : armature principale disposée dans le sens de la portée

**Armature secondaire** : armature généralement déposée à angle droit sur l'armature principale ou armature de température empêchant la fissuration du béton

**Barre crénelée** : barre d'armature comportant des aspérités sur toute sa surface

**Barre lisse** : barre d'acier doux ne comportant aucune aspérité sur sa surface

**Béquille** : pièce de bois, généralement inclinée, destinée à soutenir provisoirement

**Béton cyclopéen** : béton contenant des pierres de grande taille

**Béton de propreté** : mince couche de béton maigre déposée au fond d'une tranchée de fondation

**Béton maigre** : béton non armé de faible résistance utilisé pour des applications non structurales

**Cadre de béton armé** : charpente de béton armé constituée de poutres et de poteaux

**Cale** : ce que l'on place sous un objet pour lui donner de l'aplomb, pour le mettre à niveau ou pour l'empêcher de bouger

**Cale d'épaisseur** : cube de béton de dimensions prédéterminées utilisé pour maintenir l'armature en position

**Chaînage** : bandes de béton armé (poutres, poteaux) ceinturant un mur de maçonnerie

**Chaise** : tige métallique recourbée permettant de maintenir une barre d'armature à une hauteur prédéfinie

**Chape de béton** : surface imperméable de béton recouvrant une dalle ou une toiture

**Cisaillage** : effet d'une force appliquée transversalement à une pièce ou à un mur, dans son plan

**Coffrage** : dispositif qui moule et maintient le béton que l'on coule

**Colmatage d'un bloc** : remplissage des alvéoles d'un bloc de béton par du béton ou du mortier

**Contreventement** : assemblage de charpente (généralement une pièce oblique) destiné à lutter contre les déformations

**Corniche** : partie saillante qui couronne un édifice, destinée à protéger de la pluie les parties sous-jacentes

**Corrosion de l'acier** : détérioration de l'acier par une action chimique lente et progressive au contact de l'air ou de l'eau



**Crépi** : enduit non lissé de plâtre ou de ciment, parfois teinté, dont on revêt un mur

**Dalle alvéolée** : dalle de béton armé comportant des hourdis

**Dalle pleine** : dalle de béton armé ne contenant pas de hourdis

**Dame manuelle** : instrument formé d'une lourde masse et d'un manche, servant à compacter les sols

**Déchets de construction** : résidus de construction impropres à la consommation

**Dépotoir** : endroit où ont été déversés des sols ou des déchets

**Diaphragme** : dalle horizontale ou mur vertical rigide dans son plan, permettant une distribution efficace des charges qui le sollicitent

**Ductilité** : propriété des corps qui peuvent subir de grandes déformations sans se rompre

**Enduit** : couche de plâtre, de ciment ou de mortier dont on revêt une construction pour lui donner son aspect et sa couleur

**Enrobage** : épaisseur de béton mesurée entre l'acier d'armature et la face externe d'une membrure

**Étai** : grosse pièce de bois ou de métal destinée à soutenir provisoirement

**Étalement** : action d'étaier ou le résultat de cette opération

**Étrier** : tige métallique coudée destinée à réunir ou consolider les barres d'armature principales d'un élément structural

**Fil à ligaturer** : fil métallique # 16 servant à maintenir les barres d'armature en position

**Fil à plomb** : instrument formé d'une masse de plomb fixée à un fil, servant à donner la verticale

**Fleche** : amplitude de la déformation transversale d'une pièce sous l'action d'une charge.

**Hourdis** : bloc de béton creux placé entre les poutrelles d'une dalle de plancher

**Jambage** : chacun des deux montants verticaux d'une fenêtre ou d'une porte

**Limon** : très fines particules entraînées par les eaux et déposées sur les berges

**Linteau** : pièce horizontale de bois, de béton ou métallique qui forme la partie supérieure d'une ouverture et soutient la maçonnerie

**LNBTB** : Laboratoire National du Bâtiment et des Travaux Publics

**Maçonnerie chaînée** : mur de maçonnerie ceinturé d'éléments de béton armé et faisant corps avec ces derniers

**Maçonnerie de remplissage** : maçonnerie servant à remplir les ouvertures laissées entre les poutres et poteaux d'un cadre métallique ou de béton armé

**Matériaux de qualité conforme** : matériaux dont les propriétés et caractéristiques rencontrent les exigences de normes reconnues

**Mortier** : mélange de ciment et de sable délayé dans l'eau et utilisé en construction comme liant ou comme enduit

**MPa** : unité de contrainte ou de pression

(1 mégapascal = 1 newton par millimètre carré)

**MTPTC** : Ministère des Travaux Publics, Transports et Communications

**Mur de cisaillement** : mur qui transmet efficacement à la fondation une force horizontale le sollicitant dans son plan

**Mur de cloisonnement** : mur non structural utilisé pour séparer deux pièces

**Mur confiné** : mur de maçonnerie ceinturé de béton armé sur toute sa périphérie

**Mur dentelé** : mur de maçonnerie dont les faces verticales en périphérie comportent des indentations en forme de créneaux

**Mûrissement du béton** : cure offrant les conditions de température et d'humidité pendant la période de temps nécessaire pour que le béton atteigne sa résistance, sa durabilité et ses autres caractéristiques

**Niveau à bulle à main** : instrument que l'on peut facilement manipuler pour vérifier la verticalité

**Palier** : plateforme entre deux volées d'un escalier

**Patron flamand** : disposition des briques de maçonnerie qui permet d'obtenir un mur d'épaisseur égale à la longueur de la brique et un nombre égal de joints à chaque rang

**Permis de construction** : permis accordé par un organisme (une municipalité, par exemple) pour la construction d'un bâtiment, lorsque toutes les exigences sont satisfaites

**Petit bâtiment** : bâtiment d'habitation ou boutique d'au plus deux niveaux et de dimensions horizontales acceptables

**Plaque vibrante** : plaque métallique qui vibre sous impulsion mécanique, permettant de compacter les sols

**Portée continue** : se dit d'une poutre ou d'une dalle continue sur plus de deux appuis

**Portée simple** : distance entre les deux points d'appui d'une poutre ou d'une dalle simple

**Porte-à-faux** : construction dont un segment repose sur un seul appui

**Poteau court** : poteau de faible longueur (moins de 1.5 m) dont la rigidité relative est telle qu'il a tendance à absorber une trop grande portion de l'énergie sismique

**Poteau flexible** : poteau élancé qui a tendance à subir de grandes déformations sous sollicitation transversale

**Poutrelle** : poutre de béton armé permettant de résister aux charges appliquées à une dalle alvéolée

**Poutre profonde** : poutre de béton armé dont la profondeur excède celle de la dalle

**Recouvrement** : croisement de deux barres d'armature qui se recouvrent en partie

**Rigidité latérale** : résistance qu'un cadre de béton armé oppose aux efforts horizontaux

**Sable limoneux** : sable qui contient une quantité appréciable de limon

**Semelle filante** : semelle de fondation continue appelée à supporter les murs de maçonnerie

**Sol compacté** : sol qui a subi une compaction naturelle ou artificielle, qui le rend propre à supporter des charges

**Sol liquéfiable** : sol qui a tendance à se liquéfier et à perdre sa capacité portante par saturation d'eau ou lorsqu'il est agité par un tremblement de terre

**Sol meuble** : sol qui se laboure ou se fragmente aisément; sol qui ne peut supporter des charges sans être compacté

**Sol organique** : sol contenant des matières végétales décomposées, c'est-à-dire autres que minérales

**Stabilité** : état d'une construction capable de demeurer dans un équilibre permanent, sans rupture ni tassement

**Structure dissymétrique** : structure qui présente une absence de symétrie

**Structure symétrique** : structure qui présente une certaine uniformité géométrique; structure carrée ou rectangulaire, par exemple

**Surface d'un mur au sol** : surface d'un mur égale au produit de sa longueur par son épaisseur

**Terrain consolidé** : terrain qui a subi une compaction naturelle ou artificielle; terrain stabilisé

**Truelle** : outil de maçon formé d'une lame triangulaire reliée à un manche par une tige coudée

**Zone de forte sismicité** : zone dont l'accélération maximale au sol est supérieure à 35% de l'accélération gravitationnelle, ce qui est le cas pour Haïti et en particulier pour Port-au-Prince

**Zone de mangrove** : zone de formation végétale caractéristique des littoraux marins tropicaux, où dominent les palétuviers

**Zone de remplissage** : endroit où ont été déversés des sols ou des déchets

**Zone inondable** : zone qui risque d'être recouverte par les eaux

= : égal

> : plus grand

≤ : plus petit ou égal





***Pour que les  
petits bâtiments puissent  
résister sécuritairement  
aux ouragans et  
séismes en Haïti,  
il faut suivre les  
recommandations  
de ce guide.***

