

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

MTPTC
MICT



Juillet 2010



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

TABLE DES MATIÈRES

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

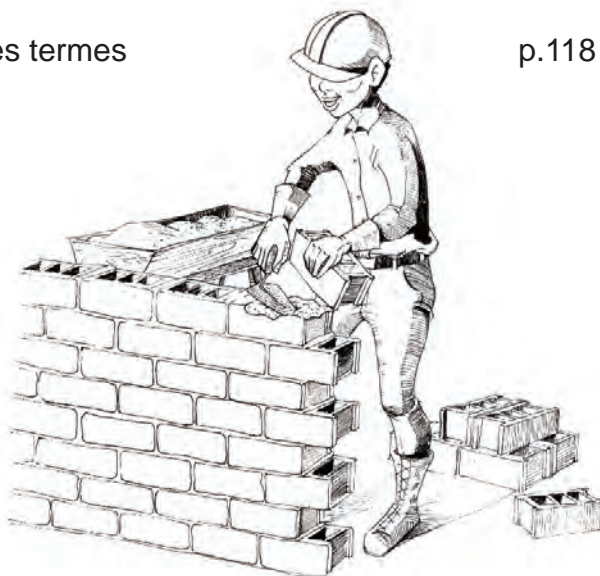
p.50 à 116

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 ouragans (en raison de leur poids).

Les petits bâtiments légers de type "kay atè" et taudis/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

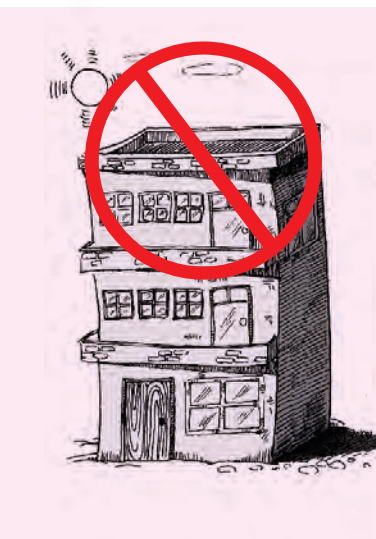


SYMBOLE D'APPROBATION



DOMAINE D'APPLICATION

- ✓ 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

À NE PAS FAIRE

► Construire dans des ravines ou sur des pentes abruptes

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



À FAIRE

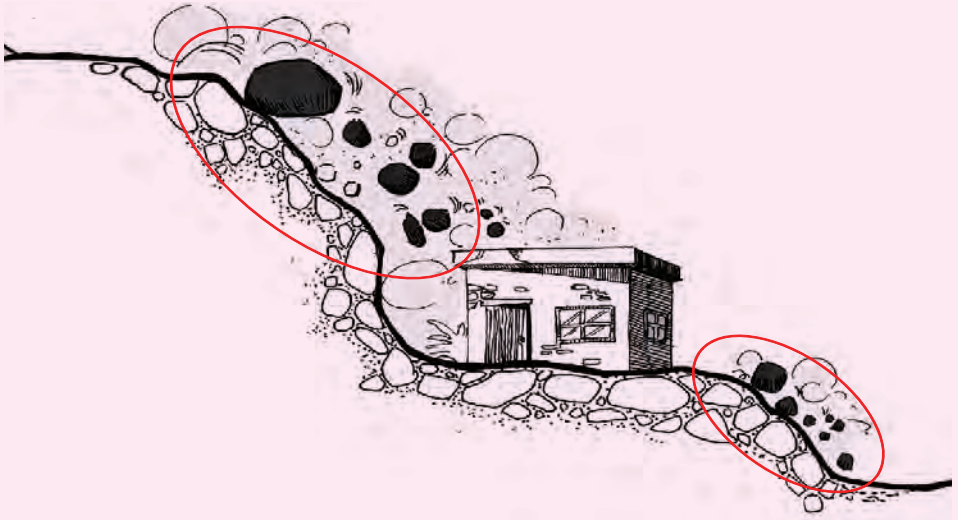
Il est toujours préférable de construire sur un terrain plat ou légèrement incliné.





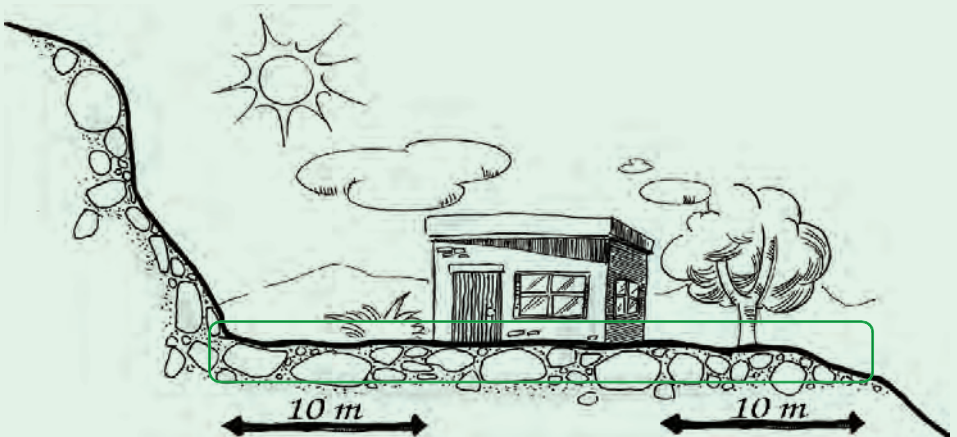
À NE PAS FAIRE

- ▶ 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 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.



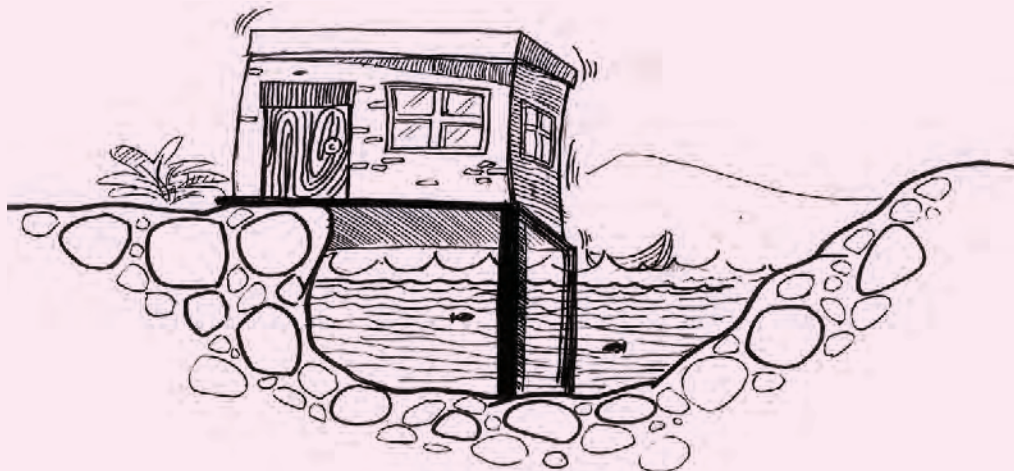
À FAIRE

Construire sur des terrains non contaminés et de préférence naturels.



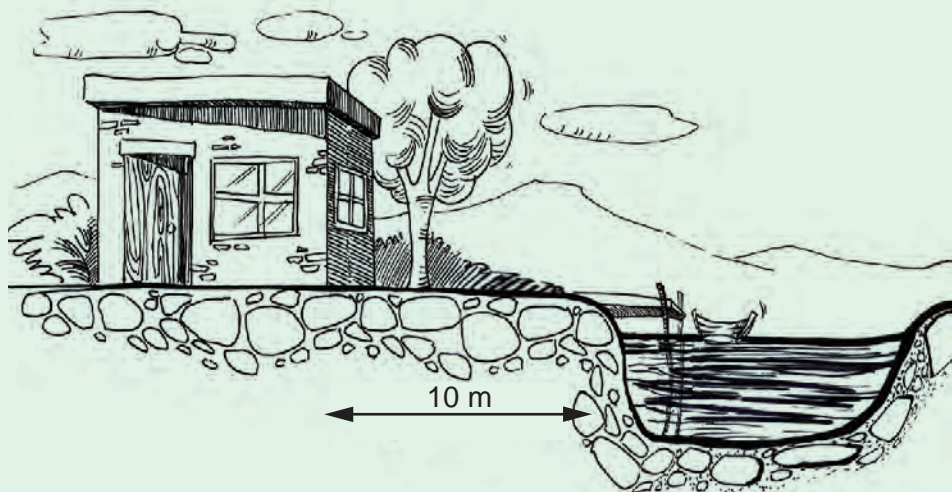
À NE PAS FAIRE

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

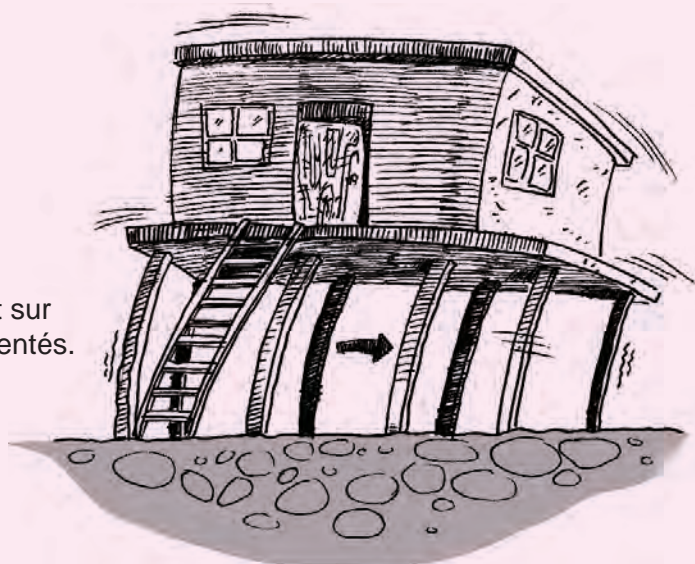


✓ À FAIRE

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



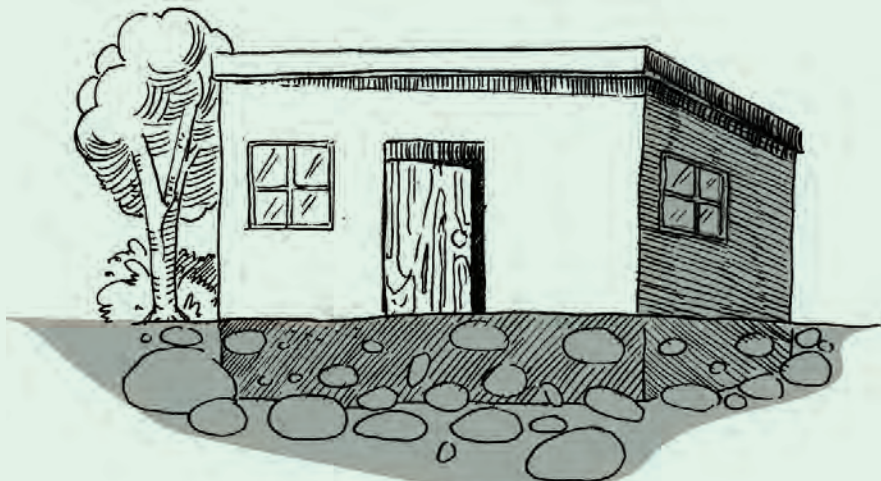
► Les rez-de-chaussée ou étages flexibles



Exemple: bâtiment sur pilotis non contreventés.

 **À FAIRE**

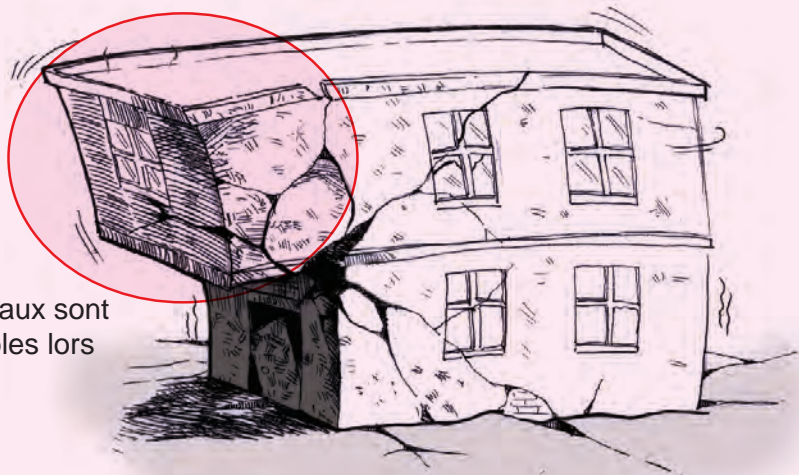
Éviter les rez-de-chaussée et étages flexibles en zone sismique.





À NE PAS FAIRE

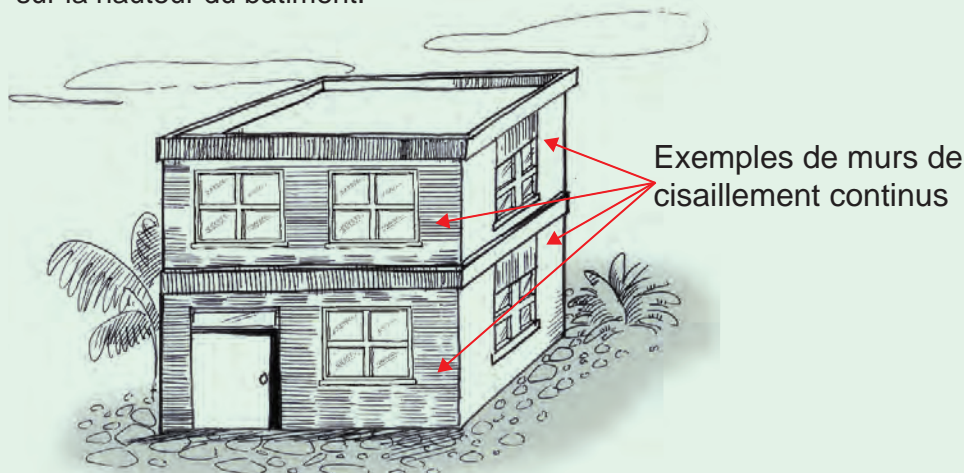
► Les porte-à-faux



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.

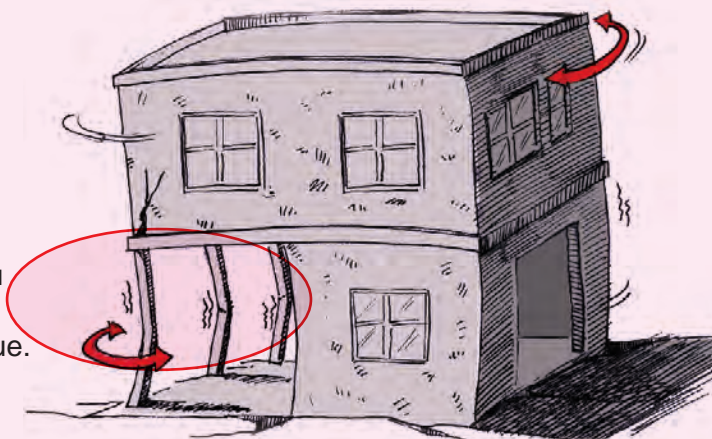




À NE PAS FAIRE

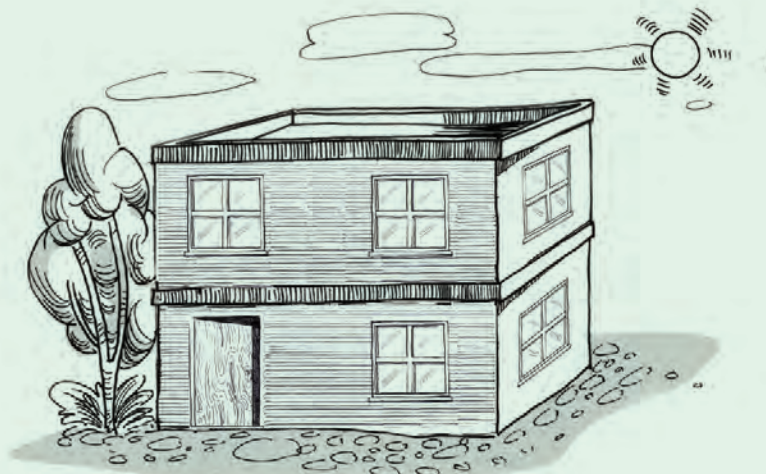
- ▶ Les contreventements dissymétriques et rez-de-chaussée ouvert sur un côté

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



À FAIRE

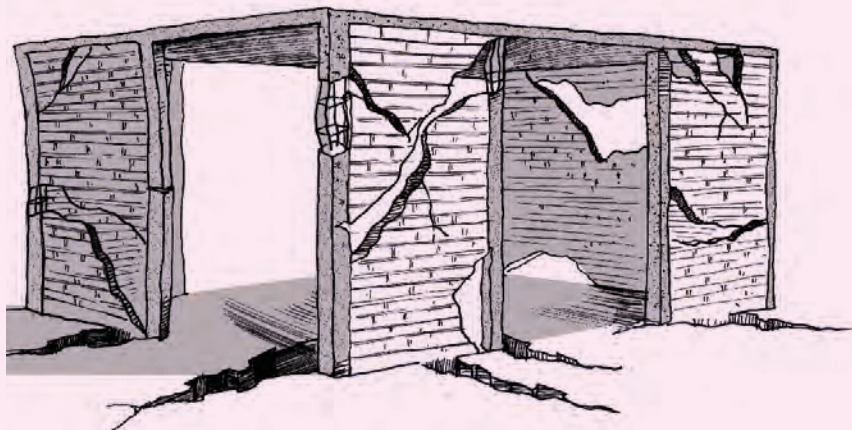
Les systèmes de résistance aux charges latérales doivent être de même type sur toute la hauteur du bâtiment.





À NE PAS FAIRE

- ▶ Des cadres de béton armé remplis de maçonnerie

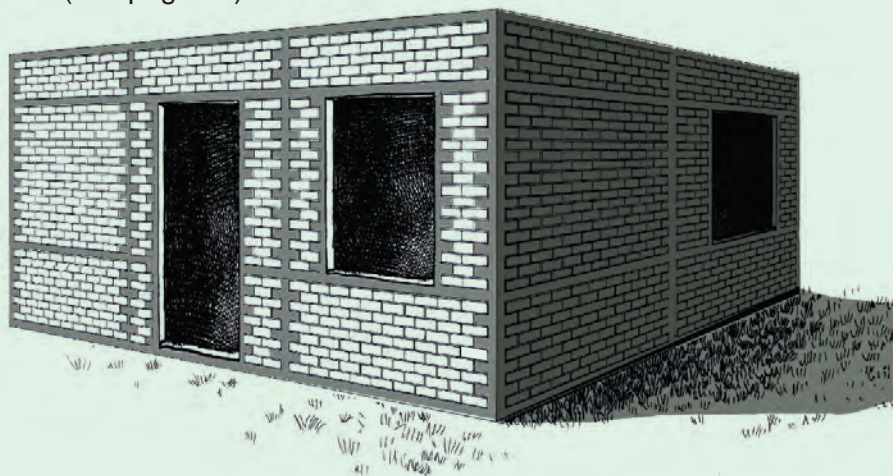


La maçonnerie de remplissage n'est pas compatible avec les cadres de béton armé sous sollicitation sismique. Il faut éviter ce type de construction (voir page 32).



À FAIRE

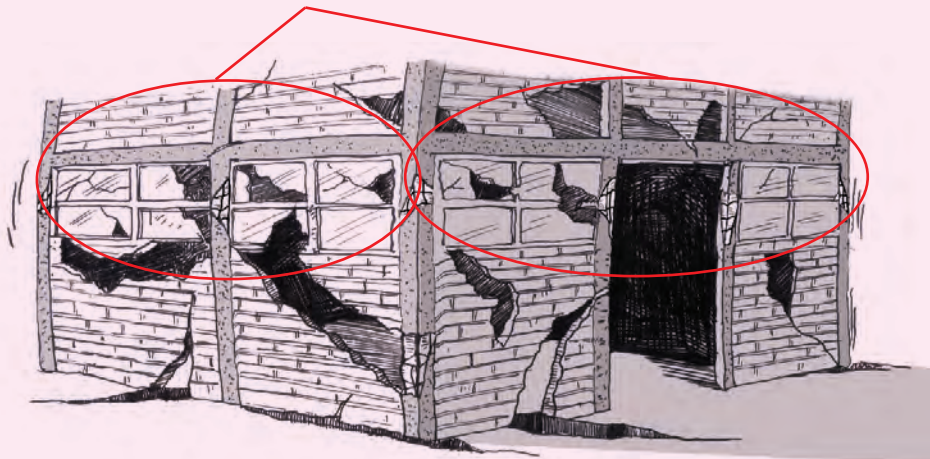
Construire les bâtiments en utilisant le concept de maçonnerie chaînée (voir page 31).



⊘ À NE PAS FAIRE

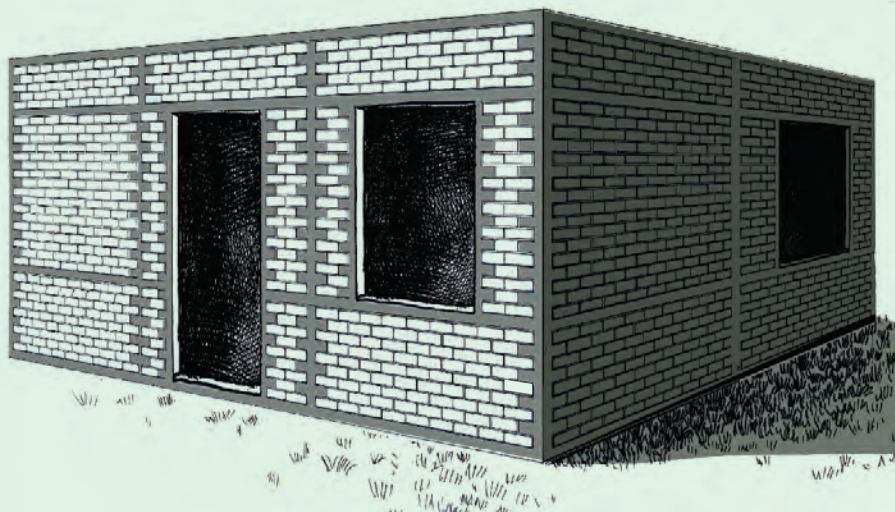
► Les cadres partiellement remplis (créent des poteaux courts)

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



☑ À FAIRE

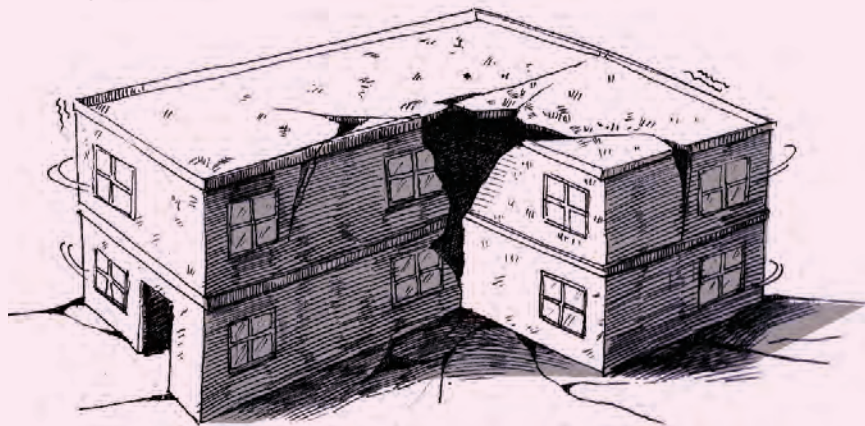
Le concept de maçonnerie chaînée permet d'éviter les poteaux courts.



À NE PAS FAIRE

► Les configurations non compactes

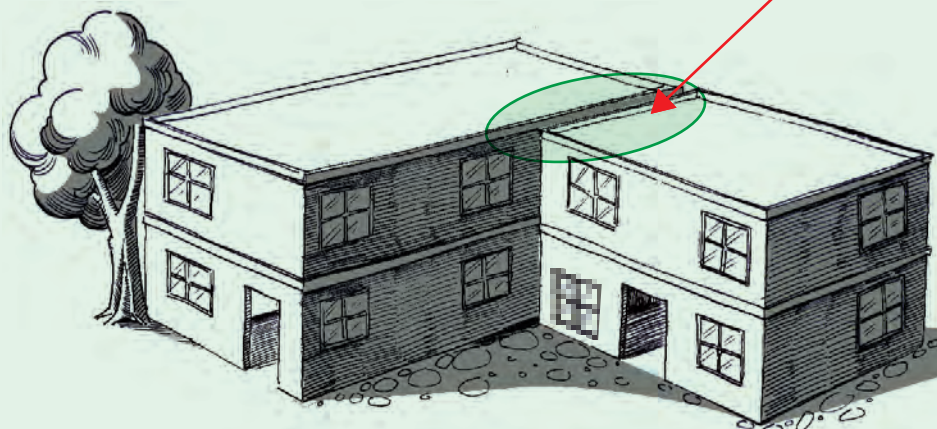
Les configurations autres que carrées ou rectangulaires sont non compactes



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)



À NE PAS FAIRE

- ▶ Laisser un espace insuffisant entre deux bâtiments contigus

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



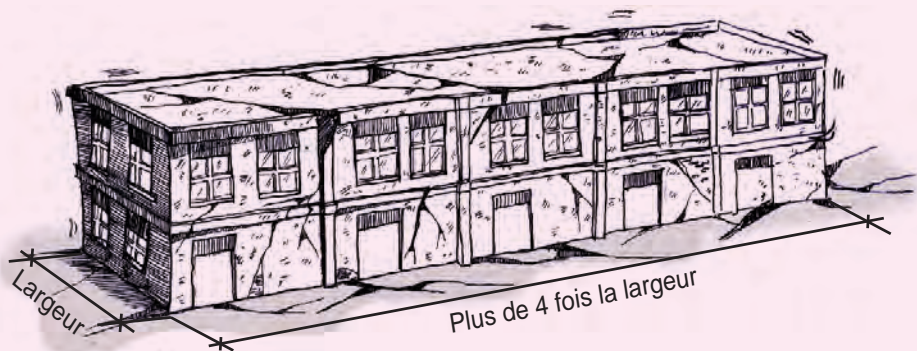
À FAIRE



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.

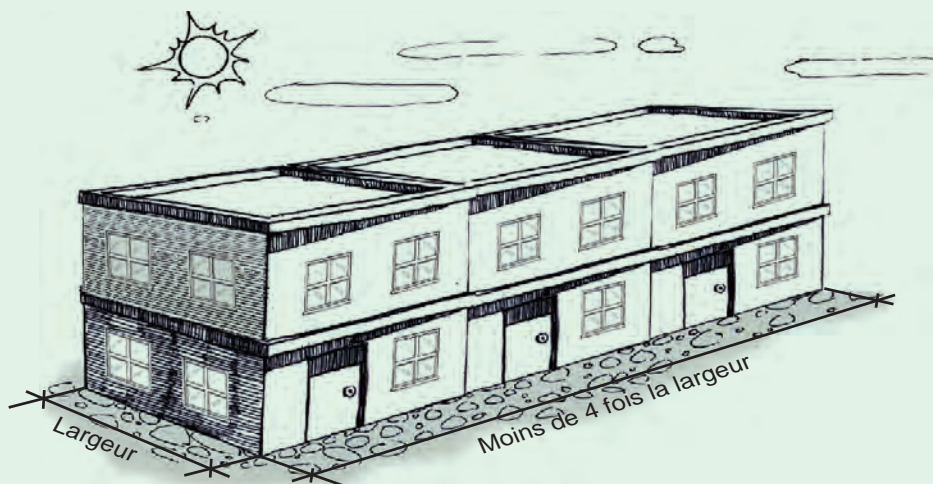
À NE PAS FAIRE

► Un rapport longueur / largeur trop élevé



À FAIRE

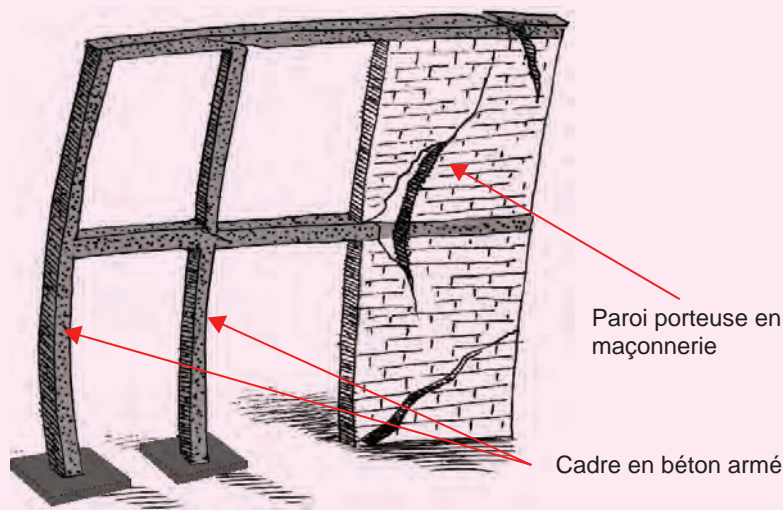
Par expérience, les bâtiments avec un rapport longueur/largeur inférieur à 4 se comportent mieux lors d'un séisme.



À NE PAS FAIRE

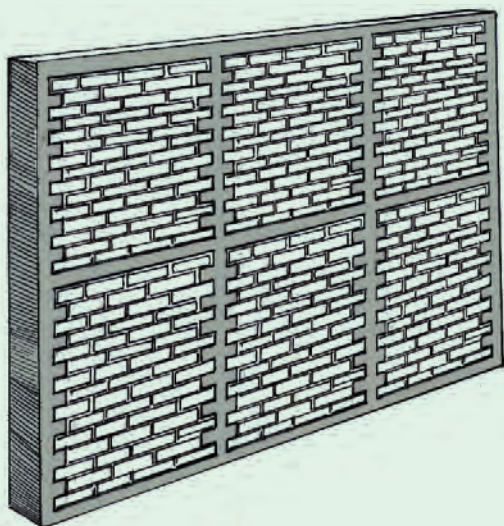
► Les systèmes mixtes colonnes – maçonnerie porteuse

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



À FAIRE

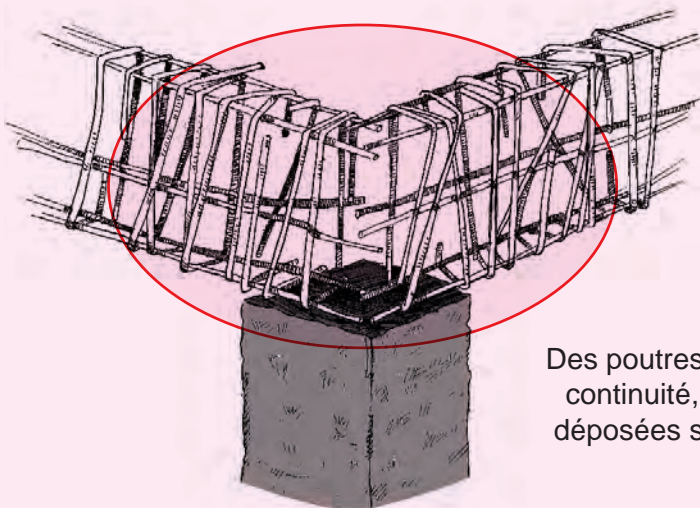
Il est préférable d'opter pour des murs de maçonnerie chaînée (voir pages 33 et 34).





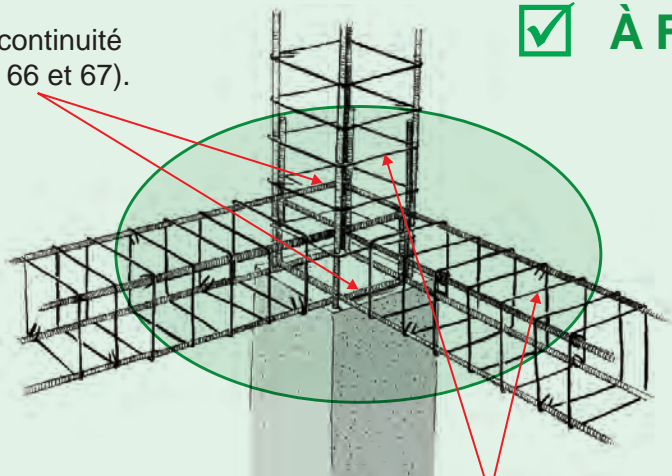
À NE PAS FAIRE

- ▶ 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).



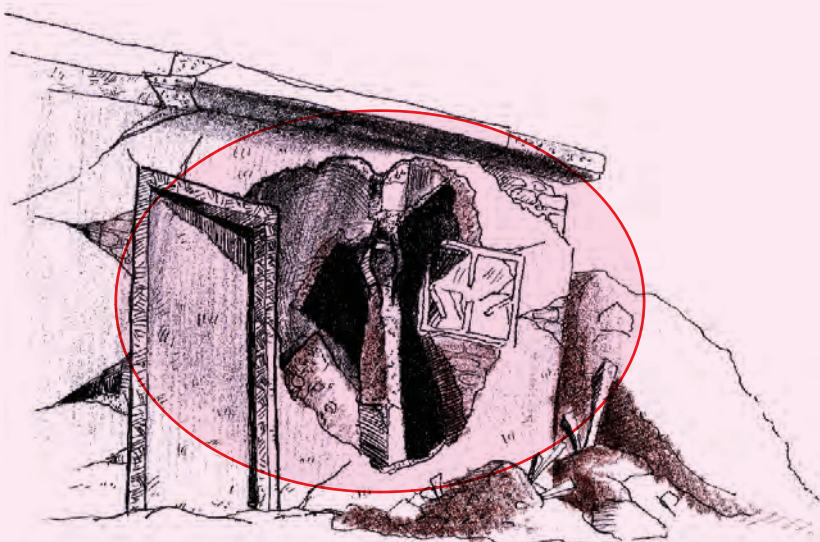
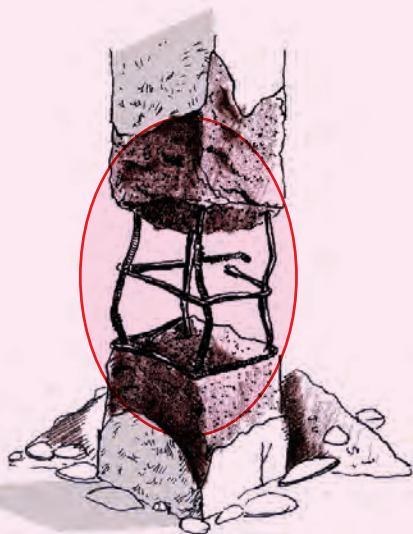
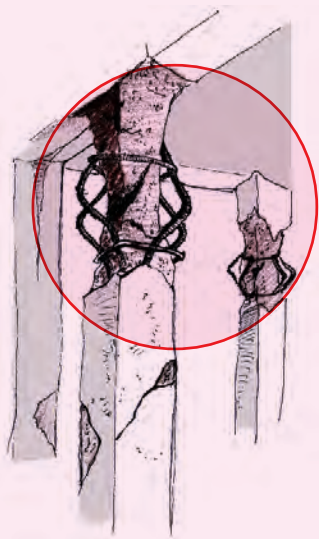
À FAIRE

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

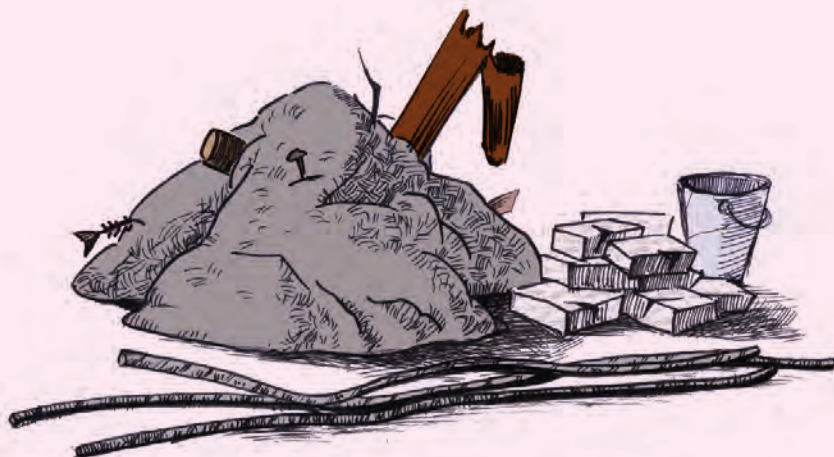
- ▶ Tenter de réparer une partie sévèrement endommagée ou un vestige d'un bâtiment existant





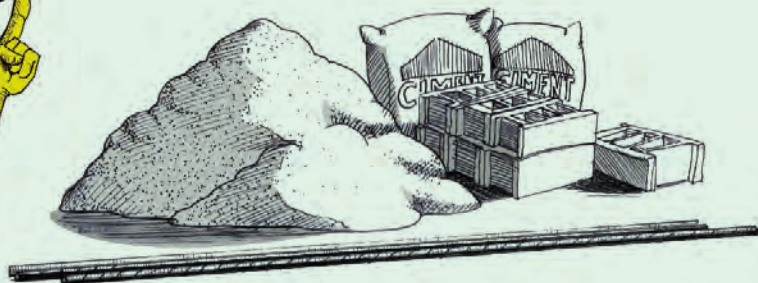
À NE PAS FAIRE

- ▶ 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.*

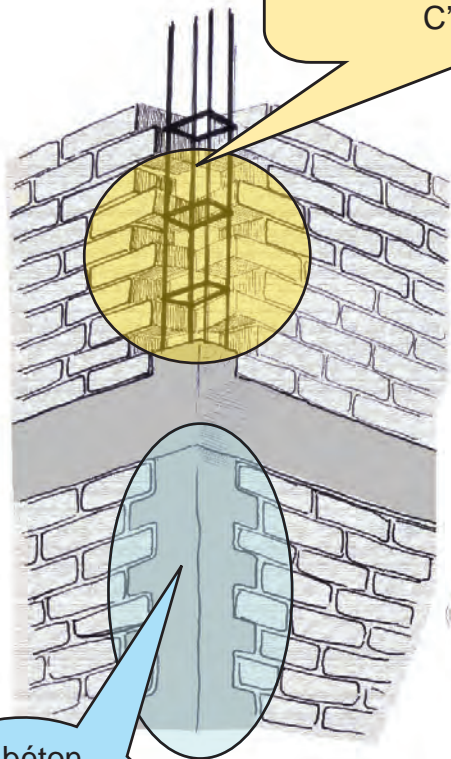


CONCEPT DE LA MAÇONNERIE CHÂÎNÉE

CONCEPT DE LA MAÇONNERIE CHAINÉE CONCEPT DE LA MAÇONNERIE CHAINÉE CONCEPT DE LA MAÇONNERIE CHAINÉE CONCEPT DE LA MAÇONNERIE CHA

► Maçonnerie chaînée

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



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

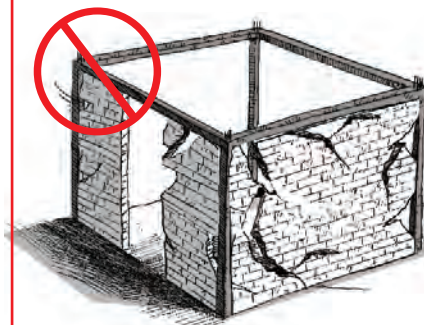


► Cadre en béton armé

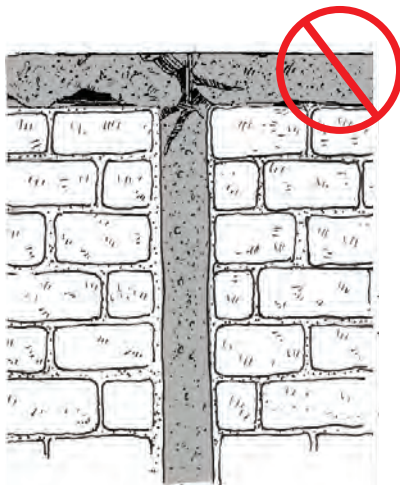
Il ne faut plus construire la charpente de béton armé
AVANT LES MURS,
puisque la maçonnerie de remplissage résiste mal
aux séismes.



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.

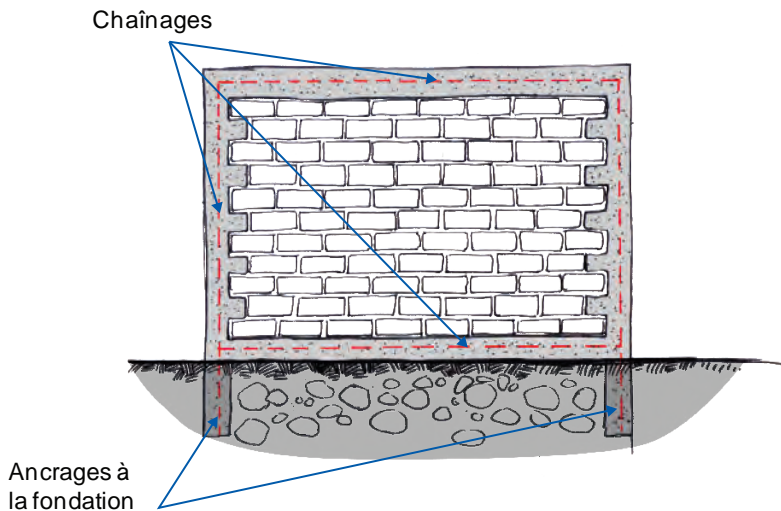


CONCEPT DE LA MAÇONNERIE CHÂÎNÉE

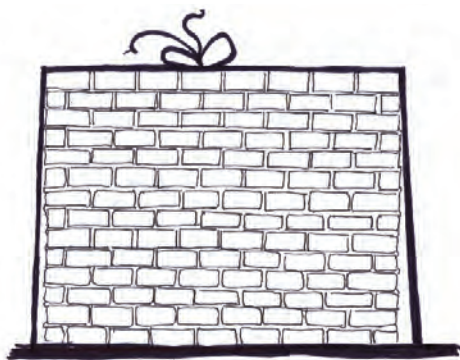
CONCEPT DE LA MAÇONNERIE CHAINÉE CONCEPT DE LA MAÇONNERIE CHAINÉE CONCEPT DE LA MAÇONNERIE CHAINÉE CONCEPT DE LA MAÇONNERIE CHA

► Maçonnerie chaînée

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

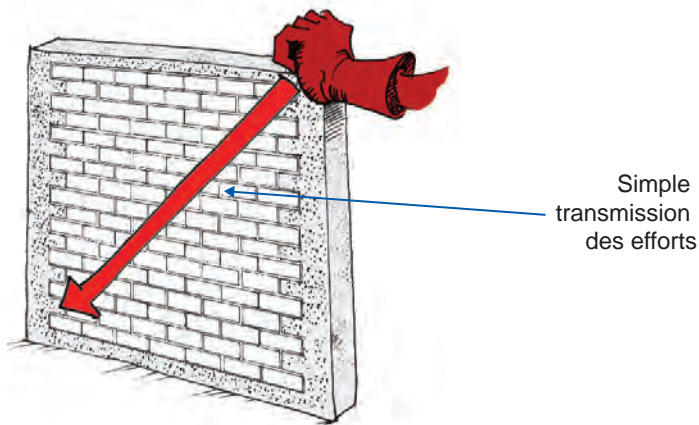


Le chaînage joue le rôle d'une ficelle autour d'un colis. Alors que la ficelle empêche le colis de s'ouvrir, le chaînage périphérique permet à la maçonnerie de garder sa forme et de résister efficacement aux charges verticales et latérales.



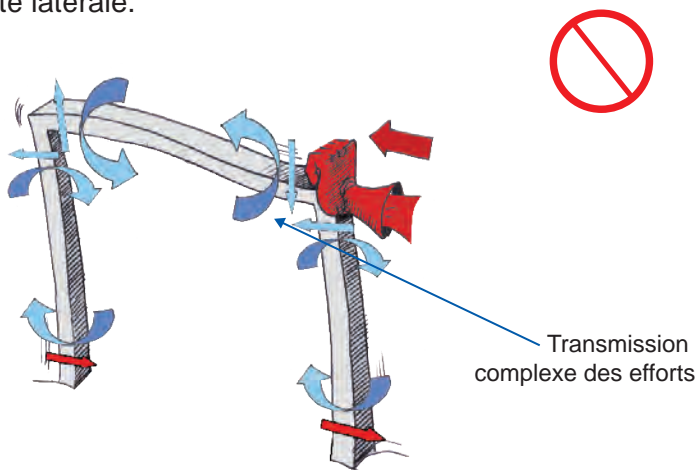
► Maçonnerie chaînée (suite 1)

Les murs assurent la rigidité latérale.



► Cadre en béton armé

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



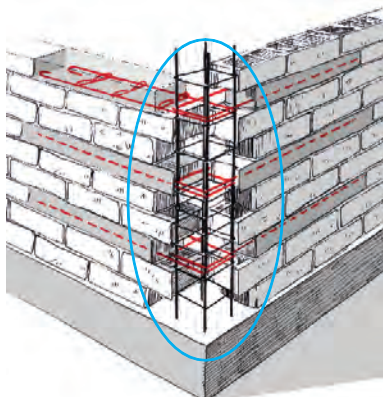
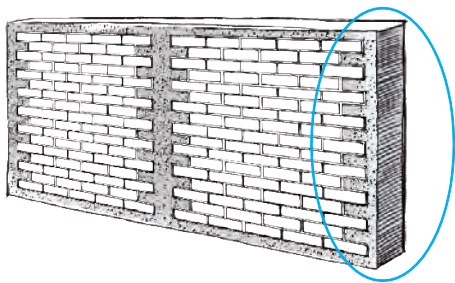
CONCEPT DE LA MAÇONNERIE CHÂÎNÉE

CONCEPT DE LA MAÇONNERIE CHÂÎNÉE CONCEPT DE LA MAÇONNERIE CHÂÎNÉE CONCEPT DE LA MAÇONNERIE CHÂÎNÉE CONCEPT DE LA MAÇONNERIE CHÂÎNÉE

▶ Maçonnerie chaînée (suite 2)

Les murs sont ancrés aux chaînages par indentation.

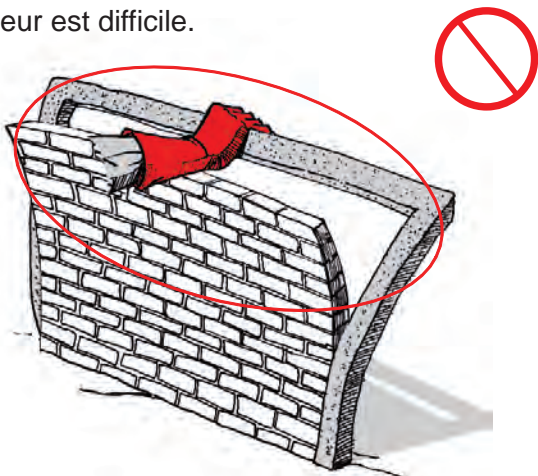
Des barres d'armature de liaison améliorent l'ancrage et sont **haute-ment recommandées** dans les zones de forte sismicité (voir plus loin).



▶ Cadre en béton armé

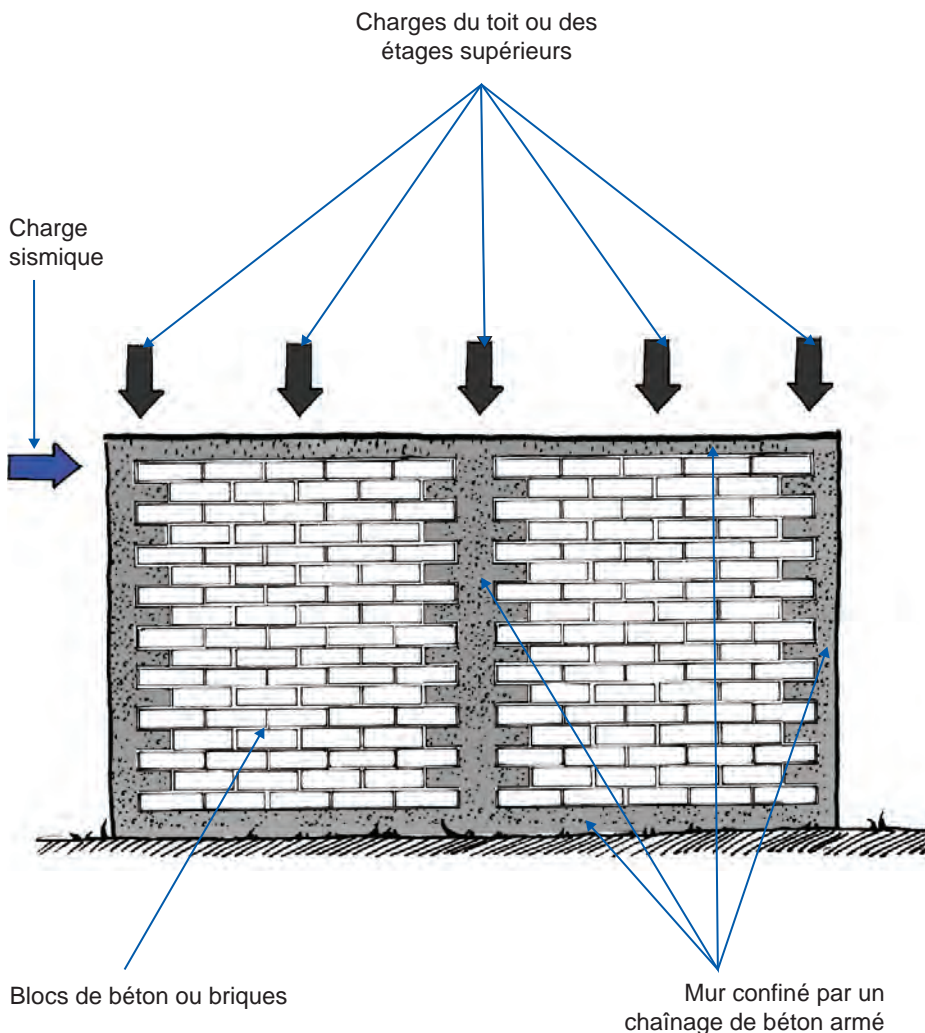
Les murs ne sont généralement pas ancrés au cadre de béton et sont instables.

Un ancrage ultérieur est difficile.



► Maçonnerie chaînée (suite 3)

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

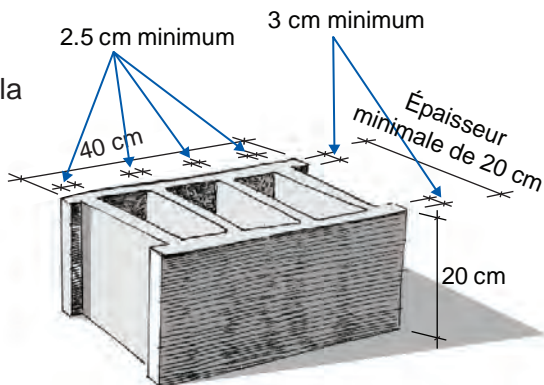


► Murs de maçonnerie chaînée constitués de blocs de béton

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.

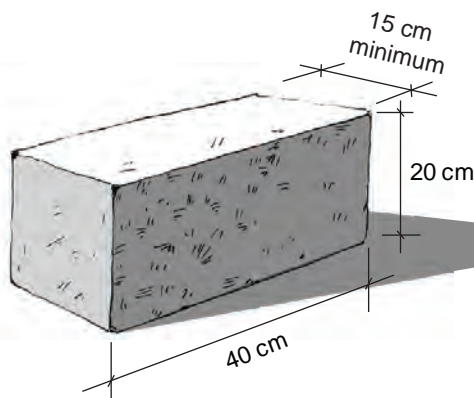


Bloc à trois alvéoles

Blocs de béton pleins

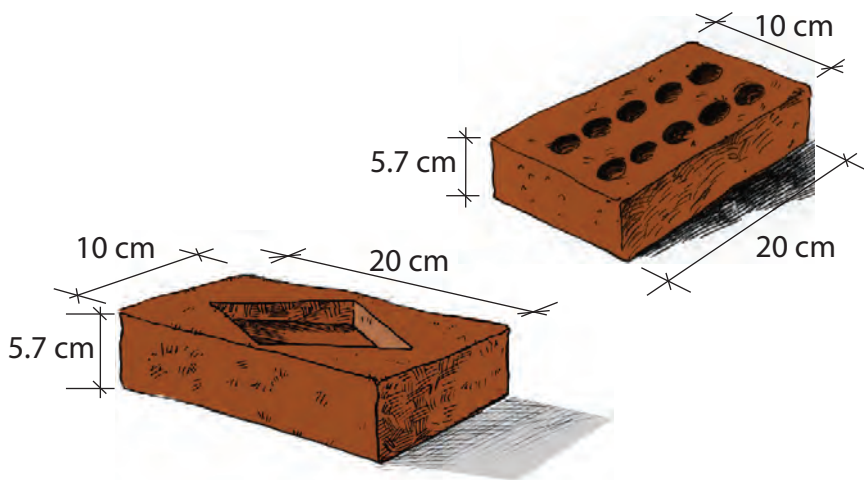
de 15 cm d'épaisseur minimale, dont la résistance à la compression est de 10 MPa (100 bars) et plus.

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.

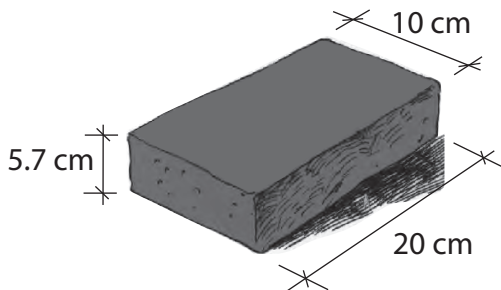


► Murs de maçonnerie chaînée constitués de briques

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.



CONCEPT DE LA MAÇONNERIE CHÂÎNÉE

CONCEPT DE LA MAÇONNERIE CHÂÎNÉE CONCEPT DE LA MAÇONNERIE CHÂÎNÉE CONCEPT DE LA MAÇONNERIE CHÂÎNÉE CONCEPT DE LA MAÇONNERIE CHÂÎNÉE

► 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)

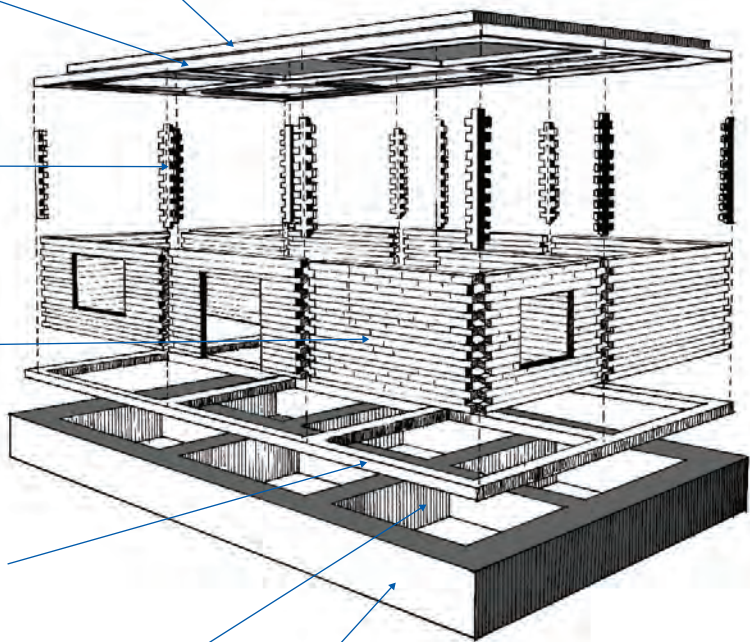
Mur de maçonnerie (mur de cisaillement)

Chaînage horizontal inférieur

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

Semelle de fondation

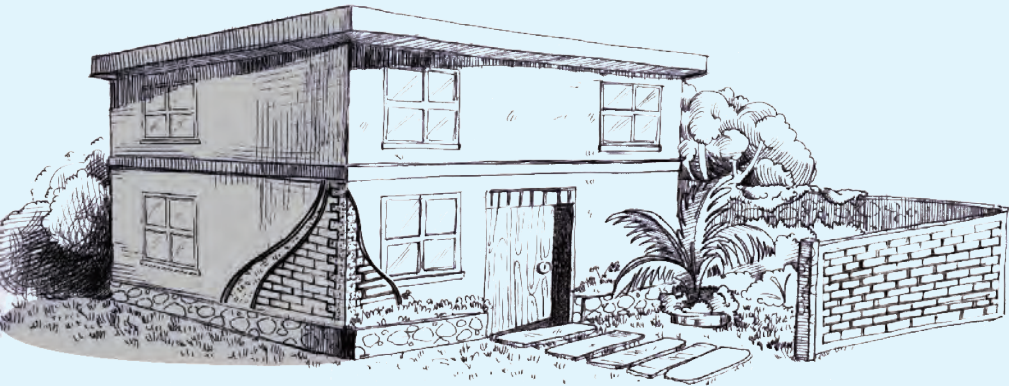
(doit être continue sous chacun des murs du bâtiment)



CONCEPT DE LA MAÇONNERIE CHÂÎNÉE

CONCEPT DE LA MAÇONNERIE CHÂÎNÉE CONCEPT DE LA MAÇONNERIE CHÂÎNÉE CONCEPT DE LA MAÇONNERIE CHÂÎNÉE CONCEPT DE LA MAÇONNERIE CHÂÎNÉE

Voici
le résultat
final.



CONCEPT DE LA MAÇONNERIE CHÂÎNÉE CONCEPT DE LA MAÇONNERIE CHÂÎNÉE CONCEPT DE LA MAÇONNERIE CHÂÎNÉE CONCEPT DE LA MAÇONNERIE CHÂÎNÉE

CONCEPT DE LA MAÇONNERIE CHÂÎNÉE

CONCEPT DE LA MAÇONNERIE CHAINÉE CONCEPT DE LA MAÇONNERIE CHAINÉE CONCEPT DE LA MAÇONNERIE CHAINÉE CONCEPT DE LA MAÇONNERIE CHAINÉE

► Distribution des murs de cisaillement

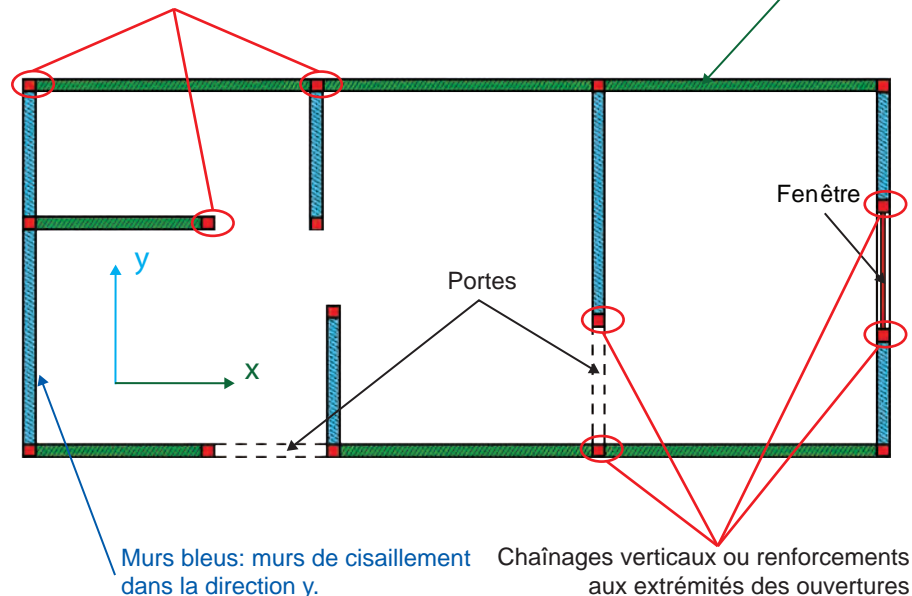
Pour une bonne résistance aux séismes, il faut **au moins deux** murs de cisaillement sans ouverture selon chaque direction x et y .

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**.

Chaînages verticaux aux extrémités et aux intersections des murs de cisaillement

Murs verts: murs de cisaillement dans la direction x .



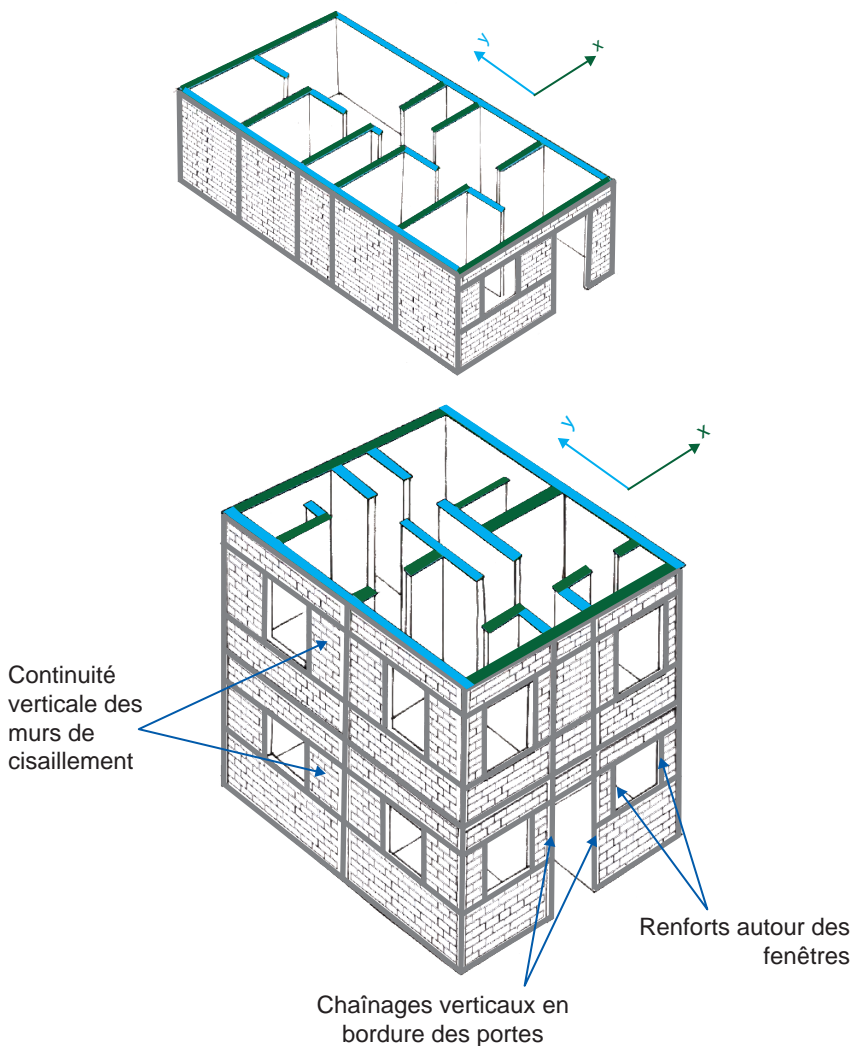
Murs bleus: murs de cisaillement dans la direction y .

Chaînages verticaux ou renforcements aux extrémités des ouvertures

CONCEPT DE LA MAÇONNERIE CHAINÉE CONCEPT DE LA MAÇONNERIE CHAINÉE CONCEPT DE LA MAÇONNERIE CHAINÉE CONCEPT DE LA MAÇONNERIE CHAINÉE

► Distribution des murs de cisaillement (suite)

Autres exemples plus complexes de disposition optimale de murs de cisaillement

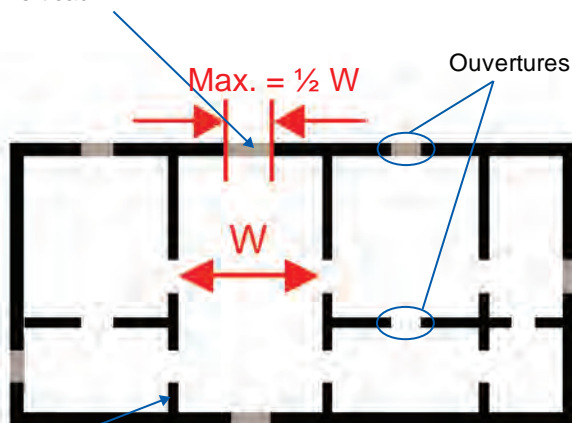


CONCEPT DE LA MAÇONNERIE CHÂÎNÉE

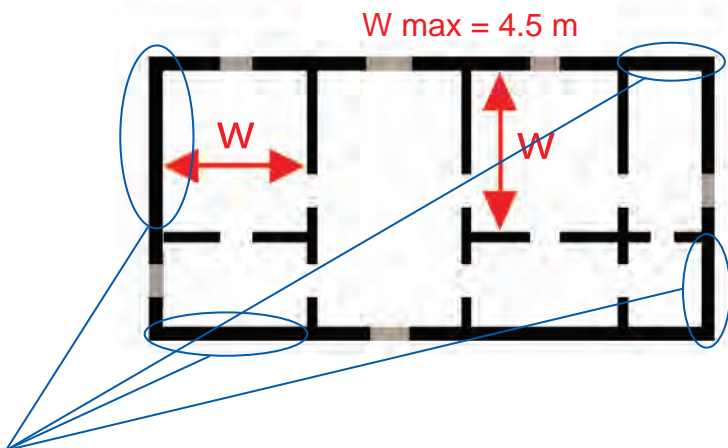
CONCEPT DE LA MAÇONNERIE CHÂÎNÉE CONCEPT DE LA MAÇONNERIE CHÂÎNÉE CONCEPT DE LA MAÇONNERIE CHÂÎNÉE CONCEPT DE LA MAÇONNERIE CHÂÎNÉE

► 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)

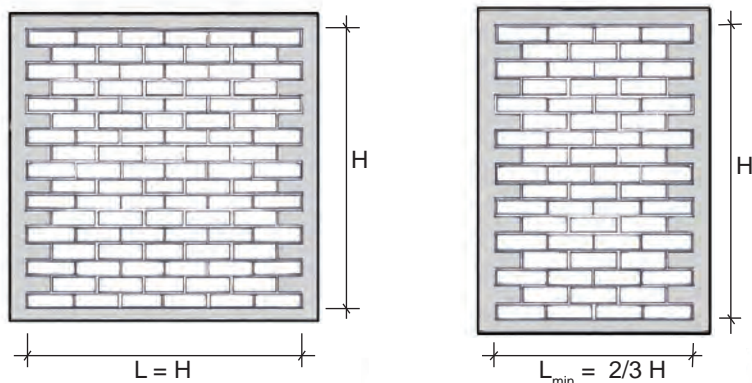
$$13t \leq H \leq 20t$$

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

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

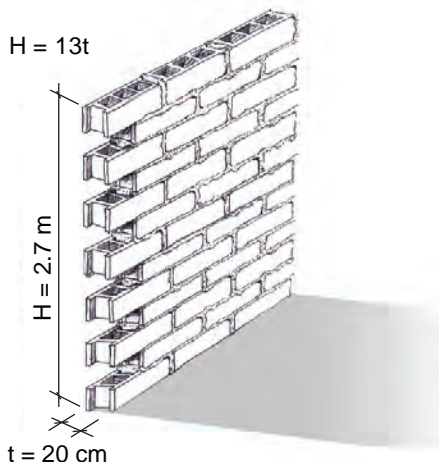
$$L_{\max} = 4.5 \text{ m}$$

t = épaisseur des parois



Forme idéale d'un
mur de cisaillement

Exemple: $H = 13t$



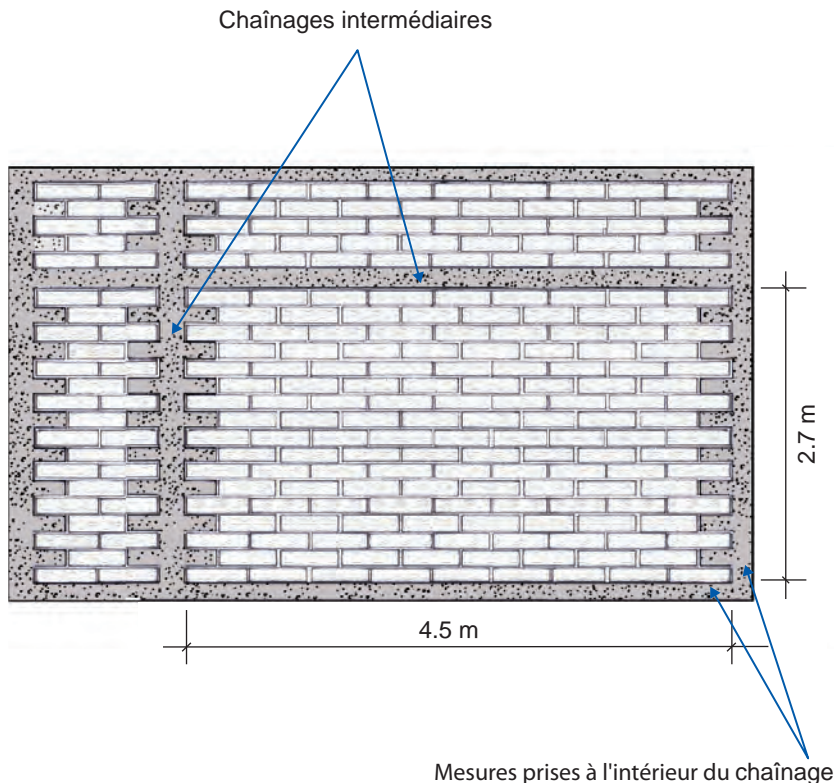
CONCEPT DE LA MAÇONNERIE CHÂÎNÉE

CONCEPT DE LA MAÇONNERIE CHÂÎNÉE CONCEPT DE LA MAÇONNERIE CHÂÎNÉE CONCEPT DE LA MAÇONNERIE CHÂÎNÉE CONCEPT DE LA MAÇONNERIE CHÂÎNÉE

► 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.



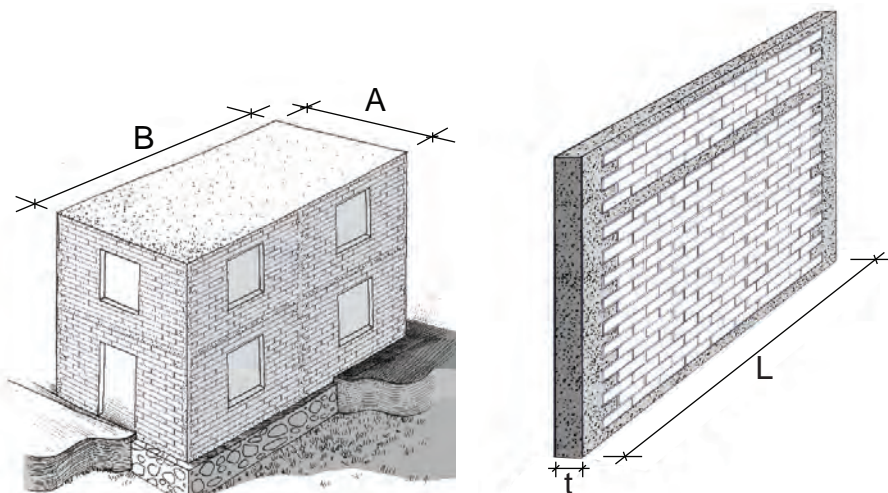
CONCEPT DE LA MAÇONNERIE CHÂÎNÉE

CONCEPT DE LA MAÇONNERIE CHÂÎNÉE CONCEPT DE LA MAÇONNERIE CHÂÎNÉE CONCEPT DE LA MAÇONNERIE CHÂÎNÉE CONCEPT DE LA MAÇONNERIE CHÂÎNÉE

► 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 additionner les surfaces de la toiture et du plancher $2(A \times B)$.



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

► Surface totale des murs au sol (suite)

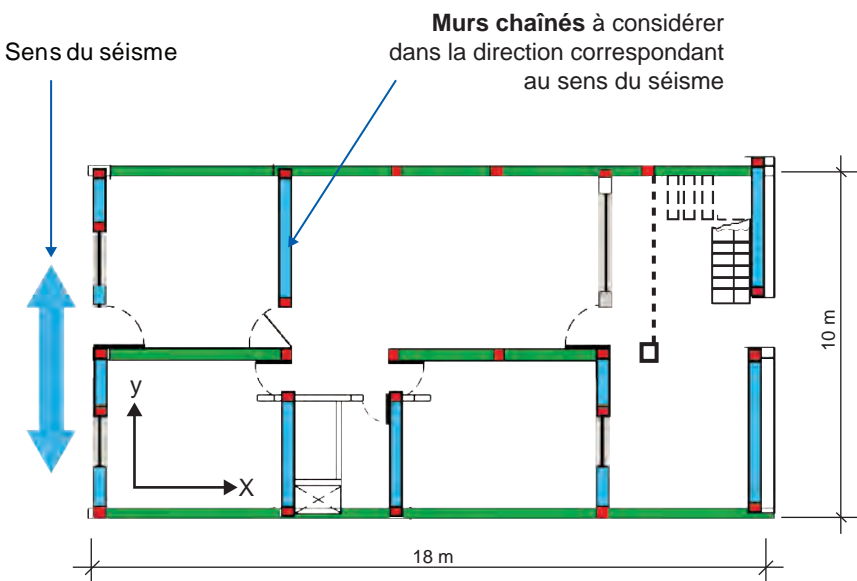
Exemple:

Pour un bâtiment de 180 m^2 (10×18), 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 m^2 ($2.0 \times 180 / 100 = 3.6 \text{ m}^2$).

Si le bâtiment a deux niveaux, les calculs sont effectués en considérant une surface de plancher et de toiture de 360 m^2 . Le résultat est alors égal à 7.2 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.



CONCEPT DE LA MAÇONNERIE CHAÎNÉE

CONCEPT DE LA MAÇONNERIE CHAÎNÉE CONCEPT DE LA MAÇONNERIE CHAÎNÉE CONCEPT DE LA MAÇONNERIE CHAÎNÉE CONCEPT DE LA MAÇONNERIE CHAÎNÉE

▶ Béton, mortier et coulis

Mélanges:	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 (30% en volume) ¹⁾	8 parts		2 parts
						
				25% en volume		
	5 parts		5 parts		4 parts	4 parts
	1¼ part	Ajouter jusqu'à consistance désirée	1½ part	1¼ part	1 part	1 part

1) Pour fondation en béton cyclopaéen seulement

CONCEPT DE LA MAÇONNERIE CHÂÎNÉE

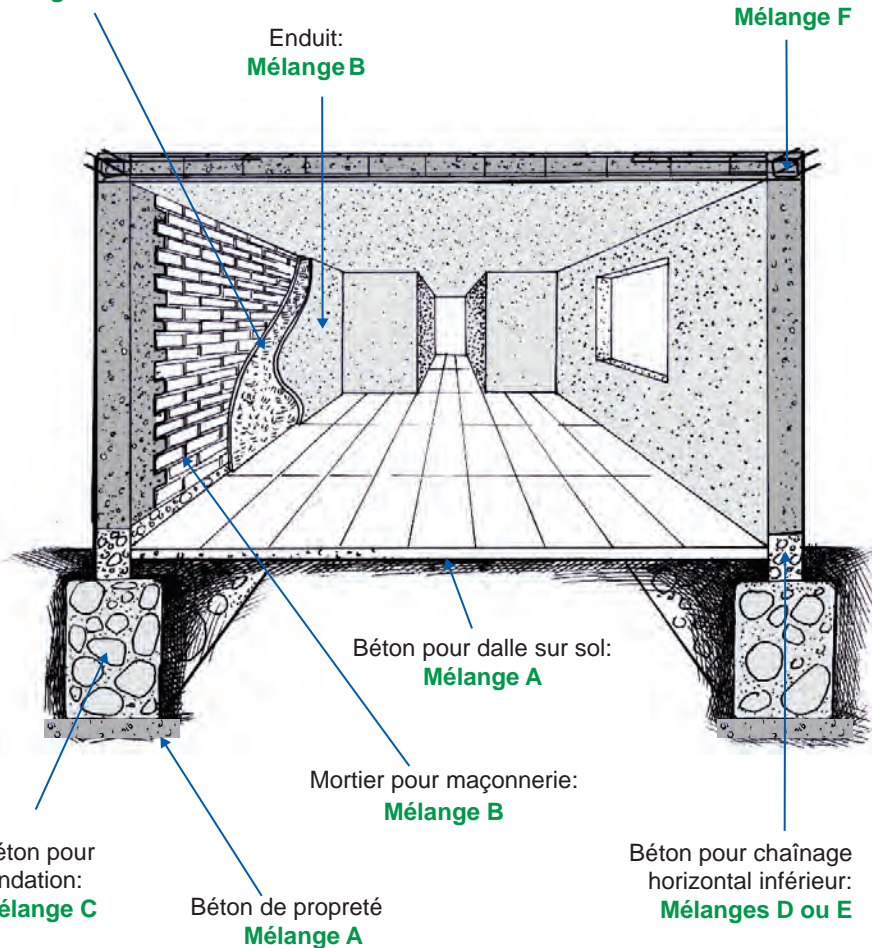
CONCEPT DE LA MAÇONNERIE CHAINÉE CONCEPT DE LA MAÇONNERIE CHAINÉE CONCEPT DE LA MAÇONNERIE CHAINÉE CONCEPT DE LA MAÇONNERIE CHAINÉE

► Mélanges de béton

Crépis:
Mélange B

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

Enduit:
Mélange B



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.*



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

► 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 MPTPC (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.



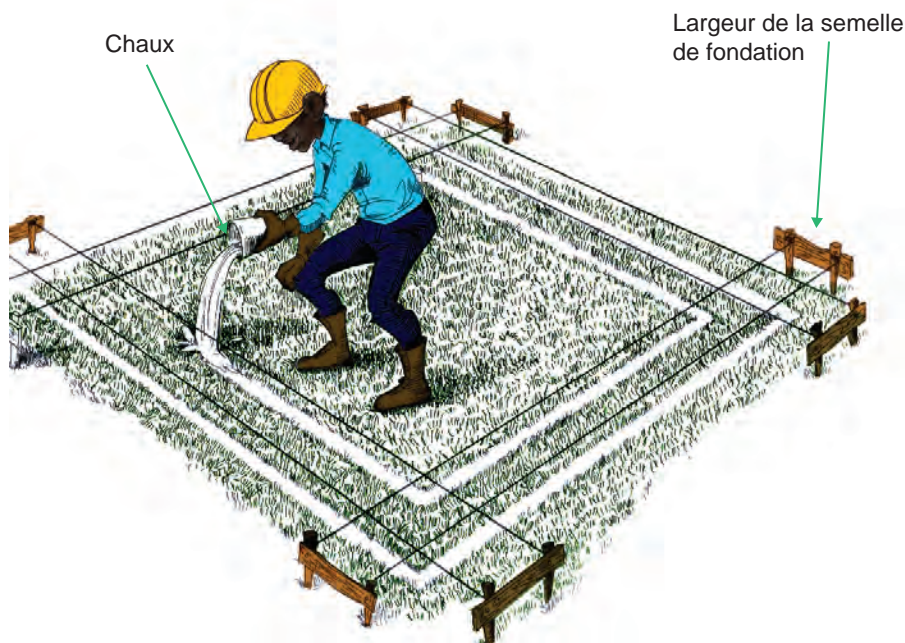
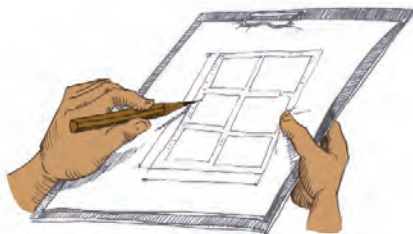
CONSTRUCTION D'UN BÂTIMENT

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

► 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.



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

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



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



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



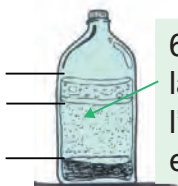
5. Mesurer la hauteur du sable, de l'argile et du limon.



4. Laisser le mélange se décanter pendant 24 heures.

6

Limon
Argile
Sable

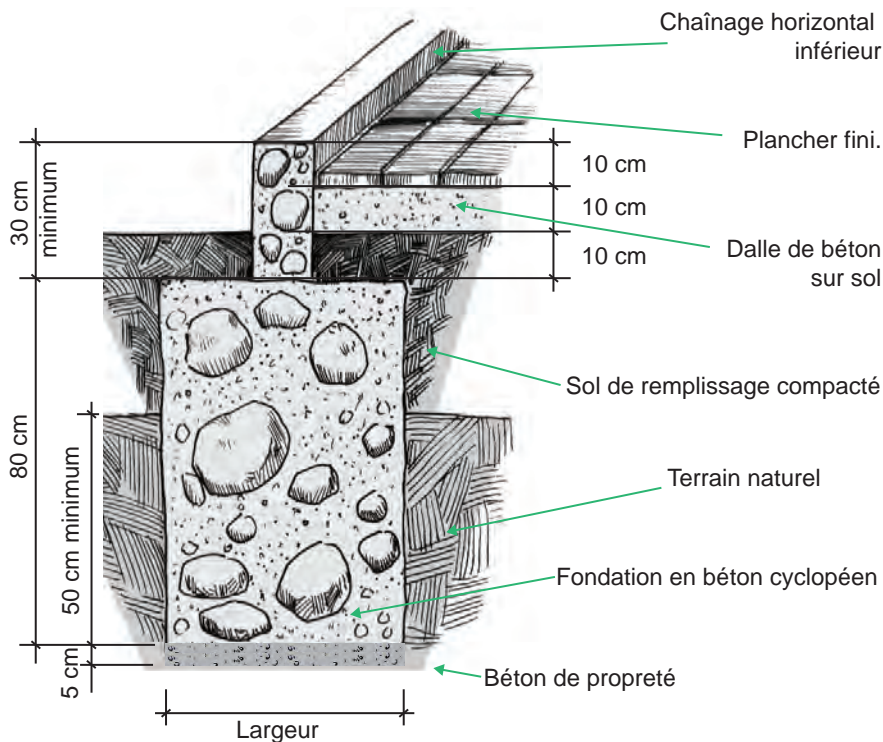


6a. Si plus de la moitié est de l'argile, le sol est argileux.



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

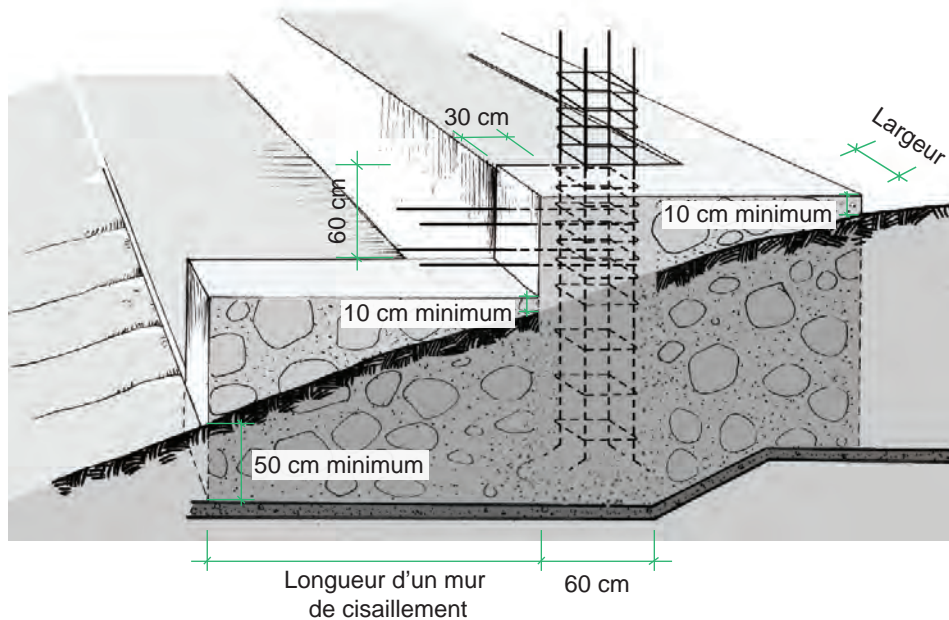


Type de sol (pour une évaluation grossière du type de sol, voir la page précédente)	Largeur minimale de la fondation
Dur (roc ou gravier)	40 cm
Intermédiaire (argile dure ou sable limoneux)	50 cm
Mou (argile semi-dure ou sable lâche)	70 cm

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

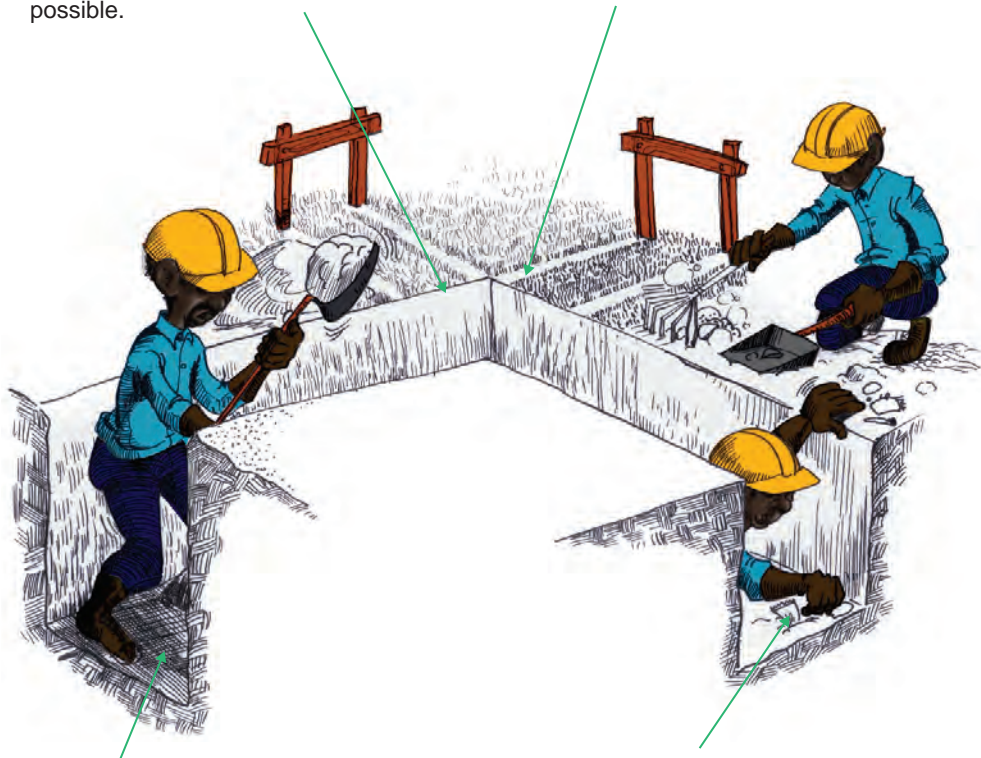
Construire des semelles filantes étagées lorsque le terrain est en pente.



► 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.

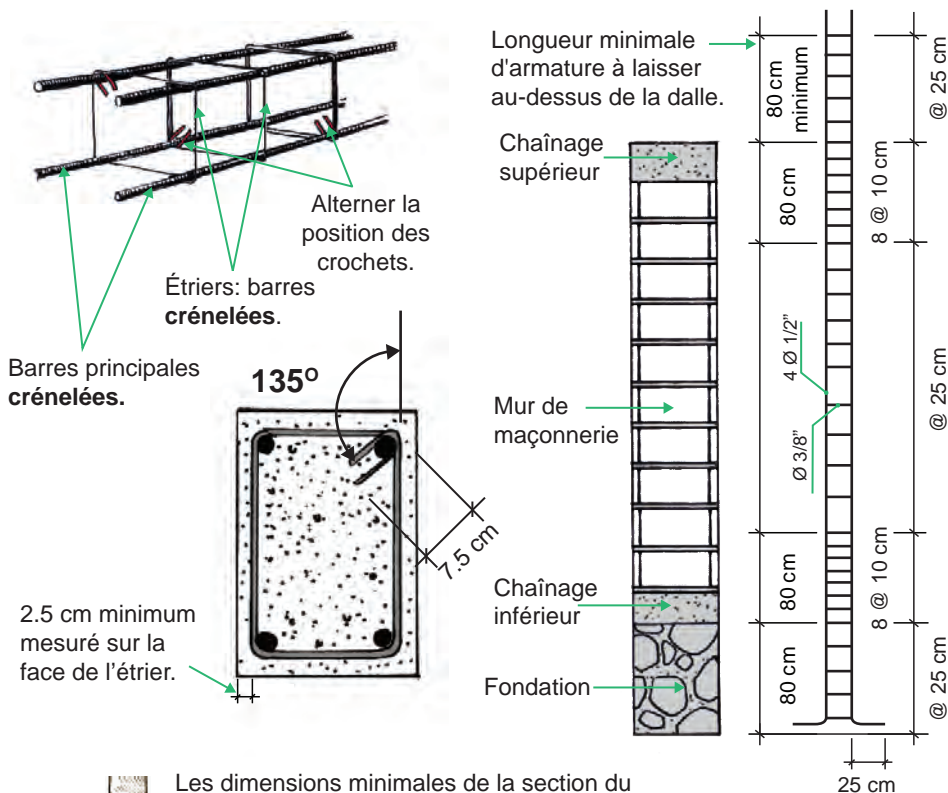
Lorsque l'excavation est terminée, déposer une couche de béton de propreté de 5 cm d'épaisseur minimale au fond des tranchées.

Mélange A

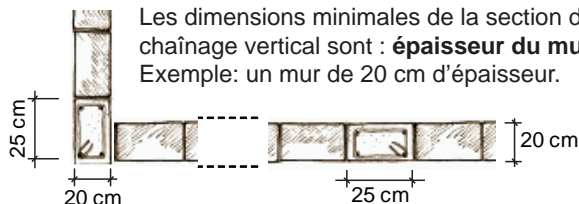
► Armature du chaînage vertical

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 crénelées de qualité conforme (résistance nominale en traction de 400 MPa et élongation minimale de 9%). Les fers récupérés ne doivent **jamais** être utilisés.



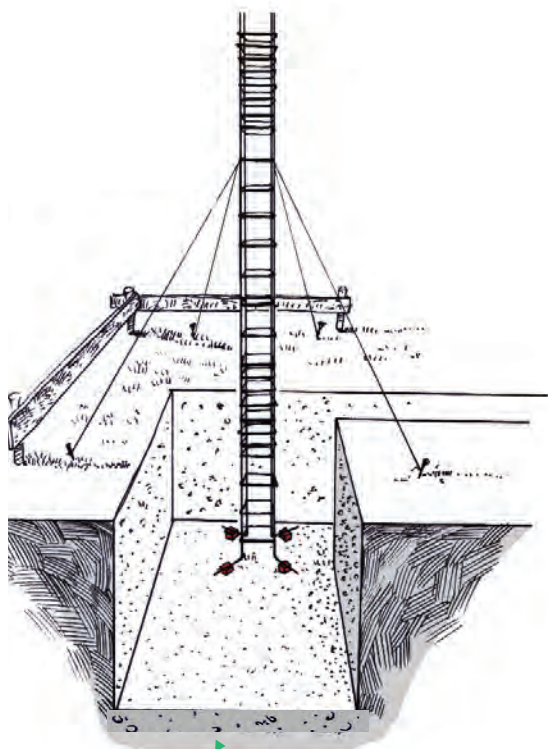
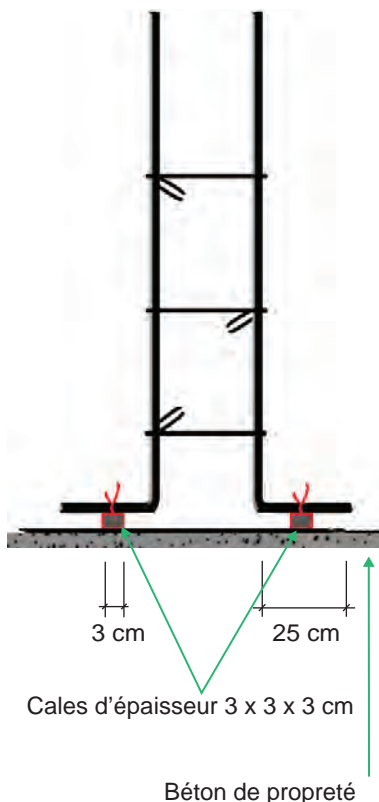
Les dimensions minimales de la section du chaînage vertical sont : **épaisseur du mur x 25 cm.**
Exemple: un mur de 20 cm d'épaisseur.



► 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.



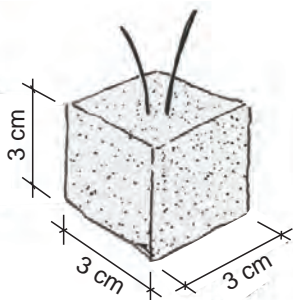
Béton de propreté de 5 cm d'épaisseur minimale sur toute la surface de la tranchée.

Mélange A

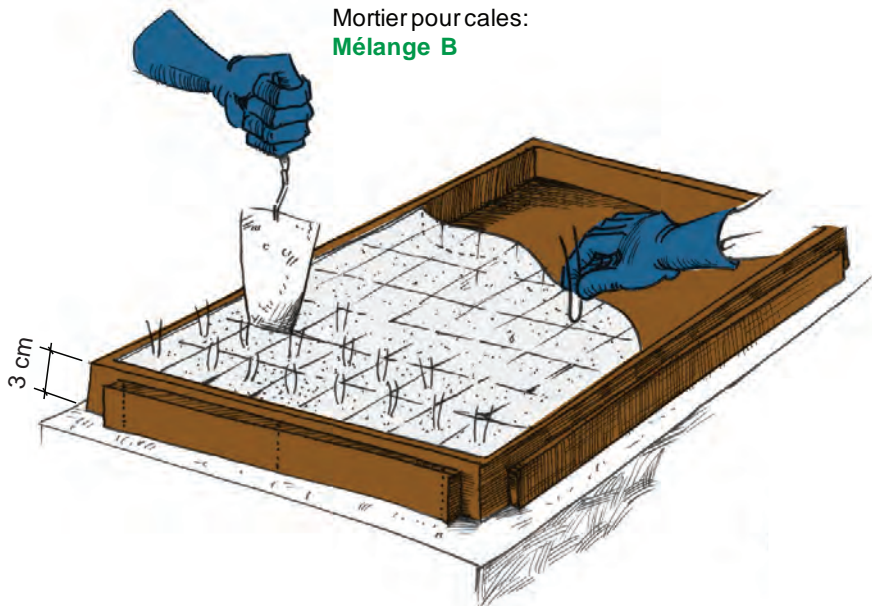
► Fabrication des cales d'épaisseur

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.



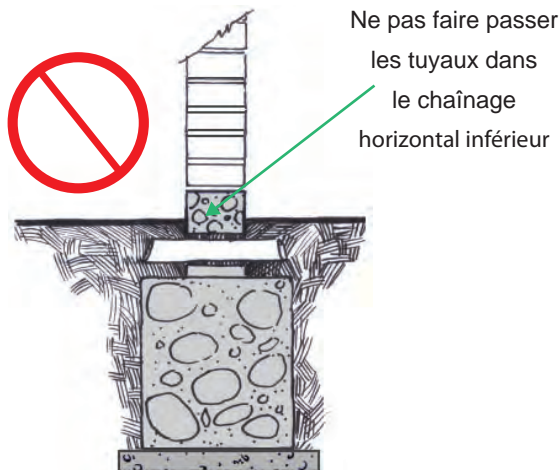
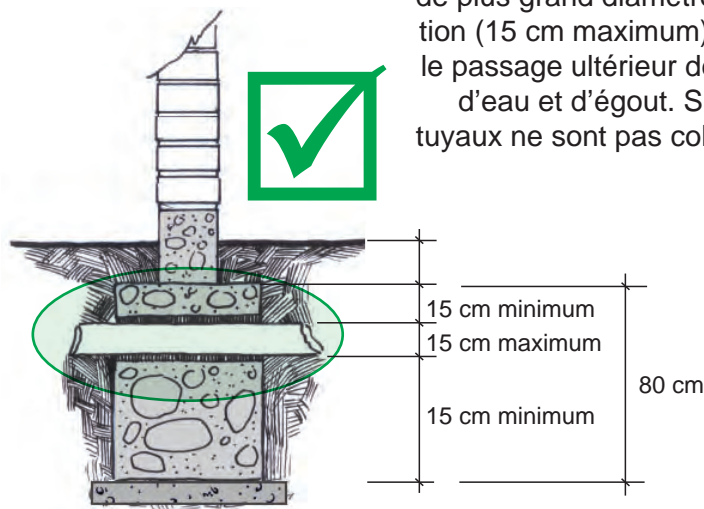
Mortier pour cales:
Mélange B



► 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.



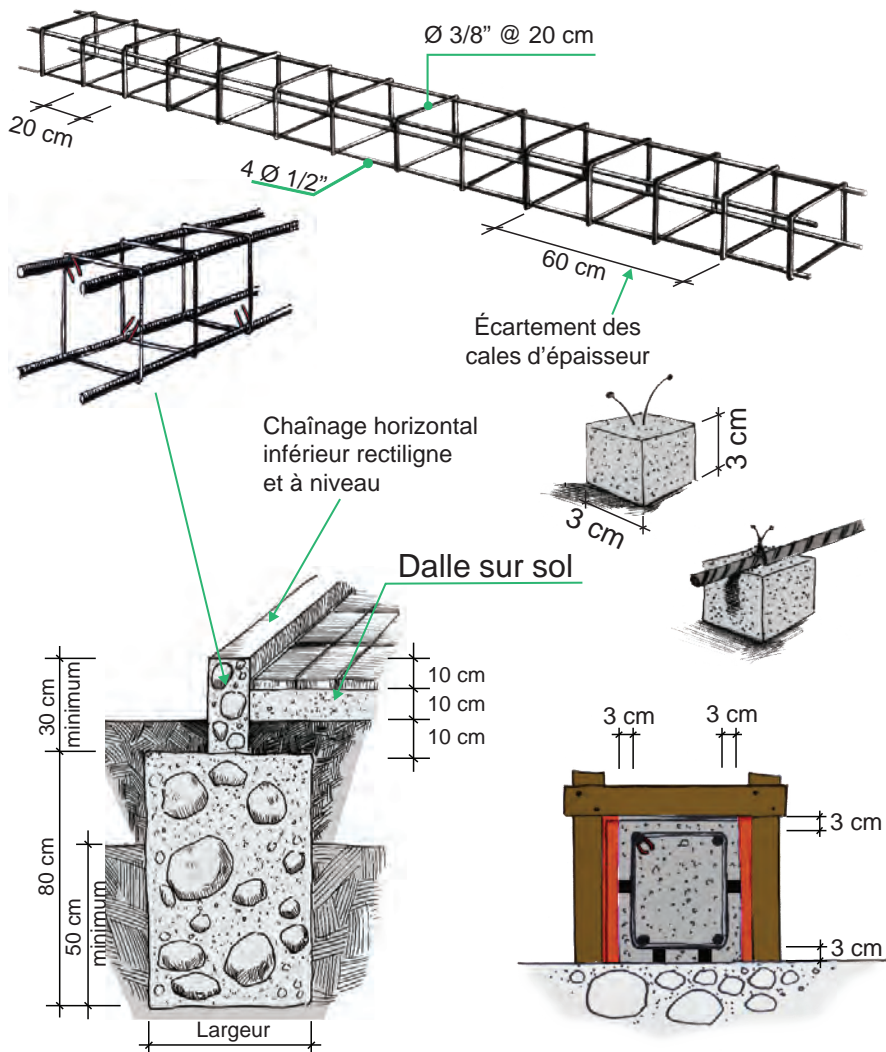
Béton pour les fondations:
Mélange C

CONSTRUCTION D'UN BÂTIMENT

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

► Chaînage horizontal inférieur

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

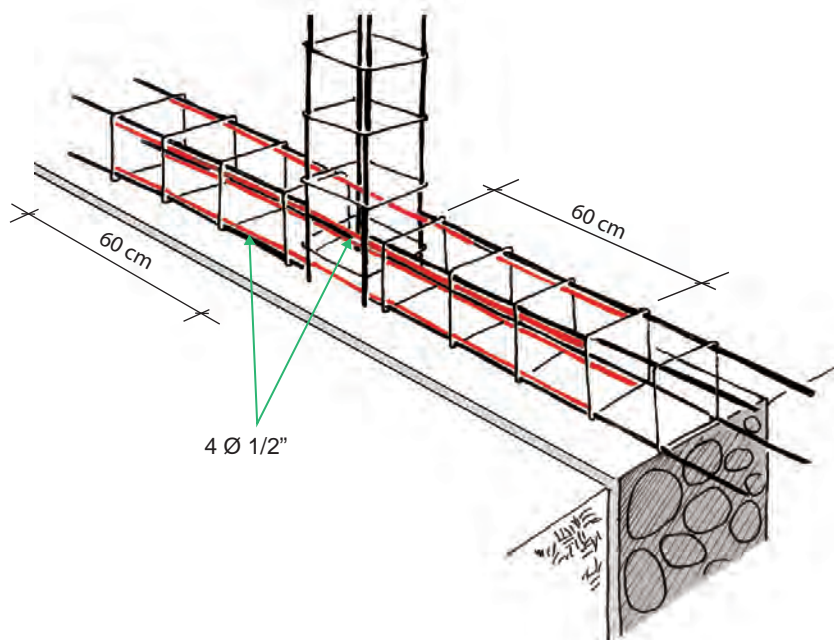


CONSTRUCTION D'UN BÂTIMENT CONSTRUCTION D'UN BÂTIMENT CONSTRUCTION D'UN BÂTIMENT CONSTRUCTION D'UN BÂTIMENT CONSTRUCTION D'UN BÂTIMENT

► 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 $\varnothing 1/2''$.

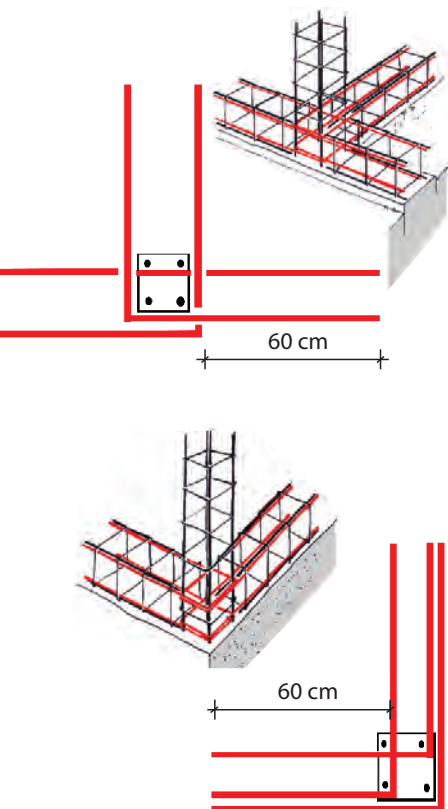
Ces barres doivent pénétrer les chaînages horizontaux sur une longueur de 60 cm et être placées à l'intérieur des étriers et des barres longitudinales du chaînage vertical.



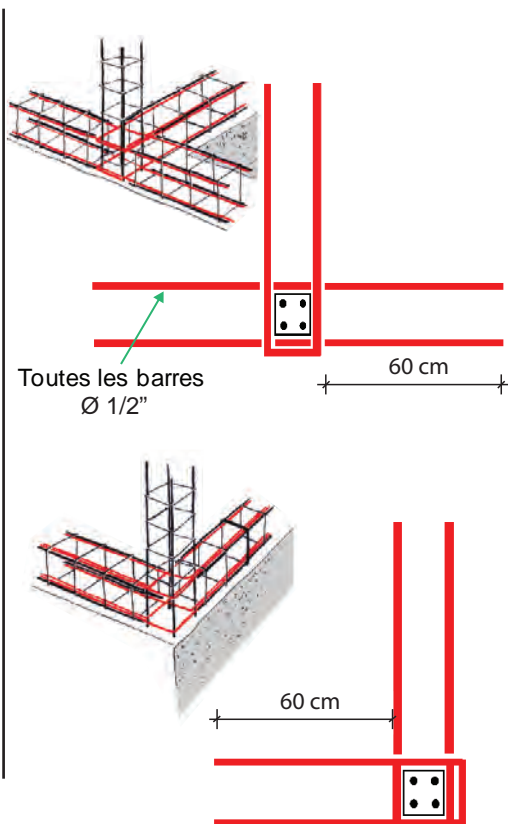
► Jonction des armatures au croisement des chaînages (suite)

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



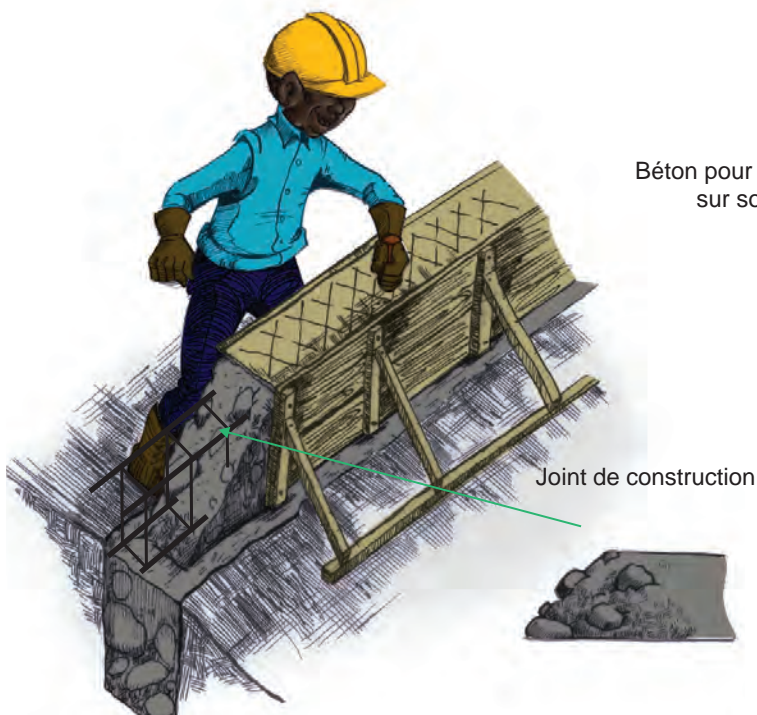
Option 2: barres en forme de U



► 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**

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

CONSTRUCTION D'UN BÂTIMENT

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

► 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.**



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.

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

► Pose de la maçonnerie

Outils requis

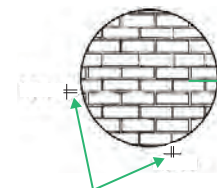
Niveau à bulle
à main



Fil à plomb



Truelle



Joints: 1 à 1.5 cm

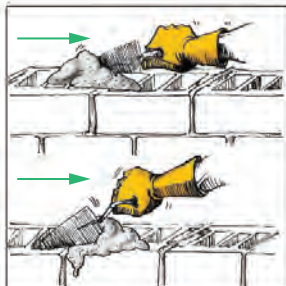


Pour la première rangée de maçonnerie, étendre une couche de mortier uniformément sur le chaînage à l'aide de la truelle.

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

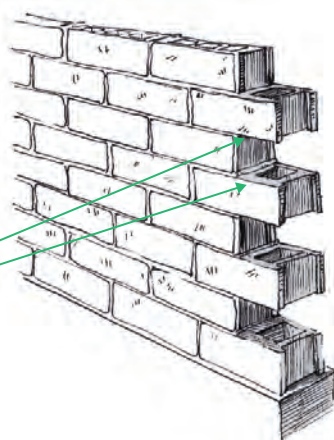


Pose des blocs



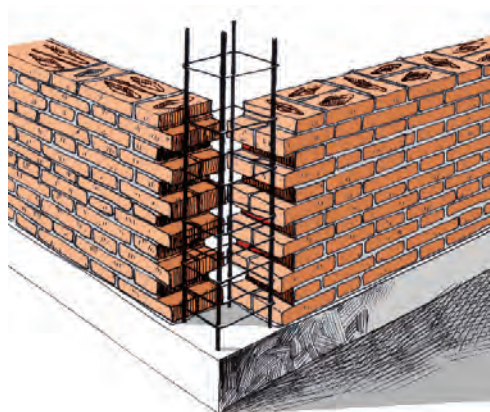
► Murs de blocs ou de briques

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

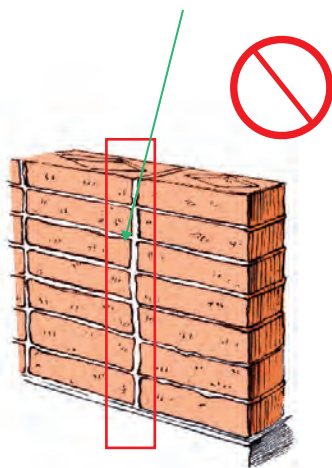


Si des briques sont utilisées, le patron flamand doit être retenu.

Les joints verticaux continus sont interdits.

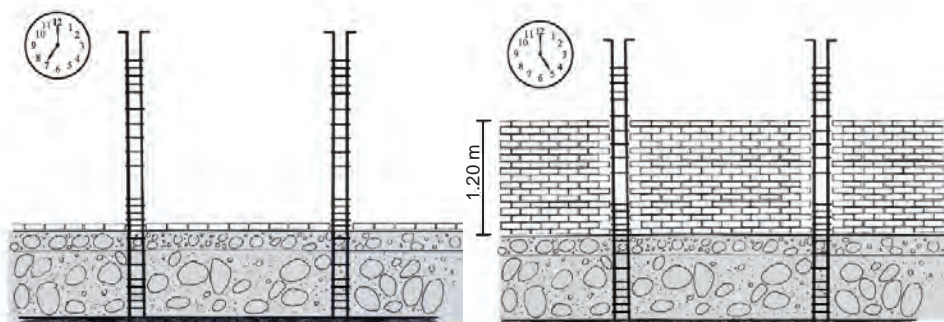


Patron flamand

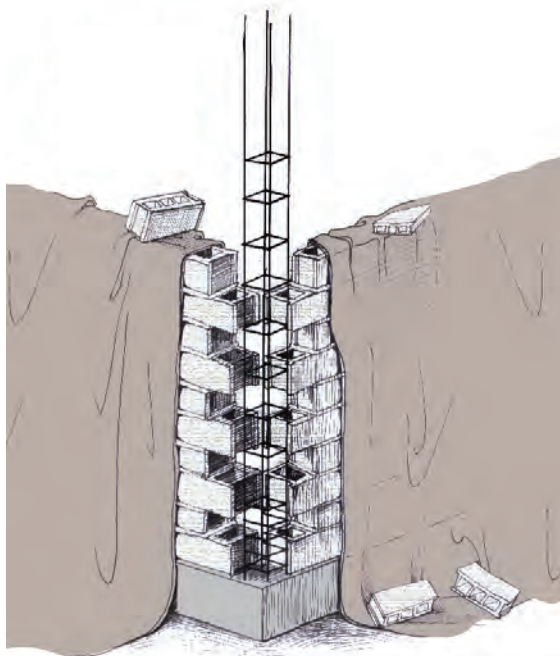


► Construction et murissement

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.



► 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.

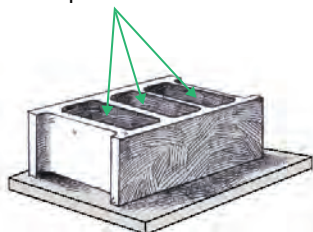
Il s'agit de barres d'armature $\varnothing 3/8''$ en forme de crochet, placées dans des lits de béton de l'épaisseur d'un rang de blocs de béton. Le lit de béton doit être coffré pour le coulage. Les alvéoles des blocs situés sous le lit doivent avoir été préalablement colmatées.

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.

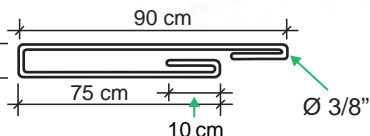
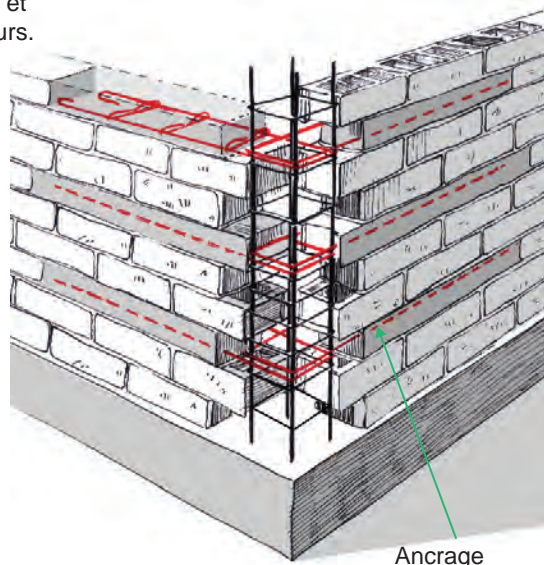
Remplir de mortier



Étrier $\varnothing 1/4''$ @ 20 cm



Écart entre 2 barres longitudinales du chaînage vertical

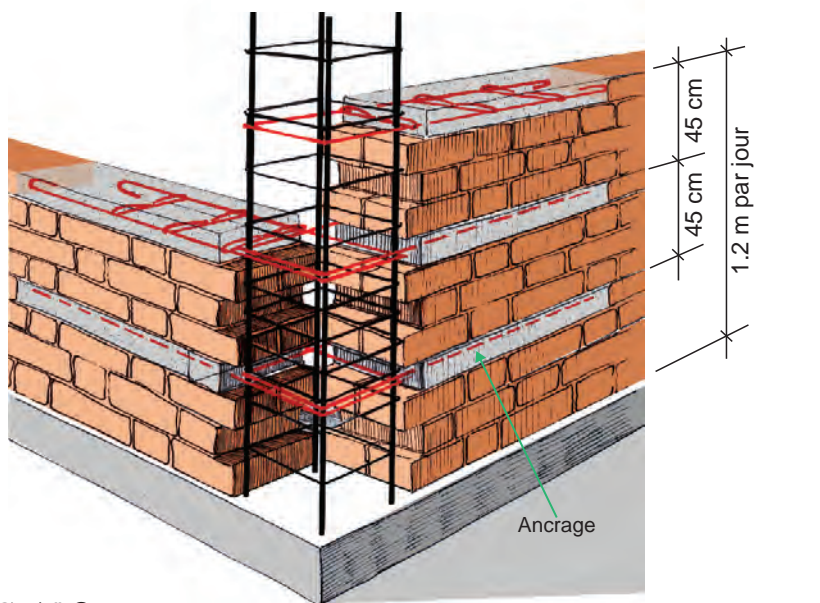


► Amélioration de l'ancrage des murs de briques

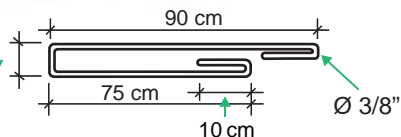
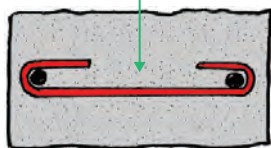
Pour améliorer la liaison entre les chaînages verticaux et les murs de briques **dans les zones de forte sismicité**, il est possible de placer des ancrages à chaque 45 cm de distance lors de la construction des murs.

Il s'agit de barres d'armature $\text{Ø } 3/8''$ 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 $\text{Ø } 1/4''$ espacés de 20 cm.



Étrier $\text{Ø } 1/4'' @ 20 \text{ cm}$

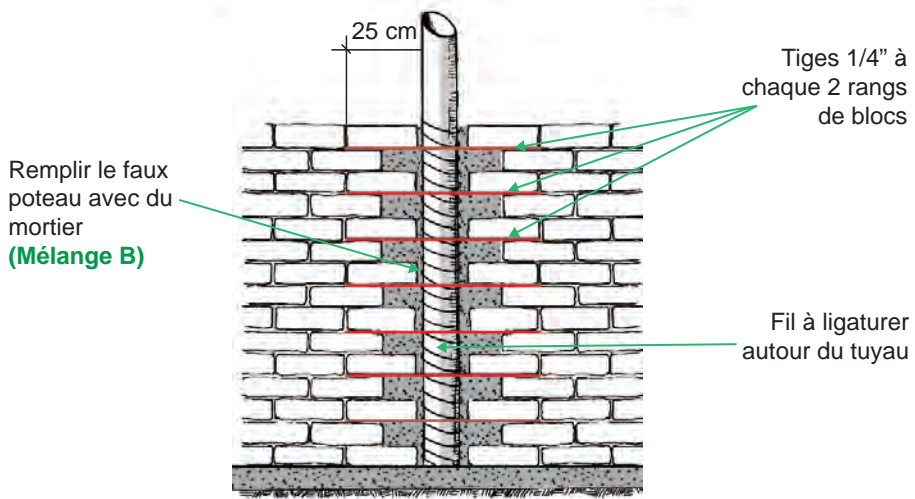
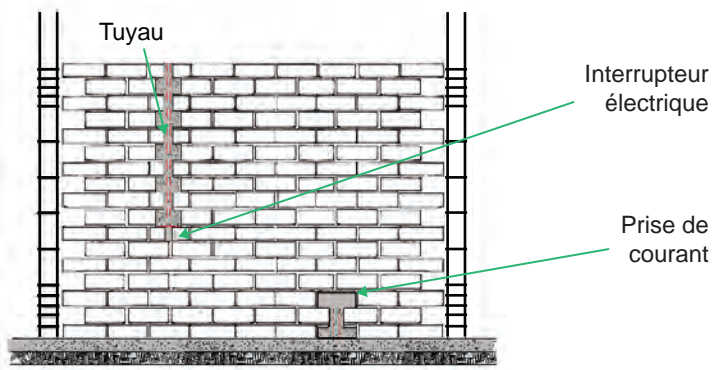


Écart entre 2 barres longitudinales du chaînage vertical

► 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 lors de la pose des blocs.



► 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.

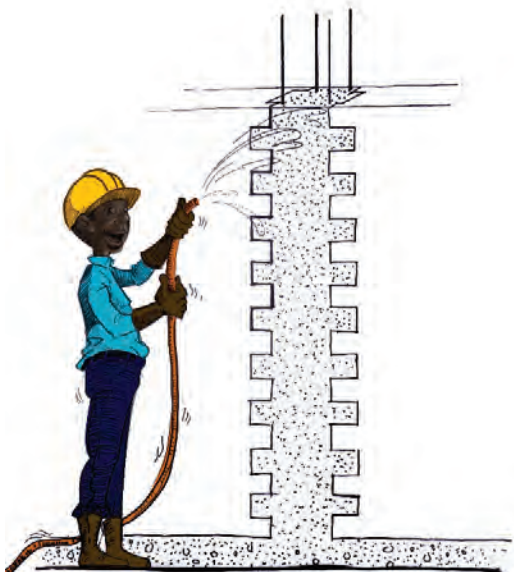
Utiliser des béquilles pour maintenir le coffrage fermement en place

► Décoffrage et murissement 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 murer 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.

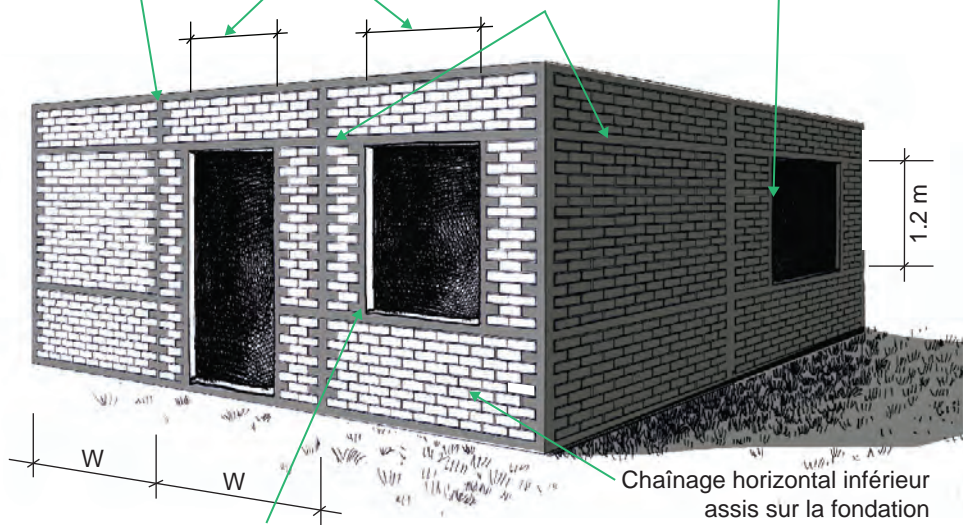
Disposer des chaînages horizontaux intermédiaires sur toute la longueur des murs, même lorsqu'il n'y a pas de fenêtre.

Chaînage supérieur (situé au niveau du toit ou de la dalle du premier niveau, dans le cas d'un bâtiment de 2 étages).

Jambage bétonné pour les fenêtres et les portes

Chaînage intermédiaire situé au niveau du linteau

W/2 maximum



Chaînage horizontal inférieur assis sur la fondation

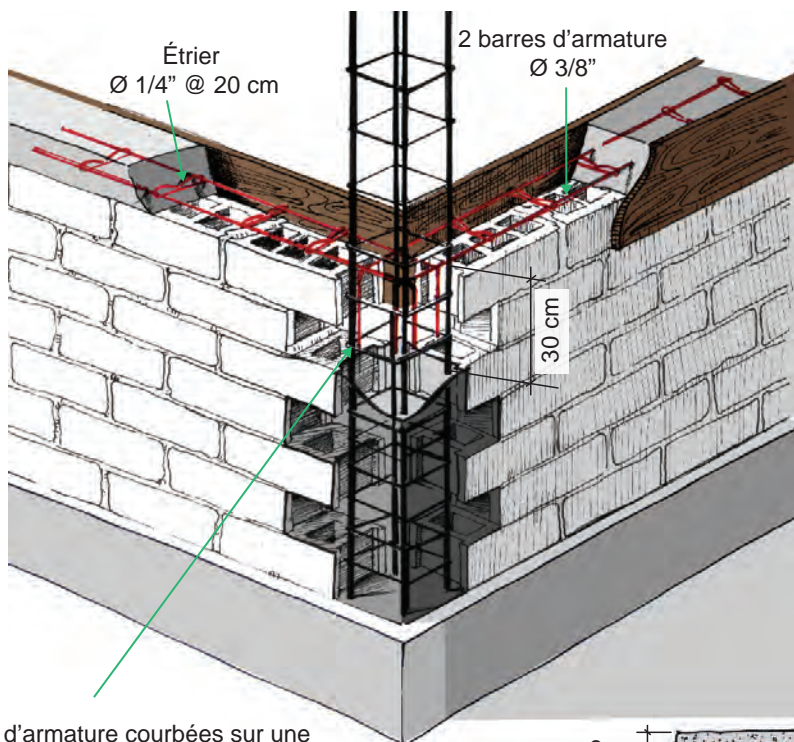
Chaînage intermédiaire situé au niveau de l'allège

► Chaînage horizontal intermédiaire

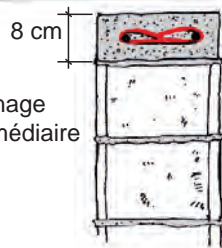
Placer le coffrage des chaînages intermédiaires et bétonner ces derniers en même temps que les chaînages verticaux.

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 chevauchement des barres d'armature ne doit pas être inférieure à 60 cm.

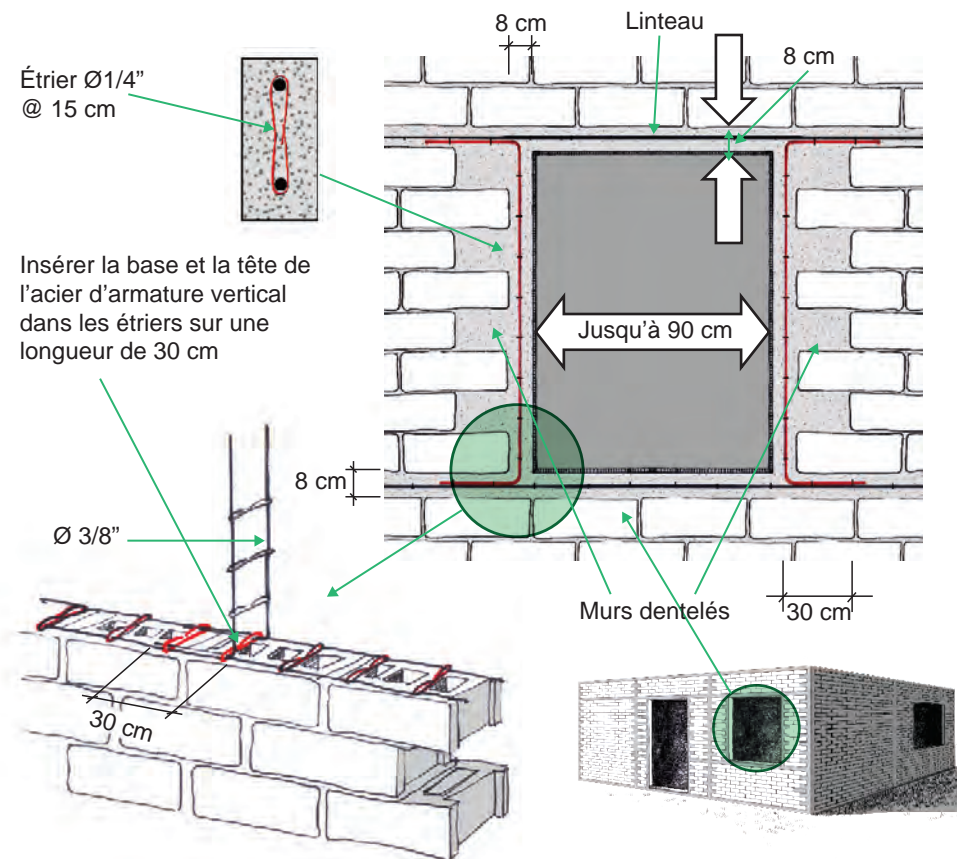


► Renforcement des cadres de portes et fenêtres

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.



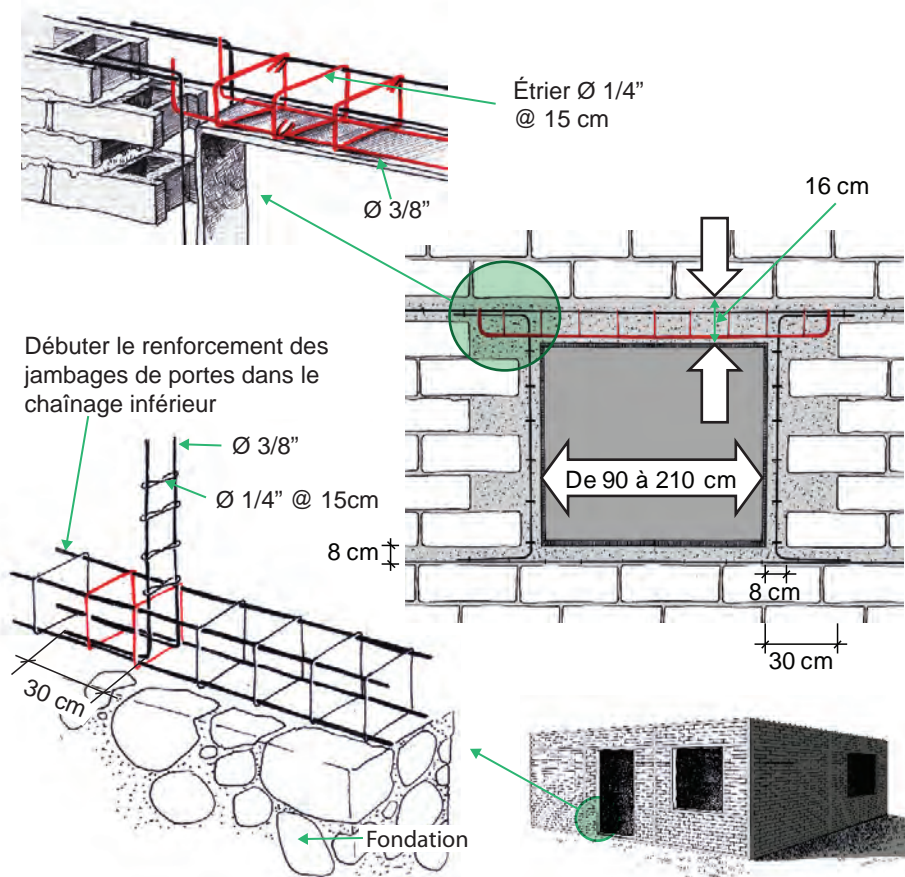
CONSTRUCTION D'UN BÂTIMENT

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

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

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

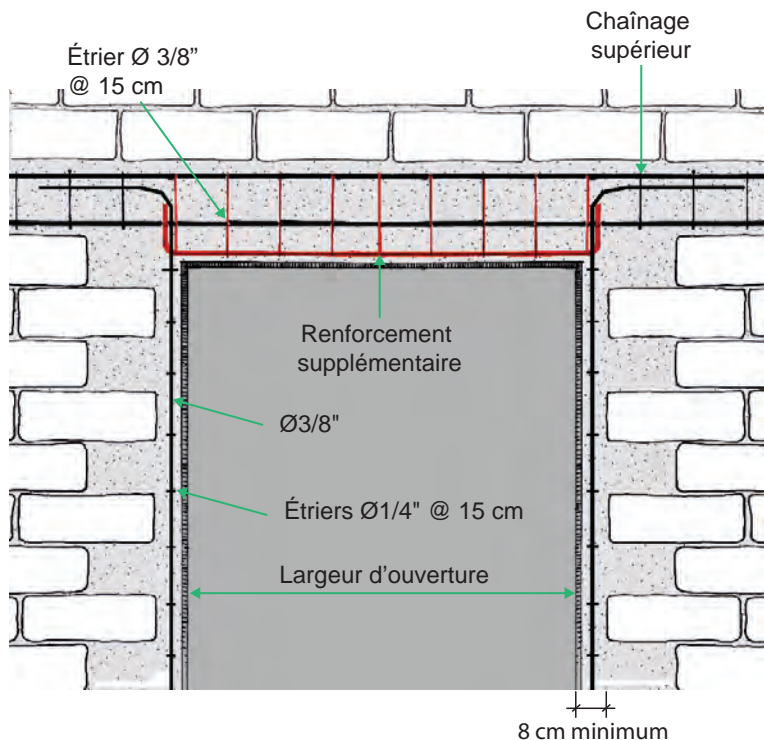
Pour les fenêtres mesurant entre 90 et 210 cm de largeur, construire un linteau de 16 cm de hauteur, en ajoutant deux barres d'armature $\text{Ø}3/8''$ supplémentaires et des étriers $\text{Ø}1/4''$ @ 15 cm d'écartement.



► 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.

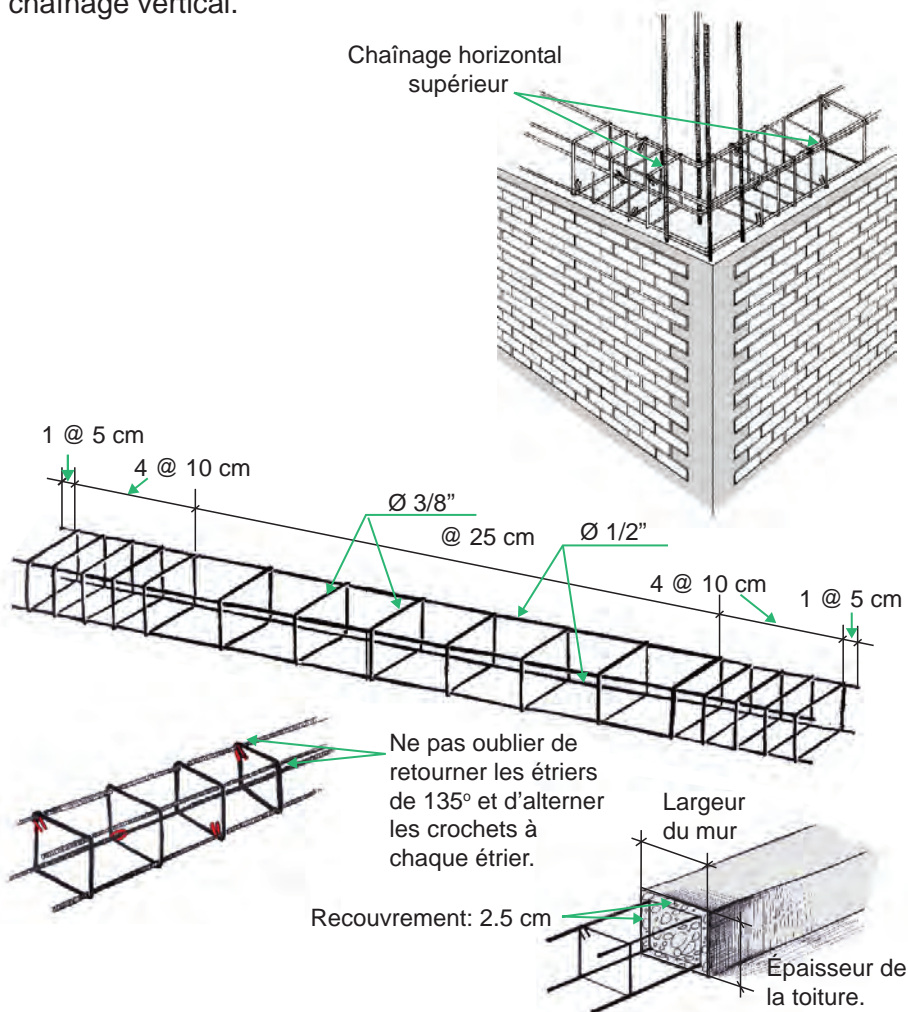
Largeur d'ouverture	Renforcement supplémentaire	Hauteur supplémentaire
De 90 à 150 cm	2 Ø 3/8"	8 cm
De 150 à 210 cm	2 Ø 1/2"	16 cm



► Chaînage horizontal supérieur

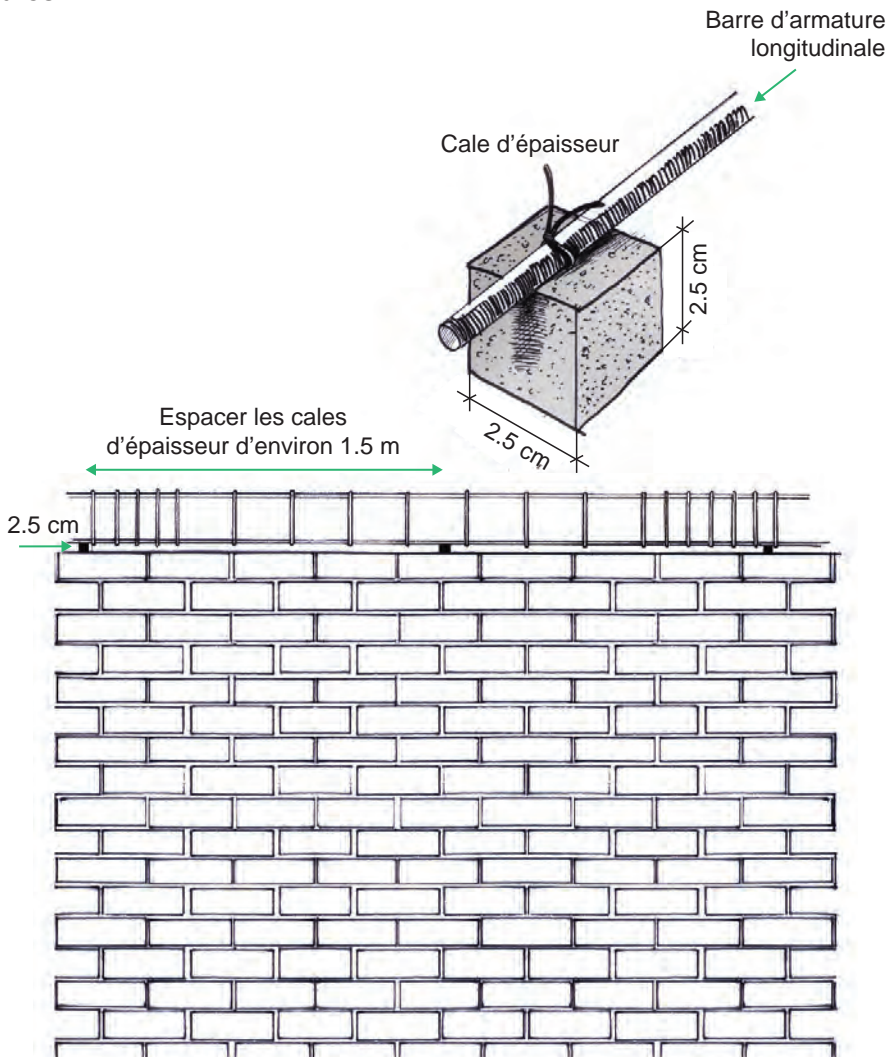
Le chaînage horizontal supérieur est important puisqu'il permet de confiner les murs de maçonnerie. Il se situe au même niveau que la dalle de plancher ou de toiture et en fait partie.

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



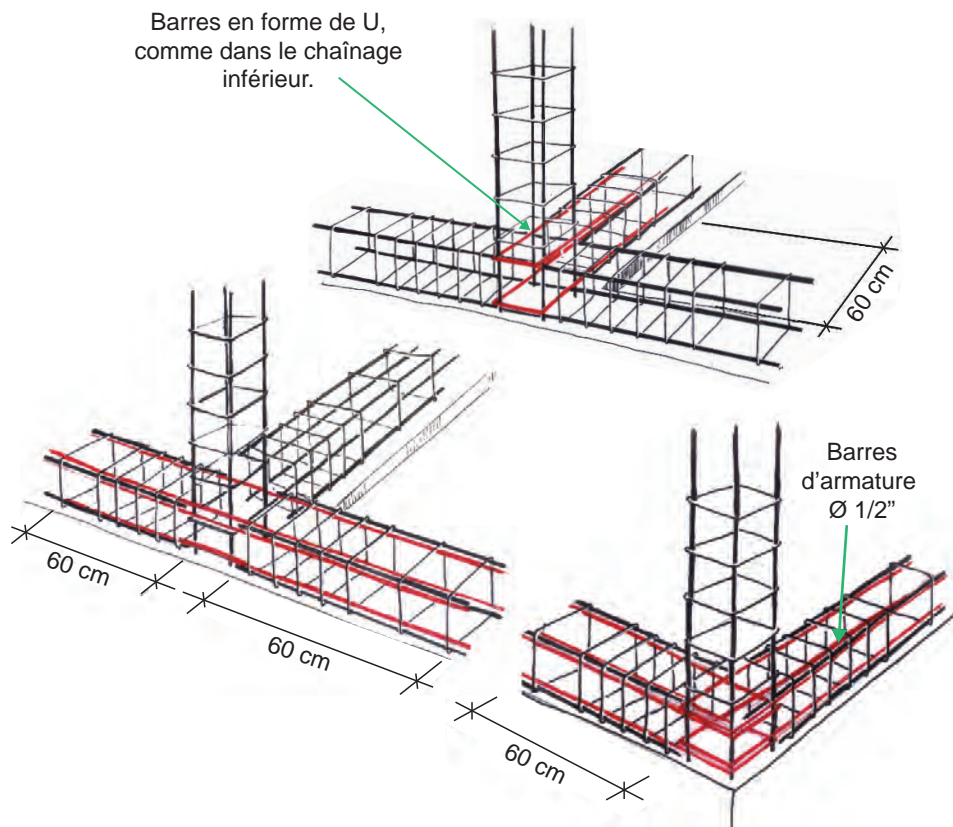
► Chaînage horizontal supérieur (suite)

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

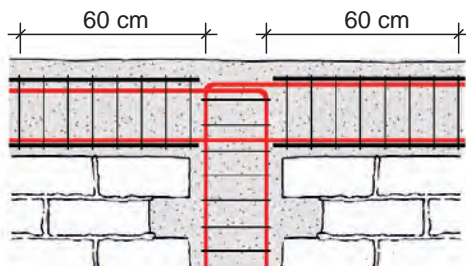
Les joints entre les chaînages horizontaux supérieurs et les chaînages verticaux sont en tout point semblables à ceux entre les chaînages horizontaux inférieurs et les chaînages verticaux.



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

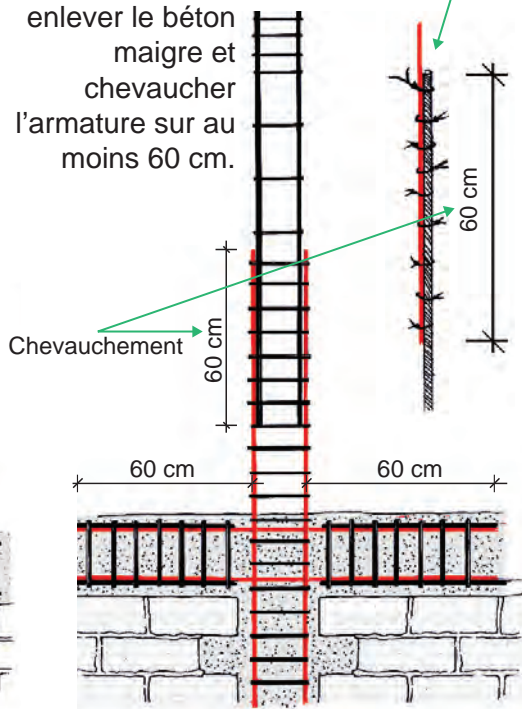
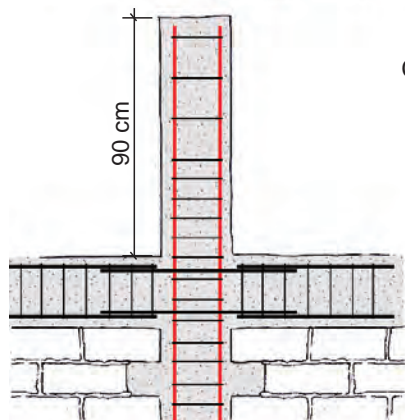
Si aucun niveau supérieur n'est prévu, plier les barres d'armature du chaînage vertical à l'intérieur des étriers du chaînage horizontal sur au moins 60 cm.



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 chevaucher l'armature sur au moins 60 cm.

Attacher avec fil à ligaturer

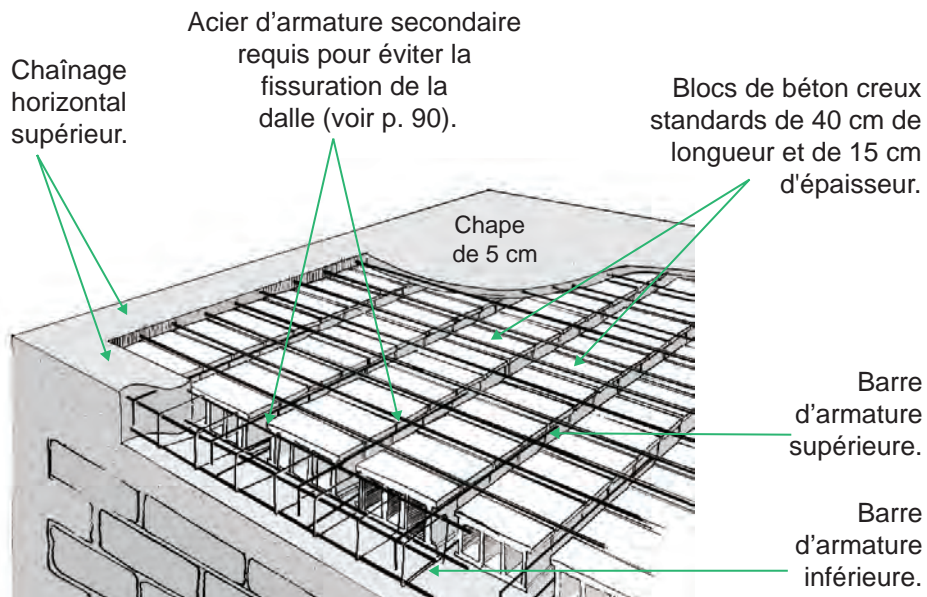


► Dalle légère

Une dalle légère 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.

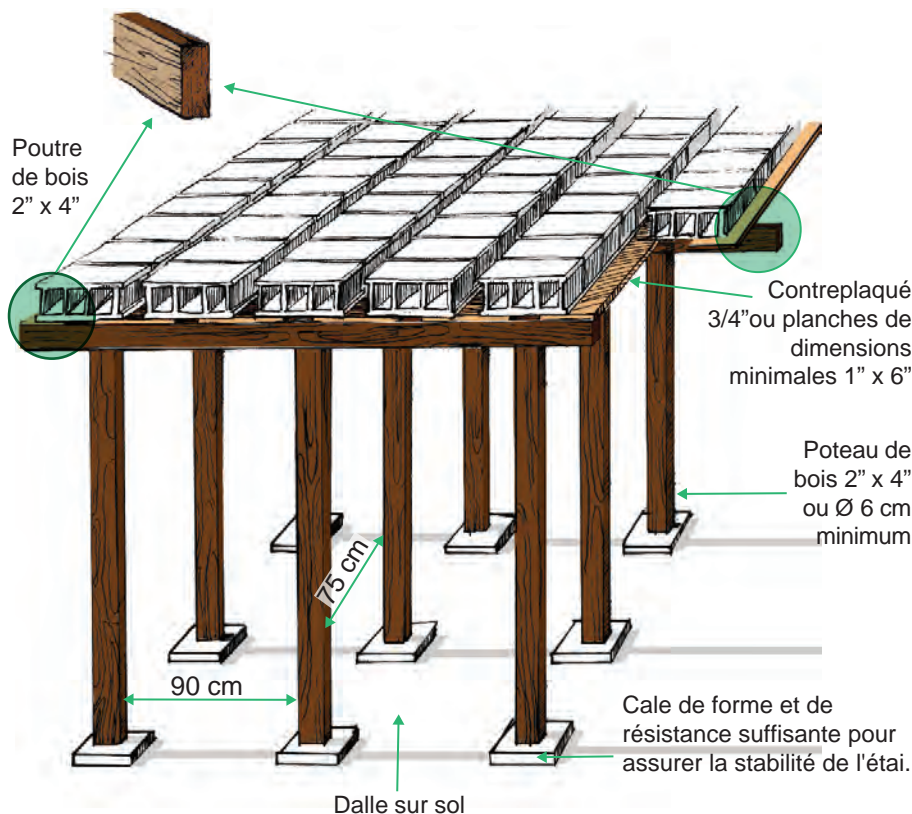
Les poutrelles sont parallèles à la plus courte portée mesurée entre deux murs opposés (voir p. 101).



► Étaie 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 étaie constitué de poteaux de dimensions 2" x 4".

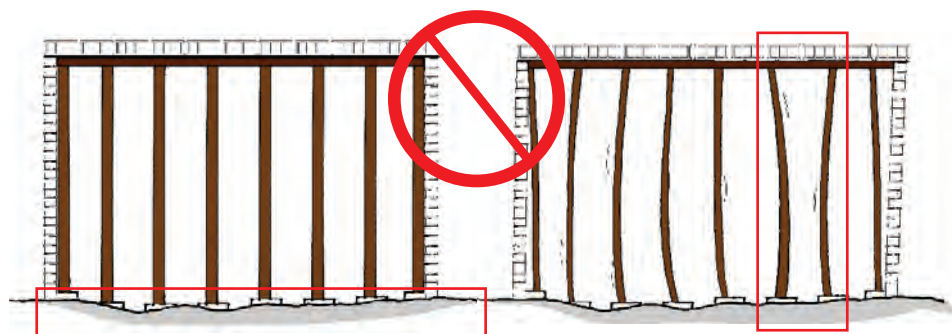
Ne jamais utiliser de matériaux inadéquats, tels des sacs de ciment ou du carton, comme coffrage.



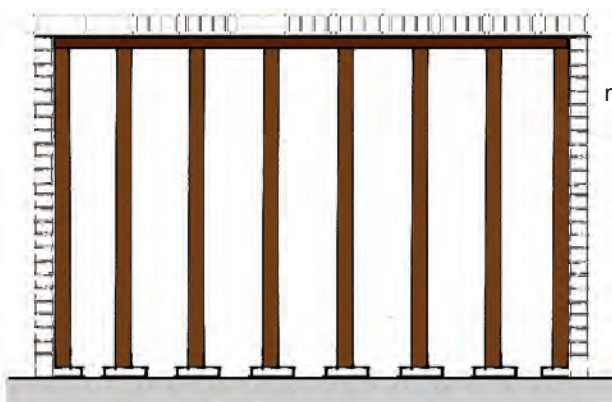
▶ Étaielement et coffrage de la dalle (suite)

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

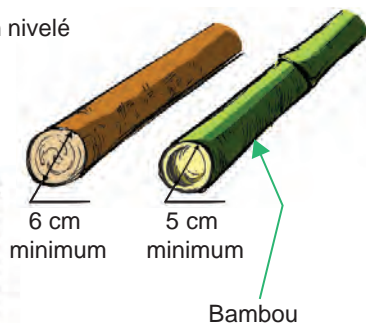
Ne jamais utiliser du bois rond qui n'est pas droit et dont le diamètre est inférieur à 6 cm ou des tiges de bambou dont le diamètre est inférieur à 5 cm.



Sol non compacté et non nivelé



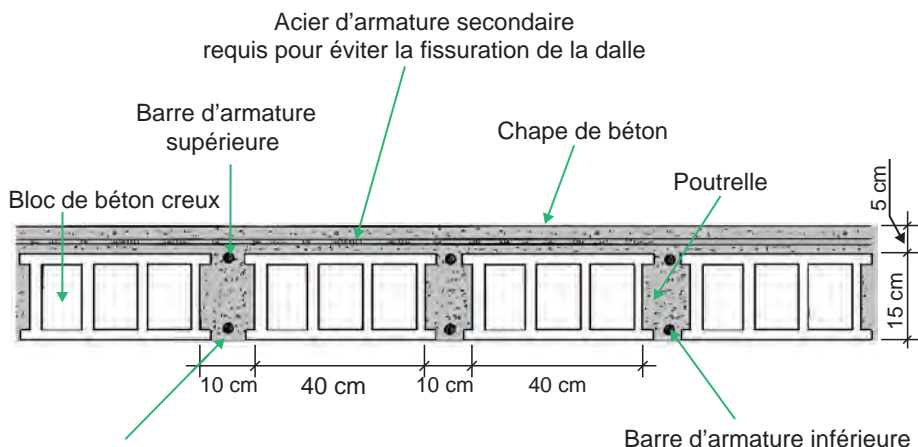
Dalle sur sol ou sol compacté et nivelé



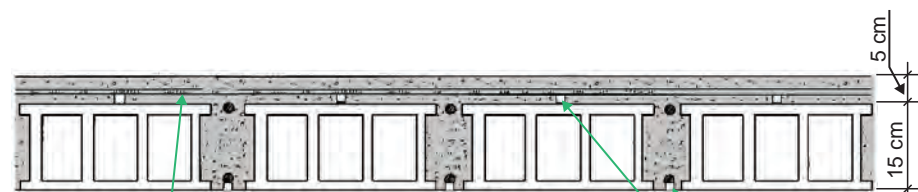
► Dimensions de la dalle légère

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

Les poutrelles ne comportent pas d'étrier.



Recouvrement de béton de 2.5 cm



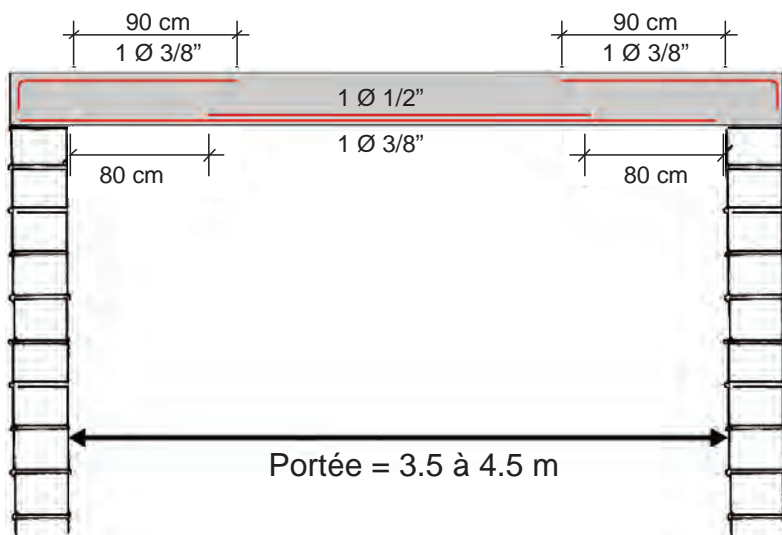
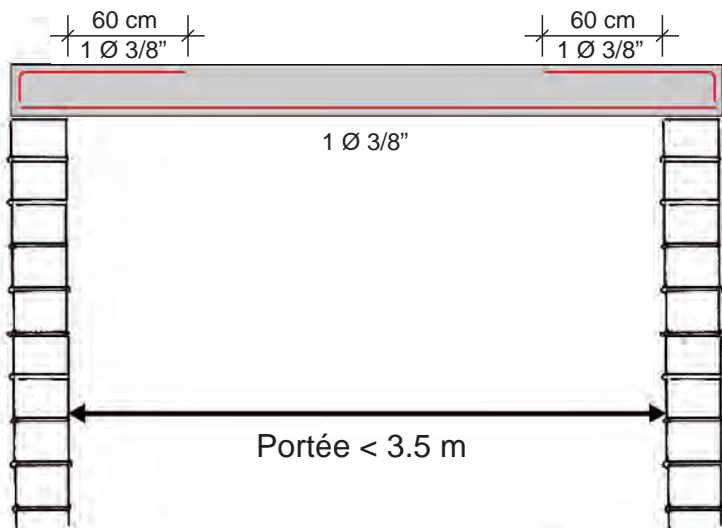
Pour empêcher la fissuration de la chape de béton due aux effets de température, placer des barres $\varnothing 1/4'' @ 25\text{cm}$, perpendiculairement aux poutrelles. L'armature secondaire est placée à mi-hauteur de la chape de béton, soit à 2.5 cm du dessus des hourdis. L'armature secondaire **ne doit pas** être en contact avec les blocs de béton.

Utiliser des cales d'épaisseur de 2.5 cm pour maintenir les barres secondaires et les barres d'armature inférieures aux niveaux requis.

CONSTRUCTION D'UN BÂTIMENT

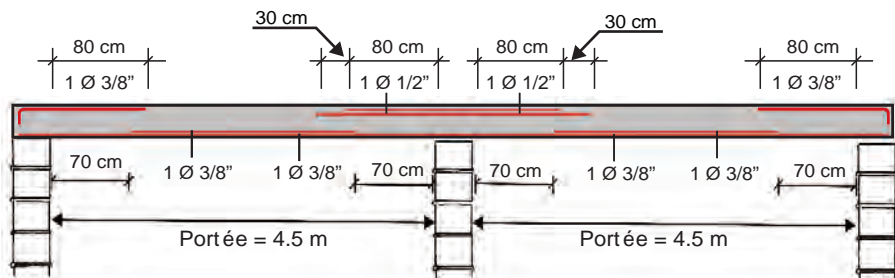
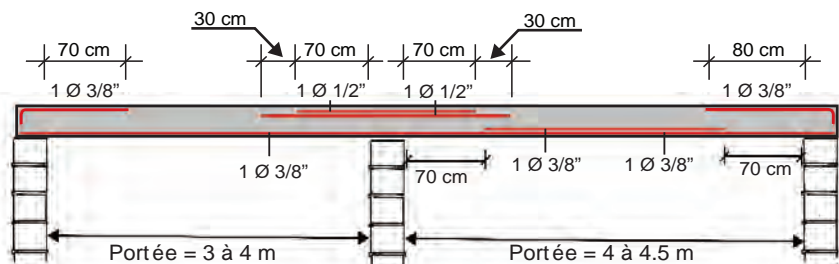
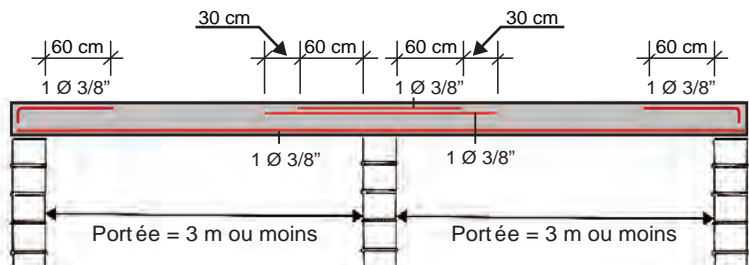
CONSTRUCTION D'UN BÂTIMENT CONSTRUCTION D'UN BÂTIMENT CONSTRUCTION D'UN BÂTIMENT CONSTRUCTION D'UN BÂTIMENT CONSTRUCTION D'UN BÂTIMENT

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



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

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

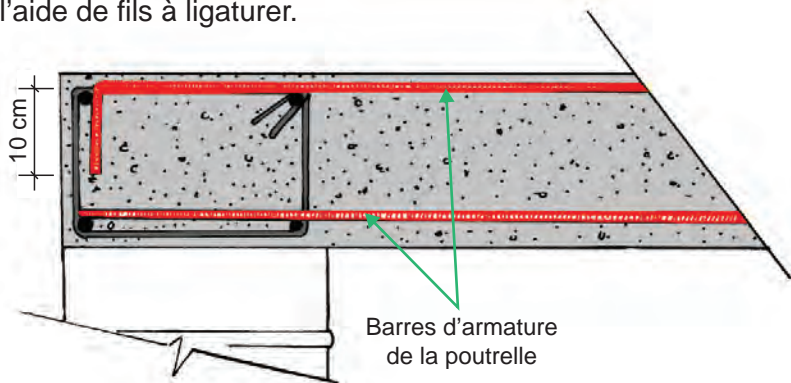


CONSTRUCTION D'UN BÂTIMENT

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

► 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.

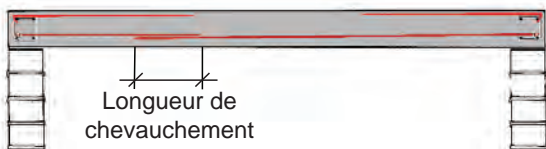
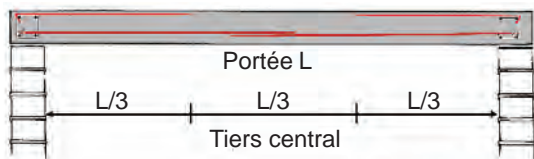


► Chevauchement de l'armature des poutrelles

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



Chevauchement au milieu de la portée



Barre d'armature	Longueur de chevauchement
3/8"	40 cm
1/2"	50 cm

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

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

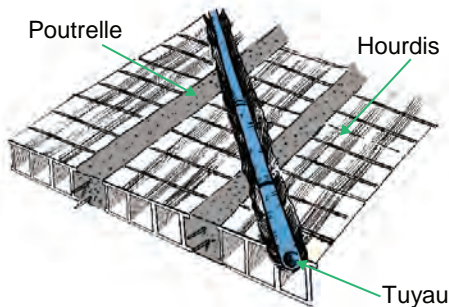
► Tuyaux et conduits dans une dalle légère

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

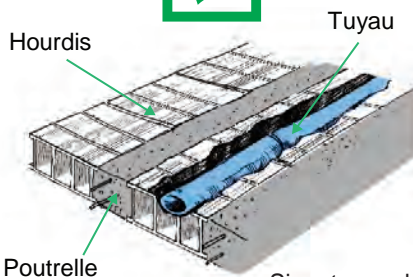
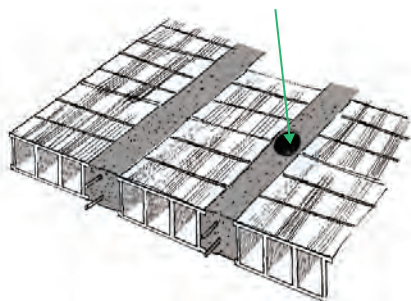
Il est conseillé de se renseigner auprès des services publics ou privés de drainage et d'alimentation en eau et en électricité sur les procédures à suivre pour que l'habitation soit proprement branchée à ces services.



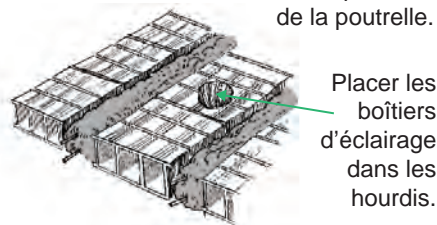
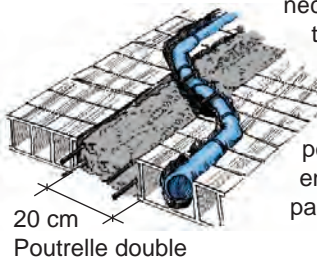
Les tuyaux ne doivent pas couper les poutrelles.



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

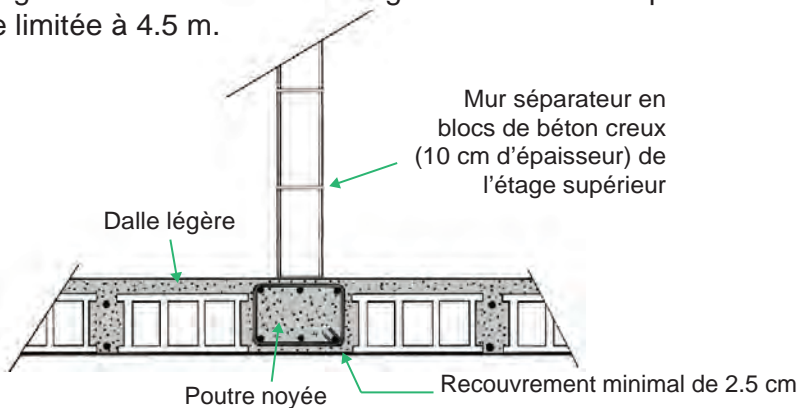


Si un tuyau doit nécessairement traverser une poutrelle, doubler la largeur de la poutrelle à cet endroit et faire passer le tuyau dans le tiers central mesuré sur l'épaisseur de la poutrelle.



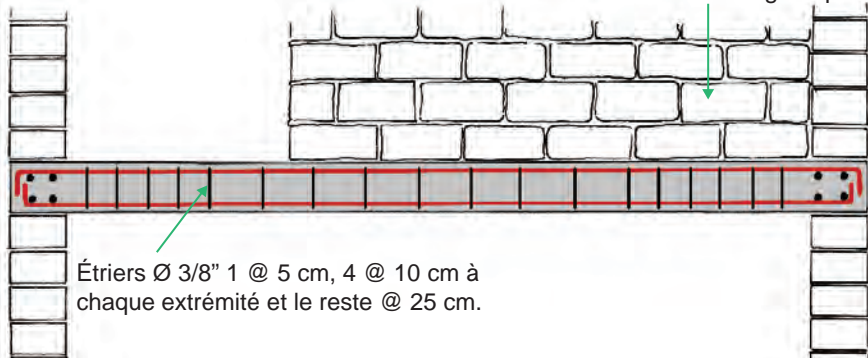
► Poutres noyées dans une dalle légère

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.

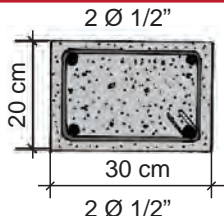


Renforcement des poutres noyées:

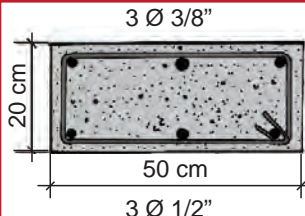
Mur séparateur en blocs de béton de l'étage supérieur



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



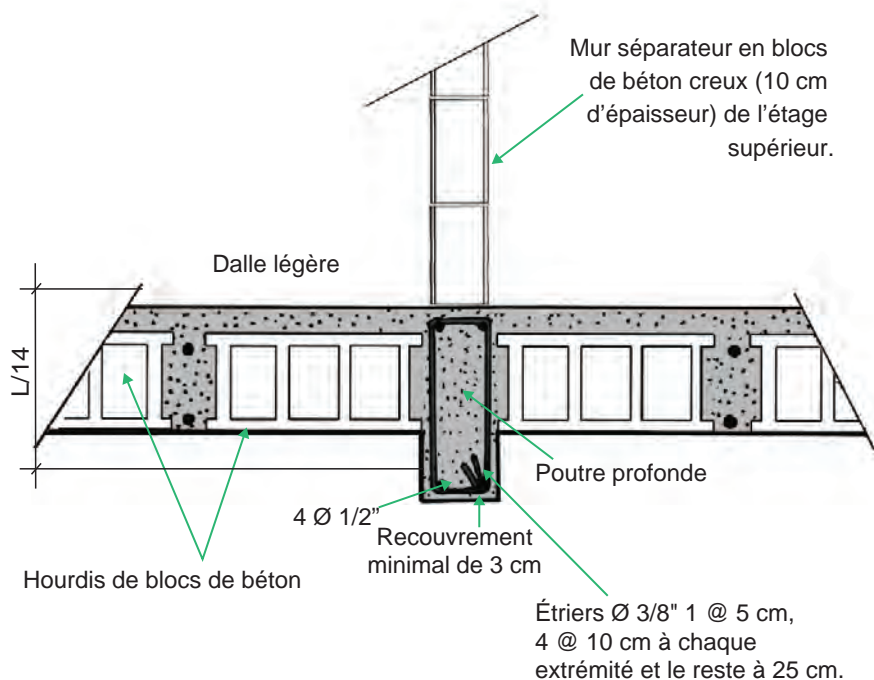
Section minimale et renforcement pour une portée maximale de 4.5 m.



► Dalle légère avec poutres profondes (ou apparentes)

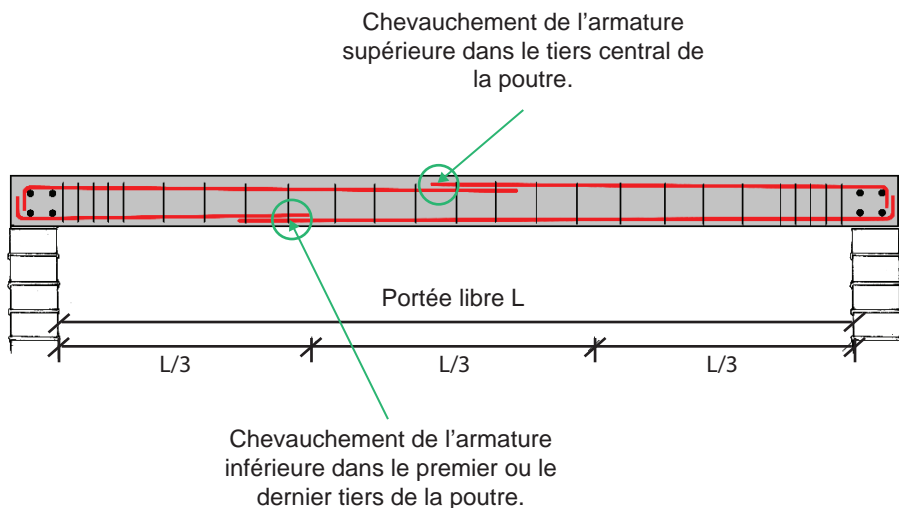
Les poutres profondes sont conçues pour supporter le poids des murs séparateurs à l'étage ou le poids de la toiture. Elles transmettent les charges aux murs et chaînages verticaux et ne reposent généralement pas sur un mur séparateur.

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.



► Chevauchement de l'armature dans les poutres

Le chevauchement 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).



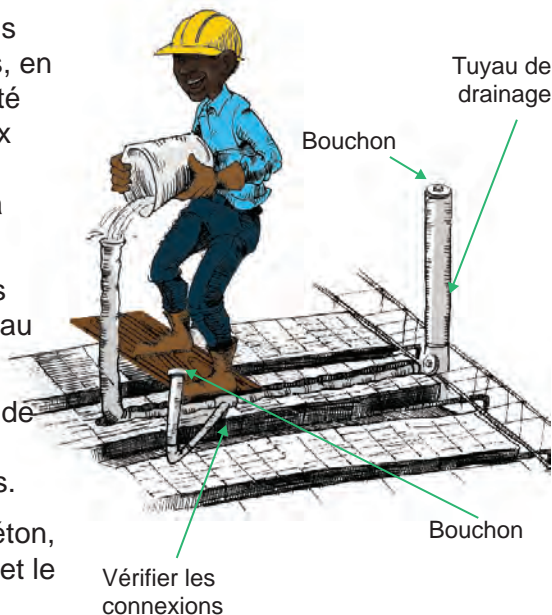
▶ Avant la coulée du béton

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.

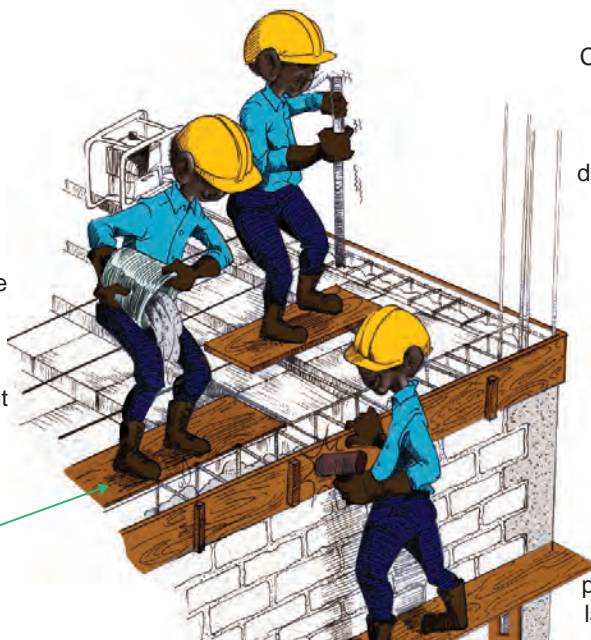
L'étaie et le coffrage doivent demeurer en place **pendant au moins 14 jours** après la coulée, à l'exception des bordures de la dalle qui doivent être décoffrés 48 heures après la coulée de la dalle pour permettre au béton de faire des mouvements de dilatation et de retrait.

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.



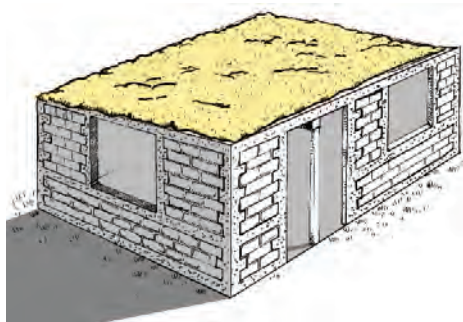
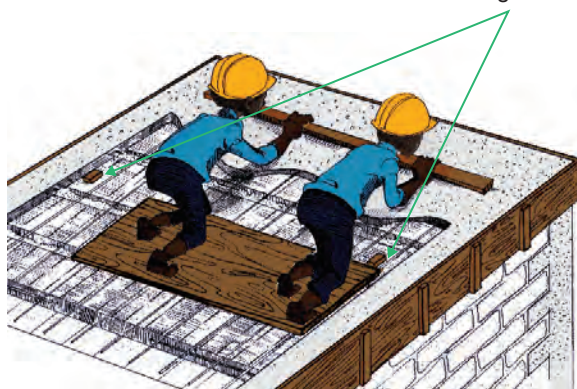
Couler le béton avec soin en évitant de marcher directement sur les hourdis et tuyaux.

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)

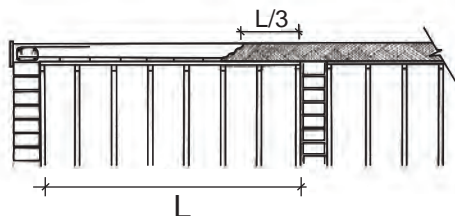
Utiliser une règle à niveler de bois ou de métal pour mettre la surface de béton à niveau. Lorsque le niveau désiré est obtenu, enlever les guides de bois et remplir les trous de béton. Ne pas marcher sur la dalle avant 2 jours après la coulée.

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



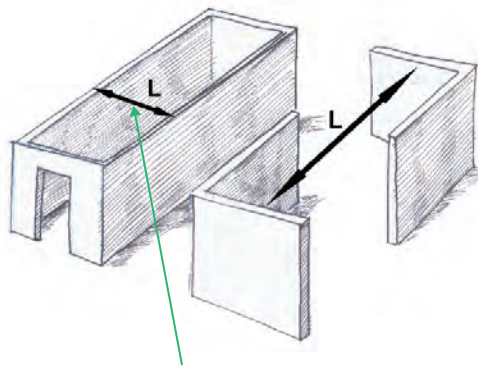
La dalle doit être continuellement mûrie après prise, en étendant du sable sur toute la surface de la dalle et en l'arrosant à toutes les 12 heures pour le maintenir humide. Le mûrissement doit débuter le plus tôt possible et **durer au moins 7 jours.**

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.



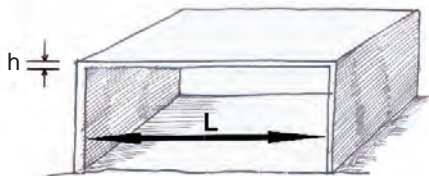
► Dalle de toiture pleine

Portée L de la dalle

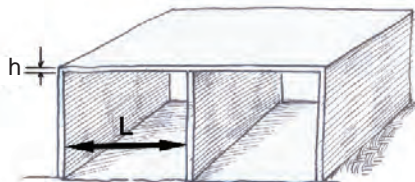


La portée est toujours la plus courte distance mesurée entre deux murs opposés

Épaisseur h de la dalle



Portée simple



Portée continue (double)

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

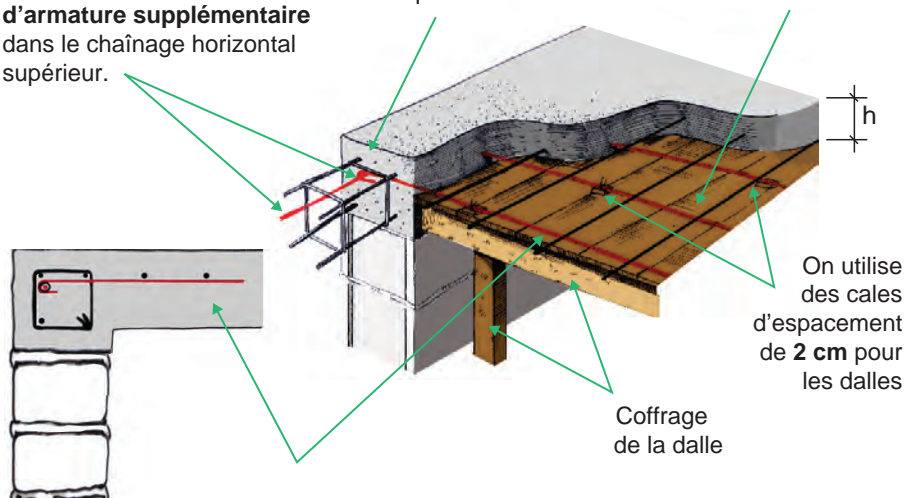
Exemple: pour une portée simple, si $L = 3$ m, $h = 15$ cm

► 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



On utilise des cales d'espacement de 2 cm pour les dalles

Coffrage de la dalle

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 (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

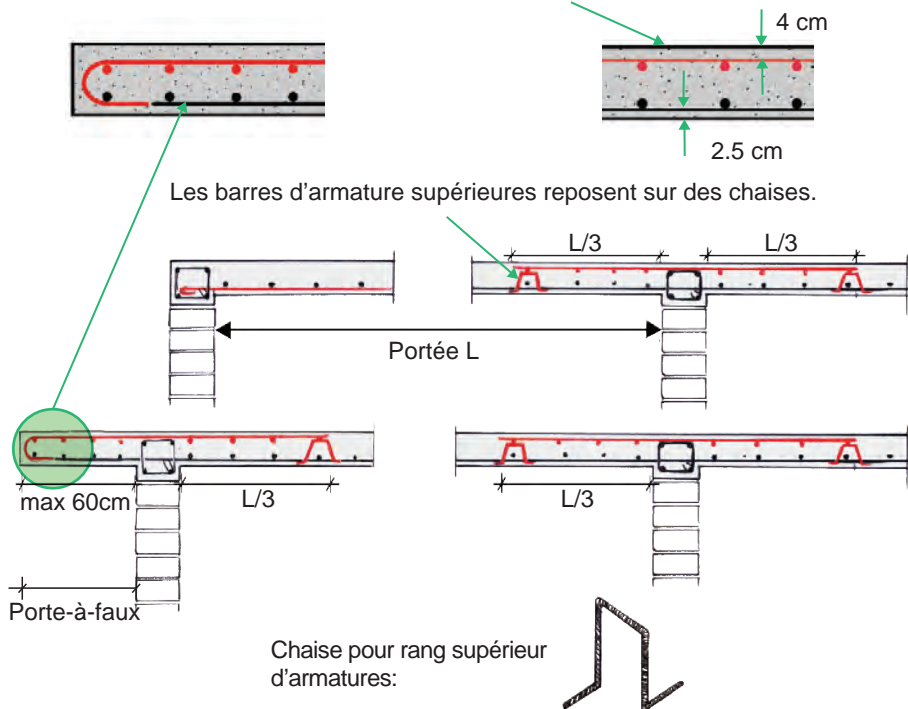
► Armature de la dalle de portée continue

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**.

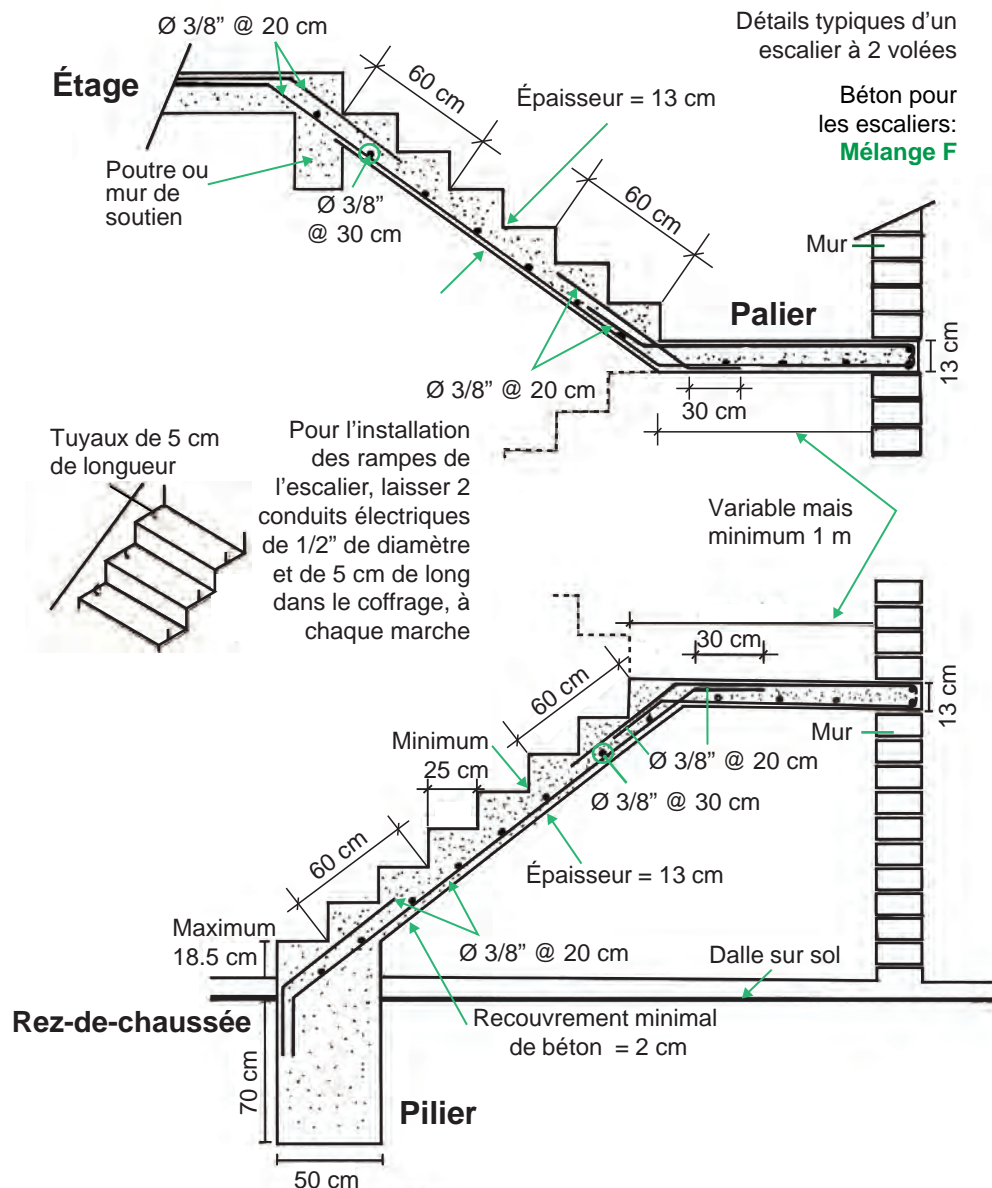
La grosseur et la disposition de l'armature supérieure sont les mêmes que celles de l'armature inférieure pour la plus longue des portées considérées.

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.

Recouvrements:

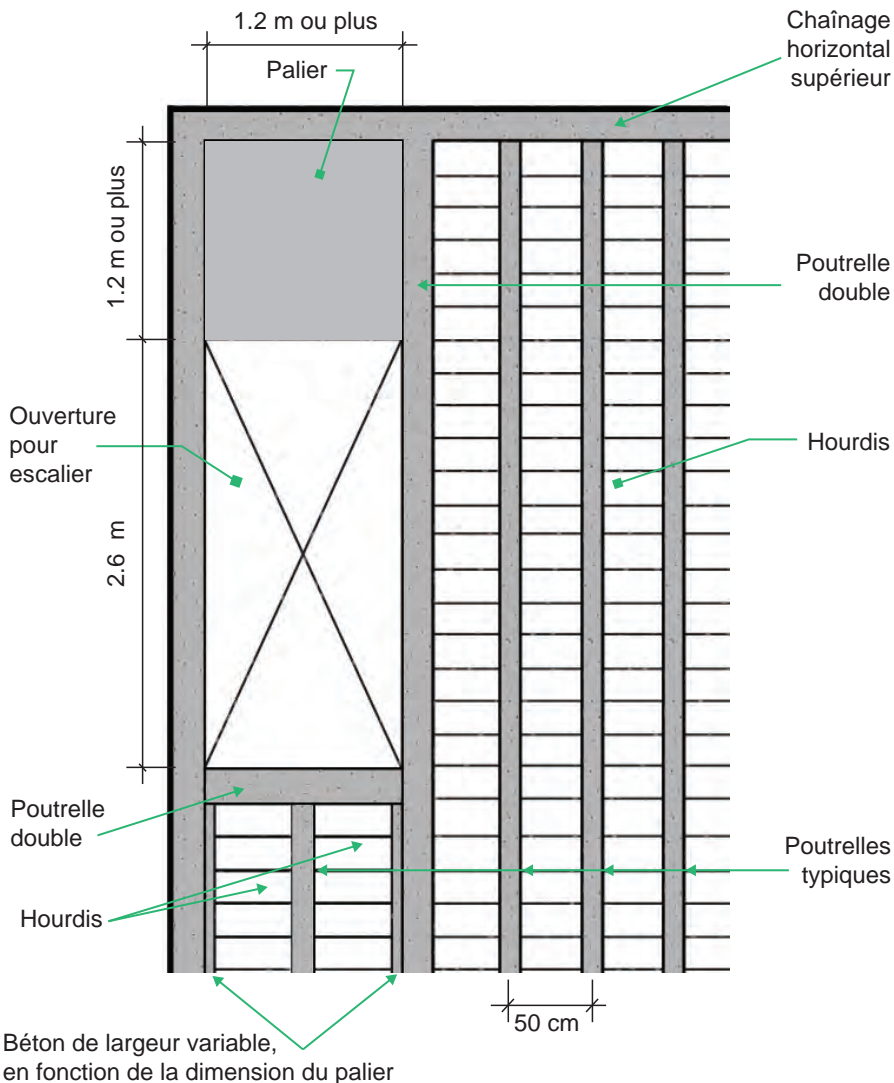


► Divers détails de construction - Escaliers



► Cage d'escalier parallèle aux poutrelles

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

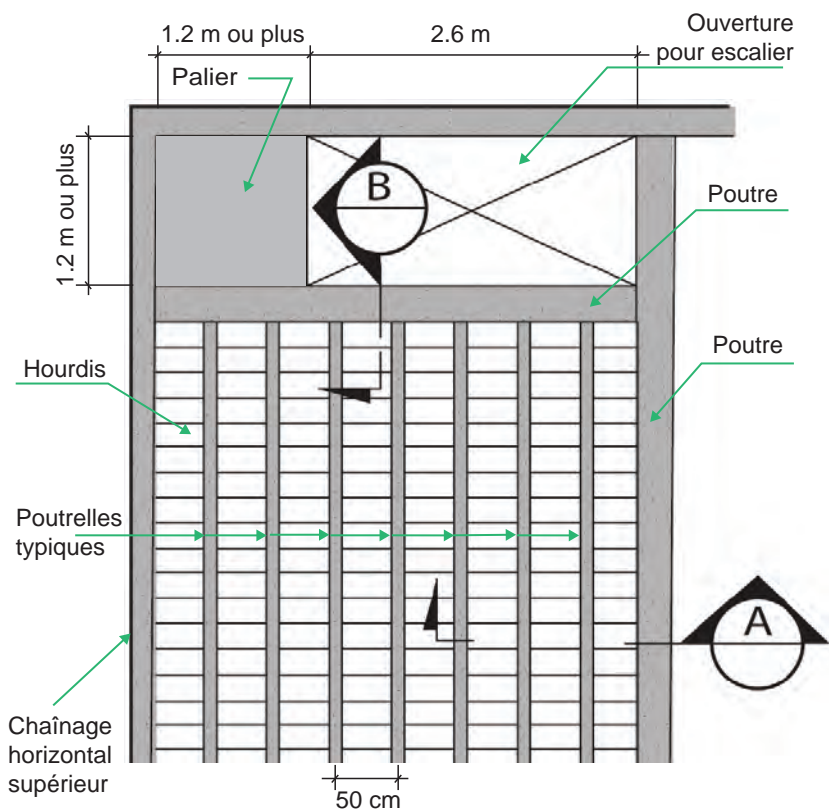


► Cage d'escalier perpendiculaire aux poutres

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 légère vues précédemment.

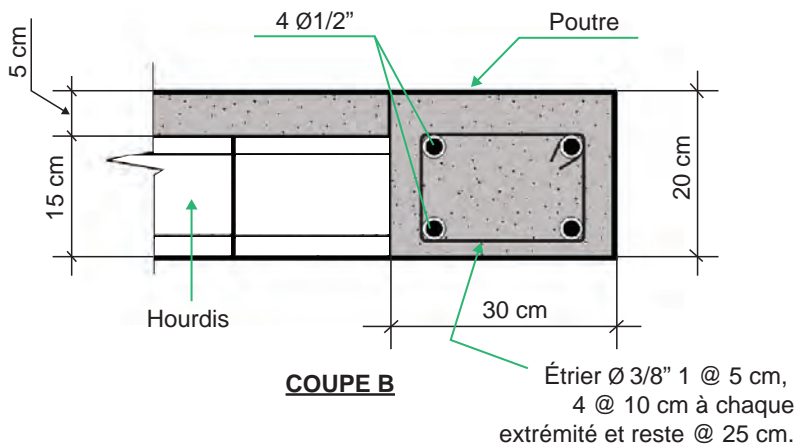
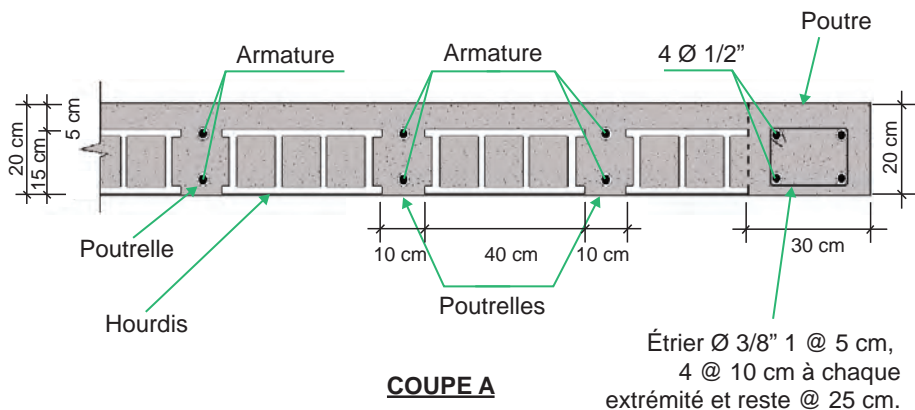
L'armature des poutrelles interceptées doit être ancrée à la poutre de la coupe B comme elles le sont au chaînage horizontal.



CONSTRUCTION D'UN BÂTIMENT

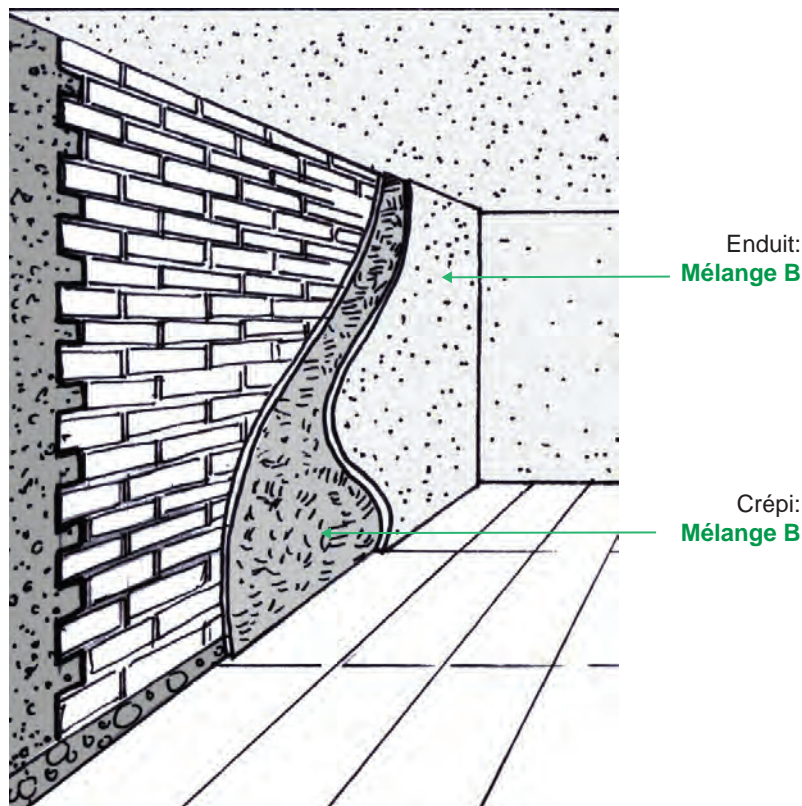
CONSTRUCTION D'UN BÂTIMENT CONSTRUCTION D'UN BÂTIMENT CONSTRUCTION D'UN BÂTIMENT CONSTRUCTION D'UN BÂTIMENT CONSTRUCTION D'UN BÂTIMENT

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



► Crépis et enduits

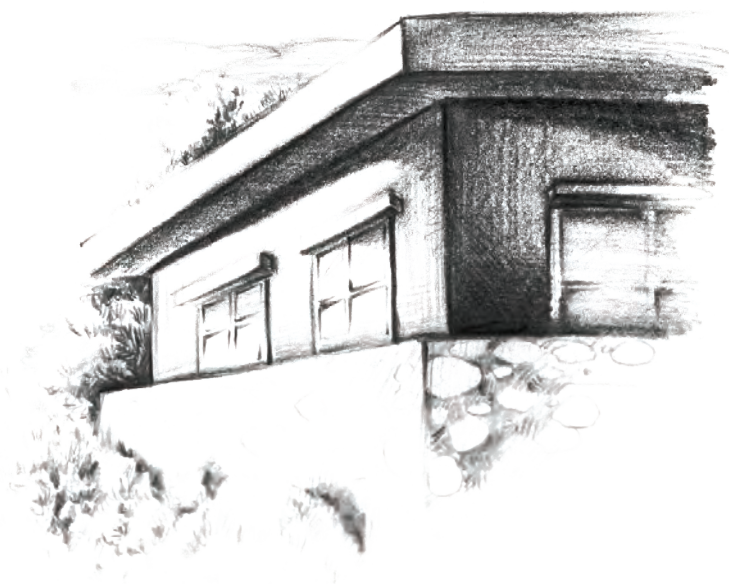
Avant de placer le crépi, nettoyer la maçonnerie et humecter la surface du mur. Humecter le crépi avant de placer l'enduit.



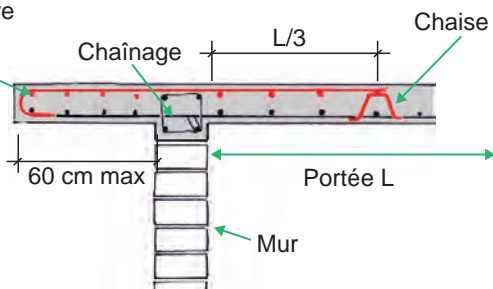
► Corniches

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.



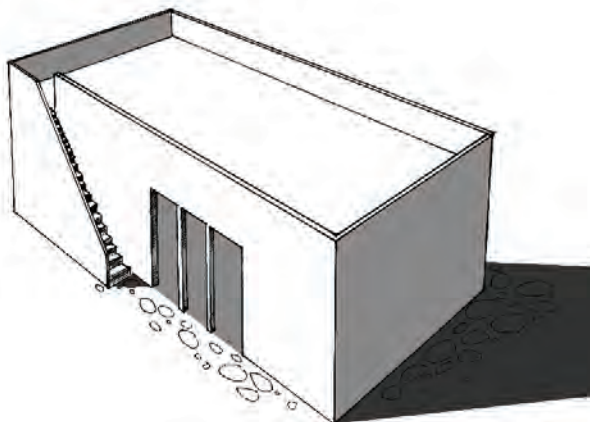
Armature supérieure accrochée à l'armature inférieure à l'extrémité de la corniche.



► 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.

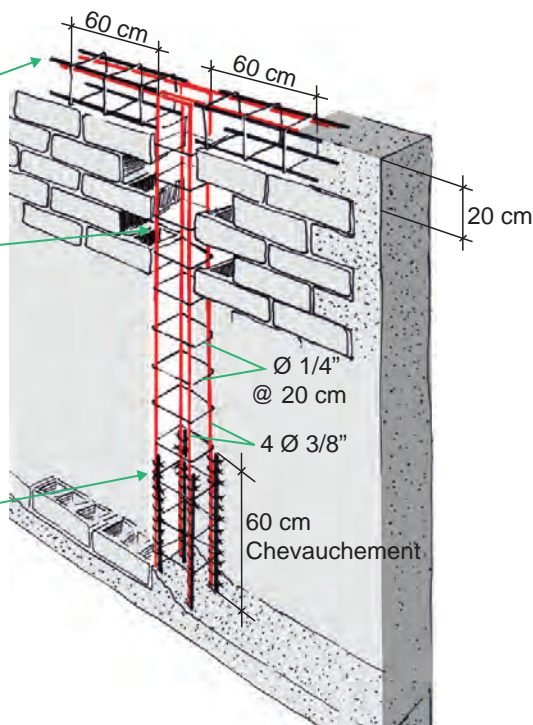
Un drainage efficace de la toiture doit être assuré en fournissant une pente adéquate et des drains qu'il faut entretenir régulièrement.



Chaînage horizontal au-dessus du mur

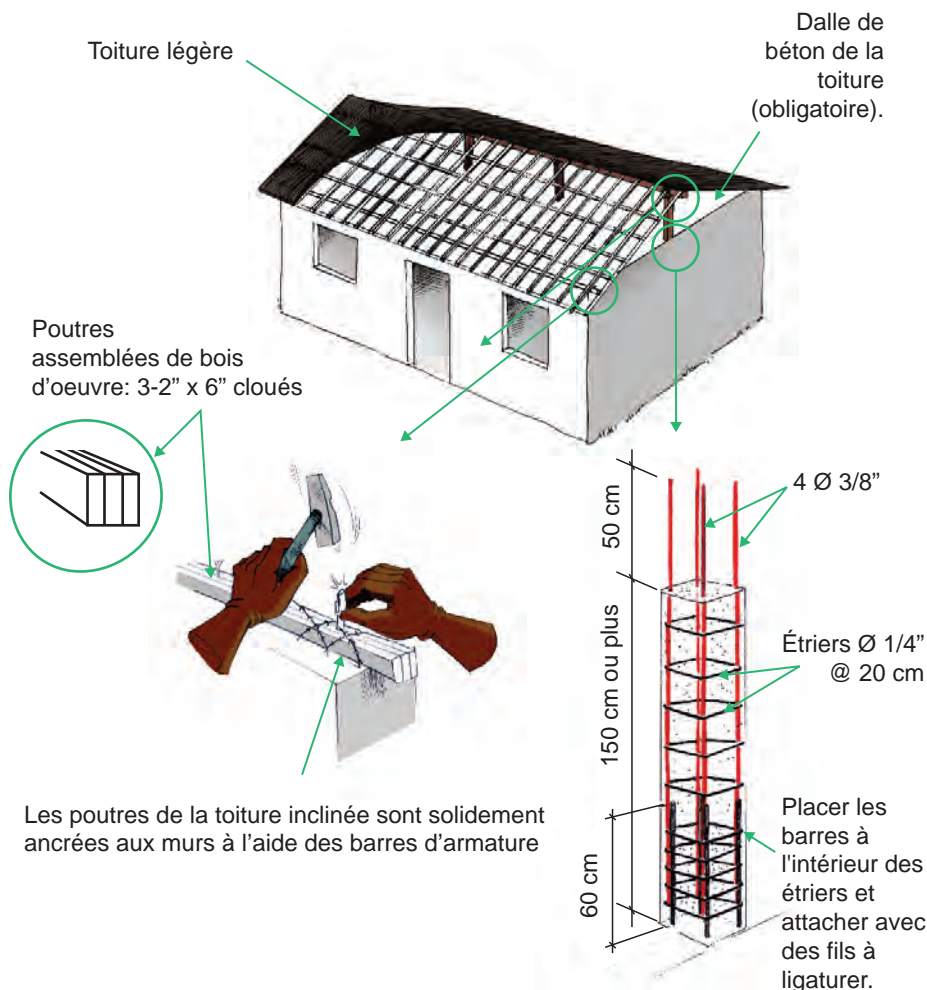
Prolongation des chaînages verticaux inférieurs

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.

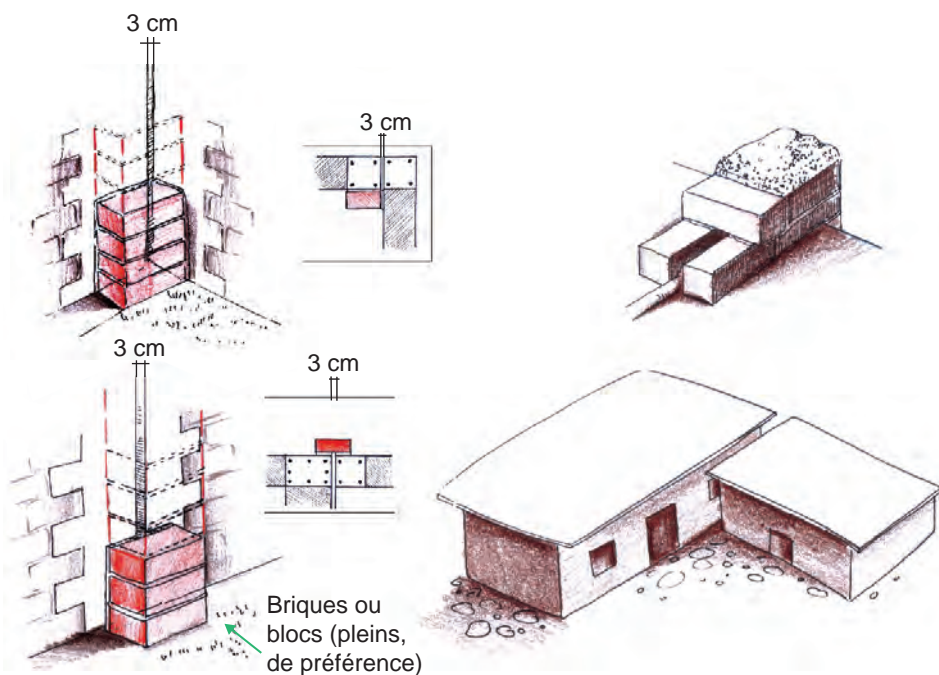


► Extension au bâtiment

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.



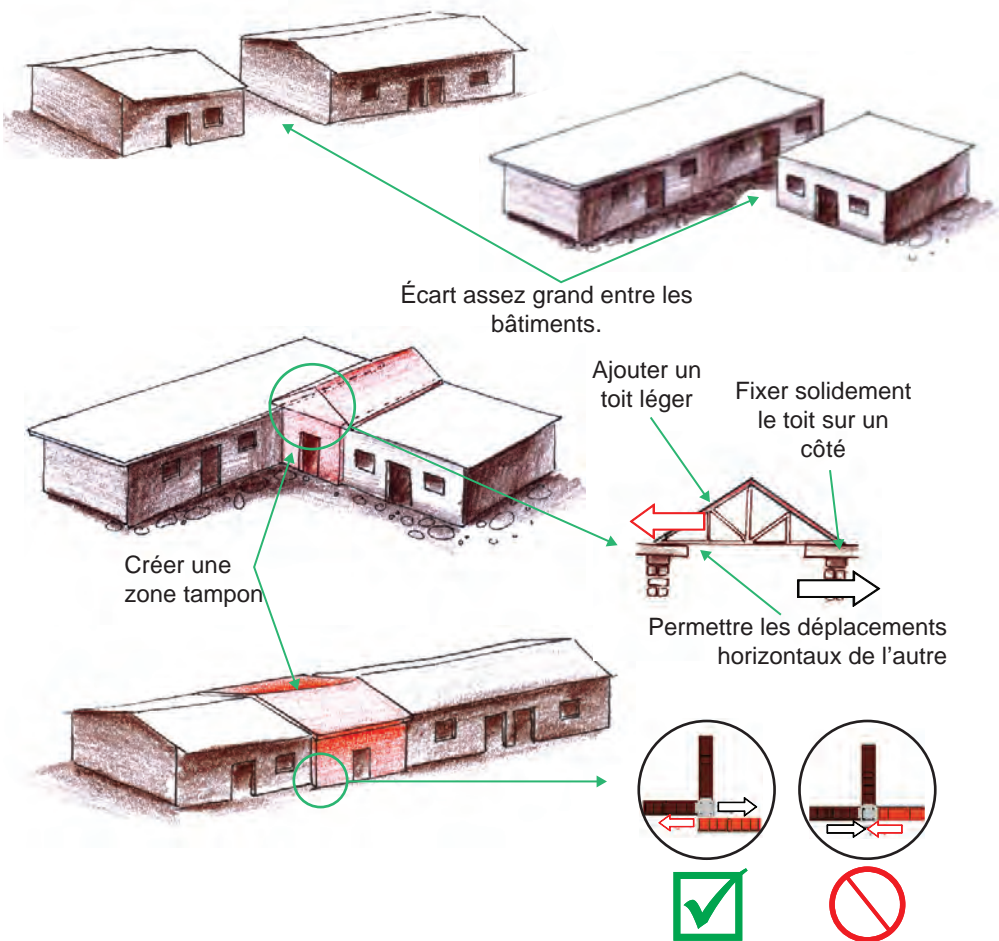
CONSTRUCTION D'UN BÂTIMENT

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

► 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..



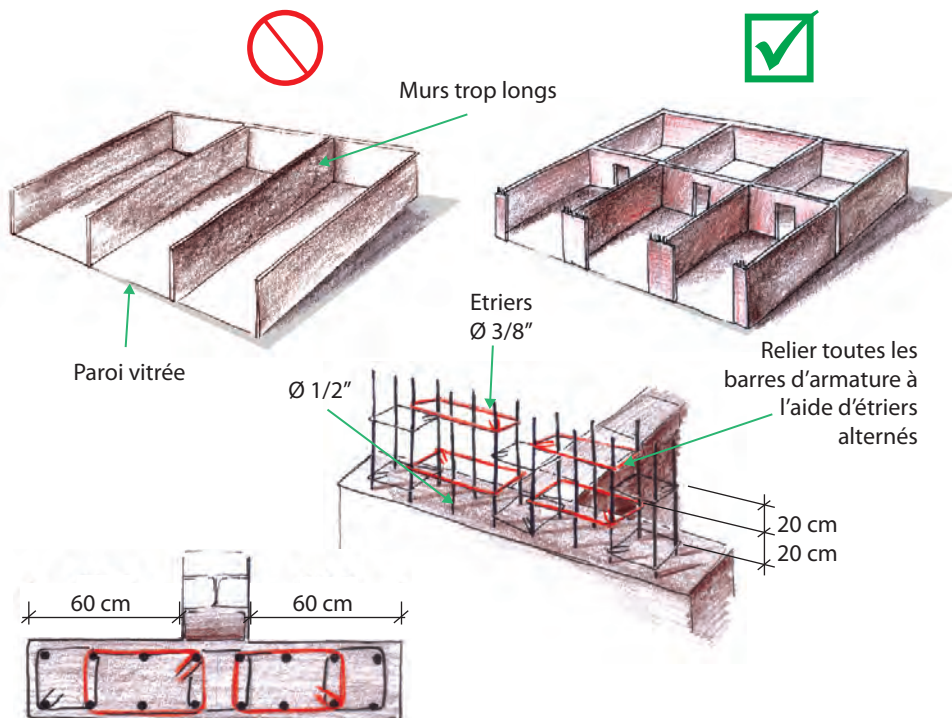
CONSTRUCTION D'UN BÂTIMENT CONSTRUCTION D'UN BÂTIMENT CONSTRUCTION D'UN BÂTIMENT CONSTRUCTION D'UN BÂTIMENT CONSTRUCTION D'UN BÂTIMENT

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

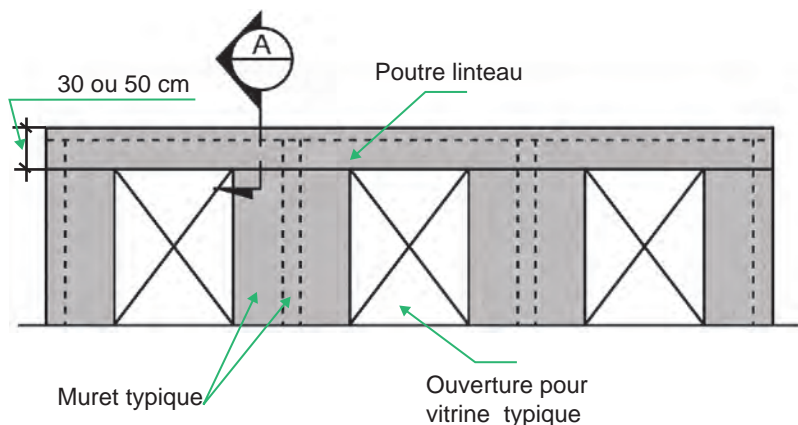
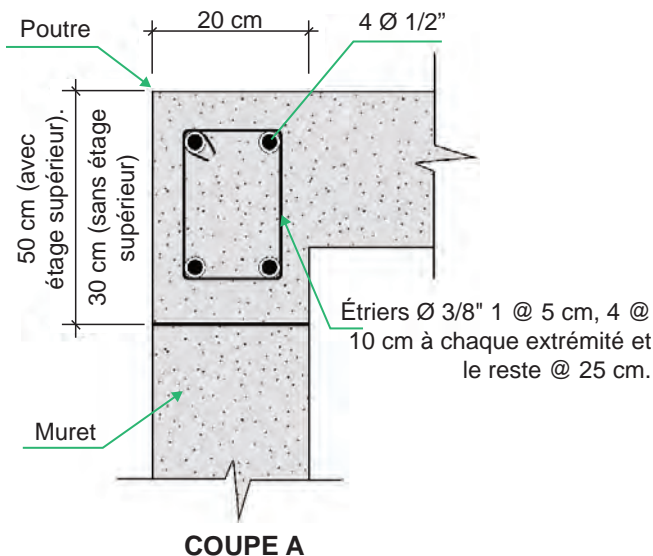
Les boutiques sont des structures qui résistent mal aux séismes en raison de leurs grandes vitrines et de leurs murs qui sont généralement trop longs.

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

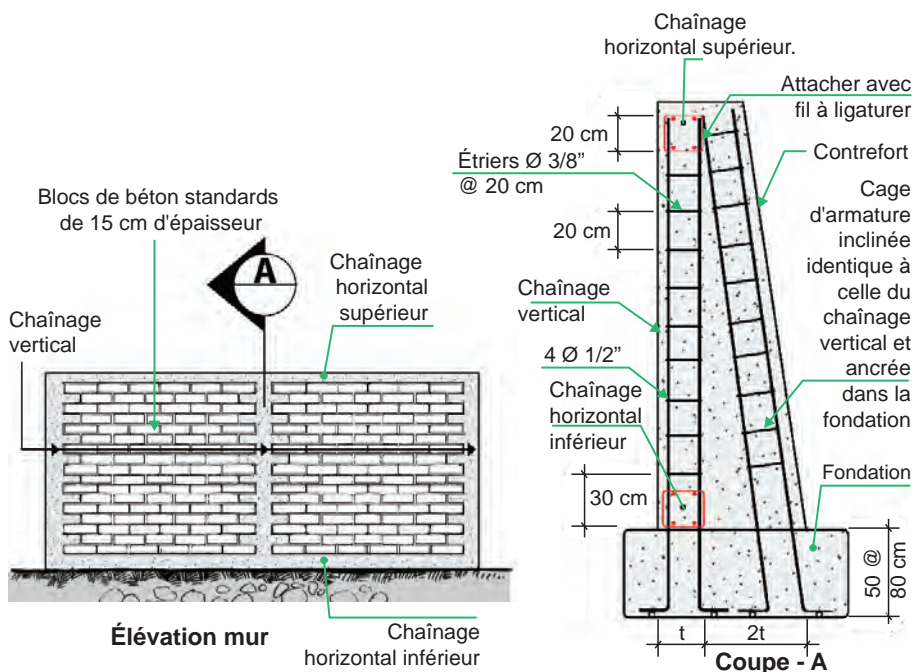


► Murs de clôture de propriétés

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.

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.

Définition des termes

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 de niveau ou pour l'empêcher de bouger

Cale d'épaisseur : cube de béton de dimensions prédéterminées utilisés 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

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

Cisaillement : 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

Définition des termes (suite 1)

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, souvent teinté, dont on revêt un mur

Dalle légère : 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

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

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

Étalement : action d'étayer 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

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

LNBT : 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

Définition des termes (suite 2)

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 l'horizontalité

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 de moins de 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 hors d'aplomb; construction dont un segment repose sur un seul appui

Poteau court : poteau de faible longueur 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 légère

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

Définition des termes (suite 3)

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

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 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.*

