

# Points clés de construction paracyclonique d'une maison

LA RÉUNION



**Illustrations :** Laubywane, DHUP, AQC

Ce guide a été rédigé par des spécialistes du Réseau Scientifique et Technique du Ministère chargé du logement (CSTB) avec l'appui d'un réseau d'acteurs locaux d'Outre-mer.

### **Membres de l'équipe technique du CSTB :**

- Philippe LEBLOND
- Réda OUSSENNAN
- Ayman EL HAJ
- Duc Toan PHAM

# SOMMAIRE

<b>5</b>	<b>1. INTRODUCTION</b>
<b>5</b>	<b>2. CONCEPTION DES STRUCTURES EN MAÇONNERIE</b>
5	2.1 Conception
7	2.2 Dimensionnement
7	2.3 Points de vigilance
<b>9</b>	<b>3. CHOIX DES MATÉRIAUX</b>
9	3.1 Élément de maçonnerie
9	3.2 Mortier
10	3.3 Béton
10	3.4 Armatures
<b>11</b>	<b>4. DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES</b>
11	4.1 Maçonnerie
12	4.2 Chaînages
15	4.3 Assemblages
17	4.4 Saignées
<b>18</b>	<b>5. ENTRETIEN ET STOCKAGE</b>
18	5.1 Outilage
18	5.2 Entretien et inspection
19	5.3 Stockage



# 1. Introduction

Cette fiche fournit des indications de mise en œuvre des murs en maçonnerie - blocs américains. Elle présente les points singuliers, qui exercent une influence directe sur la résistance des murs aux effets du vent. Les détails de mise en œuvre vis-à-vis des autres exigences ne sont pas traités.

Cette fiche contient :

- des préconisations sur les matériaux à employer ;
- des méthodes de mise en œuvre directement applicables ;
- des rappels relatifs à l'entretien et au stockage des éléments.

Une *fiche introductive* explicite le domaine d'application et les hypothèses de calcul retenus pour l'ensemble des fiches thématiques.

L'utilisation de la présente *fiche thématique* exige par ailleurs le respect des règles de conception, de calcul et de réalisation en situation courante (et en situation sismique pour les territoires concernés) dont l'application est précisée dans les textes réglementaires, normatifs et d'évaluation (Eurocodes, DTU, Avis Techniques...).

Il est bon de rappeler qu'au-delà du respect des règles de construction, la conception doit intégrer d'autres critères relatifs à la qualité d'usage, l'accessibilité, la performance énergétique et tout ce qui a trait aux besoins des occupants.

## 2. Conception des structures en maçonnerie

### 2.1 Conception

Les principaux points à vérifier pour la conception d'une structure en maçonnerie sont listés ci-dessous :

- Il faut toujours qu'un mur de maçonnerie résistant au vent soit supporté en totalité par un autre mur résistant.



Continuité des panneaux de contreventement



Mur de contreventement d'étage non fondé : non admis



Absence de transmission directe des efforts :  
non admis en maçonnerie

Figure 1 : Continuité verticale des panneaux de contreventement

- Les chaînages doivent **être droits sans décalage** pour pouvoir reprendre les efforts de traction. Ils doivent aller des fondations jusqu'au sommet de la maison.

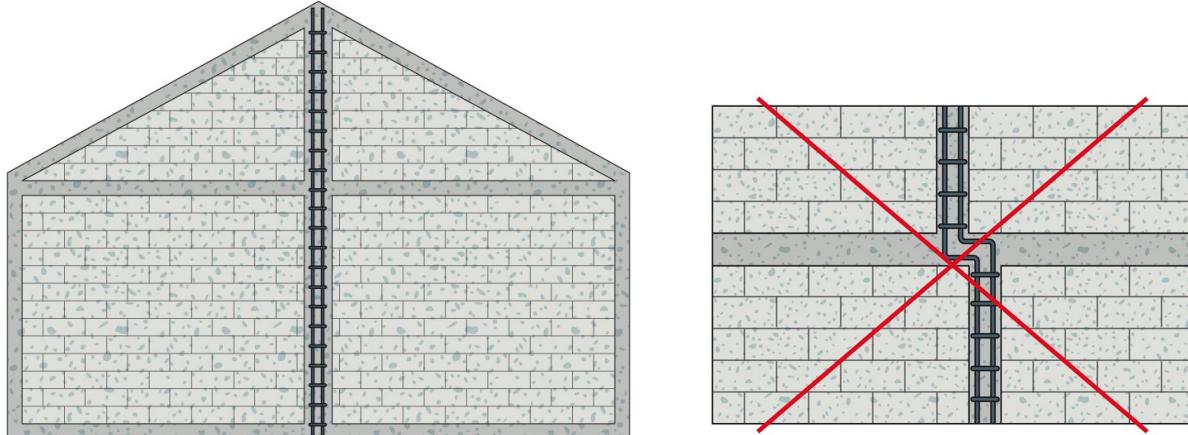


Figure 2 : Continuité verticale des chaînages

- Il est nécessaire d'implanter **des chaînages verticaux à chaque extrémité d'un mur résistant**, à chaque bord libre d'un mur, de chaque côté d'une ouverture, à chaque intersection de mur et tous les 5 m dans un mur plein.
- **Des chaînages horizontaux doivent être situés au niveau de chaque plancher**, des fondations et en appui de charpentes en tête de mur et leur espacement vertical ne doit jamais être supérieur à 4 m.



Figure 3 : Implantation de chaînages verticaux et horizontaux

## 2.2 Dimensionnement

Les murs de contreventement doivent avoir une longueur minimale de 1,2 m.

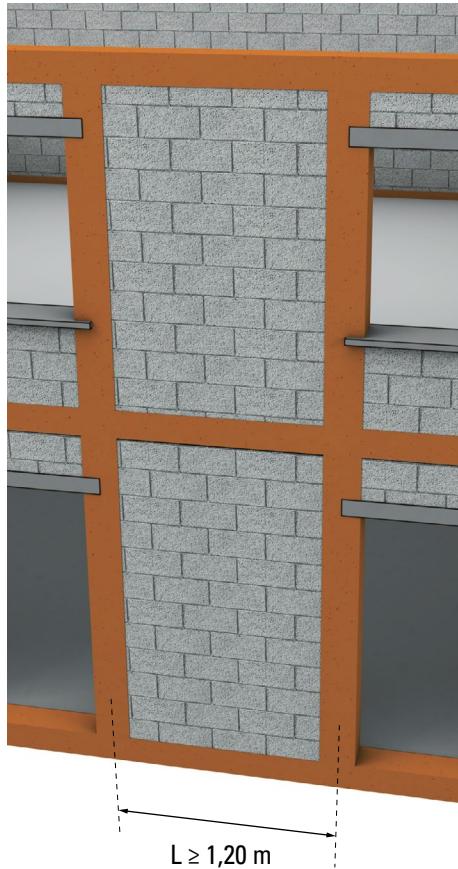


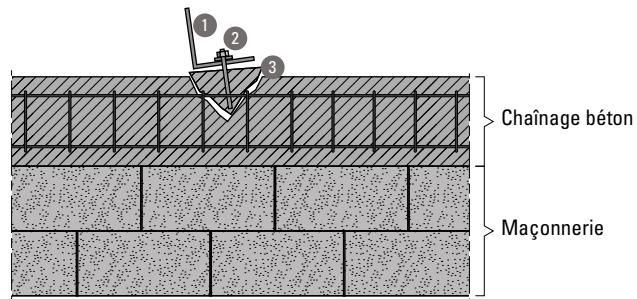
Figure 4 : Longueur minimale

Pour des exemples de dimensionnement de murs de contreventement en maçonnerie, se référer à l'annexe A du *guide de conception et construction paracycloniques de maisons individuelles* (C2PMI).

## 2.3 Points de vigilance

Les points de vigilance pour éviter des désordres de la maçonnerie sont de plusieurs natures. Il est essentiel de prendre ces aspects en considération lors de la conception d'une structure. Cette liste n'est pas exhaustive :

- **ancrages et fixations** : vérifier les assemblages des éléments de charpente et notamment leur ancrage dans les chaînages ;
- **chaînages** : mettre en œuvre des chaînages suffisamment armés dans les cavités des blocs américains ;
- **liaisonnement entre structure et fondations** : assurer l'ancrage des chaînages dans les fondations ;
- **ouvertures** : respecter les dispositions constructives autour des ouvertures ;
- **liaisonnement des structures secondaires** : vérifier ces liaisons pour éviter des ruptures de maçonnerie localisées.



- 1 Équerre
- 2 Cheville
- 3 Rupture

Figure 5 : Exemple de rupture au niveau d'une fixation insuffisamment ancrée dans un chaînage

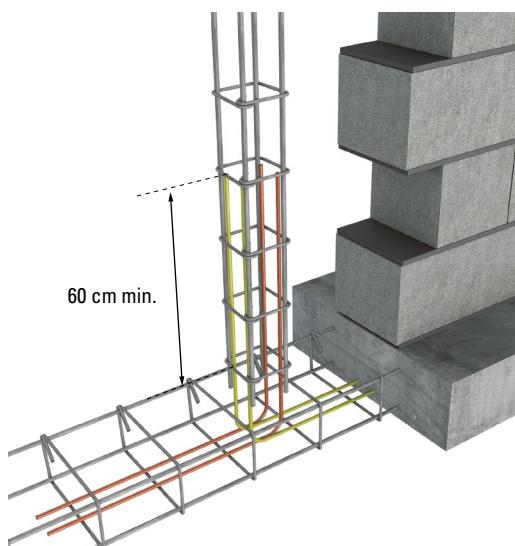
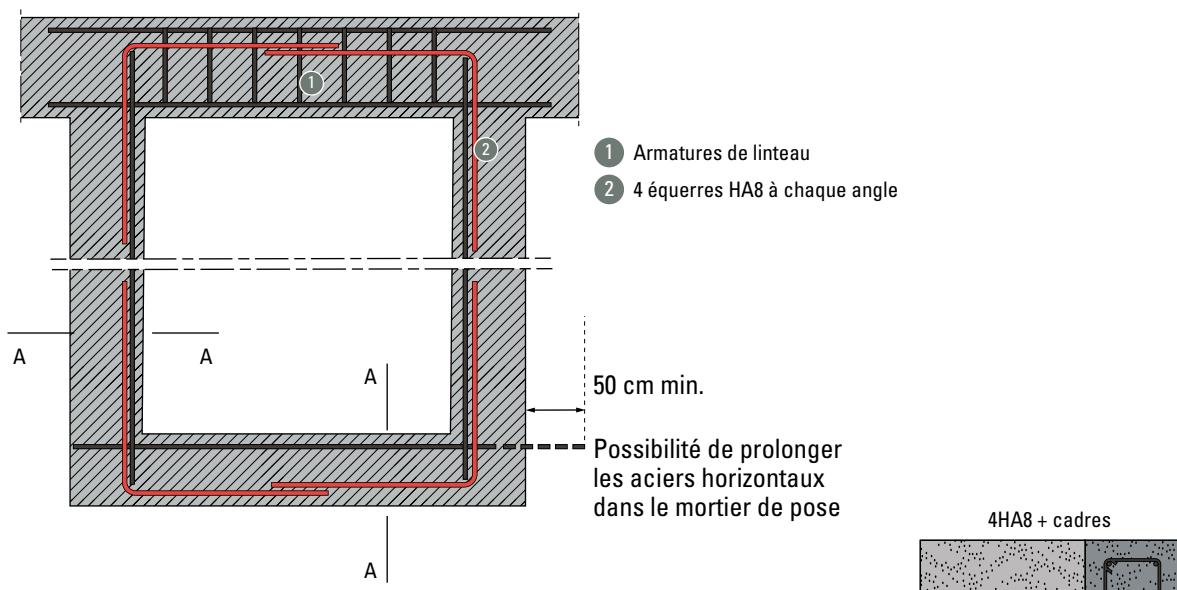


Figure 6 : Exemple d'ancrage des chaînages dans les fondations



Note : le principe de ferrailage des chaînages est représenté sur la coupe AA

Exemple de coupe A-A

Figure 7 : Exemple de dispositions constructives autour des ouvertures

### 3. Choix des matériaux

Le choix des matériaux et produits de construction a une importance essentielle pour la sécurité et la durabilité des bâtiments. Les performances répondant aux critères doivent être indiquées par le fabricant directement sur le produit ou sur l'étiquette qui l'accompagne. Pour que ces informations soient utilisables, il est nécessaire qu'elles soient indiquées dans un format bien précis : celui conforme au marquage CE.

#### 3.1 Élément de maçonnerie

Le procédé comporte une gamme de blocs courants et de blocs accessoires en deux épaisseurs de 19 et 14 cm, destinés à la réalisation de murs de façade, de refends et de murs de séparation, référencés en séries 20 et 15.

Les blocs dits « américains » en béton de granulats courants concernent les blocs à enduire et les blocs destinés à rester apparents.



Figure 8 : Bloc américain

#### 3.2 Mortier

Les mortiers doivent être au moins de classe M10.

Le mieux est d'utiliser des mortiers secs prêts à gâcher avec de l'eau. Sinon les exemples de dosages suivants peuvent convenir :

Mortier de catégorie M10	Ciment à maçonner	Sable
Mortier de liant pour 1 m <sup>3</sup>	350 à 450	0/2 ou 0/4 ≤ 5 % de fines

Mortier de catégorie M10	Ciments CEM I CEM II	Sable
Mortier de liant pour 1 m <sup>3</sup>	300 à 400	0/2 ou 0/4 ≤ 5 % de fines

### 3.3 Repère

Le dosage de mortier de ciment équivaut à :

1 Sac de ciment de 25 kg	1 Sac de ciment de 35 kg
6 seaux (10 litres) de sable	9 seaux (10 litres) de sable
1 seau (10 litres) d'eau	1,5 seau (10 litres) d'eau
Volume total de mortier 90 litres	Volume total de mortier 130 litres

#### NOTE

L'humidité du sable varie fortement en fonction de la saison et des conditions de stockage. Il faut mettre 8 litres d'eau pour commencer et ajouter le reste progressivement jusqu'à ce que la consistance soit bonne : pâte molle et homogène qui mouille le gant sans couler.

### 3.4 Armatures

Les armatures utilisées dans les chaînages et les ouvrages complémentaires en béton armé ont les propriétés suivantes :

- armatures à haute adhérence dites HA (pas d'armatures lisses), **classe de ductilité B ou C** indiquée par le fabricant ;
- limite élastique 500 MPa ; appellation courante : **B500 B**.

Les épaisseurs minimales d'enrobage des armatures dans le béton à respecter sont :

- 3,5 cm en zone d'exposition courante
- 4,5 cm en zone d'exposition marine

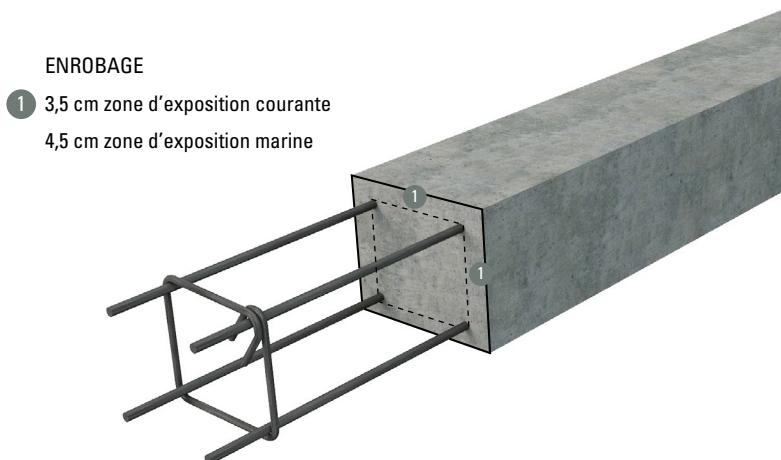


Figure 9 : Épaisseurs minimales d'enrobage

Pour le béton de remplissage dans les blocs chaînages, un enrobage minimal des armatures de 10 mm doit être respecté (entre la paroi intérieure et l'armature la plus proche de celle-ci).

L'enrobage étant faible, il est nécessaire de réaliser un enduit ou une imperméabilisation sur la face extérieure du mur.

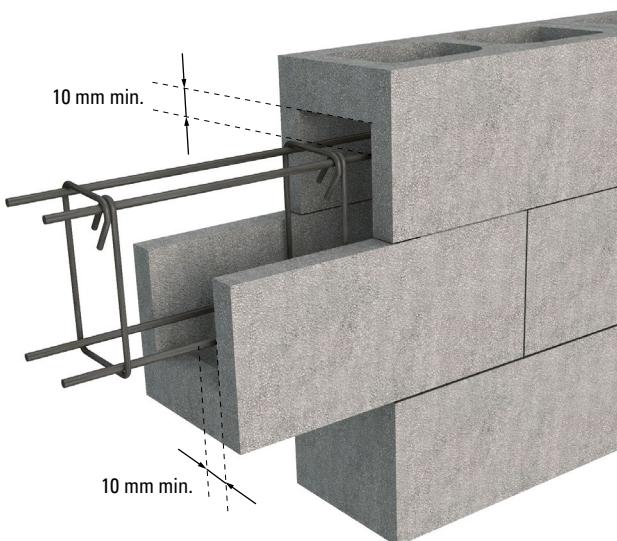


Figure 10 : Enrobage minimal des armatures de 10 mm

## 4. Dispositions constructives

Ce paragraphe présente les dispositions constructives à mettre en œuvre dans une paroi destinée à résister au vent.

### 4.1 Maçonnerie

Les éléments de maçonnerie dits « américains » sont montés avec des joints interrompus, selon une technique de montage à joints épais.

Le mortier des joints est appliqué sur les parois horizontales des blocs déjà posés, sous forme de bandes de mortier parallèles de 30 mm de largeur, correspondant à l'épaisseur de la paroi du bloc.

L'épaisseur du joint durci est de 10 mm, avec une tolérance de  $\pm 2$  mm.

Les joints verticaux sont réalisés au fur et à mesure, par encollage de la tranche du bloc à poser, sur toute sa hauteur, suivi d'une compression du mortier contre le bloc déjà posé. Les joints verticaux ne doivent pas être remplis après la pose des blocs.

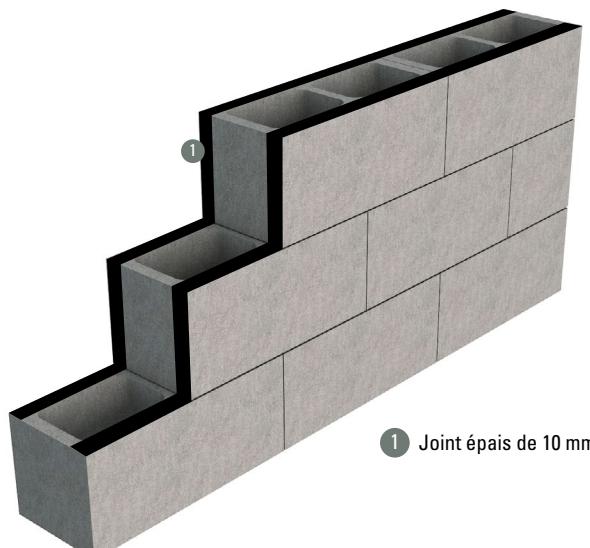


Figure 11 : Montage des joints

## 4.2 Chaînages

### ■ Chaînages verticaux

- **Toutes les armatures des chaînages verticaux** des murs ou refends porteurs doivent être disposées à l'intérieur des alvéoles des blocs ou dans des chaînages coulés sur place et liaisonnées aux fondations dans lesquelles des armatures en attente ont été prévues.
- Le recouvrement entre les armatures verticales et les armatures en attente est de 60 fois le diamètre de la barre (60 cm minimum). Le bloc à la base du mur doit être percé latéralement afin de pouvoir ligaturer les armatures et contrôler que le béton est coulé uniformément en pied d'alvéole.

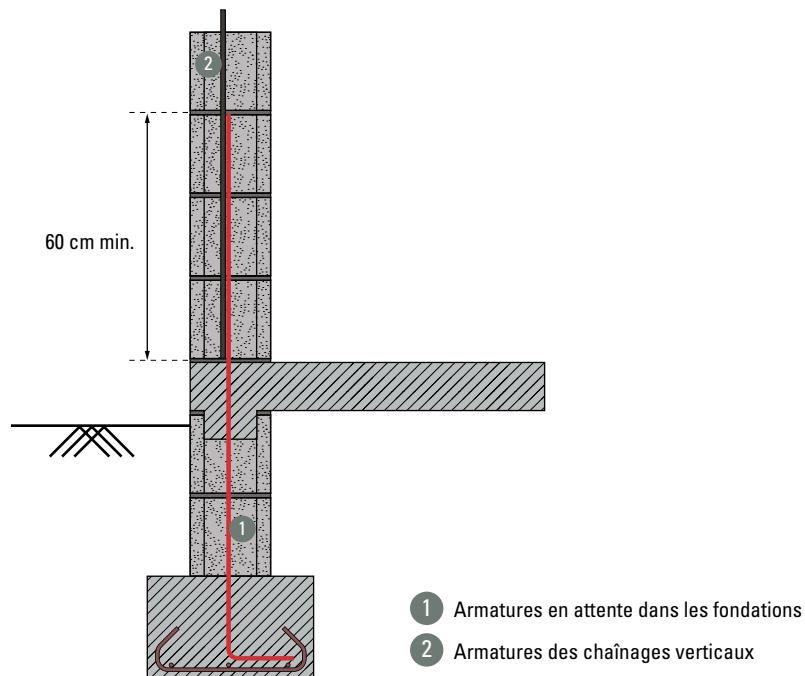


Figure 12 : Exemple de liaisons entre armatures de fondations et chaînage vertical

- **Les armatures longitudinales des chaînages verticaux** doivent être ancrées dans :
  - les fondations ;
  - les chaînages horizontaux ;
  - les chaînages inclinés, le cas échéant.
- **La continuité entre les armatures des chaînages** est réalisée par l'intermédiaire du recouvrement des armatures longitudinales ou par l'ajout d'équerres, de boucles ou d'autres formes de barres s'adaptant à la géométrie de la liaison ;
- Le recouvrement des armatures longitudinales de tous les chaînages et des liaisons avec ces armatures est d'au moins 60 fois le diamètre de l'acier (60 cm minimum).

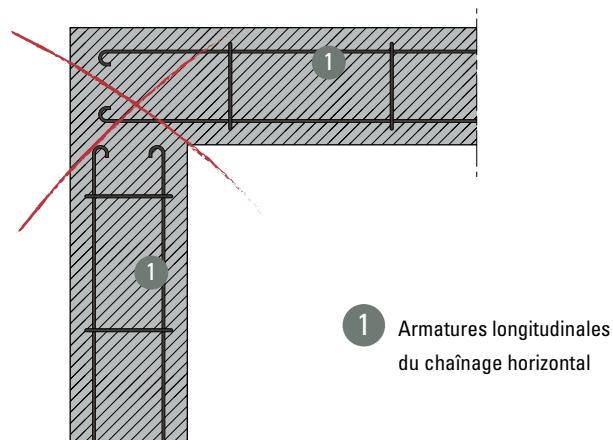


Figure 13 : Exemples de liaisons entre armatures de chaînages horizontaux – dispositions incorrectes

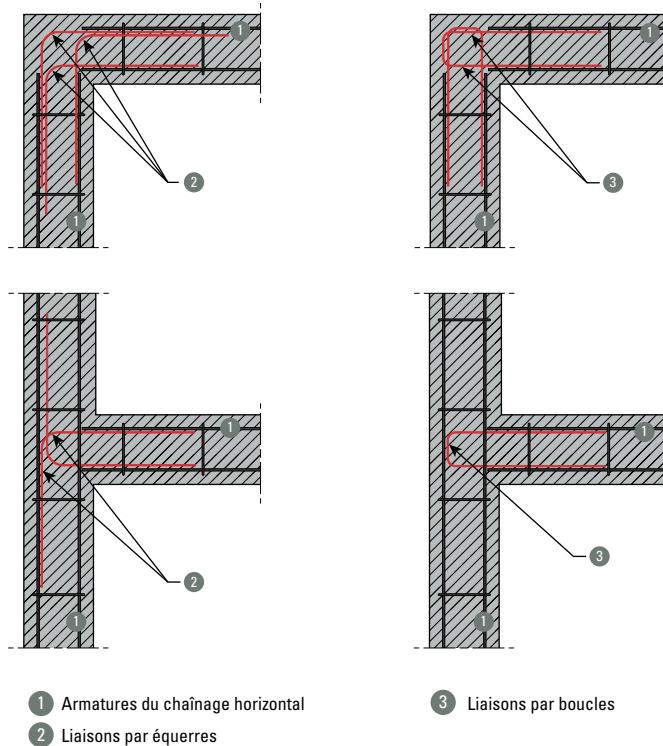


Figure 14 : Exemples de liaisons entre armatures de chaînages horizontaux en zone courante

- La position des chaînages verticaux et les sections minimales d'armatures à mettre en place sont décrites ci-après :

**■ chaînages verticaux principaux :**

- $2,26 \text{ cm}^2$  minimum (2HA12)
- avec épingle  $0,26 \text{ cm}^2$  (1HA6) espacées de 20 cm ;
- espacement entre chaînages  $< 4,00 \text{ m}$ .

**■ chaînages verticaux secondaires :**

- $1,13 \text{ cm}^2$  minimum (1HA12)
- espacement entre chaînages  $\leq 1,20 \text{ m}$  ;

**■ chaînages verticaux d'angle :**

- $2,26 \text{ cm}^2$  minimum (2HA12) ;
- avec épingle  $0,26 \text{ cm}^2$  (1HA6) espacées de 20 cm.

**■ chaînages verticaux de liaison murs extérieurs et refends :**

- $2,26 \text{ cm}^2$  (2HA12) (mur principal) +  $1,13 \text{ cm}^2$  (1HA12) (mur de refend) minimum ;
- avec épingle  $0,26 \text{ cm}^2$  (1HA6) dans le joint tous les 3 rangs de bloc.

**■ chaînages verticaux au droit des ouvertures :**

- $1,13 \text{ cm}^2$  (1HA12) pour les ouvertures  $\leq 2,00 \text{ m}$  ;
- $2,26 \text{ cm}^2$  (2HA12) pour les ouvertures  $> 2,00 \text{ m}$ .

**■ chaînages verticaux en extrémité de mur libre :**

- $2,26 \text{ cm}^2$  (2HA12) minimum ;
- avec épingle  $0,26 \text{ cm}^2$  (1HA6) espacées de 20 cm.

- A** Chaînage vertical d'angle :  
Barres 2 HA12 min.  
Épingles HA6 espacées 20 cm max.
- B** Chaînage ouverture  $\leq 2$  m  
Barre 1 HA12 min.  
  
Chaînage ouverture  $> 2$  m  
Barres 2 HA12 min.  
Épingles HA6 espacées 20 cm max
- C** Chaînage vertical principal :  
Barres 2 HA12 min.  
Épingles HA6 espacées 20 cm max.  
Espacement  $\leq 4$  m
- D** Chaînage vertical secondaire :  
Barre 1 HA12 min.  
Espacement  $\leq 1,2$  m
- E** Chaînage vertical en extrémité de mur libre :  
Barres 2 HA12 min.  
Épingles HA6 espacées 20 cm max.
- F** Chaînage vertical liaison mur extérieur - refend :  
Barres 2 HA12 min. (mur extérieur)  
Barre 1 HA12 min. (mur de refend).  
Épingles HA6 espacées 20 cm max.
- G** Armature en attente pour reprise chaînage vertical à l'étage

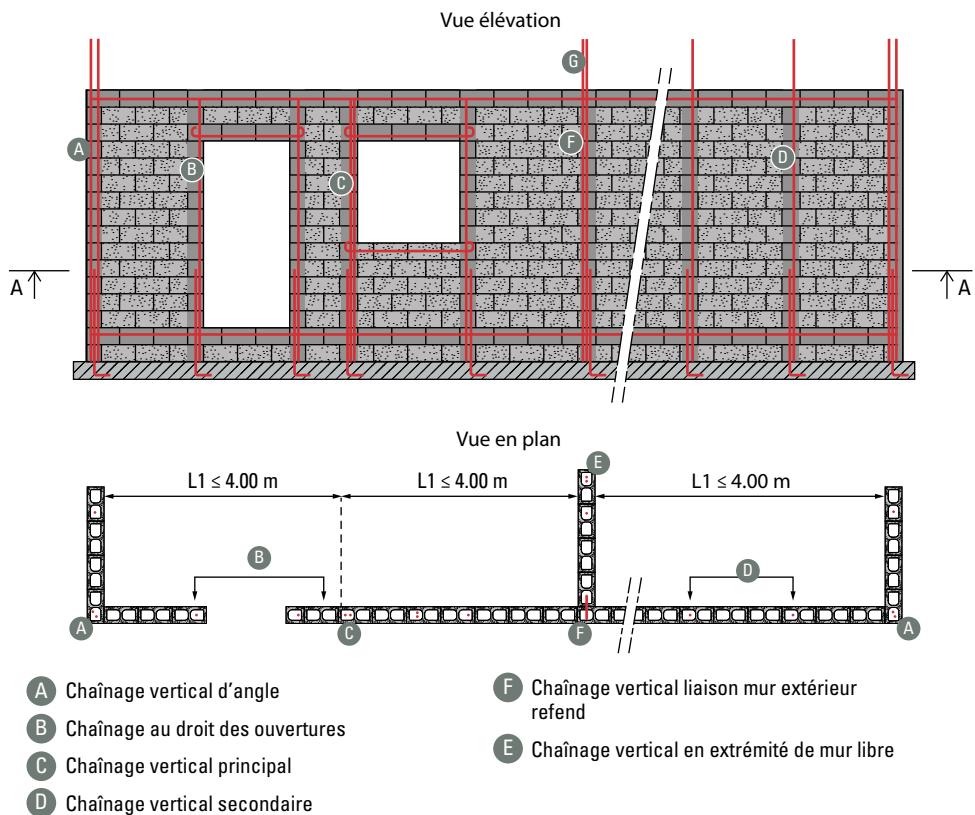


Figure 15 : Exemple de chaînages verticaux

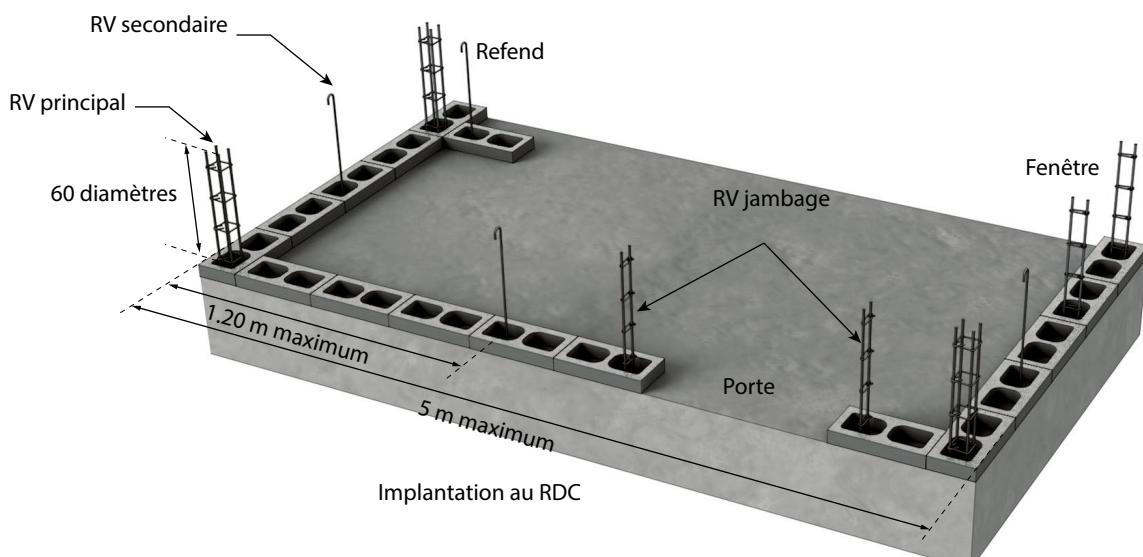


Figure 16 : Exemple de chaînages verticaux

## ■ Chaînages horizontaux

Dans les niveaux courants, les chaînages horizontaux surmontant les murs extérieurs et intérieurs doivent comporter une section minimale d'armatures longitudinales  $A_n$ , au moins égale à 0,4 % de la section du béton, sans être inférieure à 1,50 cm<sup>2</sup> (2 HA10).



Figure 17 : Bloc spécial de chaînage horizontal - Cas des niveaux courants

**Les ouvertures et les baies** doivent être encadrées par des chaînages verticaux et horizontaux.

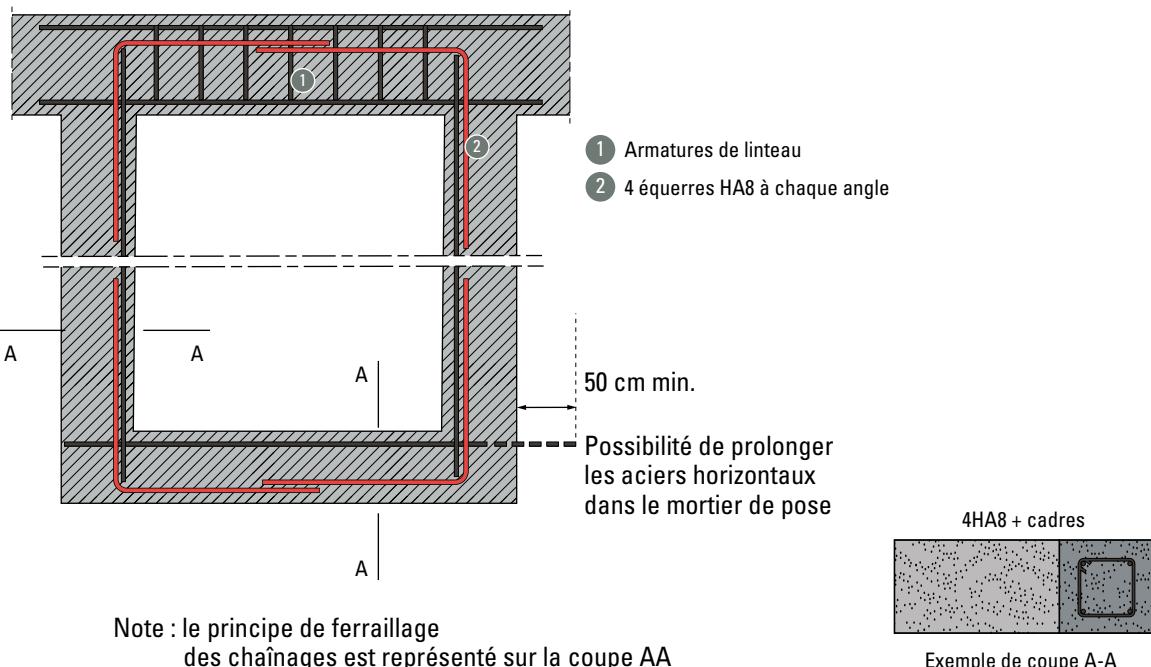
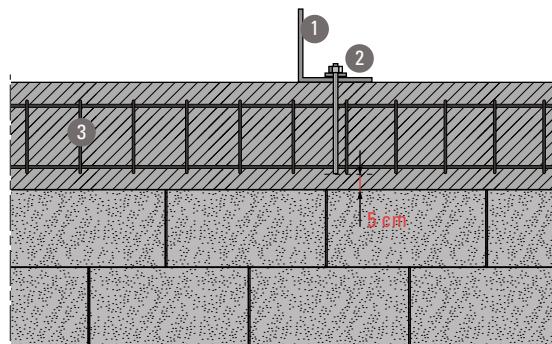


Figure 18 : Disposition des armatures des ouvertures et des baies

## 4.3 Assemblages

Les fixations doivent être systématiquement réalisées sur les éléments de chaînage en béton armé. Le dimensionnement des chevilles de fixation dans le béton est réalisé selon les prescriptions du fabricant de la cheville choisie. La longueur de chevilles à utiliser doit être suffisante pour atteindre les armatures basses du chaînage. Par défaut, si la fixation se fait par le haut, une longueur égale à la hauteur du chaînage moins 5 cm est nécessaire. Si la fixation se fait par le côté (par l'intermédiaire d'un sabot, par exemple), la longueur par défaut est égale à l'épaisseur du chaînage moins 5 cm.



- 1 Équerre
- 2 Cheville
- 3 Chaînage horizontal

Figure 19 : Longueur des chevilles dans un chaînage horizontal

La fixation des pannes réalisée avec une cornière métallique en L doit respecter les dispositions de la figure ci-dessous.

La cornière métallique doit faire l'objet d'un traitement anti-corrosion.

Alternativement, la cornière peut être en acier inoxydable ou bien galvanisée en fonction de l'agressivité de l'environnement.

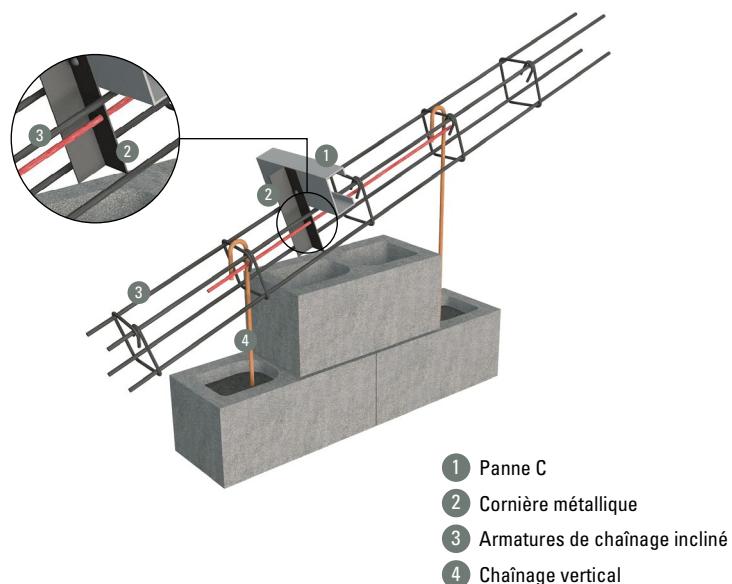


Figure 20 : Jonction panne de charpente sur chaînage incliné

**Les solives pour la construction du plancher porteur** sont fixées à l'aide de sabots métalliques sur des blocs de chaînage, lesquels contiennent une armature de chaînage intégrée.

La fixation des éléments de liaison est assurée par des chevilles mécaniques ou chimiques de longueur adaptée intégrant l'épaisseur des parois des blocs. Une distance minimale de 7 cm entre la cheville et le bord supérieur du chaînage est à respecter.

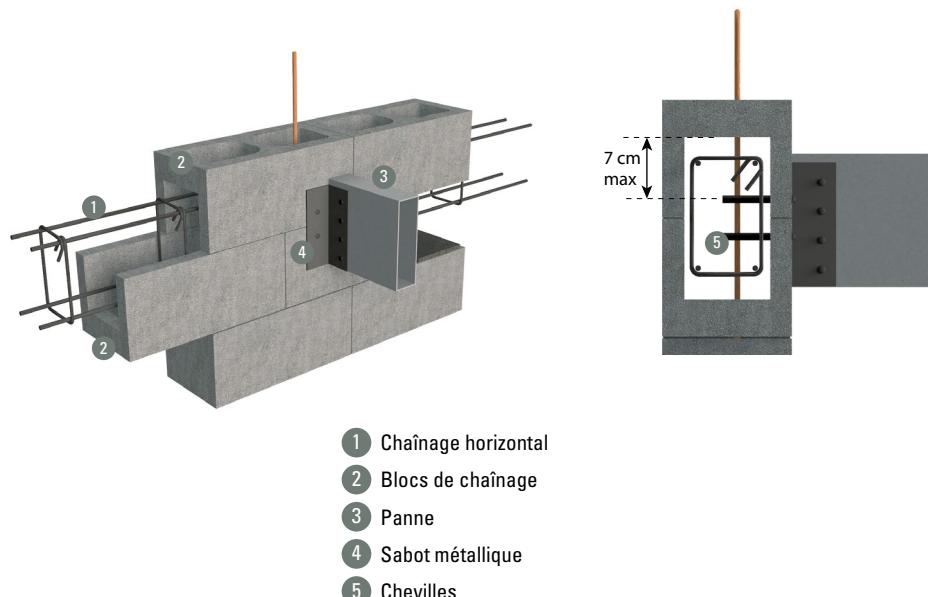


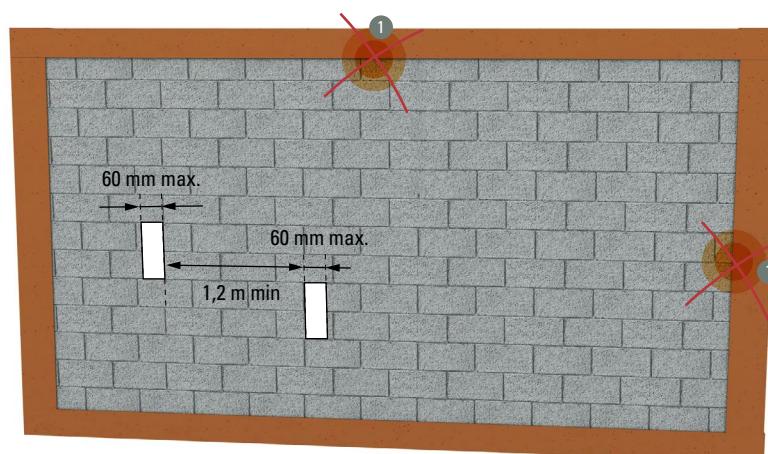
Figure 21 : Fixation des solives sur murs porteurs

## 4.4 Saignées

Les saignées dans les murs de contreventement ne sont autorisées qu'à la condition qu'elles soient prévues et localisées en élévation dans le dossier d'exécution de l'ouvrage. Toute saignée autre que celles figurant sur les élévations du dossier d'exécution est interdite. Les saignées effectuées *a posteriori* par un corps d'état ou par le maître d'ouvrage ou l'occupant des lieux sont donc interdites sauf à consulter un maître d'œuvre. Elles sont dans tous les cas strictement interdites dans les linteaux et chaînages.

Si elles sont nécessaires, le rebouchage des saignées doit être tel que le monolithisme soit reconstitué. Ceci implique un rebouchage au mortier de ciment dosé à 350 kg/m<sup>3</sup> avec un adjuvant à base de résine ou l'utilisation d'un mortier de réparation structural.

Dans tous les cas, la largeur maximale autorisée pour les saignées est de 60 mm. Deux saignées verticales successives parallèles doivent être distantes d'au moins 1,20 m. Dans le cas où un mur primaire comporte plus de deux saignées verticales, il ne doit pas comporter de saignée horizontale.



1 Saignée interdite dans le chaînage

Figure 22 : Saignées interdites dans les chaînages

## 5. Entretien et stockage

### 5.1 Outilage

Il est recommandé que les mélanges sur chantier soient réalisés à la bétonnière pour obtenir une bonne homogénéité des mortiers et bétons.

Pour la mise à niveau des éléments, un maillet est nécessaire pour ne pas risquer de casser les bords des éléments. Un marteau peut être utilisé en plaçant une planche de bois entre l'élément et le marteau.

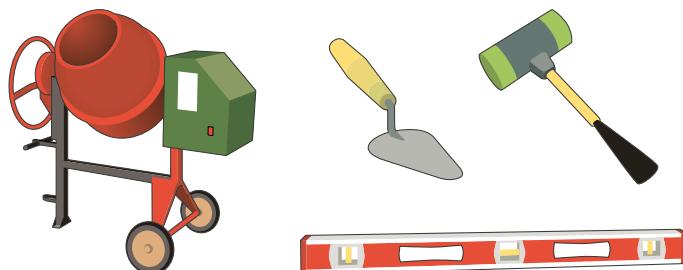


Figure 23 : Outilage

### 5.2 Entretien et inspection



#### Entretien une fois par an à l'approche de la saison cyclonique

Il est à noter que l'entretien sera très largement facilité si la maçonnerie est recouverte d'un enduit de façade de couleur claire. Ce dernier protège la maçonnerie des infiltrations d'eau qui pourraient à long terme atteindre les armatures.

Dans ce cas, l'entretien est limité à :

- enduit de façade : vérifier qu'il ne fissure pas. Si des fissures significatives apparaissent, il sera nécessaire de le retirer et d'en refaire un nouveau ;
- maçonnerie : vérifier qu'il n'y a pas de fissures localisées laissant ressortir des coulures de rouille. Si c'est le cas, il est nécessaire de mettre l'armature à nu, de la traiter puis de reboucher avec un mortier de réparation.

En cas de fissuration importante de la maçonnerie, l'intervention d'un bureau d'études est nécessaire pour en analyser les causes et trouver des solutions.

À cette occasion, une inspection visuelle sommaire est réalisée pour s'assurer qu'il n'y a pas de dégradation prématûre.



#### Inspection complète<sup>1</sup> des blocs américains tous les 5 ans et à la suite d'un cyclone

Il est crucial de procéder à une inspection plus approfondie de la structure en blocs américains pour repérer les fissures, les déplacements ou les déformations des murs. Cette vérification comprend également l'examen des joints de maçonnerie pour identifier et réparer les dégradations ainsi que la détection et le traitement des infiltrations.

Ces entretiens et inspections périodiques sont consignés dans un **carnet d'entretien** assorti d'un rapport photographique de l'état de la couverture, de la charpente et de la structure avant et après nettoyage. Contrat d'entretien, rapport et factures sont annexés au carnet d'entretien.

<sup>1</sup> Bien que cette vérification ne soit pas réglementaire, les assurances commencent à conditionner le remboursement à la réalisation périodique de cette vérification.

## 5.3 Stockage

Les matériaux doivent être conservés au maximum à l'abri des intempéries. Le ciment et le mortier doivent rester dans des sacs fermés, sur des palettes recouvertes d'une bâche (en extérieur).

Les armatures pour béton armé doivent être stockées sur une surface plane et à l'abri de l'humidité au-delà de quelques jours. Elles ne doivent pas être directement en contact avec le sol. Si des projections de terre sont observées, il est alors nécessaire de nettoyer les armatures avant utilisation.

Les granulats sont idéalement livrés dans des « big bags » qui doivent rester fermés et recouverts d'une bâche.

