



# Formation sur le CNBH

## Module 3

# Module 3

- Murs en maçonnerie chaînée
- Conception des Dalles
- Les Fondations

**Build Change** **MTPTC** **CDRI** **OIRAF** **IRIS**

## Formation sur le nouveau Code National du Bâtiment d'Haïti

Dans le cadre de la validation du nouveau CNBH, rendue possible grâce au soutien de la Coalition pour des Infrastructures Résilientes aux Désastres (CDRI), le MTPTC avec l'appui technique de Build Change organise une série de formation pour faciliter son utilisation par l'ensemble des professionnels de la construction.

La formation se réalisera en ligne, et nous vous remercions de vous inscrire directement sur le site du CNBH 2025.

- MODULE 1** Utilisation du code / Introduction à la construction parasismique et paracyclonique / Risque et site  
Vendredi 13 Mars 2026 à 11h
- MODULE 2** Permis de construire / Contrôle de Qualité / Matériaux  
Mardi 17 Mars 2026 à 11h
- MODULE 3** Construction parasismique et calcul de structures (fondation, dalle et murs)  
Jeudi 19 Mars 2026 à 11h
- MODULE 4** Construction paracyclonique et dimensionnement de charpente  
Mardi 24 Mars à 11h
- MODULE 5** Ossature bois et maçonnerie de remplissage Configuration architecturale  
Jeudi 26 Mars à 11h

**Formateurs**

- Berthoumieux Jean** MTPTC
- Peguy Pierre** MTPTC
- Charles Raymond** MTPTC
- Asma Yahiaoui** Build Change
- Pierre Paya** Build Change

[cnbh2025.com](http://cnbh2025.com)



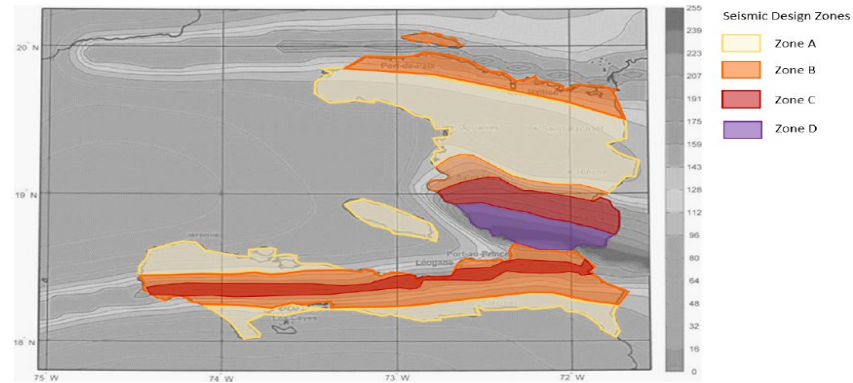
# Modules de formation

## Murs en Maçonnerie chaînée

# Objectifs

- Principe du risque sismique
- Principes de la maçonnerie chaînée
- Types de Murs
- Blocs de maçonnerie
- Mortier et remplissage
- Résistance à la compression  $f'm$
- Éléments de confinement
- Ouvertures
- Continuité verticale
- Chaînages verticaux
- Chaînages Horizontaux inférieurs
- Bandes sismiques (chaînage horizontal intermédiaire)
- Chaînage Horizontal supérieur
- Classification des ouvertures et exigences
- Méthode PSM: Pourcentage de surface de Mur
- Procédure de calcul du PSM
- PSM -Exemple

# Principe du risque sismique



Zone sismique	2012 - Accélération cartographiée de période courte SS (g)	Facteur de correction de la direction maximale FMD	2025 Accélération cartographiée de période courte SS (g)
<b>A</b>	1.12	1.1	1.23
<b>B</b>	1.69	1.1	1.75
<b>C</b>	2.05	1.1	2.26
<b>D</b>	2.55	1.1	2.81

<b>Zone A</b>	SS ≤ 1.23g   SDS = 0.99g	<b>Zone B</b>	SS = 1.75g   SDS = 1.40g	<b>Zone C</b>	SS = 2.26g   SDS = 1.82g	<b>Zone D</b>	SS = 2.81g   SDS = 2.24g
---------------	--------------------------	---------------	--------------------------	---------------	--------------------------	---------------	--------------------------

# Paramètres de Conception Sismique

## PARAMÈTRES STRUCTURAUX

Catégorie de risque	II
Facteur d'importance $I_e$	1.00
Systeme	Maçonnerie chaînée
Coeff. modification R	3.0
Classe de site (défaut)	D
Coefficient site $F_a$	1.20

1.1×

Facteur correctionnel  
directionnel FMD

2%/50ans

Probabilité de  
dépassement

700 ans

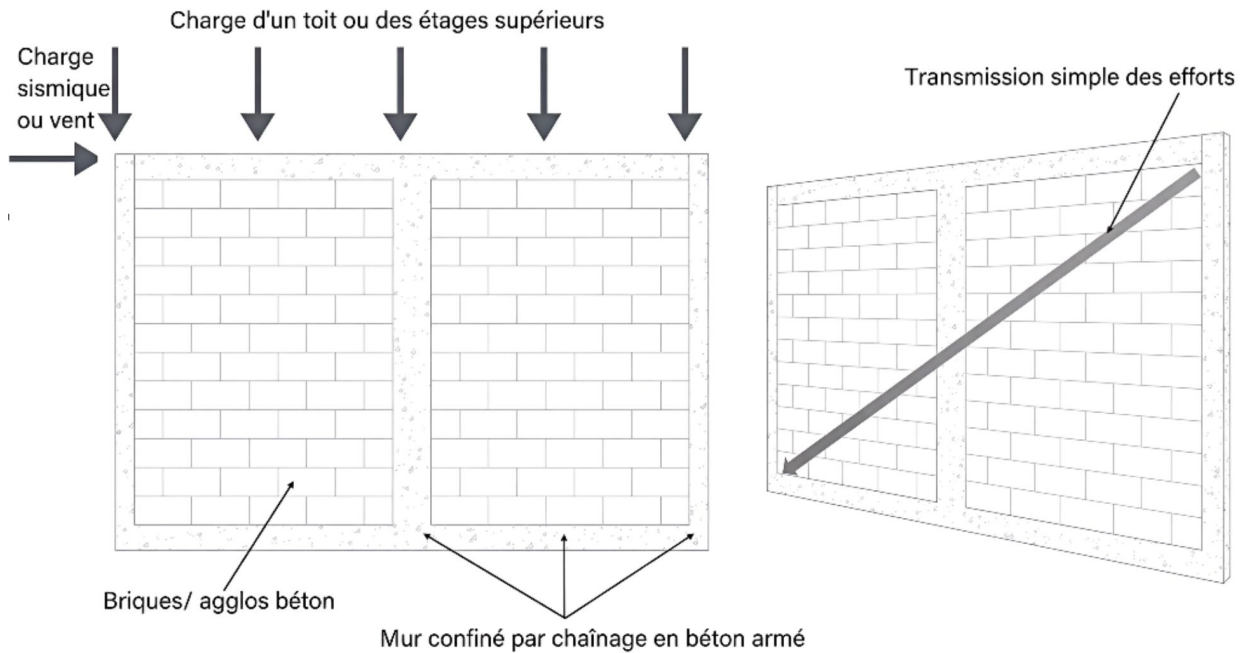
Période de  
retour vent

Note : Le facteur  $R = 3.0$  est le seul utilisé directement dans les dispositions prescriptives de la Partie II.

$$SMS = F_a \times SS \quad | \quad SDS = \frac{2}{3} \times SMS$$

# Principes de la maçonnerie chaînée

## Section 1.5.4 – Définition et composantes



### Unités de maçonnerie

Blocs béton ou briques liés par mortier

### Éléments de confinement

Chaînages béton armé horizontaux et verticaux

### Résistance latérale

Forces sismiques et vent absorbées dans le plan

### Ductilité améliorée

Confinement évite effondrement soudain

# Types de Murs en Maçonnerie Chaînée

## 1 Murs structurels / de cisaillement

- Résistent aux charges verticales ET latérales
- Longueur continue  $\geq 1,2$  m pour compter dans le PSM
- S'étendent depuis la fondation jusqu'au sommet du niveau
- Disposés symétriquement dans le plan du bâtiment

## 2 Extensions de murs en maçonnerie

- Longueur  $\leq 0,6$  m, adjacentes à un élément de confinement
- Non renforcées si à un angle de bâtiment
- Utilisées pour décaler les ouvertures des coins
- Ne contribuent pas au PSM

## 3 Cloisons de séparation

- Uniquement à l'intérieur du bâtiment
- Pas de charges verticales ni latérales
- Blocs de 10 cm autorisés (Section 1.5.4.11)
- Ne font pas partie du système structurel

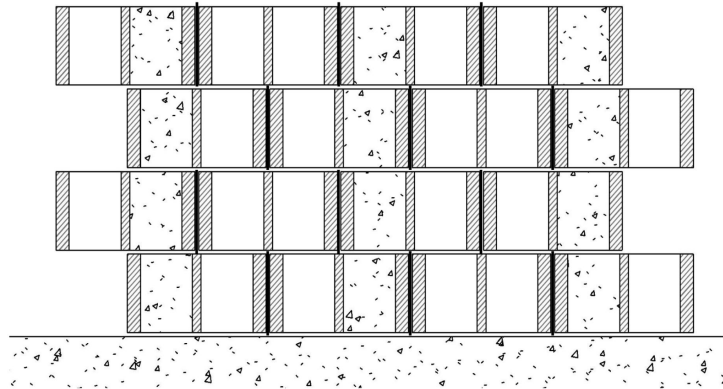
# Blocs de Maçonnerie – Dimensions et Exigences

Dimension	Bloc nominal 15 cm	Bloc nominal 20 cm
Largeur nominale	15 cm	20 cm
Longueur nominale	40 cm	40 cm
Surface horizontale nominale	600 cm <sup>2</sup>	800 cm <sup>2</sup>
Hauteur nominale	20 cm	20 cm
Largeur réelle	14 cm (± 3,2 mm)	19 cm (± 3,2 mm)
Longueur réelle	39 cm (± 3,2 mm)	39 cm (± 3,2 mm)
Épaisseur âme face	25 mm min.	25-30 mm
Configurations autorisées	2×1 ou 3×1	2×1, 3×1, 2×2

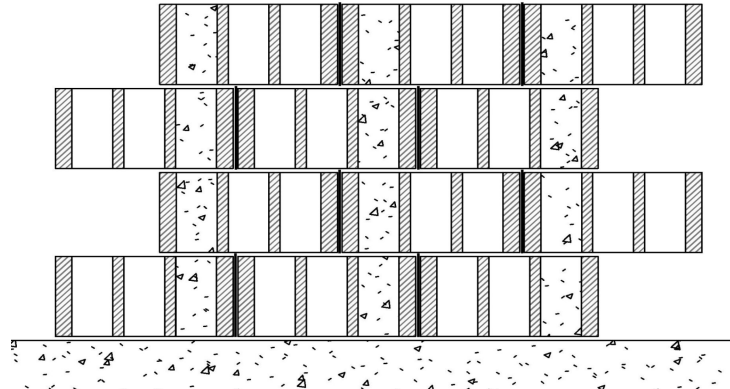
## Règles essentielles

- **Bâtiment 1-2 niveaux**  
Blocs 15 cm minimum
- **Bâtiment 3 niveaux – RdC**  
Blocs 20 cm obligatoires
- **Bâtiment 3 niveaux – N2/N3**  
Blocs 15 cm acceptables
- **Tolérance dimensionnelle**  
±3,2 mm sur dimensions
- **Blocs non conformes**  
À rejeter et remplacer
- **RN maximum**  
≤ 0,63 sans réévaluation

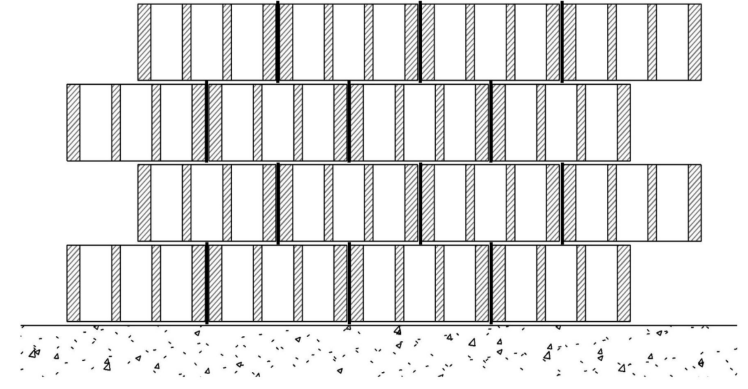
# Pose des Blocs – Alignement des Âmes



✓ Bloc 20 cm – 2 alvéoles –  
Décalage 50 % (CORRECT)



✓ Bloc 15 cm – 3 alvéoles –  
Décalage 33 % (CORRECT)



✗ Bloc 15 cm – 3 alvéoles –  
Décalage 50 % (INCORRECT)

## Règles d'alignement

### Blocs 2 alvéoles

Décalage de 50 %  
(1 alvéole)

Toutes les âmes transv. s'alignent

### Blocs 3 alvéoles

Décalage de 33 %  
(1 alvéole)

3 âmes sur 4 s'alignent

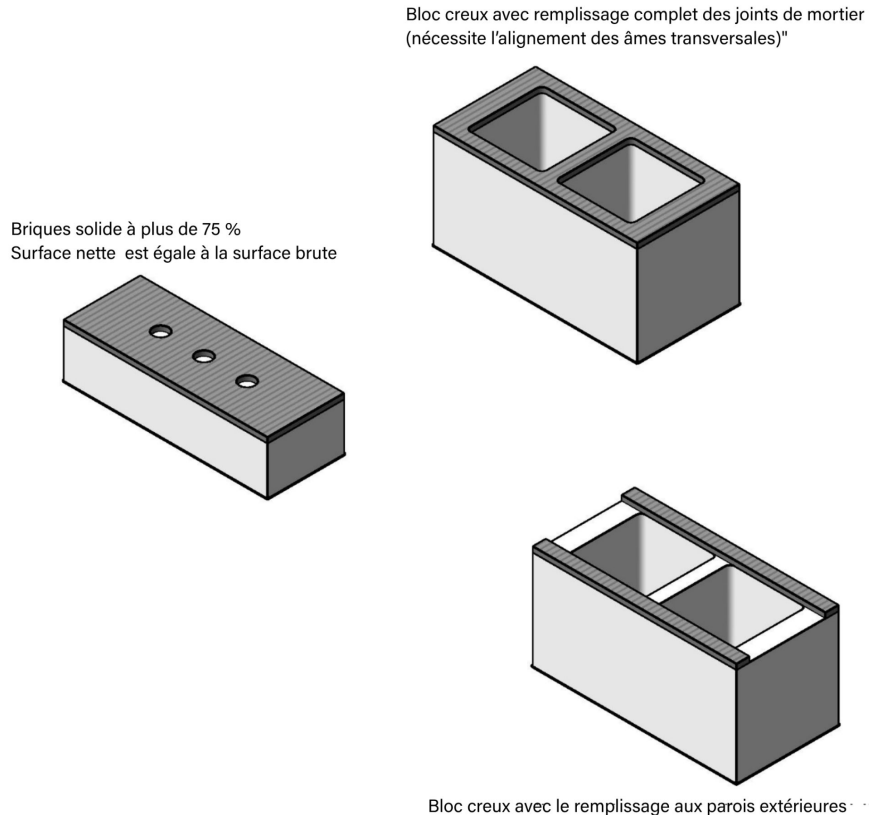
### INTERDIT

Décalage 50% sur  
blocs 3 alvéoles →  
âmes désalignées

### Remplissage mortier

Joint complet  
obligatoire (parois ext. +  
transversales)

# Remplissage des Joints de Mortier



## Impact du remplissage

- ✓ **Remplissage complet (REQUIS)**  
Surface nette maximale  
Moins de mur nécessaire  
RN optimal atteint
- ✗ **Remplissage partiel (NON CONFORME)**  
Surface nette réduite  
Plus grande longueur de mur  
PSM insuffisant possible

## Remplissage des alvéoles (optionnel)

Max. 1 alvéole sur 3  
Interdit si toiture légère  
Augmente RN et PSM fourni

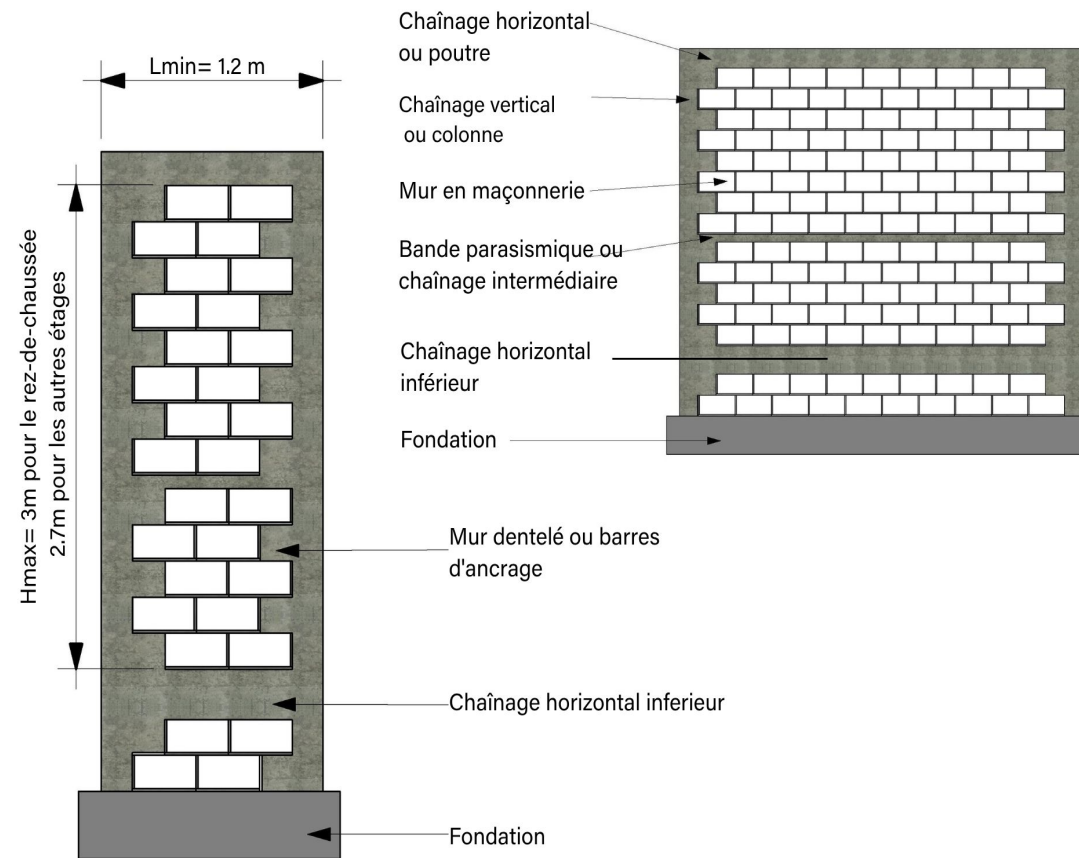
# Résistance à la Compression de la Maçonnerie – f'm

f'm (MPa)	Mélange mortier	f'unit min. (MPa)	CB Facteur de bloc	Usage
6.9	1 part ciment + 4,5 parts sable	6.9	1.00	Valeur minimale (tous bâtiments)
10.0	1 part ciment + 4,0 parts sable	10.0	1.20	RdC bâtiment 3 niveaux / blocs 20 cm
12.5	1 part ciment + 3,5 parts sable	12.5	1.35	Vérification f'unit requise
14.0	1 part ciment + 3,5 parts sable	14.0	1.42	Vérification f'unit requise

Formule CB :  $CB = \sqrt{f'm/6.9}$ MPa

Exemple :  $f'm = 10 \text{ MPa} \rightarrow CB = \sqrt{f'm/6.9} = 1,20$   
Cela signifie 20% de capacité supplémentaire par rapport à la référence

# Élévation Typique d'un Mur en Maçonnerie Chaînée



## Chaînage horizontal supérieur

Poutre de couronnement – ferme les anneaux en plan

## Chaînage horizontal intermédiaire

Bande sismique à mi-hauteur (+33% capacité)

## Chaînages verticaux (colonnes)

4 ou 6 barres  $\frac{1}{2}$ " aux coins, intersections, portes

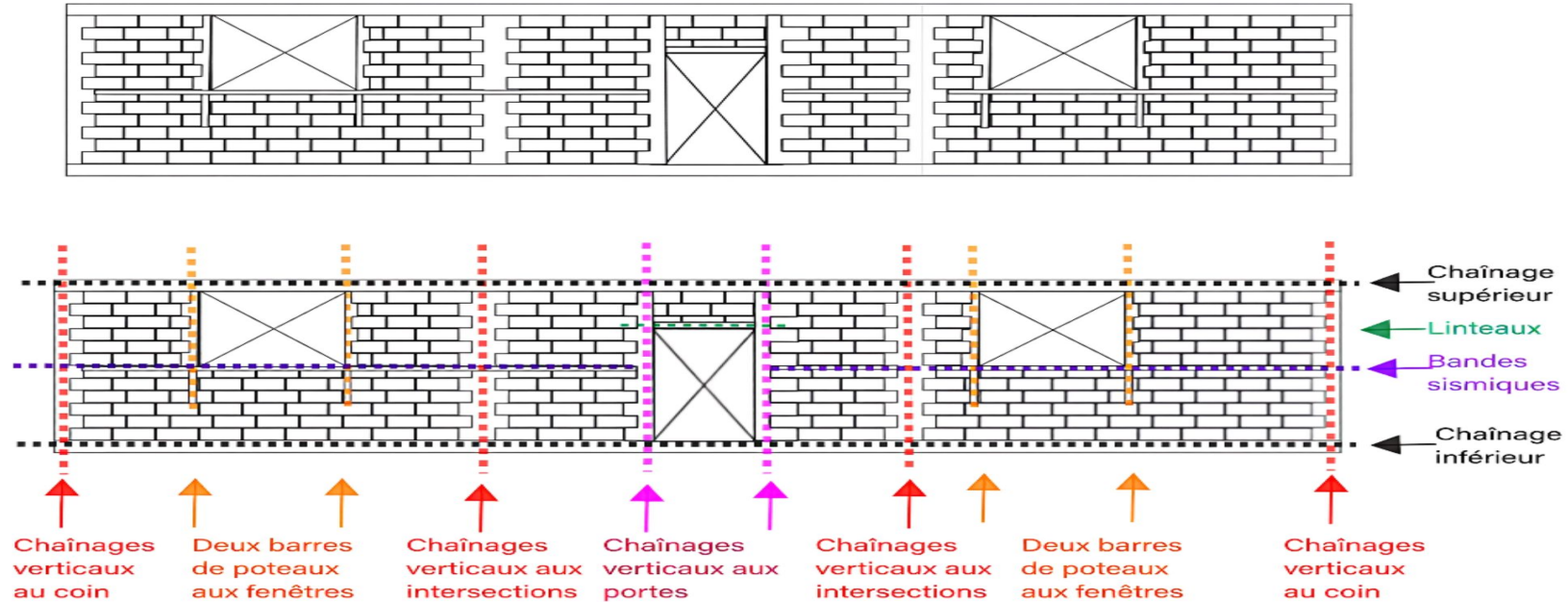
## Chaînage horizontal inférieur

Ceinture basse – base de départ du mur

## Hauteurs maximales

RdC :  $H \leq 3,0 \text{ m}$  | Étages :  $H \leq 2,7 \text{ m}$

# Éléments de Confinement - Localisation



Colonnes (4-6 barres)

Coins, intersections, portes

2 barres (renfort fenêtre)

Bords de fenêtres et ouvertures

Bandes sismiques

Chaînage Intermédiaire horizontal

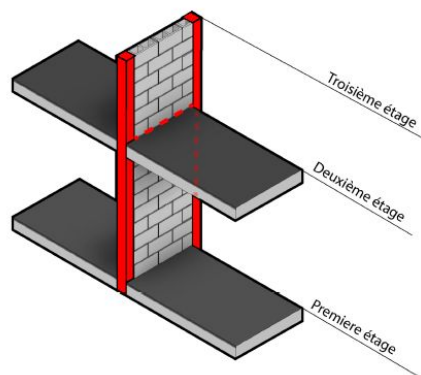
Chaînages supérieur/inférieur

Anneaux fermés en plan

# Continuité Verticale des Murs Structuraux

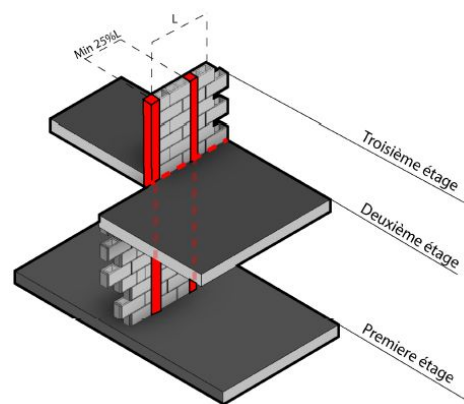
## 1 Murs continus (par défaut)

Même longueur/emplacement depuis fondation.  
Chaînages verticaux continus.  $L_{min} = 1,2$  m.



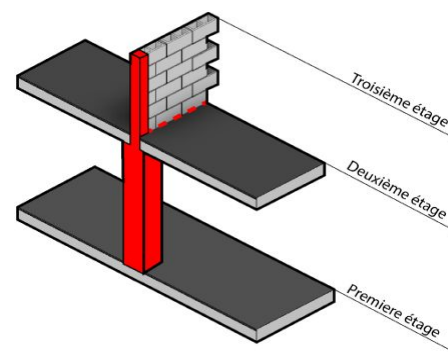
## 2. Chevauchement parallèle

Chevauchement  $\geq 25\%$  de la longueur du mur supporté  
La poutre de support doit satisfaire les exigences linteau  
Ouverture max. = 2,2 m



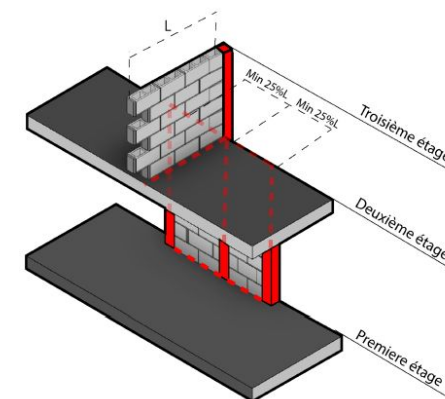
## 3. Support de colonne isolée

Conception séparée selon ASCE 7 et ACI 318  
Poteau résiste au cisaillement et renversement  
Conception spécialisée requise



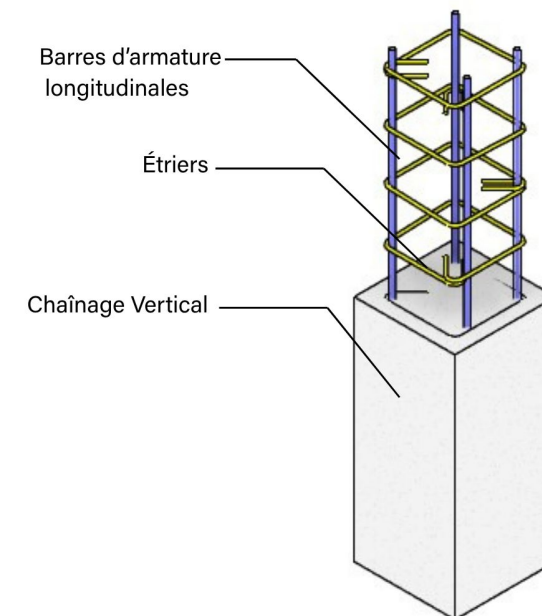
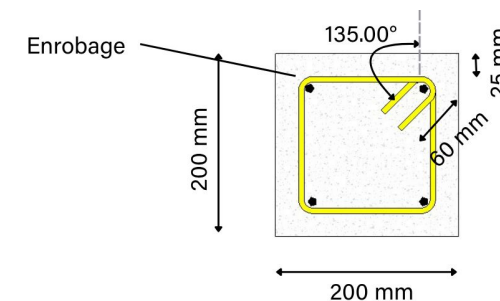
## 4. Chevauchement perpendiculaire

Extension  $\geq 25\%$  de L dans les 2 directions  
Chaînage vertical encastré dans le mur perpendiculaire  
Ouverture max. = 2,2 m



# Chaînages verticaux

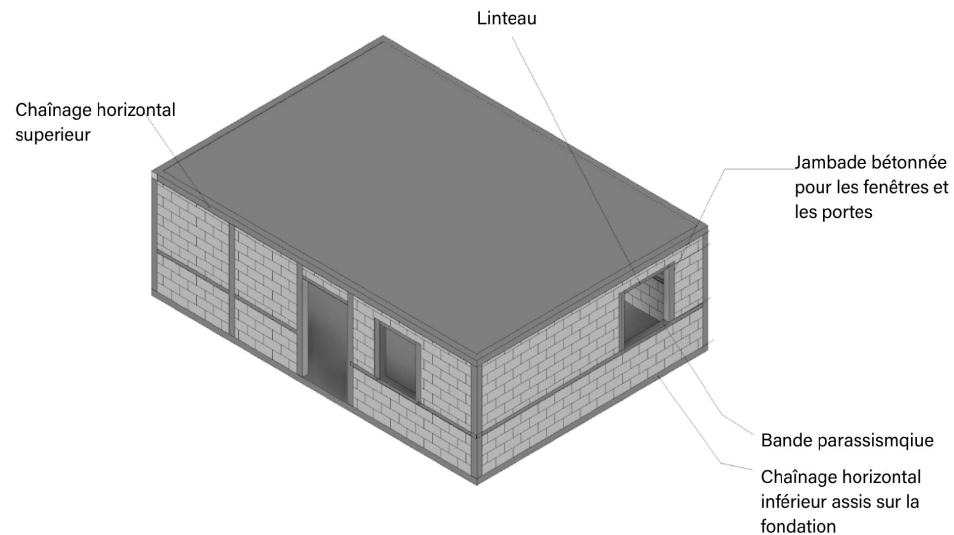
Épaisseur de paroi (cm)	Coupe transversale (cmxcm)	Renforcement longitudinal	Diamètre des étriers	Espacement maximum des étriers (cm)	Utilisation
15 ou 20	15 ou 20 x 8	2 x 1/2"	1/4"	15	Confinement des fenêtres et des portes.
15	15x15	4 x 1/2"	1/4"	15, 7,5	Bâtiment de un ou deux niveaux
20	15x20	4 x 1/2"	1/4"		Bât. 1-2 niveaux (bloc 20 cm)
20	20x20	6 x 1/2"	1/4"		RdC – Bât. 3 niveaux
20	20x20	4 x 1/2"	1/4"		N2 & N3 – Bât. 3 niveaux
15	15x15	4 x 1/2"	1/4"		N2 & N3 – Bât. 3 niv. (bloc 15)



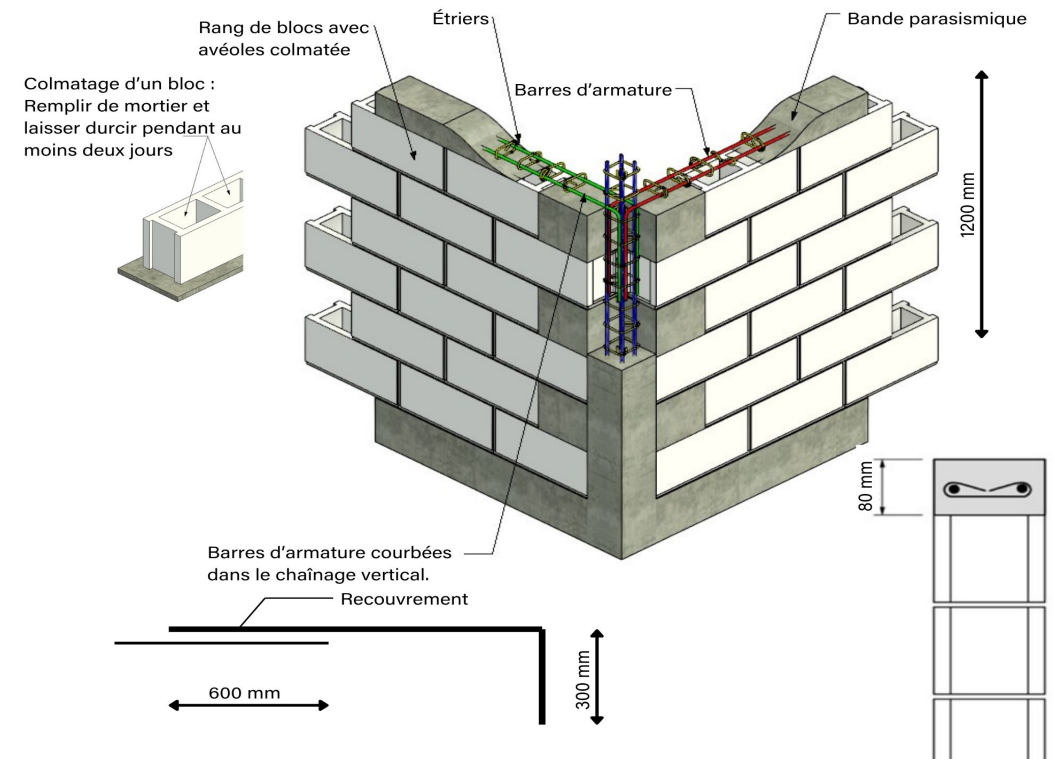
# Chaînages Horizontaux Inférieurs

Zone de conception sismique	Section de la poutre Largeur x Profondeur	Portée maximum (m)	Renforcement longitudinal	Renforcement transversal (étriers) 25 mm d'enrobage (axe en axe)	Renforcement transversal (étriers) 40 mm d'enrobage
A and B	Mur 15cm x 20cm	4.5	4 x 12mm ou 1/2" Φ	Étriers : ¼" ou Ø6 mm @75 mm	Étriers : ¼" ou Ø6 mm @75 mm axe en axe
	Mur 20cm x 20cm	4.5	4 x 12mm ou 1/2" Φ	Étriers : ¼" ou Ø6 mm @100 mm	Étriers : ¼" ou Ø6 mm @75 mm axe en axe
C	Mur 15cm x 20cm	4.5	4 x 12mm ou 1/2" Φ	Étriers : ¼" ou Ø6 mm @75 mm	Étriers : ¼" ou Ø6 mm @50 mm axe en axe Ou 3/8" ou 10mm Φ @100mm axe en axe
	Mur 20cm x 20cm	4.5	4 x 12mm ou 1/2" Φ	Étriers : ¼" ou Ø6 mm @75 mm	Étriers : ¼" ou Ø6 mm @75 mm axe en axe
D	Mur 15cm x 20cm	3.5	4 x 12mm ou 1/2" Φ	Étriers : ¼" ou Ø6 mm @75 mm	Étriers : ¼" ou Ø6 mm @50 mm axe en axe Ou 3/8" ou 10mm Φ @100mm axe en axe
	Mur 15cm x 20cm	4.5	6 x 12mm ou 1/2" Φ	Étriers : ¼" ou Ø6 mm @75 mm	Étriers : ¼" ou Ø6 mm @75 mm axe en axe
	Mur 20cm x 20cm	4.5	4 x 12mm ou 1/2" Φ	Étriers : ¼" ou Ø6 mm @75 mm	Étriers : ¼" ou Ø6 mm @50 mm axe en axe Ou 3/8" ou 10mm Φ @100mm axe en axe

# Bandes sismiques (chaînage horizontal intermediaire)



Une bande sismique doit être placée à hauteur de la base de la fenêtre et s'étendre dans tous les murs du bâtiment(y compris ceux qui n'ont pas d'ouvertures). (Figure 1.5.4.7-1).



# Chaînage horizontal supérieur

Tableau 1.5.4.8-1 Chaînages supérieurs noyés (25mm ou 40mm d'enrobage)

Zone de conception sismique	Section de la poutre Largeur x Profondeur	Renforcement longitudinal	Renforcement transversal (étriers) (axe en axe)
Toutes	Mur 15cm x 20cm Mur 20cm x 20cm	4 x 12mm ou 1/2" $\Phi$	1/4" ou $\text{\O}6$ mm @150 mm sur toute la longueur 1/4" ou $\text{\O}6$ mm @100 mm dans une zone de 600 mm autour des jonctions, ou au-dessus des ouvertures jusqu'à 1,20 m Voir Section 1.5.5.4 pour les ouvertures plus grandes.

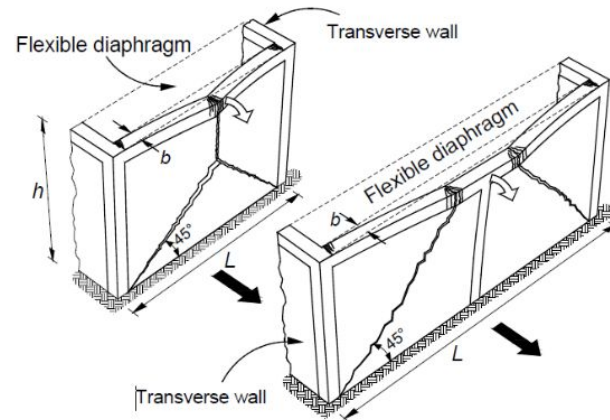


Figure 1.5.4.8-1: Mécanismes de rupture pour les murs en maçonnerie chaînée avec chaînage supérieur apparent (sous charges sismiques hors plan)

# Chaînage horizontal supérieur

Table 1.5.4.8-2 Chaînages supérieurs apparents (25mm ou 40mm d'enrobage)

Zone de conception sismique	Section de la poutre Largeur x Profondeur	Portée maximum (m)	Renforcement longitudinal	Renforcement transversal (étriers) 25 mm d'enrobage (axe en axe)	Renforcement transversal (étriers) 40 mm d'enrobage (axe en axe)
A and B	Mur 15cm x 20cm	4.5	4 x 12mm ou 1/2" $\Phi$	Étriers : 1/4" ou $\text{Ø}6$ mm @75 mm	Étriers : 1/4" ou $\text{Ø}6$ mm @75 mm
	Mur 20cm x 20cm	4.5	4 x 12mm ou 1/2" $\Phi$	Étriers : 1/4" ou $\text{Ø}6$ mm @100	Étriers : 1/4" ou $\text{Ø}6$ mm @75 mm a
C	Mur 15cm x 20cm	4.5	4 x 12mm ou 1/2" $\Phi$	Étriers : 1/4" ou $\text{Ø}6$ mm @75 mm	Étriers : 1/4" ou $\text{Ø}6$ mm @50 mm Ou 3/8" ou 10mm $\Phi$ @100mm
	Mur 20cm x 20cm	4.5	4 x 12mm ou 1/2" $\Phi$	Étriers : 1/4" ou $\text{Ø}6$ mm @75 mm	Étriers : 1/4" ou $\text{Ø}6$ mm @75 mm
D	Mur 15cm x 20cm	3.5	4 x 12mm ou 1/2" $\Phi$	Étriers : 1/4" ou $\text{Ø}6$ mm @75 mm	Étriers : 1/4" ou $\text{Ø}6$ mm @50 mm Ou 3/8" ou 10mm $\Phi$ @100mm a
	Mur 15cm x 20cm	4.5	6 x 12mm ou 1/2" $\Phi$	Étriers : 1/4" ou $\text{Ø}6$ mm @75 mm	Étriers : 1/4" ou $\text{Ø}6$ mm @75 mm
	Mur 20cm x 20cm	4.5	4 x 12mm ou 1/2" $\Phi$	Étriers : 1/4" ou $\text{Ø}6$ mm @75 mm	Étriers : 1/4" ou $\text{Ø}6$ mm @50 mm Ou 3/8" ou 10mm $\Phi$ @100mm

# Classification des Ouvertures et Exigences

Type	Dimensions	Affecte la Capacité portante	Affecte la Capacité cisaillement	Éléments de confinement horizontal requis	Confinement vertical requis
Très petite	20×20 cm	NON	NON	NON	Aucun
Petite	60×60 cm	NON	OUI	NON	Aucun (longueur effective réduite)
Moyenne	$60 < L \leq 90$ cm	OUI	OUI	OU Haut - Linteau ou chaînage supérieur  Bas- Bande sismique ou chaînage inférieure	H ≤ 1,5 m : 2 barres H > 1,5 m : 4-6 barres l'intersection/angle des murs - renforcement 4 ou 6 barres de renforcement
Grande	$90 < L \leq 220$ cm	OUI	OUI	OUI	H ≤ 1,5 m : 2 barres H > 1,5 m : 4-6 barres si ≥ 120 cm coin H > 1,5 m et < 60 cm coin : libre

# Classification des Ouvertures et Exigences

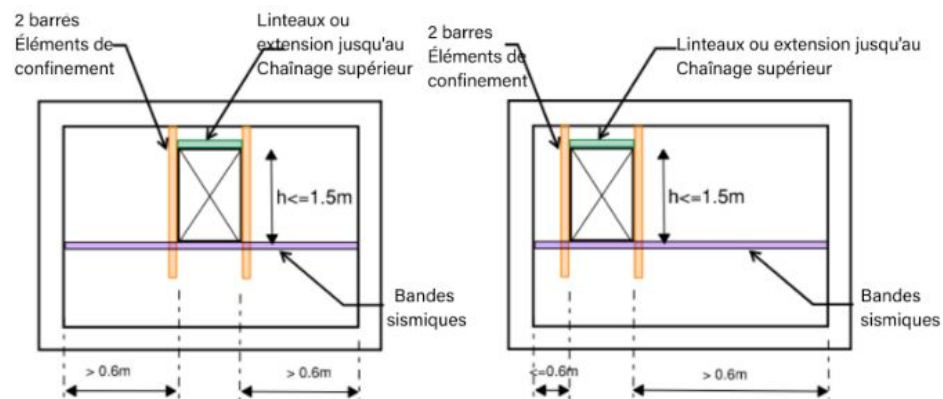


FIGURE 1.5.4.2-4 Éléments de délimitation pour fenêtres moyennes ou grandes d'une hauteur inférieure ou égale à 1,5 m.

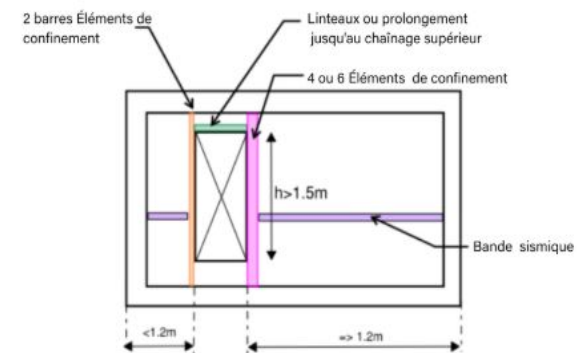


Figure 1.5.4.2-6 : Éléments de délimitation pour les ouvertures hautes situées à moins de 120 cm d'un angle de bâtiment ou d'une intersection de murs

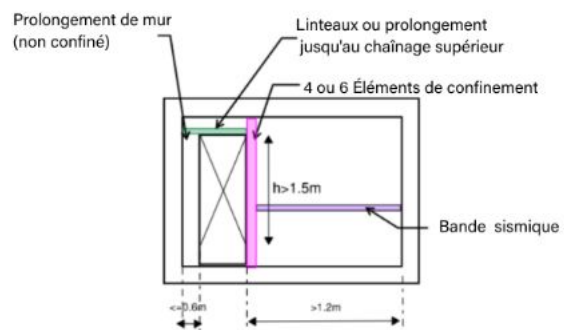


Figure 1.5.4.2-5 : Éléments de délimitation pour les ouvertures hautes situées à moins de 60 cm d'un angle de bâtiment ou d'une intersection de murs

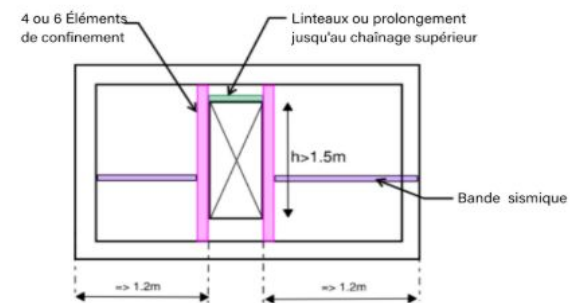
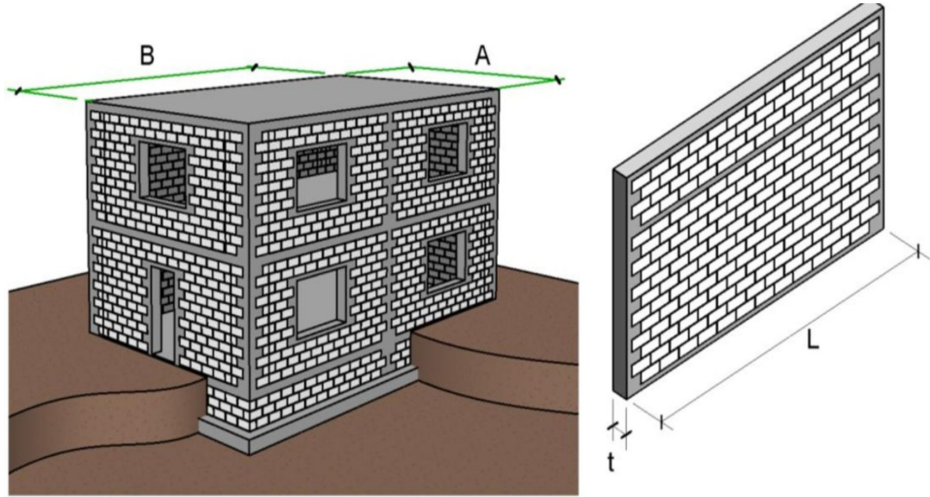


Figure 1.5.4.2-7 Éléments de délimitation pour les ouvertures hautes situées à plus de 120 cm de tout angle de bâtiment ou intersection de murs

# Méthode PSM – Pourcentage de Surface de Mur



Le PSM mesure la « densité résistante » des murs. Un bâtiment avec petites pièces, peu d'ouvertures et des blocs 20 cm aura un PSM élevé → meilleure résistance sismique. L'objectif est de vérifier que le PSM fourni  $\geq$  PSM requis (Tableau 1.5.4.3.2-1).

$$\text{PSM fourni (ajusté)} = \frac{\sum (L_{\text{mur}} \times 0,15 \text{ m} \times \text{CN} \times \text{CB})}{\text{Surface\_plancher}} \geq \text{PSM requis}$$

## Définition du PSM

**PSM** =  $\Sigma(\text{Longueur} \times \text{Épaisseur des murs}) / \text{Surface de planche}$   
( = surface nominale murs / surface de plancher

**PSM fourni** : Calculé  $\times 2$  par niveau (direction X et direction Y)

**PSM requis** : Fonction de : zone sismique (SDS), type de toiture, niveau du bâtiment

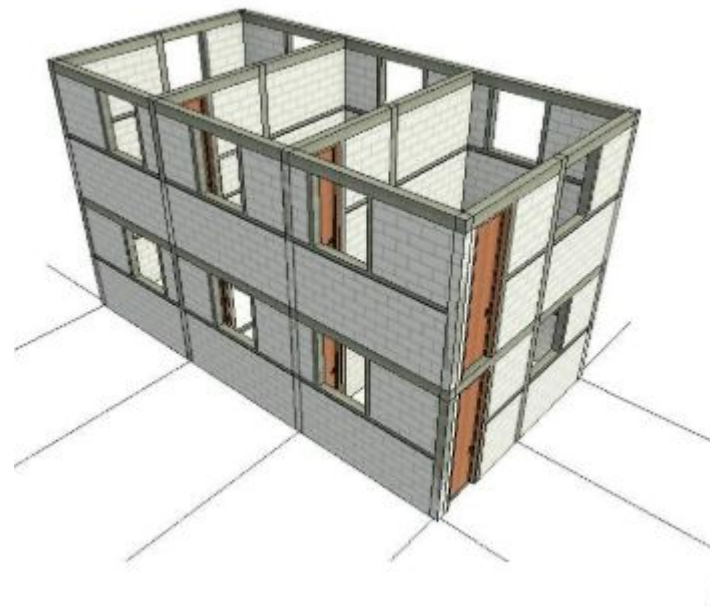
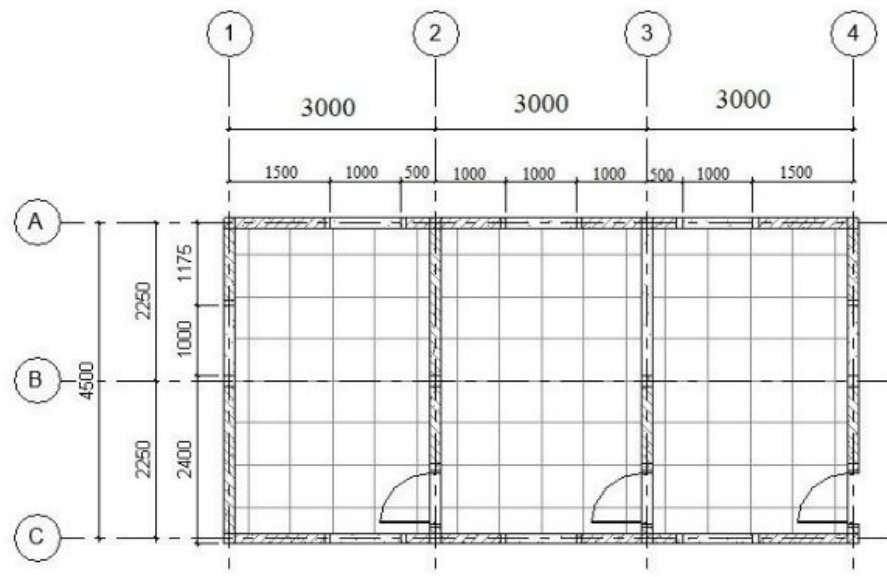
**Condition** : PSM fourni  $>$  PSM requis dans chaque direction et à chaque niveau, Mûr min. 1,2 m tous les 4,5 m dans chaque direction, Rapport longueur/largeur bâtiment max. = 4

**Facteurs** : CN (surface nette), CB (f'm), PSM fourni Ajusté

# Procédure de Calcul du PSM – Étapes Clés

- 01 Déterminer la sismicité du site  
Identifier la zone sismique et SDS
- 02 **Calculer la surface de plancher**  
Mesurée jusqu'à la face ext. des murs périphériques
- 03 **Identifier les axes de trame**  
Murs ext. + axes intérieurs espacés max. 4,5 m
- 04 **Sélectionner les mur maçonnerie chaînée MMC structurels**  
 $L \geq 1,2$  m, satisfaisant les conditions de continuité
- 05 **Déterminer la surface tributaire**  
La somme des surfaces tributaires dans chaque direction, à un niveau donné, doit être égale à la surface totale de plancher.
- 06 **Calculer surface ajusté des murs  $A_{wi}$**   
 $A_{wi} = L \times 0,15 \times CN \times CB$  par axe de trame  
Surface efficace utilisée pour la vérification structurale. On tient compte des facteurs  $C_n$  et  $C_b$
- 07 **Comparer PSM fourni  $\geq$  PSM requis**  
Répéter pour les 2 directions et tous les niveaux

# PSM - Example



Informations sur le bâtiment		Voir les tableaux de référence pour les requêtes			
ENTREZ UNIQUEMENT LES CELLULES GRISÉS ICI					
Nombre d'étages	1.2	▼	Premier de deux étages	Largeur du mur utilisée ici :	0.15
Number of Stories, N:	2		Le maximum est de trois niveaux.	Surface du bâtiment :	42.55
Étage évalué :	1		Rez-de-chaussée (Niveau 1)	Longueur du bâtiment (le long de l'axe X) :	9.15
Hauteur du mur H (m)	2.9			Largeur du bâtiment (le long de l'axe Y) :	4.65
Système de toiture :	Lég...	▼		Dimensions du plancher:	
Zone sismique :	B	▼		Rapport d'aspect (longueur/largeur)	1.97
Facteur de direction maximal :	1.10		Le facteur de direction maximal est un coefficient majorateur utilisé pour tenir compte du cas le plus défavorable de l'action sismique selon une direction donnée	La limite maximale est de 4	
Classe du site:	C	▼			
Ss (g)	1.59		Ss représente l'accélération spectrale du séisme à une période courte (en général T = 0,2 s).		
Fa	1.2		Fa est un facteur de site qui tient compte de l'effet du sol sur l'amplification du mouvement sismique aux courtes périodes (< 0,2 s)		
Sds (g)	1.40		Accélération spectrale de calcul de 0,2 seconde		



# PSM : Direction X-X

## 1 er Niveau

Grille	Mur #	Mur Longueur Considérée (m)	Epaisseur (m)	f'm (MPa)	Rn Facteur	Convertir en mur équivalent standard			Superficie		Ajoutez chaque grille et vérifiez le WAP pour la superficie tributaire.								
						face stand: du mur (m²)	Cn facteur Superficie nette (Rn x t)/ (Rn rw x 0.15)	Cb facteur Bloc f'm	otale standar Augmentation Cn x Cb	Surface ajustée du mur Awi (m2)	Interieur ou Exterieur Wall	urface du mt sur la grille ibutaire de L'étage Awg (m2)	Surface de L'étage Ati (m2)	WAPI (%)	WAPreqd /WAPI	Fourchette acceptable Min. Max.		pour les murs considérés Grille D/C Dans la plage Ratio	
A	A1	1.575	0.15	6.9	0.438	0.24	1.00	1.00	1.000	0.236									
A	A2	1.50	0.15	6.9	0.438	0.23	1.00	1.00	1.000	0.225									
A	A3	1.50	0.15	6.9	0.438	0.23	1.00	1.00	1.000	0.225									
A	A4	1.575	0.15	6.9	0.438	0.24	1.00	1.00	1.000	0.236									
A											Exterieur ▼	0.923	21.3	4.34%	152%	100%	300%	0.66	OK
D	D1	1.575	0.15	6.9	0.438	0.24	1.00	1.00	1.000	0.236									
D	D2	1.50	0.15	6.9	0.438	0.23	1.00	1.00	1.000	0.225									
D	D3	1.50	0.15	6.9	0.438	0.23	1.00	1.00	1.000	0.225									
D	D4	1.575	0.15	6.9	0.438	0.24	1.00	1.00	1.000	0.236									
D											Exterieur ▼	0.923	21.3	4.34%	152%	100%	300%	0.66	OK
SUM, sauf indication contraire									ΣAwi =	1.85	All	1.85	42.5	4.34%	152%	100%	Pas de limite	0.66	OK
									WAP fourni (ΣAwi/Ab) =	4.34%	Compare per grid value		42.5	4.34%	check match				
									WAP requis =	2.86%	From below, and D/C =		0.66						



# Modules de formation

## Conception des dalles

---

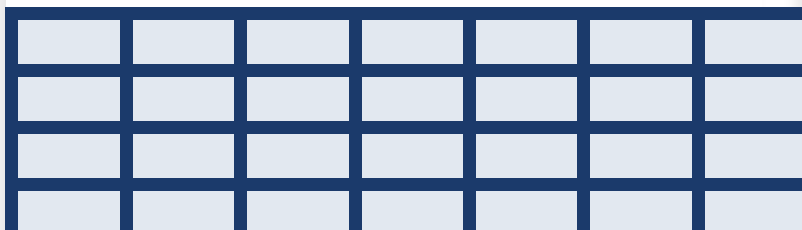
# Objectifs

- Types Dalles Suspendues
- Dalles suspendues bidirectionnelles
- Dalles suspendues unidirectionnelles
- Dalles alvéolées (poutrelles-hourdis)
- Poutres, porte-à-faux & ouvertures

# Types de Dalles Suspendues

## BIDIRECTIONNELLE 1.5.5.1

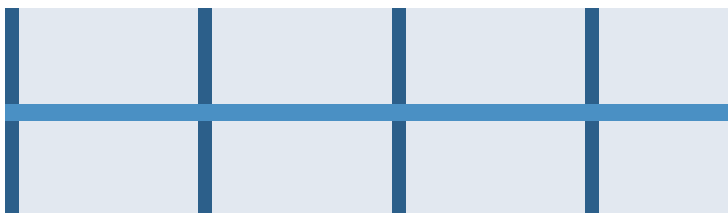
Armature dans les deux directions. Rapport portée max/min  $\leq 2$ . Portée maximale 4,5 m.



Usage : résidentiel, boutique, stockage, toit

## UNIDIRECTIONNELLE 1.5.5.2

Armature principale dans le sens de la portée courte. Portée simple ou double travée.



Usage : résidentiel, boutique, stockage, toit

## ALVÉOLÉE (Poutrelles-Hourdis) 1.5.5.3

Poutrelles parallèles espacées 500 mm c/c + hourdis béton creux (390 mm) + chape 50 mm min.



Usage : résidentiel, boutique, stockage, toit

⚠ Niveau fini plancher  $\geq 300$  mm au-dessus du sol | Enrobage normal §1.5.2 — Zone côtère : +40 mm d'enrobage

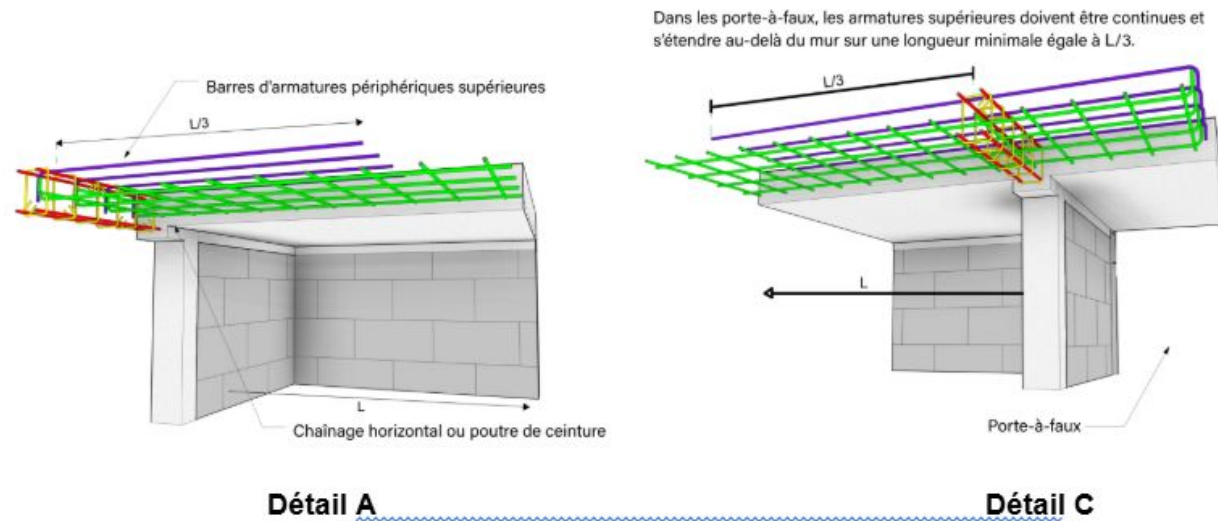
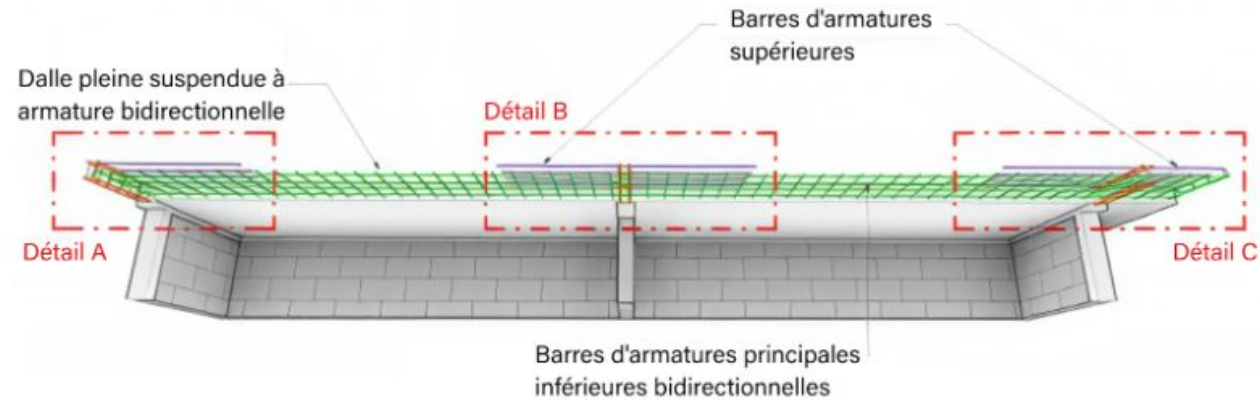
# Dalle Bidirectionnelle — Ferrailage

Tableau 1.5.5.1-1 — Portée, épaisseur et armatures

Usage	Portée (m)	Ép. (mm)	Arm. inférieure bidirectionnelle	Arm. sup. périphérique	Arm. sup. appuis interm.
Résidentiel	3	120	3/8" à 200 mm c/c	3/8" à 250 mm c/c	3/8" à 200 mm c/c
Résidentiel	4	125	3/8" à 200 mm c/c	3/8" à 250 mm c/c	3/8" à 200 mm c/c
Résidentiel	4.5	150	1/2" à 200 mm c/c	3/8" à 250 mm c/c	1/2" à 200 mm c/c
Boutique	3	120	3/8" à 200 mm c/c	3/8" à 250 mm c/c	3/8" à 200 mm c/c
Boutique	4	125	3/8" à 150 mm c/c	3/8" à 250 mm c/c	3/8" à 150 mm c/c
Boutique	4.5	150	1/2" à 200 mm c/c	3/8" à 200 mm c/c	1/2" à 200 mm c/c
Toit	3	120	3/8" à 200 mm c/c	3/8" à 250 mm c/c	3/8" à 200 mm c/c
Toit	4	125	3/8" à 200 mm c/c	3/8" à 250 mm c/c	3/8" à 200 mm c/c
Toit	4.5	150	1/2" à 200 mm c/c	3/8" à 250 mm c/c	1/2" à 200 mm c/c

Note :  $L_{périp} = \text{portée}/3 + \text{crochet } 200 \text{ mm dans chaînage périmétrique}$ .  $L_{interm} = (L1+L2)/3 + \text{épaisseur de l'appui intermédiaire}$ .

# Dalle Bidirectionnelle — Ferrailage



# Dalle Unidirectionnelle — Portée Simple

Tableau 1.5.5.2-1

Usage	Portée max (m)	Épaisseur (mm)	Armatures principales (sens portée courte)	Armatures secondaires (perpendiculaires)
Résidentiel	3	125 *	⅜" à 200 mm c/c	⅜" à 250 mm c/c
Résidentiel	4	160 *	⅜" à 150 mm c/c	⅜" à 250 mm c/c
Résidentiel	4.5	160 *	½" à 200 mm c/c	⅜" à 250 mm c/c
Boutique	3	125 *	⅜" à 200 mm c/c	⅜" à 250 mm c/c
Boutique	4	180 *	½" à 200 mm c/c	⅜" à 250 mm c/c
Boutique	4.5	160 *	½" à 200 mm c/c	⅜" à 250 mm c/c
Stockage	3	160	½" à 200 mm c/c	⅜" à 250 mm c/c
Stockage	4	180 *	½" à 200 mm c/c	⅜" à 250 mm c/c
Stockage	4.5	200 *	½" à 150 mm c/c	⅜" à 250 mm c/c
Toit	3	125 *	⅜" à 200 mm c/c	⅜" à 250 mm c/c
Toit	4	160 *	⅜" à 150 mm c/c	⅜" à 250 mm c/c
Toit	4.5	160 *	½" à 200 mm c/c	⅜" à 250 mm c/c

# Armature d'une dalle de portée simple

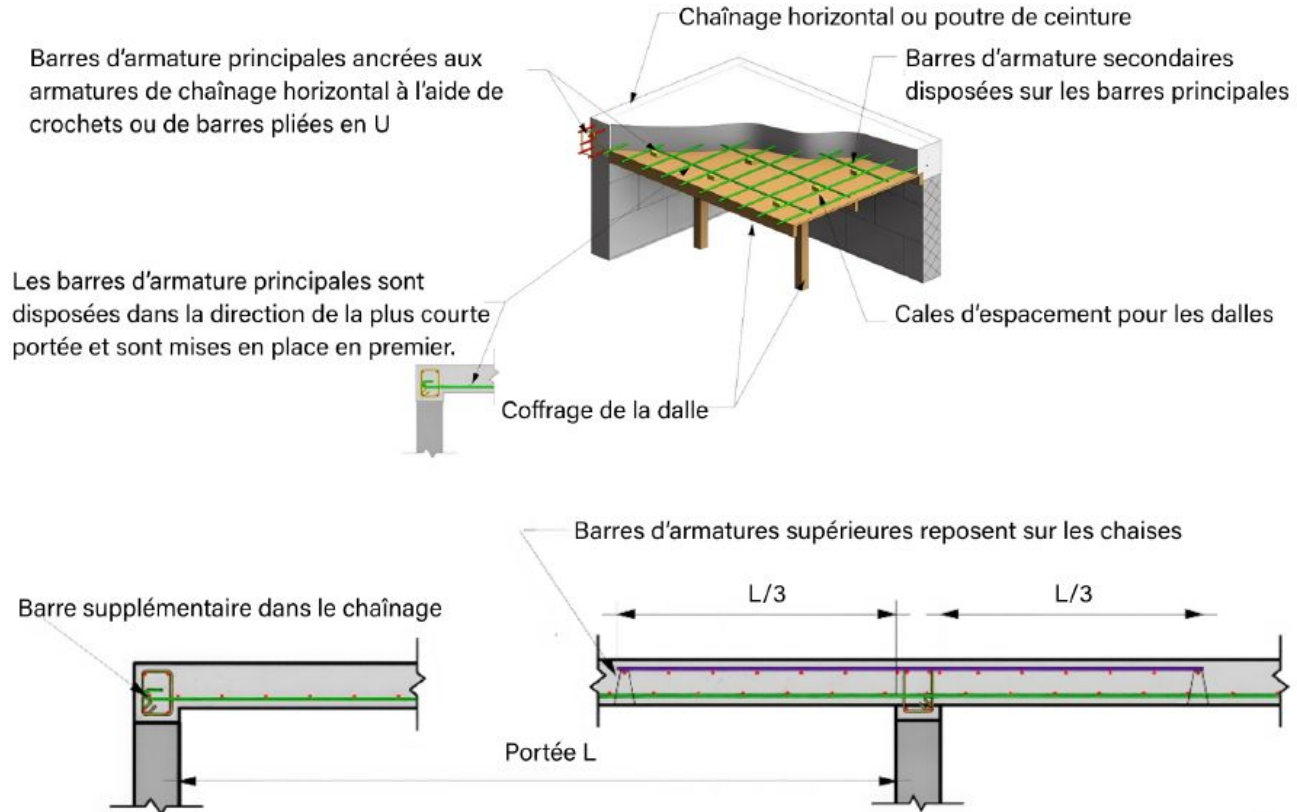


Figure 1.5.5.2-1 Armature d'une dalle de portée simple.

# Dalle Unidirectionnelle — Double Travée

Usage	Portée (m)	Ép. (mm)	Armature principale	Armature secondaire	Arm. sup. sur appui (L=...)
Résidentiel	3	125	⅜" à 200 mm c/c	⅜" à 250 mm c/c	⅜" à 200 mm c/c L=2,2 m
Résidentiel	4	160	⅜" à 200 mm c/c	⅜" à 250 mm c/c	⅜" à 200 mm c/c L=2,9 m
Résidentiel	4.5	160*	⅜" à 150 mm c/c	⅜" à 250 mm c/c	⅜" à 150 mm c/c L=3,2 m
Boutique	3	125	⅜" à 200 mm c/c	⅜" à 250 mm c/c	⅜" à 200 mm c/c L=2,2 m
Boutique	4	160	⅜" à 200 mm c/c	⅜" à 250 mm c/c	⅜" à 200 mm c/c L=2,9 m
Boutique	4.5	160*	½" à 200 mm c/c	⅜" à 250 mm c/c	½" à 200 mm c/c L=3,2 m
Stockage	3	160	⅜" à 200 mm c/c	⅜" à 250 mm c/c	⅜" à 200 mm c/c L=2,2 m
Stockage	4	180	½" à 200 mm c/c	⅜" à 250 mm c/c	½" à 200 mm c/c L=2,9 m
Stockage	4.5	180*	½" à 150 mm c/c	⅜" à 250 mm c/c	½" à 200 mm c/c L=3,2 m
Toit	3	125	⅜" à 200 mm c/c	⅜" à 250 mm c/c	⅜" à 200 mm c/c L=2,2 m
Toit	4	160	⅜" à 200 mm c/c	⅜" à 250 mm c/c	⅜" à 200 mm c/c L=2,9 m
Toit	4.5	160*	⅜" à 150 mm c/c	⅜" à 250 mm c/c	⅜" à 150 mm c/c L=3,2 m

# Dalle Alvéolée — Composition & Ferrailage

## COMPOSITION & RÈGLES

- ✓ Poutrelles BA parallèles espacées 500 mm c/c
  - ✓ Hourdis (blocs creux 390×100-150 mm)
  - ✓ Chape de béton  $\geq 50$  mm par-dessus
  - ✓ Armature sec.  $\frac{1}{4}$ " à 250 mm c/c (anti-fissuration)
    - ▶ Pas de chevauchement dans le tiers central
    - ▶ Recouvrement  $\frac{3}{8}$ "  $\geq 500$  mm /  $\frac{1}{2}$ "  $\geq 600$  mm
    - ▶ Armature supérieure aux extrémités sur L/3
    - ▶ Poutrelles liées au chaînage par fils à ligaturer
- ⚠ **Stockage 4,5 m : NON AUTORISÉ**

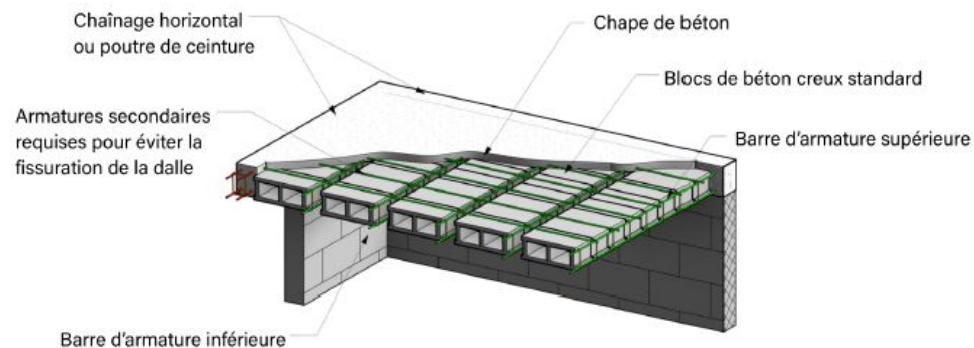


Figure 1.5.5.3-1 Caractéristique d'une dalle alvéolée

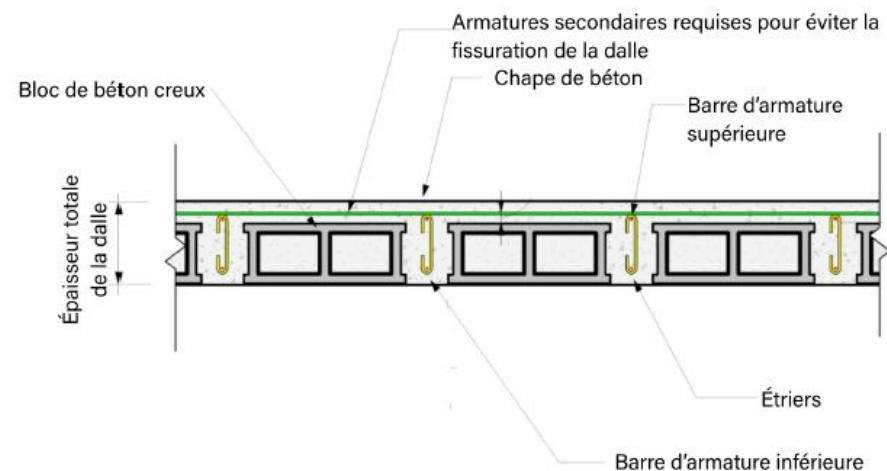


Figure 1.5.5.3-2 Dimensions d'une dalle alvéolée

# Dalle Alvéolée- Portée Simple

Usage	Portée (m)	Ép. (mm)	Arm. inf. poutrelles	Arm. sup. extr.	Étriers
Résidentiel	3	150	1 × ½"	1 × ⅜"	¼" à 200 c/c
Résidentiel	4	200	1×½" + 1×⅜"	1 × ⅜"	¼" à 200 c/c
Résidentiel	4.5	200	2 × ½"	1 × ⅜"	¼" à 200 c/c
Boutique	3	200	1 × ½"	1 × ⅜"	¼" à 200 c/c
Boutique	4	200	1×½" + 1×⅜"	1 × ⅜"	¼" à 200 c/c
Boutique	4.5	200	2 × ½"	1 × ⅜"	¼" à 200 c/c
Stockage	3	200	1×½" + 1×⅜"	1 × ⅜"	¼" à 200 c/c
Stockage	4	200	2 × ½"	1 × ⅜"	¼" à 150 c/c
Stockage 4,5 m	<b>— NON AUTORISÉ —</b>				
Toit	3	150	1 × ½"	1 × ⅜"	¼" à 200 c/c
Toit	4	200	1×½" + 1×⅜"	1 × ⅜"	¼" à 200 c/c
Toit	4.5	200	2 × ½"	1 × ⅜"	¼" à 200 c/c

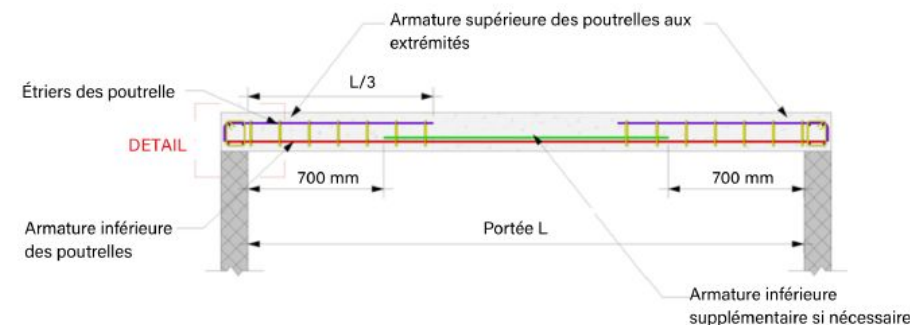


Figure 1.5.5.3-3 Armature des poutrelles de portée simple

Note : Le renforcement secondaire n'est pas représenté).

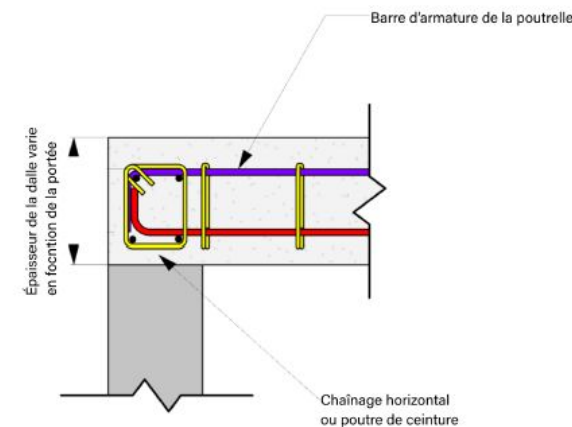
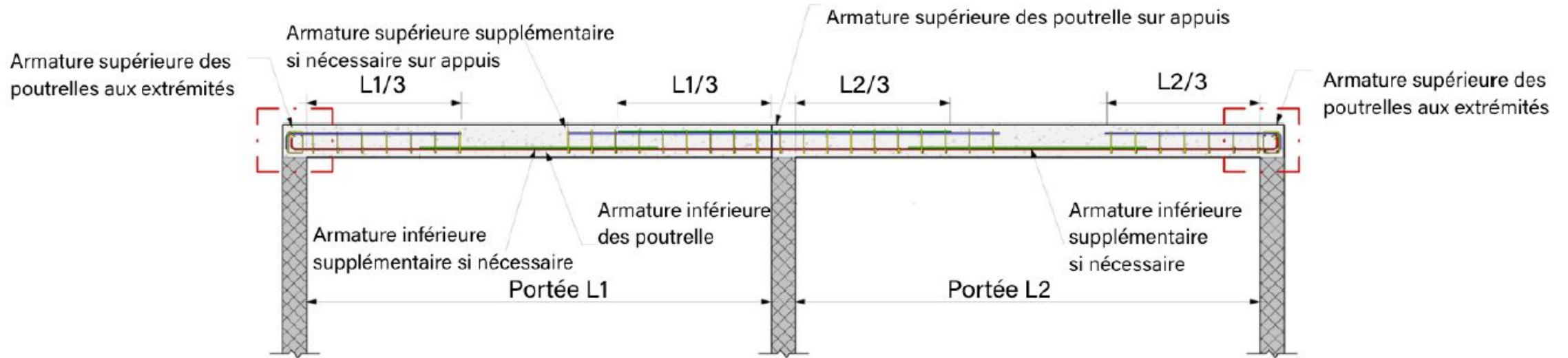


Figure 1.5.5.3-4 Détail typique de la connexion à la poutre.

# Dalle Alvéolée- Portée Double

Utilisation de la dalle	Portée maximale (m)	Épaisseur de dalle (mm)	Armature inférieure des poutrelles	Armature supérieure des poutrelles aux extrémités	Armature supérieure des poutrelles sur appuis <sup>3</sup>	Etriers des poutrelles
Résidentiel	3	150	1 x ½"	1 x ⅜ »	1 x ½"; L = 2,2	¼" à 200 mm c/c
	4	200	1 x ½"	1 x ⅜ »	1 x ½" ; L = 2,9	¼" à 200 mm c/c
	4.5	200	1 x ½" + 1 x ⅜"	1 x ⅜ »	1 x ½" + 1 x ⅜"; L = 3,2	¼" à 200 mm c/c
Boutique	3	150	1 x ½"	1 x ⅜ »	1 x ½"; L = 2,2	¼" à 200 mm c/c
	4	200	1 x ½"	1 x ⅜ »	1 x ½" ; L = 2,9	¼" à 200 mm c/c
	4.5	200	1 x ½" + 1 x ⅜"	1 x ⅜ »	1 x ½" + 1 x ⅜"; L = 3,2	¼" à 200 mm c/c
Stockage	3	200	1 x ½"	1 x ⅜ »	1 x ½"; L = 2,2	¼" à 200 mm c/c
	4	200	1 x ½" + 1 x ⅜"	1 x ⅜ »	1 x ½" + 1 x ⅜"; L = 2,9	¼" à 150 mm c/c
	4.5	NA	non autorisé	non autorisé	non autorisé	non autorisé
Toiture	3	150	1 x ½"	1 x ⅜ »	1 x ½"; L = 2,2	¼" à 200 mm c/c
	4	200	1 x ½"	1 x ⅜ »	1 x ½" ; L = 2,9	¼" à 200 mm c/c
	4.5	200	1 x ½" + 1 x ⅜"	1 x ⅜	1 x ½" + 1 x ⅜"; L = 3,2	¼" à 200 mm c/c

# Dalle Alvéolée- Portée Double



*Figure 1.5.5.3-5 Armature des poutrelles de portée double*

# Poutres dans les Dalles — Tableau de Ferrailage

Type	Usage	Dim h×b (mm)	Portée max (m)	Arm. long. haut	Arm. long. bas	Étriers
DALLES PLEINES						
1 - Poutres profonde supportant des cloisons discontinues <sup>4</sup>	Résid./Magasin	300×200	3	2×½"	3×½"	¼" à 100 mm c/c 50 cm - aux supports et à l'extrémité de la cloison ¼" à 200 mm c/c le long de la travée
		400×200	4	2×½"	4×½"	
2A - Poutres profondes encadrant l'ouverture (Perpendiculaire à la direction de la dalle dans les dalles unidirectionnelles)	Toit/Résid./Mag	300×200	3	2×½"	2×½"	¼" à 100 mm c/c 50 cm - aux supports
		350×200	4	2×½"	3×½"	
		350×200	4.5	2×½"	4×½"	¼" à 200 mm c/c le long de la travée
2B - Poutres profondes encadrant l'ouverture (Parallèle à la direction de la dalle dans les dalles unidirectionnelles)	Toit résidentiel ou magasin	300x200	4.5	2 x ½"	2 x ½"	¼" à 100 mm c/c 50 cm - aux supports ¼" à 200 mm c/c le long de la travée
	Stockage	350 x 200	4	2 x ½"	2 x ½"	
		400 x 200	4.5	2 x ½"	2 x ½"	

# Poutres dans les Dalles Tableau de Ferrailage

Type	Usage	Dim h×b (mm)	Portée max (m)	Arm. long. haut	Arm. long. bas	Étriers
DALLES ALVÉOLÉES						
1A - Poutres basses supportant des cloisons discontinus <sup>4</sup>	Résidentiel, Toiture, Magasin, Entreposage	300x200	3	2 x ½"	3 x ½"	¼" à 100 mm c/c 50 cm - aux supports et à l'extrémité de la cloison.  ¼" à 200 mm c/c le long de la travée.
	Résidentiel	300x200	4	2 x ½"	4 x ½"	
1B - Poutres profonde supportant des cloisons discontinues	Résidentiel, Toiture, Magasin, Entreposage	300x200	3	2 x ½"	3 x ½"	¼" à 100 mm c/c 50 cm - aux supports  ¼" à 200 mm c/c le long de la travée.
		350x250	4	2 x ½"	4 x ½"	
2 - Poutres profondes encadrant l'ouverture	Résidentiel, Toiture, Magasin, Entreposage	450 x 250	4.5	2 x ½"	4 x ½"	¼" à 100 mm c/c 50 cm - aux supports.  ¼" à 200 mm c/c le long de la travée.
		300x200	3	2 x ½"	3 x ½"	

# Porte-à-Faux et Ouvertures dans les Dalles

## PORTE-À-FAUX

Paramètre	Valeur / Règle
Longueur max	<b>600 mm (2 pieds)</b>
Usage autorisé	Résidentiel uniquement
Usage commercial	<b>STRICTEMENT INTERDIT</b>
Applications	Terrasses, balcons, espaces occupés
Zone sismique D	<b>INTERDIT pour espaces occupés</b>
Murs de façade	Max 1 niveau, maçonnerie chaînée 6" max

Tableau 1.5.5.5-1 — Armatures des dalles en porte-à-faux

Usage	Zone sism.	Ép. min dalle pleine	Arm. sup. dalle pleine
Balcon/Terrasse	A et B	125 mm	⅜" à 200 mm c/c
Balcon/Terrasse	C & D	125 mm	⅜" à 150 mm c/c
Espaces occupés	A et B	160 mm	½" à 150 mm c/c
Espaces occupés	C	160 mm	½" à 125 mm c/c

## OUVERTURES DANS LES DALLES

Règle	Valeur / Exigence
Côté max (Lw)	≤ 25% du côté parallèle du bâtiment
Ouvertures générales	Côté max = 1,2 m
Ouvertures escalier	Côté max = 3,6 m
≤ 300×300 mm	Sans poutre de cadrage — 2 barres #3 chaque côté, +300 mm
> 1,2 m (bidirect.)	Poutres profondes obligatoires (Tableau 1.5.5.4-1)
Dalles bidirect. — emplacement	Centre ouverture à max Li/3 du coin de la dalle
Tuyaux (alvéolée)	<b>Ne coupent JAMAIS les poutrelles</b>
Diamètre tuyaux	≤ ½ de l'épaisseur totale de la dalle
Dos porte-à-faux	<b>Conception par ingénieur requise</b>

# POINTS CLÉS À RETENIR

- 01 Bidirectionnelle : rapport portée max/min  $\leq 2$ , portée max 4,5 m
- 02 Alvéolée : poutrelles espacées 500 mm, chape 50 mm, armature ¼" anti-fissuration
- 03 Porte-à-faux : max 600 mm, résidentiel uniquement, interdit zone D (espaces occupés)
- 04 Cure béton : humide  $\geq 15$  jours, coffrages retirés après 15 jours minimum
- 05 Zone côtière : augmenter l'enrobage de +40 mm pour toutes les dalles suspendues



# Modules de formation

## Murs en Maçonnerie chaînée

---

# Objectifs

- Principes Généraux des Fondations
- Types de Fondations
- Semelles Filantes en Béton Armé
- Dimensionnement - Bâtiments à Toiture Légère
- Fondations en Maçonnerie de Roche Chaînée
- Dimensions - Fondations en Maçonnerie de Roche
- Semelles Isolées pour Colonnes
- Bonnes Pratiques de Mise en Œuvre

# Principes Généraux des Fondations

## Définition et Fonction

- Élément de transition entre la structure et le sol.
- Transmission des charges verticales et horizontales.
- Répartition uniforme des contraintes.

## Facteurs de Conception

- Capacité portante du sol
- Charges de la superstructure
- Contraintes hydro-météorologiques
- Risques sismiques et cycloniques



### PRINCIPE CLÉ

Les fondations doivent être continues sous tous les murs et poteaux, et reliées entre elles par les armatures pour assurer une distribution homogène des charges.

# Types de Fondations

## 1. Semelles Filantes

- En béton armé.
- Continues sous tous les murs.
- Pour bâtiments 1 à 3 niveaux.
- Type le plus courant.

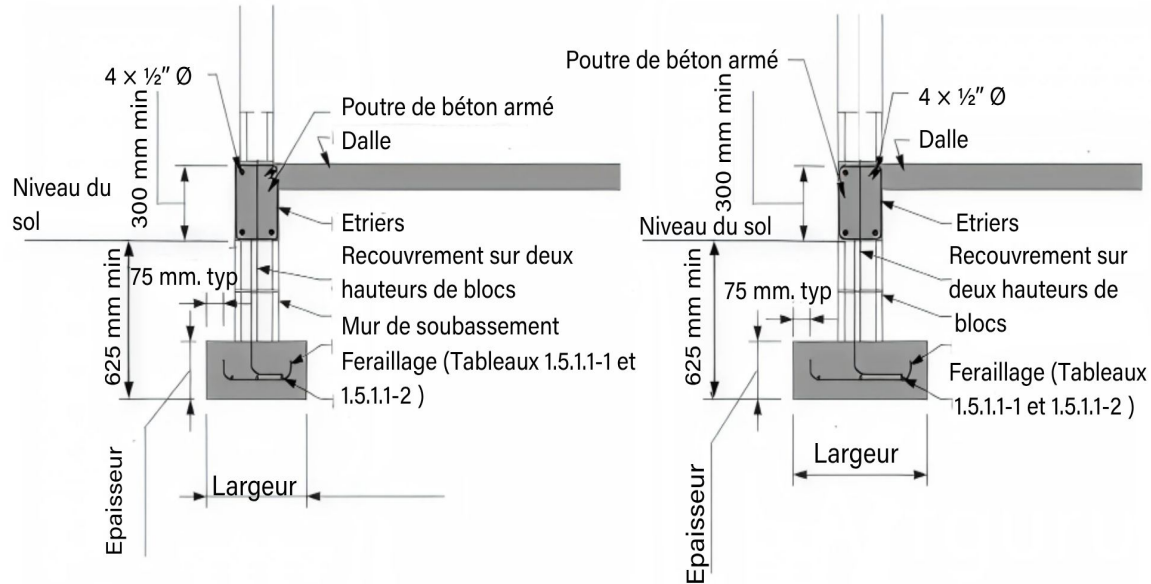
## 2. Maçonnerie en Roche

- Roche calcaire ou de rivière.
- Mortier ciment-sable 1:3.
- Maisons 1 à 2 niveaux.
- Solution économique.

## 1. Semelles Isolées

- Pour colonnes individuelles.
- Reliées par chaînage.
- Profondeur min. 750 mm.
- Complément aux filantes.

# Semelles Filantes en Béton Armé



## Spécifications Techniques

### Ancrage et Profondeur

- Sol dur: minimum 625 mm
- Sol mou: 1,0 à 1,5 m

### Drainage

- Pente: 150 mm/3 m
- Éloigner l'eau des fondations

### Continuité

- Sous tous les murs porteurs
- Reliées par armatures

# Dimensionnement - Bâtiments à Toiture Légère

Type de Bâtiment	Type de Sol	Largeur (mm)	Épaisseur (mm)	Renforcement
Un niveau	Mou	450	250	3 × ½" longitudinal, ⅜" @ 200mm c/c
	Dur	450	250	3 × ½" longitudinal, ⅜" @ 200mm c/c
Deux niveaux	Mou	1000	350	3 × ½" longitudinal, ½" @ 300mm c/c
	Dur	600	250	4 × ½" longitudinal, ⅜" @ 200mm c/c
Trois niveaux	Mou	Non fournies		
	Dur	900	300	5 × ½" longitudinal, ⅜" @ 200mm c/c

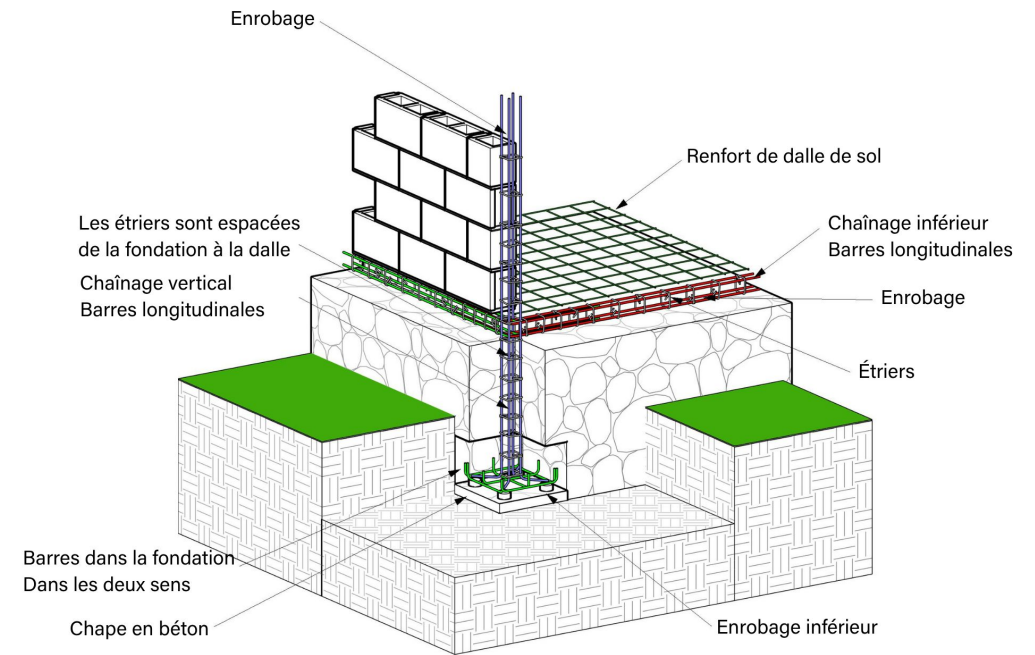
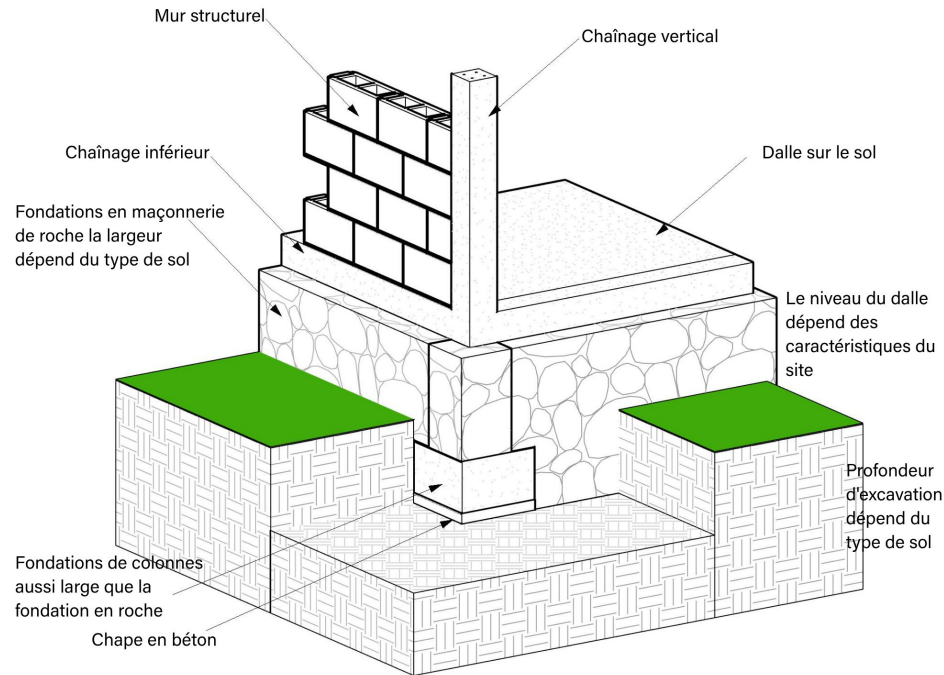
\* *Étude géotechnique détaillée requise pour 3 niveaux en sol mou*

Note: Les armatures longitudinales sont continues. Les armatures transversales assurent la liaison et la résistance à l'effort tranchant.

# Dimensionnement - Bâtiments à Toiture Lourde

Type de Bâtiment	Type de Sol	Largeur (mm)	Épaisseur (mm)	Renforcement
Un niveau	Mou	700	250	4 x ½" longitudinal ¾" à 200 mm c/c
	Dur	450	250	3 x ½" longitudinal ¾" à 200 mm c/c
Deux niveaux	Mou	1450	500	9 x ½" longitudinal ¾" à 200 mm c/c
	Dur	700	250	4 x ½" longitudinal ¾" @ 200mm c/c
Trois niveaux	Mou	Non fournies		
	Dur	1100	400	7 x ½" longitudinal ¾" à 200 mm c/c

# Fondations en Maçonnerie de Roche Chaînée



**Matériaux:** Roche calcaire ou de rivière + Mortier 1:3 (ciment:sable)

**Application:** Maisons 1 à 2 niveaux uniquement

**Base:** Chape béton de propreté de 5 cm

**Chaînage:** Colonnes avec semelles 40×40×25 cm

# Dimensions Fondations en Maçonnerie de Roche

## Bâtiments à Toiture Légère

Niveaux	Sol Mou	Sol Inter.	Sol Dur
Un niveau	L: 60 cm P: 50 cm	L: 50 cm P: 40 cm	L: 50 cm P: 40 cm
Deux niveaux	Non autorisé	L: 60 cm P: 40 cm	L: 50 cm P: 40 cm

## Bâtiments à Toiture Lourde

Niveaux	Sol Mou	Sol Inter.	Sol Dur
Un niveau	L: 90 cm P: 50 cm	L: 50 cm P: 40 cm	L: 50 cm P: 40 cm
Deux niveaux	Non autorisé	L: 80 cm P: 40 cm	L: 60 cm P: 40 cm

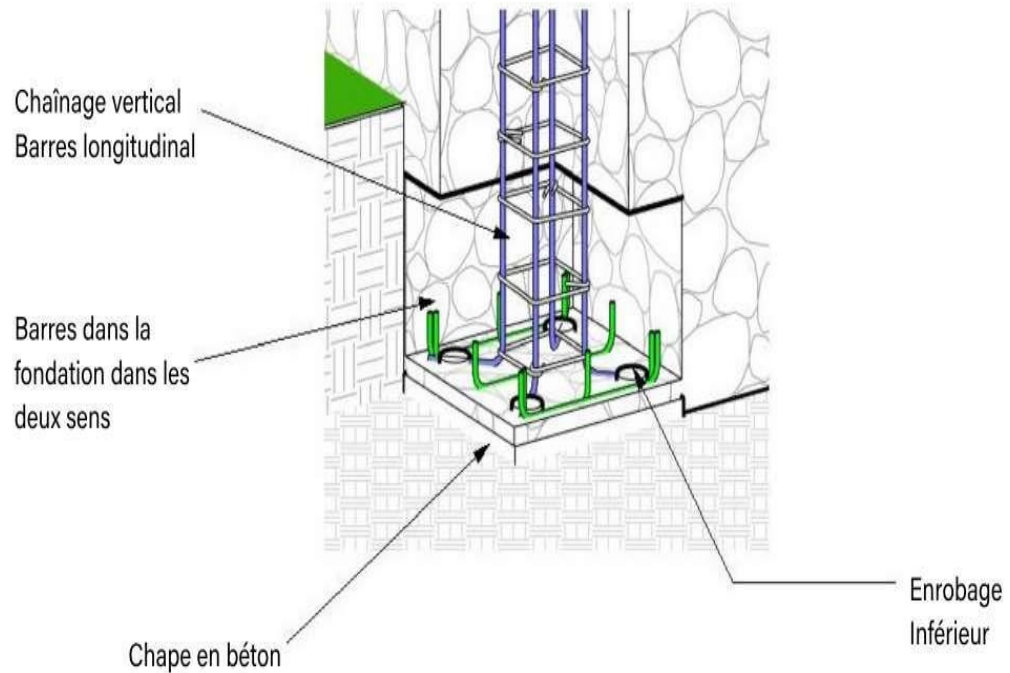
*L = Largeur de la fondation | P = Profondeur d'excavation*

## Classification des Sols par Capacité Portante

Sol mou: 50 kN/m<sup>2</sup> | Sol intermédiaire: 100 kN/m<sup>2</sup> | Sol dur: 140 kN/m<sup>2</sup>

**⚠ Rappel: Chape béton de propreté obligatoire au fond de l'excavation**

# Semelles Isolées pour Colonnes



## Caractéristiques Techniques

### Fonction

- Support de colonnes individuelles
- Intégration via chaînage bidirectionnel

### Installation

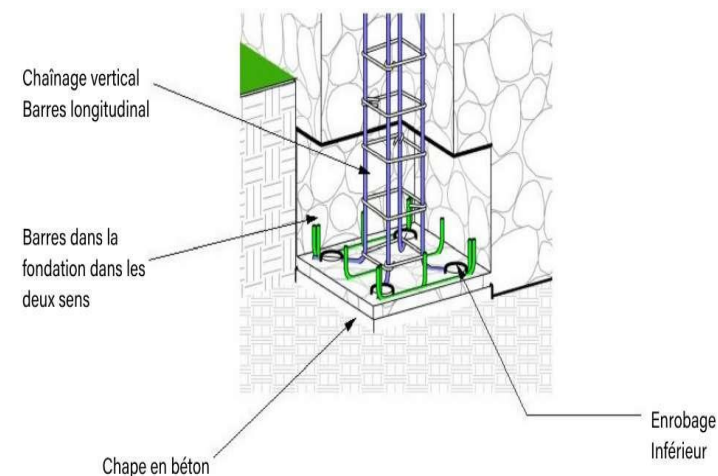
- Profondeur: minimum 750 mm
- Chape béton de propreté: 5 cm

### Dimensions

- Variables selon le sol et la charge

# Semelles Isolées pour Colonnes

Type de sol	Dimensions			P <sub>maximum</sub> (kN)
	B (m)	L (m)	H (h)	
Mou	0,6	0,6	0,3	15
	0,7	0,7	0,3	21
	0,8	0,8	0,3	27
	0,9	0,9	0,3	35
	1.0	1.0	0,3	43
	1.1	1.1	0,3	52
	1.2	1.2	0,3	62
Dur	0,6	0,6	0,3	33
	0,7	0,7	0,3	45
	0,8	0,8	0,3	59
	0,9	0,9	0,3	75
	1.0	1.0	0,3	93
	1.1	1.1	0,3	112
	1.2	1.2	0,3	134



---

# Points Clés à Retenir

- 1 Continuité et interconnexion des fondations obligatoires
- 2 Dimensionnement basé sur le type de sol et les charges
- 3 Étude géotechnique requise pour bâtiments  $\geq 3$  niveaux
- 4 Protection et drainage essentiels pour la durabilité
- 5 Contrôle qualité rigoureux à chaque étape de construction

# Thank you!

[WWW.BUILDCHANGE.ORG](http://WWW.BUILDCHANGE.ORG)



---

Asma Yahiaoui

