



**MINISTÈRE  
DE LA TRANSITION  
ÉCOLOGIQUE**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

Exemple d'application du guide de construction parasismique des maisons  
individuelles – DHUP - CPMI EC8 - Zones 3-4

**Exemple n°5 : Maison R+0 en maçonnerie**

**Zone de sismicité 3**

Surface de plancher	:103,4 m <sup>2</sup>
Pente du terrain	:3%
Sol	:Catégorie 2
Fondations	:Semelles filantes reliées
Hauteur niveau(RdC)	:2,8m
Contreventement	:Mur en maçonnerie chaînée
Plancher rez de chaussée	:Dalle en béton armé
Sous-sol	:Maconnerie chaînée d'une hauteur de 2,5 m
Toiture	:Type légère courvete en ardoise, charpente industrielle.



**Conception générale**

Les murs de contreventement (murs primaires) sont disposés dans les deux directions de la structure comme représenté sur le plan ci-dessous(Fig. 1).

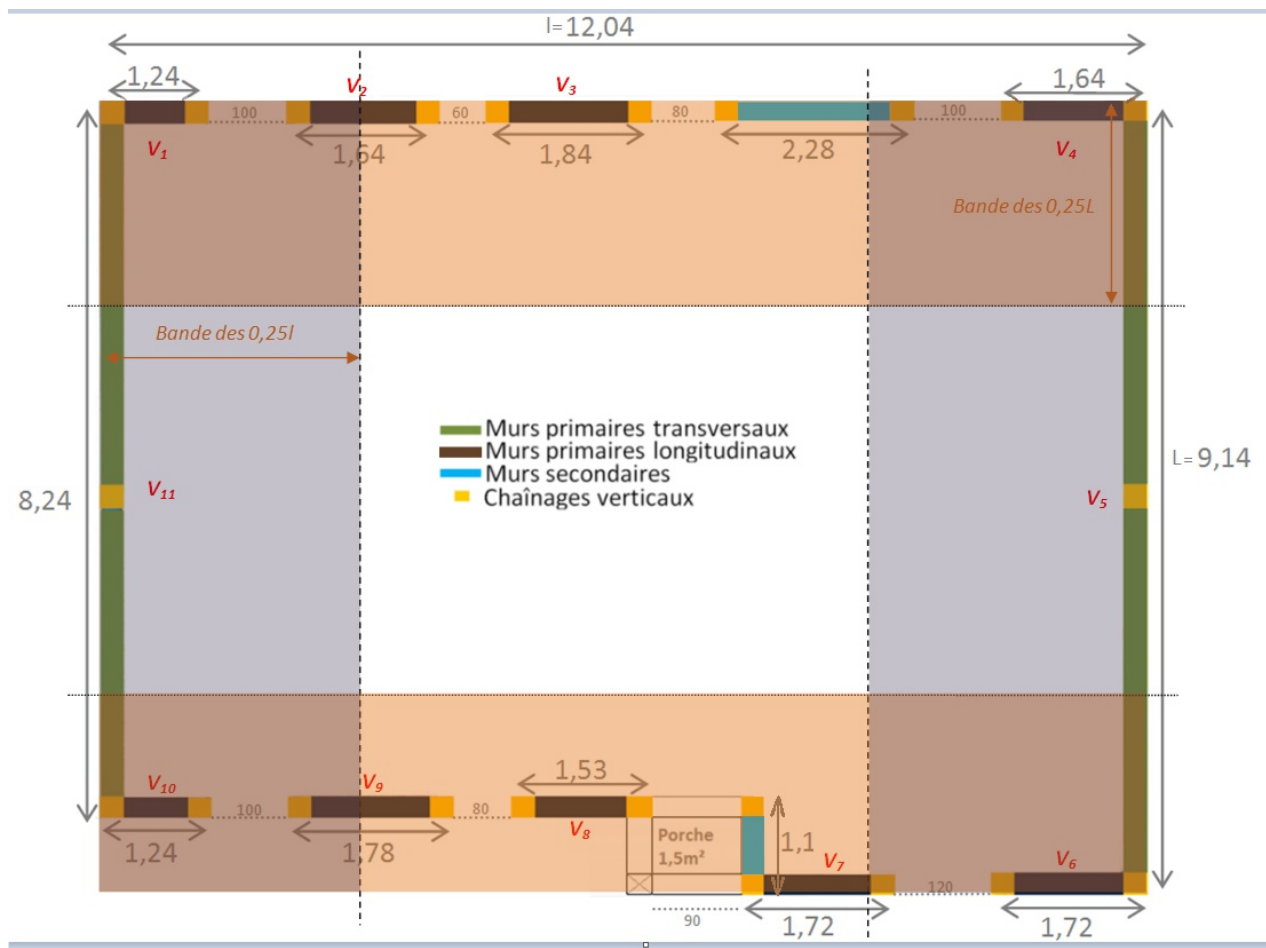


Fig. 1

1. Vérification du domaine d'application

STADE CONCEPTION

Renvoi au paragraphe des guides CPMI-EC8

§1.1 - Surface au sol inférieure à 200 m<sup>2</sup> : 103,4 m<sup>2</sup>

§1.2 - Maison individuelle à usage d'habitation. Le bâtiment est de **catégorie d'importance II**.

§1.3 - Charges d'exploitation uniforme ≤ 1,5 kN/m<sup>2</sup>

Charge d'exploitation ponctuelle ≤ 2 kN

Charge d'exploitation permanente ≤ 1,2 kN / m<sup>2</sup>

Charges permanentes du plancher RdC ≤ 6,25 kN/m<sup>2</sup>

§1.4 - Le contreventement de la structure est assuré par des murs en maçonnerie chaînés verticalement et horizontalement. Ces panneaux de contreventement sont disposés dans des plans parallèles, selon les deux directions orthogonales de la construction.

§1.5 - La toiture est de type légère avec une couverture en ardoise.

§1.6 - La structure repose sur un sous-sol d'une hauteur de 2,5 m totalement enterré. Par conséquent, le sous-sol n'est pas considéré comme un niveau.

§1.7 - La hauteur du RdC est de 2,8 m, inférieure à 3 m.

§1.8-Conditions sur les planchers. La longueur( resp. la largeur) de la trémie doit être inférieure ou égale à la moitié de la longueur( resp. la largeur) du bâtiment sans être supérieure à 4 m.

$a < \min(0,5L ; 4m)$

$b < \min(0,5l ; 4m)$

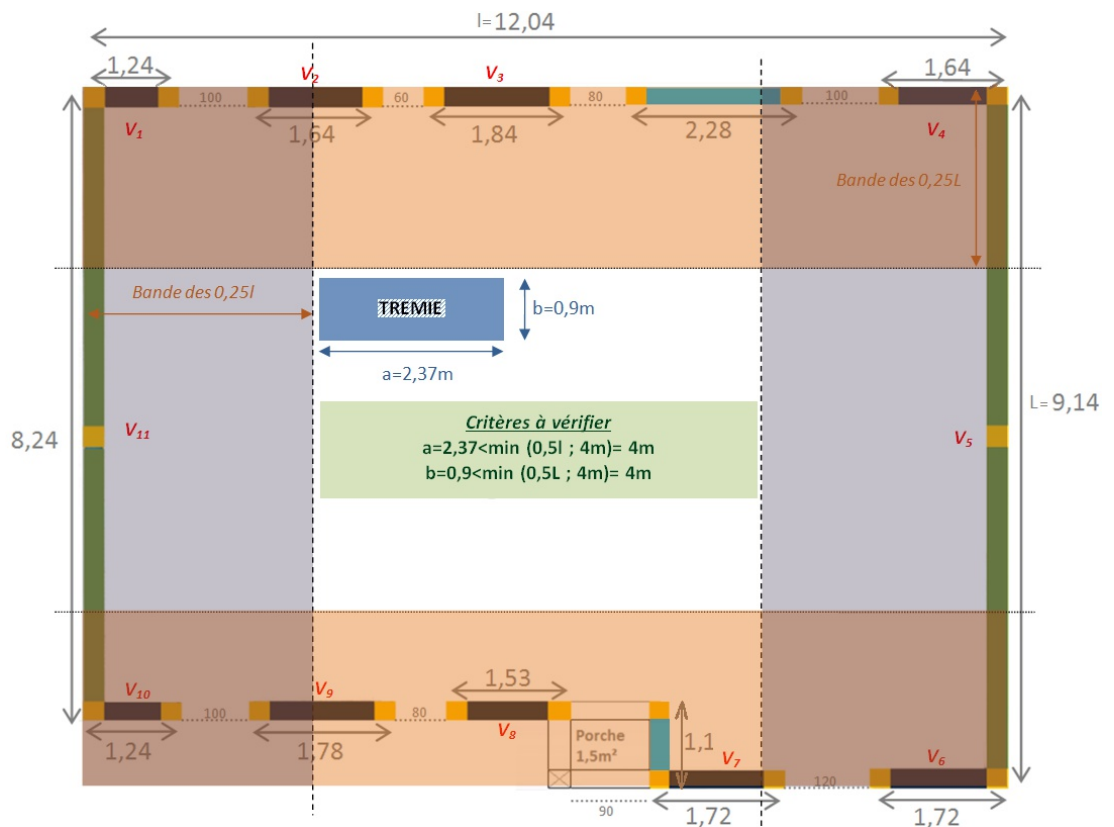


Fig. 2

Le critère sur la trémie est vérifié

§1.9 - La pente du terrain est inférieure à 10%. Aucune justification supplémentaire n'est nécessaire.

### §2.3.1. Configuration en plan

#### Critère 1 - Elancement

$$l/L = 12,04/9,14 = 1,32 < 2,5$$

Critère sur l'élanement vérifié

#### Critère 2 - Compacité

Surface du polygone convexe: 107,1 m<sup>2</sup>

-la construction présente qu'un seul retrait: 3,7m<sup>2</sup>

-surface du diaphragme: 87,35m<sup>2</sup> (en gris).

Le retrait de 3,7 m<sup>2</sup> n'excède pas 10% de la surface du diaphragme. De plus, la somme des surfaces des retraits n'excède pas 30% de la surface du diaphragme.

Le critère de compacité est vérifié.

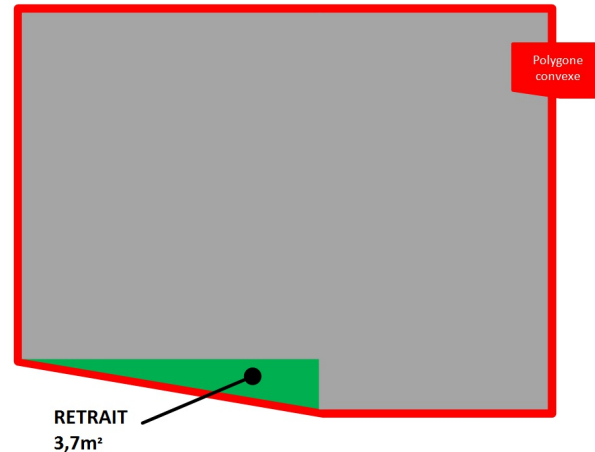


Fig. 3

#### Critère 3 - Implantation des panneaux de contreventement

Il existe au moins deux panneaux parallèles par direction (9 panneaux dans le sens longitudinal sur 3 files différentes, 4 panneaux dans le sens transversal sur 2 files différentes).

#### Critère 4 - Position des panneaux par rapport au périmètre du bâtiment

Au moins un élément de contreventement est présent sur chaque façade situé sur le périmètre du bâtiment.

#### Critère 5 - Limitation de l'effet de torsion

SENS X : Bande de 0,25 L : 0,25 x 9,14 = 2,23 m

Rapport des longueurs de murs primaires compris entre 0,4 et 2,5 :

$$(Lv1+Lv2+Lv3+Lv4)/(Lv6+Lv7+Lv8+Lv9+Lv10) = (1,24+1,64+1,84+1,64)/(1,72+1,72+1,53+1,78+1,24) = 0,80 \in [0,4;2,5]$$

SENS Y : Bande de 0,25 l = 0,25 x 12,04 = 3,01 m

Rapport des longueurs de murs primaires compris entre 0,4 et 2,5 :

$$(Lv11)/(Lv5) = 8,24/9,14 = 0,9 \in [0,4;2,5]$$

Le critère sur la torsion est vérifié.

#### Critère 6 - Effort normal sur les éléments secondaires

Ce critère est vérifié si les charges verticales reprises par les éléments secondaires n'excèdent pas 20% des charges verticales totales reprises au niveau considéré.

Masse totale de la toiture: 50000 kN



Nous considérons la répartition suivante, 75% de la masse totale de la toiture sur la direction longitudinale et 25% sur la direction transversale. De plus, la charge verticale reprise par le mur secondaire de 0,9m dans le sens transversal est considérée comme négligeable.

La masse reprise par les murs est calculée au prorata des longueurs de murs.

Les résultats sont les suivants:

direction X	mur	longueur (m)	masse reprise (kN)
file X <sub>1</sub>	V <sub>1</sub>	1,24	2642
	V <sub>2</sub>	1,64	3494
	V <sub>3</sub>	1,84	3920
		2,28	4858
	V <sub>4</sub>	1,8	3835
	<b>total file X<sub>1</sub></b>	<b>8,8</b>	
file X <sub>2</sub>	V <sub>10</sub>	1,24	2910
	V <sub>9</sub>	1,78	4177
	V <sub>8</sub>	1,53	3590
	V <sub>7</sub>	1,72	4036
	V <sub>6</sub>	1,72	4036
	<b>total file X<sub>2</sub></b>	<b>7,99</b>	

direction Y	mur	longueur (m)	masse reprise (kN)
file Y <sub>1</sub>	V <sub>11</sub>	8,24	6250
	<b>total file Y<sub>1</sub></b>	<b>8,24</b>	
file Y <sub>2</sub>	V <sub>5</sub>	9,14	6250
	<b>total file Y<sub>2</sub></b>	<b>9,14</b>	
file Y <sub>3</sub>		0	0
	<b>total file Y<sub>3</sub></b>	<b>0,9</b>	

 Mur secondaire  
 Mur primaire

	masse reprise(kN)	% de masse /masse totale
murs primaires	45142	<b>90%</b>
murs secondaires	4858	<b>10%</b>

*Critère validé si <20%*

**TABLEAU 1**

### §2.3.2. Configuration en élévation

La structure de comporte pas de mezzanine. Il n'y a pas lieu de vérifier la limite de 20% entre les planchers.

### 3. Dimensionnement des murs de contreventement

La structure est contreventée par des murs primaires constitués de blocs en maçonnerie d'une épaisseur de 20 cm. La conception proposée initialement doit faire l'objet d'une vérification suivant le CPMI à travers les deux tableaux de l'annexe A intitulée "Tableaux de dimensionnement pour la maçonnerie et le béton armé". La vérification se fait en deux temps.

PREMIERE ETAPE:

Il s'agit de déterminer la section (S) des murs de contreventement nécessaires dans chaque direction. Cette surface dépend de la surface de diaphragme horizontal ( $S_p$ ), du nombre de niveau de la construction, du type de toiture(légère ou lourde).

$$S = \text{Coeff tableau(en vert)} \times S_p/100$$

$$L_{CVT} = S / \text{Epaisseur mur}$$

Surface cumulée des murs primaires dans chaque direction, exprimée en % de la surface de diaphragme horizontal			
Zone 3 Sol de catégorie 2	Nombre de niveaux	Jointes verticales remplies	Jointes verticales non remplies
Toiture lourde	1	1,12	2,24
	2	2,76	5,52
Toiture légère	1	0,46	0,92
	2	2,10	4,20
	3	3,15	6,31

**TABLEAU 2 : ZONE 3, SOL DE CATEGORIE 2**

Dans cet exemple  $S_p$  est confondu avec la surface de plancher  
 $S=0,46 \times 103,4/100=0,5 \text{ m}^2$

Longueur de contreventement calculée pour une épaisseur de mur de 20cm(0,2m):  $L_{CVT}=0,5/0,2 = 2,5 \text{ m}$ . Cette valeur vérifie la longueur de contreventement proposée initialement(cf. Fig 1).

Ainsi, pour une construction maconnée avec des joints verticaux remplis et une catégorie de sol 2 en zone 3 , nous obtenons une longueur de 2,5 mètres de contreventement par direction.

DEUXIEME ETAPE:

La longueur des murs de contreventement doit être vérifiée selon le tableau de l'annexe A du CPMI. Chaque longueur de panneau doit être supérieure à une longueur minimale qui dépend du mode constructif, de la longueur totale  $L_T$  des murs primaires dans chaque direction, de la longueur  $L_i$  de chaque mur de contreventement, du type de toiture, du diamètre des aciers de chainages et du nombre de niveau N.

## EXEMPLE D'APPLICATION DES REGLES CPMI-EC8

Vérification de la longueur du panneau de contreventement  $V_1$ .

Paramètres à prendre en compte:

$$L_i/L_T = 1,24 / 14,35 = 0,09 \text{ (valeur arrondie à } 0,10)$$

$$S_p = 103,4 \text{ m}^2 \text{ (valeur arrondie à } 100 \text{ m}^2)$$

$$N=1$$

Longueur minimale des murs primaires de contreventement (m) - Maçonnerie											
Zone 3 Sol de catégorie 2		Toiture lourde				Toiture légère					
		4 HA10		4 HA12		4 HA10			4 HA12		
$L_i/L_T$	$S_p$ (m <sup>2</sup> )	N=1	N=2	N=1	N=2	N=1	N=2	N=3	N=1	N=2	N=3
0,05	50	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
	100	1,2	1,3	1,2	1,3	1,2	1,2	1,7	1,2	1,2	1,6
	150	1,2	1,7	1,2	1,6	1,2	1,4	2,1	1,2	1,4	2,0
	200	1,2	1,9	1,2	1,9	1,2	1,7	2,5	1,2	1,6	2,4
0,10	50	1,2	1,3	1,2	1,3	1,2	1,2	1,7	1,2	1,2	1,6
	100	1,2	1,9	1,2	1,9	1,2	1,7	2,5	1,2	1,6	2,4
	150	1,2	2,5	1,2	2,3	1,2	2,1	3,2	1,2	2,0	3,0
	200	1,4	2,9	1,4	2,8	1,2	2,5	3,8	1,2	2,4	3,6

TABLEAU 3

Ainsi, la longueur du panneau de contreventement de 1,24 (supérieure à 1,2 m) est conforme que l'on utilise des HA10 ou HA12. Toutes les autres longueurs de contreventement sont vérifiées suivant le même procédé (cf. tableau 3 récapitulatif ci-dessous)

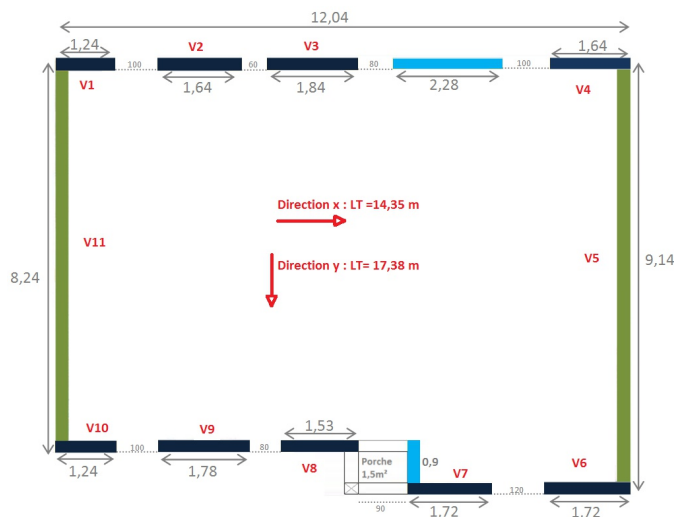


Fig. 4

Panneaux contreventement	Longueur $L_i$ en mètre	$L_i/L_T$	Longueur minimale du $V_i$ (m) (HA 10)	Longueur minimale du $V_i$ (m) (HA 12)
V1	1,24	0,09	1,2	1,2
V2	1,64	0,11	1,2	1,2
V3	1,84	0,13	1,2	1,2
V4	1,64	0,11	1,2	1,2
V5	9,14	0,53	1,8	1,7
V6	1,72	0,12	1,2	1,2
V7	1,72	0,12	1,7	1,7
V8	1,53	0,11	1,2	1,2
V9	1,78	0,12	1,2	1,2
V10	1,24	0,09	1,2	1,2
V11	8,24	0,47	1,8	1,7

TABLEAU 4

## Optimisation du dimensionnement

L'application de l'annexe A du CPMI donne une longueur de murs primaires de 2,5 m pour chaque direction. Le schéma ci-dessous permet une optimisation de la proposition initiale avec 4 panneaux de contreventement de longueur prise à 1,5 m.

Vérification du critère 5:

SENS X: Bande de  $0,25L=2,23\text{m}$   
 $Lv4/Lv2=1,25/1,25=1 \in [0,4;2,5]$

SENS Y: Bande de  $0,25l=3,01\text{m}$   
 $Lv1/Lv3=1,25/1,25=1 \in [0,4;2,5]$

Le critère sur la torsion est vérifié.

vérifier la  
configuration  
avec le  
logiciel CPMI

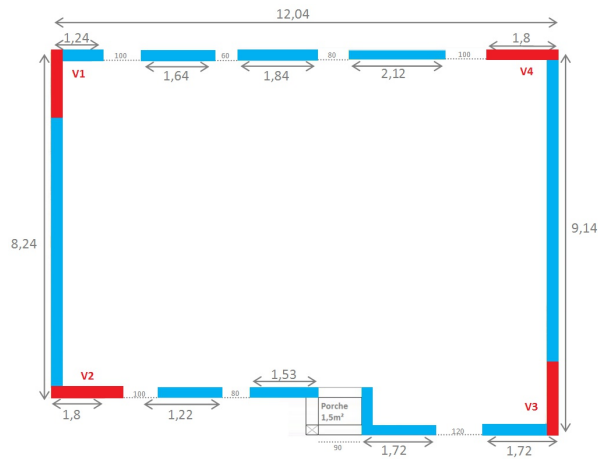


Fig. 5



### §3.1 Choix des matériaux

Blocs: B40(6 alvéoles)

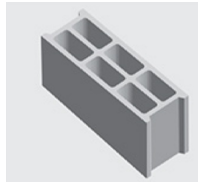


Fig. 6

Béton:

Pour le béton des chaînages, il est possible d'utiliser un béton de chantier de consistance plastique dosé au minimum à  $400\text{kg}/\text{m}^3$  de ciment et confectionné avec des granulats de diamètre 10 mm au plus. Il est conseillé d'utiliser un petit béton de gravillons 3/8 de façon à assurer le bon enrobage des aciers par remplissage du coffrage des chaînages.

Maçonnerie:

Les joints verticaux peuvent être remplis ou non, en cohérence avec le dimensionnement de la structure. Dans le cas d'un mortier d'usage courant un joint est considéré comme rempli si l'épaisseur de celui-ci est comprise entre 6 et 15 mm.

### §3.3 Exécution des murs en maçonnerie

-Les dimensions de la section transversale des chaînages horizontaux et verticaux ne doivent pas être inférieures à 150 mm.

-Les armatures longitudinales sont constituées au minimum de 4 armatures. Lorsqu'il n'y a que 4 armatures celles-ci doivent être de diamètre HA10 ou HA12.

-Des cadres HA5 au minimum doivent être disposés autour des armatures longitudinales tous les 150 mm au maximum. Dans les zones de liaison entre chaînages, le premier cadre (ou épingle) aboutissant à la liaison ne doit pas être situé à plus de 75 mm du noeud de ferrailage.

-Les chaînages verticaux et horizontaux sont constitués d'armatures longitudinales rectilignes et rendues continues par recouvrement minimale de 60 fois le diamètre des armatures(fig.6), soit 600 mm pour des barres HA10 et 720 mm pour des barres HA12.

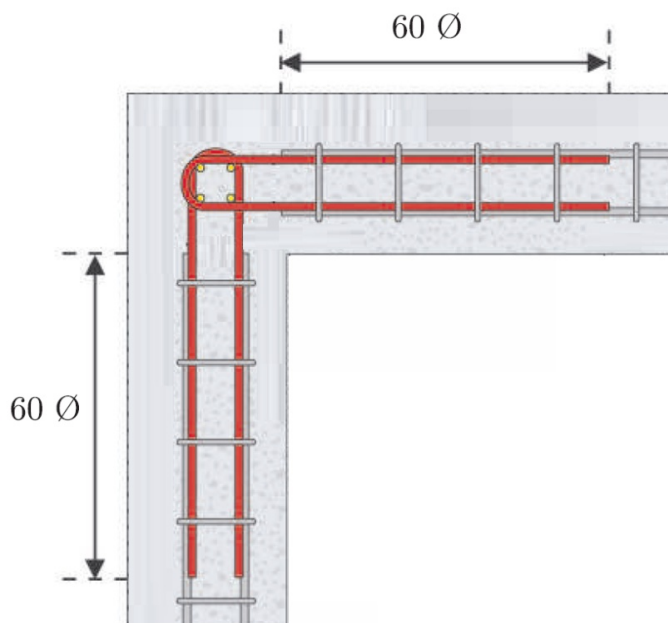


Fig. 7

-Les dispositions ne doivent donner lieu à aucune poussée au vide.

La poussée au vide est un phénomène rencontré lorsque les armatures de par leur position (proches des angles) entraînent des détériorations du béton d'enrobage.

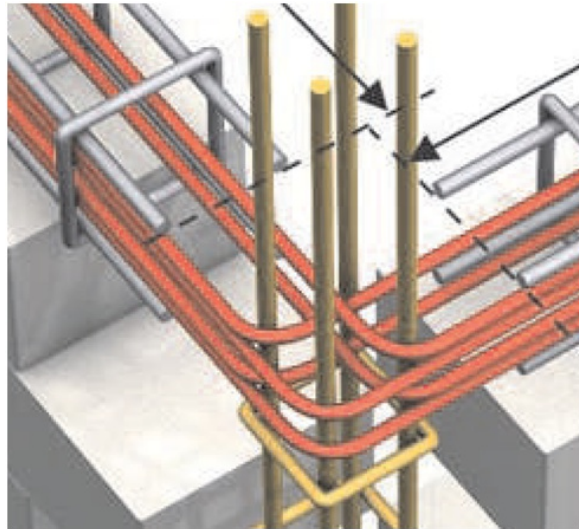


Fig. 8

### §3.6 Planchers

-La structure proposée dans cet exemple repose sur un plancher béton (posé sur un sous-sol) constitué de poutrelles en béton armé et entrevous associés à une dalle de compression d'une épaisseur de 4cm.

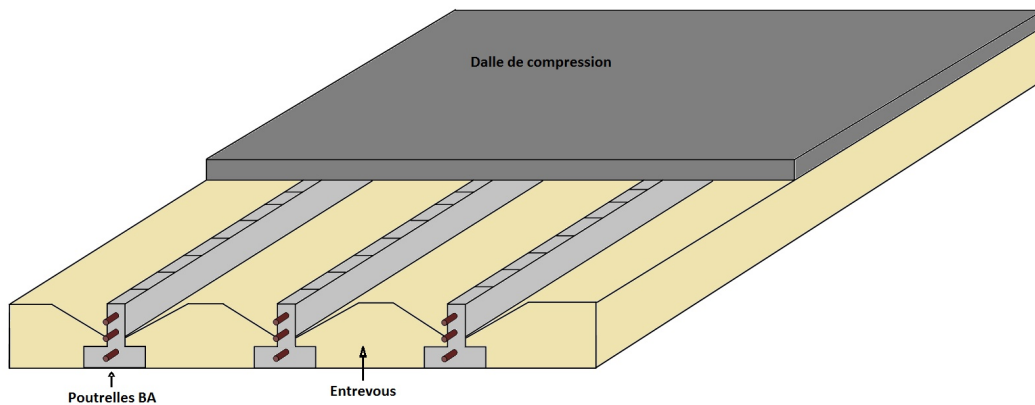


Fig. 9

### §3.7 Charpentes de toiture

-Les dimensions minimales des éléments constitutifs de la charpente sont rappelées dans le tableau suivant:

appellations	Entraxe de fermes	
	< 0,70 m	0,70 m à 0,92 m
AFA	25 x 100	36 x 96
FAA et FA	25 x 60	25 x 72
CVS	25 x 72	25 x 72
ENT	36 x 72	36 x 72
ADA	25 x 100	36 x 96
FE	25 x 60	25 x 72

TABLEAU 5 Dimensions minimales des éléments de stabilité des fermettes