



**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°6 : Maison R+0 en maçonnerie**

**Zone de sismicité 3**

# EXEMPLE D'APPLICATION DES REGLES CPMI-EC8 Zones 3 et 4

## Exemple 6 - Maison en Rez-de-chaussée maçonnerie

ZONE 3

Surface de plancher	: 135,8 m <sup>2</sup>
Pente du terrain	: Aucune
Sol	: Catégorie 1
Fondations	: Semelles filantes reliées
Hauteur niveau(RdC)	: 2,5m
Contreventement	: Mur en maçonnerie chainée
Plancher rez de chaussée	: Dalle en béton armé
Sous-sol	: Non
Toiture	: Type légère.



### Conception générale

Les murs de contreventement (murs primaires) sont disposés dans les deux directions principales de la structure (Fig. 1).

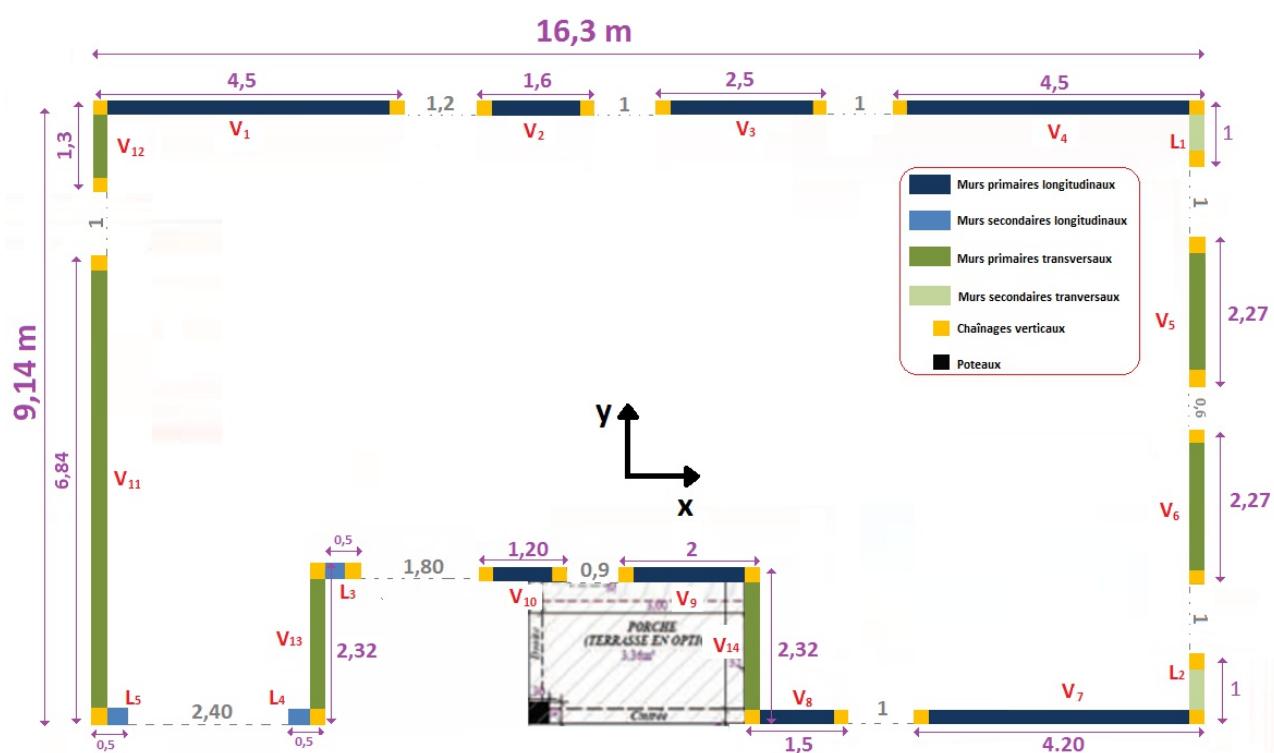


Fig. 1

# EXEMPLE D'APPLICATION DES REGLES CPMI-EC8 Zones 3 et 4

## 1. Vérification du domaine d'application

ZONE 3

STADE CONCEPTION

Renvoi au paragraphe des guides CPMI-EC8

§1.1 - Surface au sol inférieure à 200 m<sup>2</sup> : **135,8 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  $\leq 1,5 \text{ kN/m}^2$

Charge d'exploitation ponctuelle  $\leq 2 \text{ kN}$

Charge d'exploitation permanente  $\leq 1,2 \text{ kN / m}^2$

Charges permanentes du plancher RdC  $\leq 6,25 \text{ kN/m}^2$

§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 tuiles.

§1.6 - La condition sur le nombre de niveau est respectée (inférieur à 3)

§1.7 - La hauteur du RdC est de 2,5 m, inférieure à 3 m.

§1.8 - Les conditions sur les planchers sont respectées. (absence des trémie)

§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

$$L/l = 16,3/9,14 = 1,78 < 2,5$$

Critère sur l'élancement vérifié

##### Critère 2 - Compacité

Surface du polygone convexe ci-contre ( $149 \text{ m}^2$ ).

- La construction ne présente qu'un seul retrait (en vert)

$$- 135,8 \times 10\% = 13,6 \text{ m}^2.$$

Le retrait de  $13,1 \text{ m}^2$  n'excède pas 10% de la surface du diaphragme (surface de plancher).

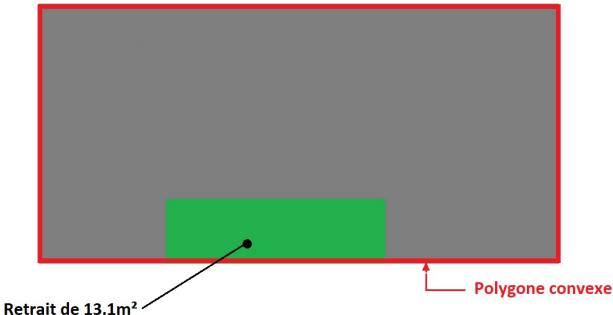


Fig. 3

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

Il existe au moins deux panneaux parallèles par direction (8 panneaux dans le sens longitudinal sur 3 files différentes, 6 panneaux dans le sens transversal sur 4 files différentes).

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

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

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

SENS X : Bande de  $0,25 l : 0,25 \times 9,14 = 2,28 \text{ m}$

Rapport des longueurs de murs primaires

compris entre 0,4 et 2,5 :

$$(Lv1+Lv2+Lv3+Lv4)/(Lv7+Lv8+Lv9+Lv10)$$

$$= (4,5+1,6+2,5+4,5)/(4,2+1,5+2,05+1,2)$$

$$= 1,46 \in [0,4;2,5]$$

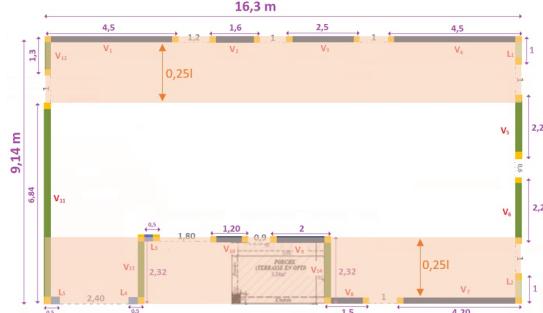


Fig. 4

SENS Y : Bande de  $0,25 L = 0,25 \times 16,3 = 4,07 \text{ m}$

Le mur  $V_{13}$ , bien que primaire ne peut être

considéré comme participant à l'effet de torsion

(en dehors de la bande de  $0,25L$ )

Rapport des longueurs de murs primaires

compris entre 0,4 et 2,5 :

$$(Lv11+Lv12+Lv14)/(Lv5+Lv6)$$

$$= (6,84+1,3+2,32)/(2,27+2,27) = 2,3 \in [0,4;2,5]$$

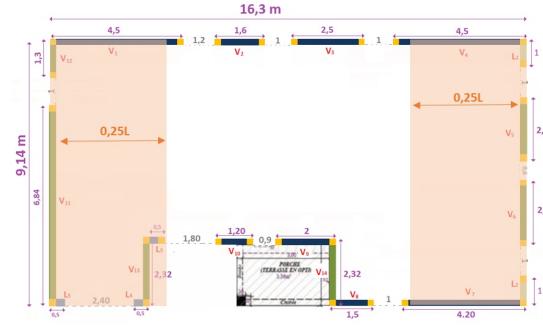


Fig. 5

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'exèdent pas 20% des charges verticales totales reprises au niveau considéré.

Masse totale de la toiture: estimée à 70 kN

Au vu de la configuration de la charpente (pose des fermettes dans le sens transversal), nous considérons la répartition suivante, 95% de la masse totale de la toiture sur la direction longitudinale et 5% sur la direction transversale.

Dans la direction transversale Y, les murs pignons supportent également la maçonnerie sur la hauteur des combles (16,5 kN par pignon).

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

Les résultats sont les suivants: (Cf. Fig 1)

m toiture (kN)	70	m maçonnerie hauteur combles par pignon (kN)	16,5
alpha	0,95	répartition de la masse totale sur la direction X (0,95mt va sur la direction X)	

direction X	mur	longueur (m)	longueur influence (m)	masse reprise (kN)
file X <sub>1</sub>	V <sub>1</sub>	4,5	5,1	10,403
	V <sub>2</sub>	1,6	2,7	5,508
	V <sub>3</sub>	2,5	3,5	7,140
	V <sub>4</sub>	4,5	5	10,199
	<b>total file X<sub>1</sub></b>	<b>13,1</b>	<b>16,3</b>	
file X <sub>2</sub>	V <sub>7</sub>	4,2	4,7	9,587
	V <sub>8</sub>	1,5	2	4,080
	L <sub>4</sub>	0,5	1,7	3,468
	L <sub>5</sub>	0,5	1,7	3,468
	<b>total file X<sub>1</sub></b>	<b>6,7</b>	<b>10,1</b>	
file X <sub>3</sub>	V <sub>9</sub>	2	2,45	4,998
	V <sub>10</sub>	1,2	2,55	5,202
	L <sub>3</sub>	0,5	1,4	2,856
	<b>total file X<sub>2</sub></b>	<b>3,7</b>	<b>6,4</b>	

direction Y	mur	longueur (m)	longueur influence (m)	masse reprise (kN)
file Y <sub>1</sub>	L <sub>1</sub>	1	1,5	2,851
	V <sub>5</sub>	2,27	3,07	5,836
	V <sub>6</sub>	2,27	3,07	5,836
	L <sub>2</sub>	1	1,5	2,851
<b>total file Y<sub>1</sub></b>		<b>6,54</b>		
file Y <sub>2</sub>	V <sub>13</sub>	2,32	5,73	0,549
	<b>total file Y<sub>2</sub></b>	<b>9,14</b>		
file Y <sub>3</sub>	V <sub>14</sub>	2,32	5,73	0,549
	<b>total file Y<sub>3</sub></b>	<b>9,14</b>		
	V <sub>11</sub>	6,84	7,34	13,953
file Y <sub>4</sub>	V <sub>12</sub>	1,3	1,8	3,422
	<b>total file Y<sub>3</sub></b>	<b>9,14</b>		

■ Mur secondaire  
■ Mur primaire

	masse reprise(kN)	% de masse totale
murs primaires	87	85 %
murs secondaires	15,49	15 %

Tableau 1

Les charges verticales reprises par les éléments secondaires représentent 15% (<20%) des charges verticales totales.

Le critère est vérifié.

### §2.3.2 Configuration en élévation

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

## EXEMPLE D'APPLICATION DES REGLES CPMI-EC8 Zones 3 et 4

### 3. Dimensionnement des murs de contreventement

ZONE 3

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-EC8 métropole 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).

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

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

Section cumulée des murs primaires dans chaque direction, exprimée en % de la surface de diaphragme horizontal			
Zone 3 Sol de catégorie 1	Nombre de niveaux	Joints verticaux remplis	Joints verticaux non remplis
Toiture lourde	1	0,55	1,09
	2	1,46	2,91
Toiture légère	1	0,18	0,36
	2	1,09	2,18
	3	1,68	3,35

Tableau 2 (extraction de l'Annexe A du CPMI-EC8 Zones 3 et 4)

Dans cet exemple,  $S_p$  est confondu avec la surface de plancher

$$S=0,36 \times 135,8/100 = 0,49 \text{ m}^2$$

Longueur de contreventement calculée pour une épaisseur de mur de 20cm(0,2m):

$$L_{CVT} = 0,49/0,2 = 2,45 \text{ m}$$

Ainsi, pour une construction maconnée avec des joints verticaux non remplis et une catégorie de sol 1 en zone 3, nous obtenons une longueur minimale de 2,45 mètres de contreventement par direction.

Cette condition est vérifiée.

#### DEUXIEME ETAPE:

La longueur des murs de contreventement doit être vérifiée selon le tableau de l'annexe A du CPMI-EC8 métropole.

Chaque longueur de panneau doit être supérieure à une longeur 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 chaînages et du nombre de niveau N.

## EXEMPLE D'APPLICATION DES REGLES CPMI-EC8 Zones 3 et 4

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

Paramètres à prendre en compte:

$$L_i/L_T = 4,5/22 = 0,2$$

$$S_p = 135,8 \text{ m}^2 \text{ (valeur arrondie à } 150\text{m}^2)$$

$$N=1$$

$$\text{Dans le sens X : } L_T = 22 \text{ m}$$

$$\text{Dans le sens Y : } L_T = 17,32 \text{ m}$$

Longueur minimale des murs primaires de contreventement (m) - Maçonnerie												
Zone 3 Sol de catégorie 1		Toiture lourde				Toiture légère						
$L_i/L_T$	$S_p$ (m <sup>2</sup> )	4 HA10		4 HA12		4 HA10		4 HA12		$N=1$	$N=2$	$N=3$
		$N=1$	$N=2$	$N=1$	$N=2$	$N=1$	$N=2$	$N=1$	$N=2$			
0,05	50	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
	100	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2
	150	1,2	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2	1,6	1,2	1,2	1,5	
	200	1,2	1,5	1,2	1,4	1,2	1,3	1,9	1,2	1,2	1,8	
0,10	50	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2
	100	1,2	1,5	1,2	1,4	1,2	1,3	1,9	1,2	1,2	1,2	1,8
	150	1,2	1,8	1,2	1,8	1,2	1,6	2,4	1,2	1,5	2,3	
	200	1,2	2,2	1,2	2,1	1,2	1,9	2,8	1,2	1,8	2,7	
0,20	50	1,2	1,5	1,2	1,4	1,2	1,3	1,9	1,2	1,2	1,8	
	100	1,2	2,2	1,2	2,1	1,2	1,9	2,8	1,2	1,8	2,7	
	150	1,4	2,8	1,3	2,7	1,2	2,4	3,6	1,2	2,3	3,4	
	200	1,6	3,3	1,6	3,2	1,2	2,8	4,2	1,2	2,7	4,1	

Tableau 3 (extraction de l'Annexe A du CPMI-EC8 Zones 3 et 4)

Ainsi, la longueur du panneau de contreventement de 4,5 m (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 4 récapitulatif ci-dessous)

Panneaux contreventement	Longueur $L_i$ en mètre	$L_i/L_T$	Longueur minimale du $V_i$ (HA 10)	Longueur minimale du $V_i$ (HA 12)
<b>V1</b>	4,5	0,20	1,2	1,2
<b>V2</b>	1,6	0,07	1,2	1,2
<b>V3</b>	2,5	0,11	1,2	1,2
<b>V4</b>	4,5	0,20	1,2	1,2
<b>V5</b>	2,27	0,13	1,2	1,2
<b>V6</b>	2,27	0,13	1,2	1,2
<b>V7</b>	4,22	0,19	1,2	1,2
<b>V8</b>	1,5	0,07	1,2	1,2
<b>V9</b>	2,05	0,09	1,2	1,2
<b>V10</b>	1,2	0,05	1,2	1,2
<b>V11</b>	6,84	0,39	1,4	1,3
<b>V12</b>	1,3	0,08	1,2	1,2
<b>V13</b>	2,32	0,13	1,2	1,2
<b>V14</b>	2,32	0,13	1,2	1,2

Tableau 4

### §3.1 Choix des matériaux

Blocs: B40(6 alvéoles)

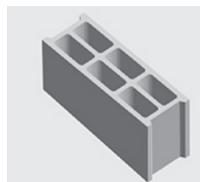


Fig. 5

Béton:

Pour le béton des chaînages, il est possible d'utiliser un béton de chantier de consistance plastique dosé au minimum à 400kg/m<sup>3</sup> de ciment et confectionné avec des granulats de diamètre 10 mm au plus. Il est conseillé d'utiliser un béton avec 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.

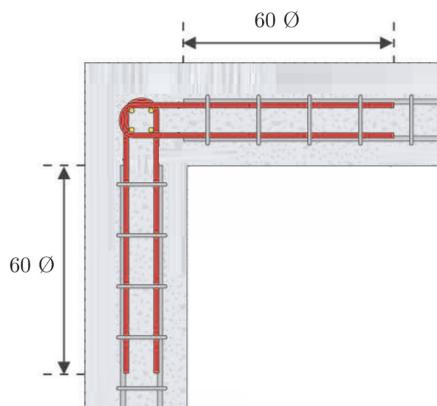
### §3.3 Exécution des murs en maçonnerie

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

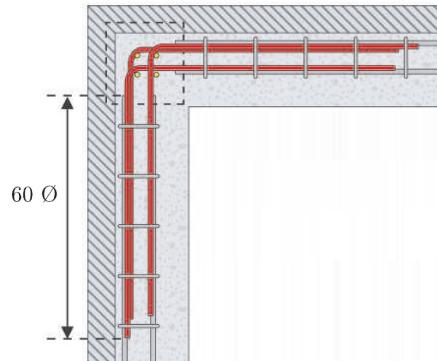
-Les armatures longitudinales sont constituées au minimum de 4 armatures. Lorsqu'il n'y a que 4 armatures celles-ci doivent être de diamètre HA10 ou HA12.

-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 ferraillage.

-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 et 7), soit 600 mm pour des barres HA10 et 720 mm pour des barres HA12.



Vue en plan : liaison en angle avec boucles  
Fig. 6



Vue en plan : liaison en angle avec équerres  
Fig. 7

## EXEMPLE D'APPLICATION DES REGLES CPMI-EC8 Zones 3 et 4

-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.

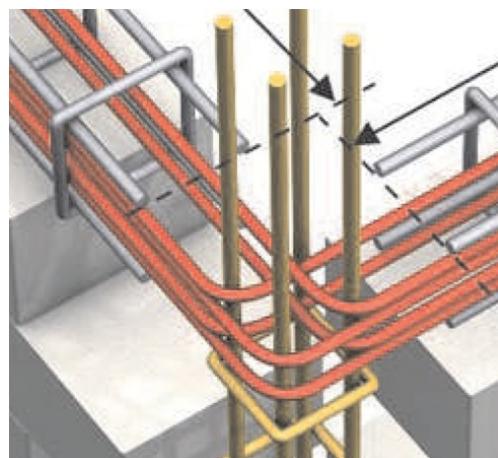


Fig. 8

### §3.6 Planchers

-La structure proposée dans cet exemple repose sur une dalle en béton armé. Le plancher doit comporter dans sa zone courante une section d'acier minimale de  $0,6 \text{ cm}^2/\text{ml}$  dans chaque direction (acier B500A au minimum). L'espacement entre armatures ne doit pas excéder 33cm dans le cas d'une dalle coulée en place.

Une attention particulière doit être apportée sur la liaison du plancher aux éléments de structure et aux chaînages :

- continuité du treillis soudé (60 diamètres au moins des aciers constitutifs ou recouvrement de 3 soudures)
- ancrage dans le chaînage périphérique majoré (longueur d'ancrage de 60 diamètres au minimum ou 3 soudures au moins au dessus des appuis)
- existence d'un chaînage périphérique continu comportant une section minimale de  $3 \text{ cm}^2$  d'acier et un chaînage au croisement de chaque élément de contreventement avec le plancher de section d'acier minimale de  $3 \text{ cm}^2$  également.

### §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