

**II-1-Introduction:**

Le pré-dimensionnement des éléments porteurs (les planchers, les poutres, les poteaux, voiles) est une étape régie par les lois empiriques.

Cette étape représente le point de départ et la base de la justification à la résistance, la stabilité et la durabilité de l'ouvrage aux sollicitations suivantes :

➤ **Sollicitations verticales :**

Elles sont dues aux charges permanentes et aux surcharges d'exploitation de plancher, de poutrelles, poutres et poteaux ... etc. et finalement transmise au sol par les fondations.

➤ **Sollicitations horizontales :**

Elles sont généralement d'origine sismique et sont requises par les éléments de contreventement constitué par les portiques.

Le pré-dimensionnement de tous les éléments de l'ossature est conforme aux règles **B.A.E.L91** et **R.P.A99V2003**.

**II-2-pré-dimensionnement des planchers :****II-2-1-l'épaisseur du plancher :**

Le dimensionnement d'un plancher en corps creux se résume à dimensionner une poutrelle, et donc l'utilisation de la condition de flèche <sup>(1)</sup> :

$$h_t \geq \frac{L_{max}}{22,5}$$

$L_{max} = (4,20 - 0,3) = 3,90\text{m}$  (longueur max de la poutrelle entre nus des appuis).

$$\text{Donc } h_t \geq \frac{390}{22,5} = 17,33 \text{ cm}$$

**Condition de la flèche :**

$$h_{min} \geq 16 \text{ cm}$$

On a :  $h = 17,33 \text{ cm} > 16 \text{ cm} \rightarrow$  condition vérifiée

Soit  $h_t = 20 \text{ cm}$  donc  $\begin{cases} 16 \text{ cm épaisseur de la dalle en corps creux} \\ 4 \text{ cm épaisseur de la dalle de compression} \end{cases}$

<sup>1</sup>D.T.U règles **BAEL 83** page 170

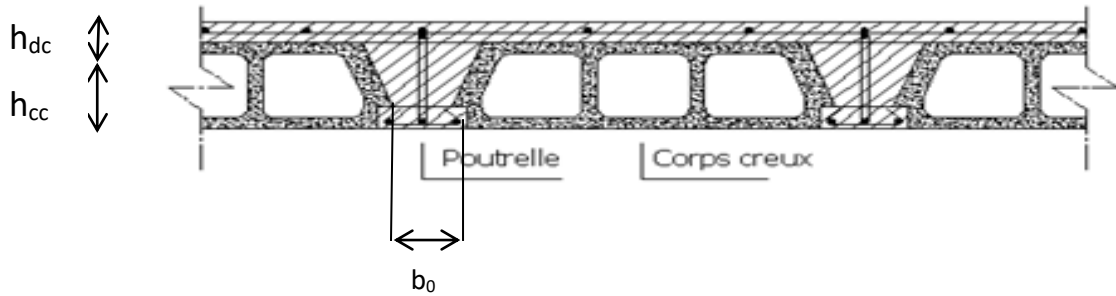


Figure II.1 : coupe verticale du plancher en corps creux

$h_{cc}$  : hauteur de la dalle en corps creux.

$h_{dc}$  : hauteur de la dalle de compression.

$b_0$  : hauteur de la nervure de 8 à 12 cm.

**II-2-2-Descente des charges <sup>(1)</sup> :**

L'évaluation des charges est surcharges consiste à calculer successivement pour chaque élément porteur de la structure, la charge qui lui revient a chaque plancher et ce jusqu'a la fondation. Les différents charges et surcharges existantes sont :

- Les charges permanentes (G).
- Les surcharges d'exploitation (Q).

**II-2-2-1-charge permanente :**

**a. Terrasse inaccessible :**

**Tableau II-1:** Evaluation des charges permanentes du plancher terrasse

Composants	Epaisseur(m)	G (KN/m <sup>2</sup> )
1-Protection en gravillon	0,05	0,80
2-Etanchéité multicouche	0,02	0,12
3-Forme de pente en béton léger	0,10	2,20
4-Isolation thermique	0,04	0,16
5-Dalle en corps creux	16 + 4	2,80
6-Enduit en plâtre	0,02	0,20

la charge permanente  $G=6,28KN/m^2$ .

<sup>1</sup>D.T.R.B.C2.2 charge permanente et charge d'exploitation

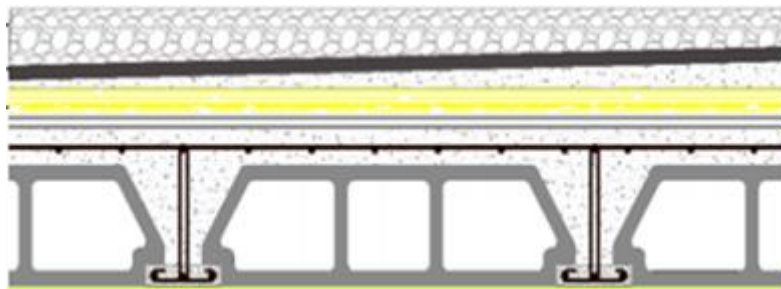


Figure II.2 : coupe d'un plancher terrasse a corps creux

b. Etage courant :

Tableau II-2: évaluation des charges permanentes du plancher courant

Composants	Epaisseur(m)	G (KN/m <sup>2</sup> )
1-Revêtement en carrelage	0,02	0,40
2-Mortier de pose	0,02	0,40
3-Lit de sable	0,02	0,36
4-Dalle en corps creux	16 + 4	2,80
5-Enduit en plâtre	0,02	0,20
6-cloison de séparation	0,10	0,90

La charge permanente  $G = 5,06 \text{KN/m}^2$ .

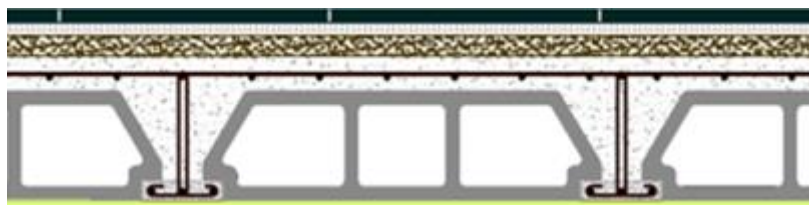


Figure II-3 : coupe plancher étage courant

## c. Mur extérieur (double cloison) :

Tableau II-3: Evaluation des charges permanentes dues au mur extérieur

Composants	Epaisseur (m)	G (KN/m <sup>2</sup> )
1-Briques creuses	0,10	0,90
2-Briques creuses	0,15	1,35
3-Enduit extérieur en ciment	0,02	0,36
4-Enduit intérieur en plâtre	0,02	0,20
	total	2,81

La charge permanente (niveau RDC)  $G = 2,81 \times (3,84 - 0,3) = 9,95 \text{ KN/m}$ .

La charge permanente (niveau étage courant)  $G = 2,81 \times (3,06 - 0,3) = 8,51 \text{ KN/m}$ .

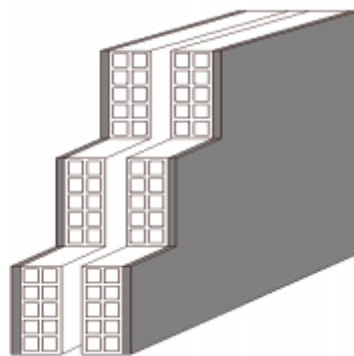


Figure II-4 : mur extérieur

## d. Murs intérieurs (simple cloison) :

Tableau II-4: charge permanente du mur simple cloison

Composants	Epaisseur (m)	G (KN/m <sup>2</sup> )
1-enduit extérieur en ciment	0,02	0,36
2-briques creuses	0,10	0,90
3-enduit intérieur en ciment	0,02	0,36
total		1,62

La charge permanente (niveau RDC)  $G=1,62 \times (3,84 - 0,3) = 5,73 \text{ KN/m}$ .

La charge permanente (niveau étage courant)  $G=1,62 \times (3,06 - 0,3)=4,47 \text{ KN/m}$ .

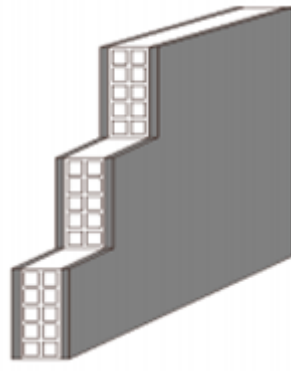


Figure II-5 : mur intérieur

**II-2-2-2-charge d'exploitation :**

Terrasse inaccessible  $Q = 1 \text{ KN/m}^2$ .

Etage courant  $Q = 1,5 \text{ KN/m}^2$ .

RDC (boutique) :  $Q = 4 \text{ KN/m}^2$ .

Les balcons :  $Q = 3,5 \text{ KN/m}^2$ .

**II-3-Pré-dimensionnement des éléments porteurs:****II-3-1-Les poutres:**

Les poutres de notre bâtiment sont des éléments en béton armé, de sections rectangulaires, elles sont susceptibles de transmettre aux poteaux les efforts dus aux chargements verticaux engendrés par les planchers.

Les poutres seront prés dimensionnés selon les formules empiriques données par le **BAEL 91 révisée 99** et vérifiées par la suite selon le **RPA 99 / version 2003**.

D'une manière générale en peut définir les poutres comme étant des éléments porteurs horizontaux.

On a deux types de poutres :

**II-3-1-1-Les poutres principales :**

Elles reçoivent les charges transmise par les solives (Poutrelles) et les répartie aux poteaux sur lesquels ces poutres reposent.

- elles relient les poteaux.
- elles Supportent la dalle.

on a : <sup>(1)</sup>

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{L}{15} \leq h \leq \frac{L}{10} \\ 0,3 d \leq b \leq 0,4 d \\ \frac{h}{b} < 4 \end{array} \right.$$

$\left\{ \begin{array}{l} L : \text{distance entre les axes des poteaux et on choisit la plus grande portée.} \\ h : \text{hauteur de la poutre.} \\ b : \text{largeur de la poutre} \\ d : \text{hauteur utile.} \end{array} \right.$

.On a :  $L_{\max}=4,20\text{m}$

$$420\text{cm} / 15 \leq h \leq 420\text{cm} / 10 \rightarrow 28\text{cm} \leq h \leq 42\text{cm}$$

Alors on prend : **h=40 cm**

$$0,3 d \leq b \leq 0,4 d \quad \text{avec } d=0,9 \times h \rightarrow 10,8 \text{ cm} \leq b \leq 14,4\text{cm}$$

Alors on prend : **b=30 cm**

Les dimensions des poutres doivent respecter les conditions suivantes <sup>(2)</sup> :

$$b \geq 20 \text{ cm} \rightarrow 30 \text{ cm} > 20 \text{ cm} \rightarrow \text{Condition Vérifiée.}$$

$$h \geq 30 \text{ cm} \rightarrow 40 \text{ cm} > 30 \text{ cm} \rightarrow \text{Condition Vérifiée.}$$

$$h/b < 4 \rightarrow 40 / 30 = 1,33 < 4 \rightarrow \text{Condition Vérifiée.}$$

Alors on prend : **b=30 cm**

<sup>1</sup> Précise de calcul en béton armé page 294

<sup>2</sup>RPA 99version 2003 page 69

**II-3-1-2-Les poutres secondaires :**

Elles relient les portiques entre eux.

On a :  $L_{\max}=4,00\text{m}$

$$400\text{cm}/15 \leq h \leq 400 \text{ cm} /10 \rightarrow 26,66\text{cm} \leq h \leq 40\text{cm}$$

Alors on prend :  **$h = 35 \text{ cm}$**

$$0,3d \leq b \leq 0,4d \quad \text{avec } d=0,9xh \quad \rightarrow 9,45\text{cm} < b < 12,6\text{cm}$$

Alors on prend :  **$b=30 \text{ cm}$**

D'après le **RPA 99 / version 2003** :

$$b \geq 20 \text{ cm} \rightarrow 30 \text{ cm} > 20 \text{ cm} \rightarrow \text{condition Vérifiée.}$$

$$h \geq 30 \text{ cm} \rightarrow 35 \text{ cm} > 30 \text{ cm} \rightarrow \text{condition Vérifiée.}$$

$$h / b < 4 \rightarrow 35 / 30 = 1,16 < 4 \rightarrow \text{condition Vérifiée}$$

Finalement :

- Poutres principales :  **$(30 \times 40) \text{ cm}^2$**
- Poutres secondaires :  **$(30 \times 35) \text{ cm}^2$**

**II-3-2-Les poteaux :**

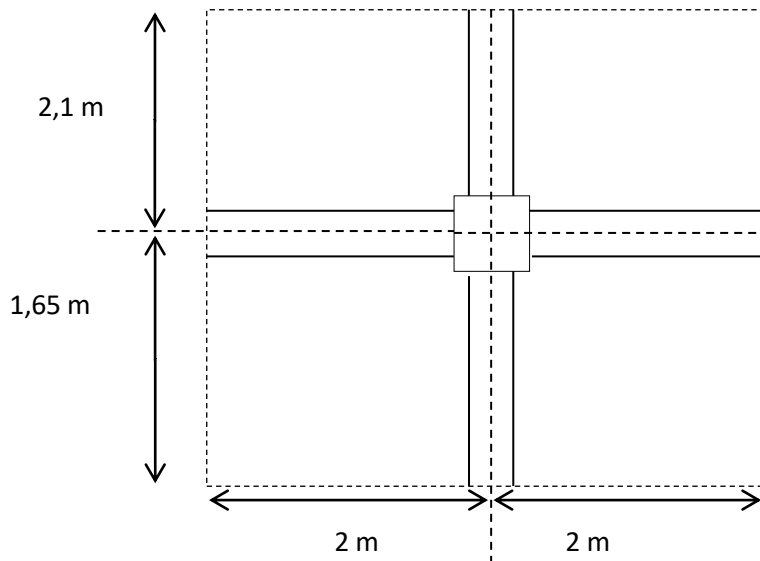
Les pré-dimensionnement s'effectuent avec le choix du poteau le plus sollicité (poteau central). La section de calcul du poteau est faite de telle façon qu'il ne flambe pas.

On utilise un calcul basé sur la descente des charges permanentes tout en appliquant la loi de dégression des charges d'exploitations.

La surface afférente est donnée par :

$$S_{\text{aff}} = (4/2 + 4/2) \times (4,2/2 + 3,3/2)$$

$$S_{\text{aff}} = 15\text{m}^2$$



FigureII-6:représentation du poteau le plus sollicité

### II-3-2-1-Loi de dégression de la surcharge d'exploitation :

On utilise la méthode de dégression des surcharges d'exploitation en fonction du nombre d'étages (<sup>1</sup>)

$$Q_0 + \frac{3+n}{2n} Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n$$

Avec :

n : Nombre d'étage on démarre de haut en bas (le premier étage est "0")

Q<sub>0</sub>: La charge d'exploitation sur la terrasse.

Q<sub>1</sub>, Q<sub>2</sub>,....., Q<sub>n</sub> : Les charges d'exploitations des planchers respectifs.

On utilise  $\frac{3+n}{2n}$  à partir du cinquième étage.

- 8<sup>ème</sup> étage:  $Q_{cum} = Q_0$
- 7<sup>ème</sup> étage:  $Q_{cum} = Q_0 + Q_1$
- 6<sup>ème</sup> étage:  $Q_{cum} = Q_0 + 0.95 (Q_1 + Q_2)$
- 5<sup>ème</sup> étage:  $Q_{cum} = Q_0 + 0.90 (Q_1 + Q_2 + Q_3)$
- 4<sup>ème</sup> étage:  $Q_{cum} = Q_0 + 0.85 (Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4)$
- 3<sup>ème</sup> étage:  $Q_{cum} = Q_0 + 0.80 (Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5)$
- 2<sup>ème</sup> étage:  $Q_{cum} = Q_0 + 0.75 (Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6)$
- 1<sup>ère</sup> étage:  $Q_{cum} = Q_0 + 0.71 (Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 + Q_7)$
- RDC :  $Q_{cum} = Q_0 + 0.69 (Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 + Q_7 + Q_8)$

<sup>1</sup>D.T.R.B.C page 17



Tableau II-5 : dégression des charges d'exploitation

Niveau	Dégression des charges par niveau	La charge (KN/m <sup>2</sup> )
Terrasse	$N_{q0}=1,00$	1
08	$N_{q1}=q_0+q_1$	2,5
07	$N_{q2}=q_0+0,95 (q_1+q_2)$	3,85
06	$N_{q3}=q_0+0,9 (q_1+q_2+q_3)$	5,05
05	$N_{q4}=q_0+0,85 (q_1+q_2+q_3+q_4)$	6,1
04	$N_{q5}=q_0+0,8 (q_1+q_2+q_3+q_4+q_5)$	7
03	$N_{q6}=q_0+0,75 (q_1+q_2+q_3+q_4+q_5+q_6)$	7,75
02	$N_{q7}=q_0+0,71 (q_1+q_2+q_3+q_4+q_5+q_6+q_7)$	8,46
01	$N_{q8}=q_0+0,69 (q_1+q_2+q_3+q_4+q_5+q_6+q_7+q_8)$	9,28
RDC	$N_{q9}=q_0+0,66 (q_1+q_2+q_3+q_4+q_5+q_6+q_7+q_8+q_9)$	11,56

**II-3-2-2-Les efforts de compression due aux charges permanentes:**

$$G_{P.principale} = \left(\frac{4,2}{2} + \frac{3,3}{2}\right) 0,3 \times 0,4 \times 25 = 11,25 \text{ KN}$$

$$G_{P.secondaires} = \left(\frac{4}{2} + \frac{4}{2}\right) \times 0,3 \times 0,35 \times 25 = 10,5 \text{ KN}$$

$$G_{Terrasse} = 6,28 \times 15 = 94,2 \text{ KN}$$

$$G_{RDC,e.Courant} = 5,06 \times 8 \times 15 = 607,2 \text{ KN}$$

$$G_{totale} = (11,25 + 10,5) \times 9 + 94,2 + 607,2 = 897,15 \text{ KN}$$

$$Q_{totale} = 11,56 \times 15 = 173,4 \text{ KN}$$

Majoration des efforts : On doit majorer les efforts de 10 % :

$$N_G = 1,1 \times 897,15 = 986,87 \text{ KN}$$

$$N_Q = 1,1 \times 173,4 = 190,74 \text{ KN}$$

$$N_u = 1,35 N_G + 1,5 N_Q = 1618,38 \text{ KN}$$

**II-3-2-3-Dimensions des poteaux :**

Les dimensions de la section transversale des poteaux rectangulaire doivent répondre aux conditions du **RPA 99 / version 2003** <sup>(1)</sup>:

$$\text{Min}(a,b) \geq 25\text{cm en zone IIa.}$$

Le règlement **BAEL91 révisée 99** <sup>(2)</sup> définit la longueur de flambement  $L_f$  comme suit :

- $0,7 \times L_0$ : si le poteau est à ses extrémités :
  - Soit encastré dans un massif de fondation.
  - Soit assemblé à des poutres de plancher ayant au moins la même raideur que lui dans le sens considéré et le traversant de part en part.
- $L_0$ : dans les autres cas.

Pour notre cas, on prend :  $L_0 = 0,7 L_0$  (poteau avec des extrémités encastrés jusqu'à fondation)

- RDC :  $L_f = 0,7 \times 3,84 = 2,69\text{m}$ .
- Etage courant :  $L_f = 0,7 \times 3,06 = 2,14\text{m}$ .

On doit dimensionner les poteaux de telle façon qu'il n'y a pas de flambement c'est-à-dire  $\lambda \leq 50$  <sup>(3)</sup>:

$$\lambda = \frac{l_f}{i} = \frac{0,7 l_0}{i}$$

$$i = \sqrt{\frac{I}{B}}$$

$$B = a \times b$$

$$I = \frac{b \times a^3}{12}$$

$$i = \sqrt{\frac{b \times a^3}{12 \times a \times b}} = \sqrt{\frac{a^2}{12}} = 0,289 a$$

Avec :

$L_f$  : longueur de flambement.

$i$  : rayon de giration.

$B$  : section des poteaux.

$\lambda$  : l'élanement du poteau.

$I$  : moment d'inertie.

➤ **Niveau RDC :**

• **Détermination de a :**

$$\lambda = \frac{l_f}{i} = \frac{269}{0,289 a} \leq 50 \rightarrow a \geq \frac{269}{0,289 \times 50} = 18,62 \text{ cm}$$

<sup>1</sup>RPA 99 / version 2003 Page 65

<sup>2</sup>D.T.U règles BAEL 91 révisée 99 page 112

<sup>3</sup>D.T.U règles BAEL 91 page 86

On prend  $a=40$  cm

$$\lambda = \frac{0,7L_0}{i} \rightarrow \lambda = 269 / (0,289 \times 45) = 20,68 < 50 \rightarrow \text{condition vérifiée}$$

• **Détermination de b :**

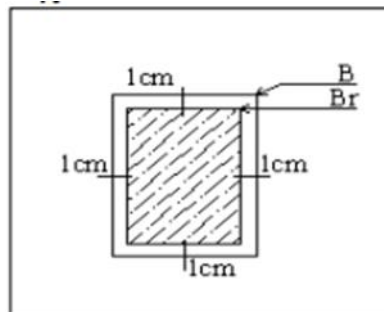
Selon les règles du **BAEL91révisée 99** <sup>(1)</sup>, l'effort normal ultime  $N_u$  doit être:

$$N_u \leq \alpha \left[ \frac{B_r f_{c28}}{0,9\gamma_b \theta} + A_s \cdot \frac{f_e}{\gamma_s} \right]$$

$$f_{c28} = 25 \text{ MPa}; F_e = 400 \text{ MPa}; \gamma_b = 1,5; \gamma_s = 1,15$$

$$B_r = (a - 2)(b - 2) \text{ cm}^2$$

$B_r$ : Section réduite



**Figure II-7:** la section réduite du poteau rectangulaire

$$B_r = (40 - 2)(b - 2) = 38(b - 2)$$

$A_s$  : Section d'armature longitudinale

$$A_s = 0,8 \% B_r \rightarrow \text{Zone IIa}$$

$$A_s = 0,8\% [38(b - 2)] = 0,304 (b - 2)$$

$\alpha$  : étant un coefficient fonction de  $\lambda$  :<sup>(2)</sup>

$$\alpha = \frac{0,85}{1 + 0,2 \left( \frac{\lambda}{35} \right)^2}$$

$$\alpha = \frac{0,85}{1 + 0,2 \left( \frac{20,68}{35} \right)^2} = 0,79$$

$$N_u \leq 0,79 \left[ \frac{38(b-2) \times 25}{0,9 \times 1,5 \times 10} + \frac{0,304(b-2) \times 400}{1,15 \times 10} \right]$$

$$b \geq 24,16 \text{ cm}$$

<sup>1</sup>D.T.U règles **BAEL 91 révisée 99** page 112

<sup>2</sup>D.T.U règles **BAEL 91 révisée 99** page 113

On prend **b=40cm**

➤ **Etage courant :**

• **Détermination de a :**

$$\lambda = \frac{l_f}{i} = \frac{214}{0,289 a} \leq 50 \rightarrow a \geq \frac{214}{0,289 \times 50} = 14,81 \text{ cm}$$

On prend **a=35cm**

$$\lambda = 0,7L_0/i = 214 / (0,289 \times 35) = 21,16 < 50 \rightarrow \text{condition vérifiée}$$

• **Détermination de b :**

$$B_r = (35 - 2) (b - 2) = 33 (b - 2)$$

$$A_s = 0,8\% [33 (b-2)] = 0,264(b-2)$$

$$\alpha = \frac{0,85}{1 + 0,2 \left(\frac{21,16}{35}\right)^2} = 0,79$$

$$Nu \leq 0,79 \left[ \frac{33 (b - 2) 25}{0,9 \times 1,5 \times 10} + \frac{0,264 (b - 2) 400}{1,15 \times 10} \right]$$

$$B \geq 30,88 \text{ cm}$$

On prend **b=35cm**

➤ **Vérification selon de RPA :**

• **Niveau RDC:**

$$\text{Min}(a, b) = 45 > 20 \rightarrow \text{Condition vérifiée}$$

$$\text{Min}(a, b) = 45 > \frac{384}{20} = 19,2 \rightarrow \text{Condition vérifiée}$$

$$\frac{1}{4} < \frac{45}{45} = 1 < 4 \rightarrow \text{Condition vérifiée}$$

• **Etage courant:**

$$\text{Min}(a, b) = 35 > 20 \rightarrow \text{Condition vérifiée}$$

$$\text{Min}(a, b) = 35 > \frac{306}{20} = 15 \rightarrow \text{Condition vérifiée}$$

$$\frac{1}{4} < \frac{35}{35} = 1 < 4 \rightarrow \text{Condition vérifiée}$$

#### II-4-Choix des sections des poteaux :

Le tableau suivant résume les dimensions des poteaux pris en compte pour les différents étages de la construction :

Tableau II-6 : choix des sections des poteaux

Niveau d'étage		8 <sup>ème</sup>	7 <sup>ème</sup>	6 <sup>ème</sup>	5 <sup>ème</sup>
Dimension des poteaux	a (cm)	35	35	35	35
	b (cm)	35	35	35	35
Niveau d'étage		4 <sup>ème</sup>	3 <sup>ème</sup>	2 <sup>ème</sup>	1 <sup>ère</sup>
Dimension des poteaux	a (cm)	35	35	35	35
	b (cm)	35	35	35	35
Niveau d'étage		RDC			
Dimension des poteaux	a (cm)	40			
	b (cm)	40			

**Vérification de la raideur poteau-poutre:**

$$\frac{b_{poutre} \times h_{poutre}^3}{12 \times l_{poutre}} < \frac{b_{poteau} \times h_{poteau}^3}{12 \times l_{poteau}}$$

Avec :

$\left\{ \begin{array}{l} b_{poutre} : \text{largeur de la section de la poutre} ; b_{poteau} : \text{largeur de la section du poteau} \\ h_{poutre} : \text{hauteur de la section de la poutre} ; h_{poteau} : \text{hauteur de la section du poteau} \\ l_{poutre} : \text{portée de la poutre entre nus} ; l_{poteau} : \text{portée du poteau entre nus} \end{array} \right.$

Tableau II-7- : vérification de la raideur

niveau	Les poutres	Les poteaux	La condition	Vérification
RDC	PP (30x40)	(40 x 40 )	0,000421 < 0,000620	Condition vérifiée
	PS (30x35)		0,000283 < 0,000620	Condition vérifiée
Etage courant	PP (30x40)	(35 x 35)	0,000421 < 0,000470	Condition vérifiée
	PS (30x35)		0,000282 < 0,000470	Condition vérifiée

**II-5-Pré-dimensionnement des voiles de contreventement:**

Les voiles sont des murs réalisés en béton armé ont pour rôle le contreventement du bâtiment et éventuellement supporter une fraction des charges verticales.

La solution de contreventement avec voiles en béton armé est actuellement très répandue ; très souvent, les voiles en cause, disposés transversalement aux bâtiments de forme rectangulaire allongée, constituent également les éléments de transmission des charges verticales, sans être obligatoirement renforcés par des poteaux.

On considère comme voiles les éléments satisfaisant à la condition  $L \geq 4a$ .

Dans le cas contraire, ces éléments sont considérés comme des éléments linéaires.

Le **RPA 99 / version 2003** <sup>(1)</sup>, exige une épaisseur minimale de 15 cm, de plus, l'épaisseur doit être déterminée en fonction de la hauteur libre d'étage  $h_e$  et des conditions de rigidité aux extrémités.

- Pour les voiles avec deux abouts sur des poteaux :  $a \geq \text{Max}[h_e/25 ; 15\text{cm}]$
- Pour les voiles avec un seul about sur les poteaux :  $a \geq \text{Max}[h_e/22 ; 15\text{cm}]$
- Pour les voiles a abouts libres :  $a \geq \text{Max}[h_e/20 ; 15\text{cm}]$

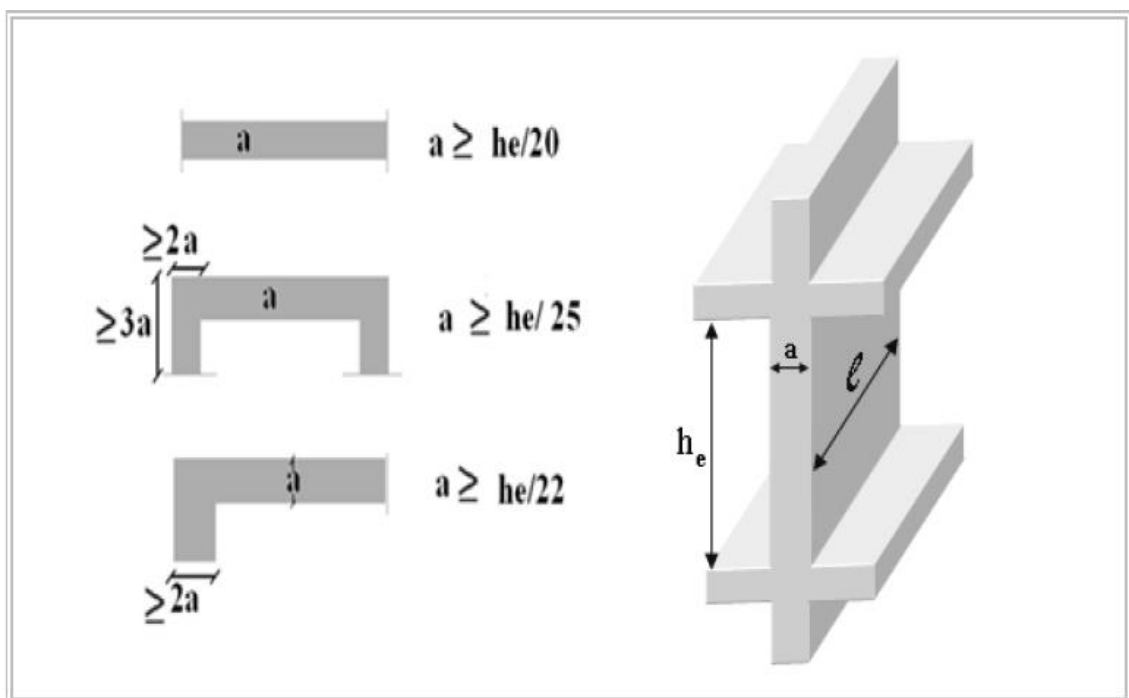


Figure II-8 : coupe de voile en élévation

En résumé, pour notre cas, on peut utiliser le premier type avec :  $h_{rdc} = 3,84\text{m}$

Le **RPA 99 / version 2003** considère comme voiles de contreventement les voiles satisfaisant la condition suivante :

$$\begin{cases} L \geq 4a \\ a \geq h_e/20 \end{cases}$$

$$a \geq \text{max} [384/20 ; 15 \text{ cm}]$$

$$a \geq \text{max} [19.2\text{cm} ; 15 \text{ cm}]$$

Donc, on adopte pour le RDC un voile de :  $a = 20\text{cm}$

Le deuxième type :  $h_e = 3,06\text{m}$

<sup>1</sup>R.P.A 99 version 2003 page 79

$$a \geq \max [306/20 ; 15\text{cm}]$$

$$a \geq \max [15,3 \text{ cm} ; 15\text{cm}]$$

Donc on adopte pour tous les niveaux un voile de :  $a=20\text{cm}$

$$L \geq 4 \times 20=80\text{cm} \text{ alors on prend } :L=80 \text{ cm}$$

### Disposition des voiles :

Pour notre structure le système de contreventement est assuré conjointement par des voiles et des portiques dans les deux directions en plan. Pour assurer une meilleure résistance au séisme, nous devons de préférence avoir une distribution aussi régulière que possible des masses et des rigidités tant en plan qu'en élévation.

Donc le système de contreventement doit être disposé de façon à :

- Reprendre une charge verticale suffisante pour assurer sa stabilité.
- Assurer une transmission directe des forces aux fondations.
- Minimiser les effets de torsion.

### Récapitulatif

✚ Poutres principales :  $(30 \times 40) \text{ cm}^2$

✚ Poutres secondaires :  $(30 \times 35) \text{ cm}^2$

✚ Plancher

$(16+4) \left\{ \begin{array}{l} 16 \text{ cm épaisseur de la dalle en corps creux} \\ 4 \text{ cm épaisseur de la dalle de compression} \end{array} \right.$

✚ Poteaux RDC :  $(40 \times 40) \text{ cm}^2$

✚ Poteaux étage courant :  $(35 \times 35) \text{ cm}^2$

✚ la charge permanente du plancher terrasse :  $G = 6,28 \text{ KN/m}^2$ .

✚ La charge permanente du plancher étage courant

$$G = 5,06 \text{ KN/m}^2.$$

✚ La charge d'exploitation de la Terrasse  $Q = 1 \text{ KN/m}^2$ .

✚ La charge d'exploitation d'étage courant  $Q = 1,5 \text{ KN/m}^2$ .

✚ La charge d'exploitation de RDC (boutique) :  $Q = 4 \text{ KN/m}^2$ .

✚ L'épaisseur du voile :  $a = 20 \text{ cm}$