

**2.1- Pré dimensionnement du plancher :**

Connaissant la flexibilité et la rigidité du plancher, la vérification de la flèche est inutile, il suffit que la condition suivante soit vérifiée :

$$\frac{h_t}{L} \geq \frac{1}{22,5}$$

$$h_t \geq \frac{410}{22,5} = 18,22cm$$

Avec :  $\left\{ \begin{array}{l} h_t : \text{hauteur totale du plancher} \\ L : \text{portée maximale de la poutrelle entre nus} \end{array} \right.$

On adopte un plancher à corps creux de hauteur  $h_t=20cm$ , soit un plancher (16+4) cm

**2.2-Descente de charges :**

**2.2.1-charge permanente :**

**2.2.1.1-plancher terrasse inaccessible :**

1-Protaction en gravillons roulé (4cm) -----	► 0,80 KN/m <sup>2</sup>
2-Etanchéité multicouche (2cm) -----	► 0,12 KN/m <sup>2</sup>
3-Forme de pente en béton léger (10cm)-----	► 2,20 KN/m <sup>2</sup>
4-Isolaion thermique en liège (4 cm) -----	► 0,16 KN/m <sup>2</sup>
5-Plancher à corps creux (16+4) -----	► 2,80 KN/m <sup>2</sup>
6-Enduit en plâtre (2cm) -----	► 0,20 KN/m <sup>2</sup>

---


$$G_t = 6,28KN/m^2$$

**2.2.1.2-plancher R.D.C et étage courante :**

1-Revetement en carrelage (2cm)-----	► 0,40 KN/m <sup>2</sup>
2-Mortier de pose (2cm) -----	► 0,40 KN/m <sup>2</sup>
3-Sable fin pour mortier (2cm) -----	► 0,34 KN/m <sup>2</sup>
4-Plancher à corps creux (16+4) -----	► 2,80 KN/m <sup>2</sup>
5-Enduit en plâtre (2cm) -----	► 0,20 KN/m <sup>2</sup>
6-Cloison en briques creuses (10 cm) -----	► 0,90 KN/m <sup>2</sup>

---


$$G_t = 5,04 KN/m^2$$

**2.2.1.3-Murs de façade (extérieur) :**

1-Enduit extérieur en ciment (mortier) (1.5cm)-----	► 0,27 KN/m <sup>2</sup>
2-Brique creuses (15cm).-----	► 1,30 KN/m <sup>2</sup>
3- Brique creuses (10cm)-----	► 0,90 KN/m <sup>2</sup>
4-Enduit intérieur en plâtre (1.5cm) -----	► 0,15 KN/m <sup>2</sup>

---


$$G = 2,62 KN/m^2$$

**2.2.1.4-Murs intérieur :**

1-Enduit en plâtre (1.5cm) -----► **0,15 KN/m<sup>2</sup>**

2- Brique creuses (10cm) -----► **0,90 KN/m<sup>2</sup>**

3-enduit en plâtre (1.5cm)-----► **0,15 KN/m<sup>2</sup>**

**G=1.20 KN/m<sup>2</sup>**

**Tableau 2.1- Charge permanente :**

Niveau	Charge permanente (kn / m <sup>2</sup> )
Terrasse	<b>6,28</b>
09	<b>5,04</b>
08	<b>5,04</b>
07	<b>5,04</b>
06	<b>5,04</b>
05	<b>5,04</b>
04	<b>5,04</b>
03	<b>5,04</b>
02	<b>5,04</b>
01	<b>5,04</b>
RDC	<b>5,04</b>

**2.2.2-Surcharge d'exploitation:**

1) surcharge d'exploitation du plancher (RDC au 9<sup>eme</sup> étage) habitations Q=1,5 KN/m<sup>2</sup>

2) surcharge d'exploitation du plancher terrasse inaccessible Q=1 KN/m<sup>2</sup>

**2.2.3-Utilisation de la loi de dégression de la surcharge d'exploitation :**

Dans les bâtiments à étages ; à usage d'habitation, et pour calculer l'ossature (Poteaux, mur, fondation), on suppose que toutes les surcharges ne s'appliquent pas simultanément sur tous les planchers et on détermine comme suite la surcharge  $\sum n$  sur les éléments porteurs du niveau n en fonction des surcharges si appliquée sur les différentes niveaux :

On applique la loi de dégression pour  $n \geq 5$  cas des charges différentes avec n nombre d'étages.

$$Q = Q_0 + \left( \frac{3 + n}{2 \times n} \right) \times \sum_{i=1}^n Q_i$$

**Tableau 2.2- Dégression de la surcharge d'exploitation:**

Niveau	La loi de dégression	La charge (KN/m <sup>2</sup> )
Terrasse	$Nq_0=1\text{KN/m}^2$	1,00
09	$Nq_1=q_0+q_1$	2,50
08	$Nq_2=q_0+0.95 (q_1+q_2)$	3,85
07	$Nq_3=q_0+0.9 (q_1+q_2+q_3)$	5,05
06	$Nq_4=q_0+0.85 (q_1+q_2+q_3+q_4)$	6,10
05	$Nq_5=q_0+0.8 (q_1+q_2+q_3+q_4+q_5)$	7,00
04	$Nq_6=q_0+0.75 (q_1+q_2+q_3+q_4+q_5+q_6)$	7,50
03	$Nq_7=q_0+0.71 (q_1+q_2+q_3+q_4+q_5+q_6+q_7)$	8,46
02	$Nq_8=q_0+0.69 (q_1+q_2+q_3+q_4+q_5+q_6+q_7+q_8)$	9,28
01	$Nq_9=q_0+0.66 (q_1+q_2+q_3+q_4+q_5+q_6+q_7+q_8+q_9)$	9,91
RDC	$Nq_{10}=q_0+0.65 (q_1+q_2+q_3+q_4+q_5+q_6+q_7+q_8+q_9+q_{10})$	10,75

**2.3- Pré dimensionnement des poutres :**

Selon le **R.P.A 99(version 2003)**, les dimensions des poutres doivent satisfaire les conditions suivantes :

$$\left\{ \begin{array}{l} b \geq 20cm \\ h \geq 30cm \\ \frac{ht}{b} < 4cm \end{array} \right.$$

Selon le **B.A.E.L.91**, le critère de rigidité :

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{L}{15} \leq h_t \leq \frac{L}{10} \\ 0,3d \leq b \leq 0,4d \end{array} \right. \quad \text{Avec : } \left\{ \begin{array}{l} h_t : \text{ hauteur totale de la poutre} \\ b : \text{ largeur de la poutre} \\ L : \text{ la plus grande portée libre entre nus d'appuis} \\ d : \text{ hauteur utile} \end{array} \right.$$

On distinguera deux types de poutres:

a- Poutre principale :  $L_{max} = 4,80$  m

b- Poutre secondaire :  $L_{max} = 4,10$  m.

**2.3.1-Sens longitudinal :**

**2.3.1.1-Poutre principale:**

$$\left\{ \begin{array}{l} L = 480 \text{ cm} \\ d = 0,9 h_t \end{array} \right. \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} 32 \text{ cm} \leq h_t \leq 48 \text{ cm} \\ 12,5 \text{ cm} \leq b \leq 16,20 \text{ cm} \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} \text{On prend } h_t = 45 \text{ cm} \\ \text{On prend } b = 35 \text{ cm} \end{array}$$

D'après le **R.P.A 99(version 2003)**

$$\left\{ \begin{array}{l} b = 35 \text{ cm} > 20 \text{ cm} \dots\dots\dots \text{Condition vérifiée.} \\ h_t = 45 \text{ cm} > 30 \text{ cm} \dots\dots\dots \text{Condition vérifiée.} \\ \frac{h_t}{b} = 1,28 < 4 \text{ cm} \dots\dots\dots \text{Condition vérifiée.} \end{array} \right. \quad \text{Donc on prend la section des poutres principales } (35 \times 45) \text{ cm}^2$$

**2.3.2- Sens transversal :**

**2.3.2.1- Poutre secondaire :**

$$\left\{ \begin{array}{l} L = 410 \text{ cm} \\ d = 0,9 h_t \end{array} \right. \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} 27,33 \text{ cm} \leq h_t \leq 41 \text{ cm} \\ 10,50 \text{ cm} \leq b \leq 14 \text{ cm} \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} \text{On prend } h_t = 35 \text{ cm} \\ \text{On prend } b = 30 \text{ cm} \end{array}$$

D'après le **R.P.A 99(version 2003)** :

$$\left\{ \begin{array}{l} b = 30 \text{ cm} > 20 \text{ cm} \dots\dots\dots \text{Condition vérifiée} \\ h_t = 35 \text{ cm} > 30 \text{ cm} \dots\dots\dots \text{Condition vérifiée.} \\ \frac{h_t}{b} = 1.16 < 4 \text{ cm} \dots\dots\dots \text{Condition vérifiée.} \end{array} \right.$$

Donc en prend la section des poutres secondaires **(30x35) cm<sup>2</sup>**

**2.4- Pré dimensionnement des poteaux :**

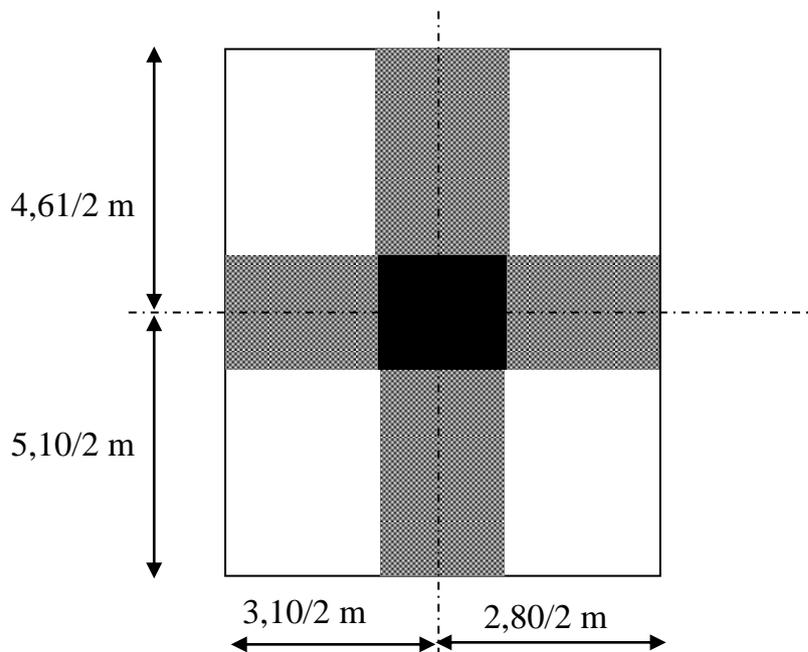
On a 4 types de poteaux :

- Type 1 :** du R.D.C jusqu'à 3<sup>ème</sup> étage.
- Type 2 :** du 4<sup>ème</sup> étage jusqu'au la 6<sup>ème</sup> étage
- Type 3 :** de l'étage 7<sup>ème</sup> jusqu' à la terrasse..

Le pré dimensionnement s'effectue 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;

La surface afférente est donnée par: **S=2.95x4.85=14.30 m<sup>2</sup>**



**Figure.2.1- La section la plus sollicitée du poteau**

On calcul les efforts de compression qui agissant sur les poteaux dus aux charges permanents suivant le R.P.A 99 (version 2003)

**2.4.1- Pré dimensionnement des poteaux de type 01:**

Calcul de l'effort normal sollicitant les poteaux :

$$N_U = 1,35N_G + 1,5N_Q$$

$$G = 56,68 \times 14,30 + G_{PP} \times 10 + G_{PS} \times 10$$

$$G_{PP} = 0,35 \times 0,45 \times 25 \times 2,95 = 11,61 \text{ KN}$$

$$G_{PS} = 0,30 \times 0,35 \times 25 \times 4,85 = 12,73 \text{ KN}$$

$$G = 1053,92 \text{ KN}$$

$$N_G = 1,1 \times G = 1159,31 \text{ KN}$$

$$Q = 10,75 \times 14,30 = 153,72 \text{ KN}$$

$$N_Q = 1,1 \times Q = 169,09 \text{ KN}$$

$$N_U = 1818,69 \text{ KN}$$

**-Détermination de la section du poteau (a.b):**

**a- Détermination de "a" :**

**a-1-Vérification de flambement :**

On doit dimensionner les poteaux de telle façon qu'il n y ait pas de flambement, c'est-à-dire :  $\lambda \leq 50$

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

$$i = \sqrt{\frac{I}{B}} \quad \text{Avec : } \left\{ \begin{array}{l} L_f : \text{longueur de flambement} \\ i : \text{rayon de giration} \\ B : \text{section des poteaux} \\ \lambda : \text{L'élancement du poteau} \\ I : \text{moment d'inertie de la section par rapport a un point passant par son centre de gravité et perpendiculaire au plan de flambement} \end{array} \right.$$

$$B = a.b$$

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

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

On a:  $L_0 = 3,74 \text{ m}; L_f = 0.7L_0 = 2,618 \text{ m}$

$$\lambda = \frac{L_f}{i} = \frac{261,8}{0,289a} \leq 50 \Rightarrow a \geq \frac{261,8}{0,289.50} = 18,11 \text{ cm}$$

On prend : **a = 50cm**

$$\lambda = 0,7L_0/i \Rightarrow 261,8/13,005 = 18,11 < 50 \dots\dots\dots \text{Condition vérifiée.}$$

**b- Détermination de "b" :**

Selon les règles du **B.A.E.L91**, l'effort normal ultime  $N_u$  doit être :

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

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

$B_r$ : section réduite

$$B_r = (50-2) \times (b-2) = 48 \times (b-2) \text{ cm}^2$$

$A_s$ =section d'armature longitudinale

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

$$A_s = 0,8\% [48(b-2)] = 0,384(b-2) \text{ cm}^2$$

$\alpha$  : étant un coefficient fonction de  $\lambda$ .

$$\lambda \leq 50 \Rightarrow \frac{L_f}{i} = \frac{261,8}{0,289,50} = 18,11 < 50$$

$$\alpha = 0,85 / [1 + 0,2(\lambda/35)^2]$$

$$\alpha = 0,85 / [1 + 0,2(18,11/35)^2]$$

$$\alpha = 0,806$$

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

$$N_u \leq 0,806 \left[ \frac{48(b-2) \cdot 25}{0,9 \cdot 1,5 \cdot 10} + \frac{0,384(b-2) \cdot 400}{1,15 \cdot 10} \right]$$

$$b \geq 19,79 \text{ cm}$$

Donc : on prend **b = 50 cm.**

**c- Vérification des conditions du R.P.A 99(version 2003):**

$$\left\{ \begin{array}{l} \min(a, b) = 50 \text{ cm} > 25 \text{ cm} \dots \dots \dots \text{Condition vérifiée.} \\ \min(a, b) = 50 \text{ cm} > \frac{h_e}{20} = \frac{374}{20} = 18,70 \text{ cm} \dots \dots \dots \text{Condition vérifiée.} \\ \frac{1}{4} < \frac{a}{b} = 1 < 4 \dots \dots \dots \text{Condition vérifiée.} \end{array} \right.$$

Donc : **a = b = 50 cm**

**2.4.2-Prédimensionnement des poteaux de type2:**

Calcul de l'effort normal sollicitant les poteaux :

$$N_u = (1,35N_G + 1,5N_Q).$$

$$G = 36,52 \times 14,30 + 11,61 \times 6 + 12,73 \times 6 = 668,27 \text{ KN}$$

$$G = 668,27 \text{ KN}$$

$$N_G = 1,1 \times 668,27 = 735,09 \text{ KN.}$$

$$Q = 7,50 \times 14,30 = 107,25 \text{ KN}$$

$$N_Q = 1,1 \times 107,25 = 117,97 \text{ KN.}$$

$$N_u = (1,35 \times 735,09) + (1,5 \times 117,97).$$

$$N_u = 1169,33 \text{ KN}$$

**a- Détermination de "a":****a.1- Vérification de flambement:**

On doit faire les mêmes étapes:

$$\text{On a: } L_0 = 3,06 \text{ m}$$

$$L_f = 0,7 L_0 = 2,142 \text{ m}$$

$$\lambda = L_f / i = \frac{214,2}{0,289a} \leq 50 \Rightarrow a \geq 14,82 \text{ cm.}$$

On prend : **a = 45cm.**

**b- Détermination de b :**

Selon les règles du **B.A.E.L. 91**, l'effort normal ultime  $N_u$  doit être :

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

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

$$B_r = (45-2) \cdot (b-2) = 43 (b-2)$$

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

$$A_s = 0,8\% \cdot [43 (b-2)] = 0,344(b-2) \text{ cm}^2.$$

$$\lambda = \frac{L_f}{i} = \frac{214,2}{0,289.45} = 16,47 < 50$$

$$\alpha = 0,85 / [1 + 0,2(\lambda / 35)^2]$$

$$\alpha = 0,85 / \left[ 1 + 0,2 \left( \frac{16,47}{35} \right)^2 \right]$$

$$\alpha = 0,81$$

$$N_u \leq 0,81 \left[ \frac{43(b-2)25}{0,9 \times 1,5 \times 10} + \frac{0,344(b-2).400}{1,5 \times 10} \right]$$

$$N_u \leq 88,80b - 177,60$$

$$b \geq \frac{1169,33 + 177,60}{88,80} = 15,17 \text{ cm.}$$

Donc : on prend **b = 45cm.**

**c- Vérification des conditions du R.P.A 99(version 2003)**

$$\left\{ \begin{array}{l} \min(a.b) = 45 \text{ cm} > 25 \text{ cm} \dots\dots\dots \text{Condition vérifiée.} \\ \min(a.b) = 45 \text{ cm} > \frac{306}{20} = 15,3 \text{ cm} \dots\dots\dots \text{Condition vérifiée.} \\ 1/4 < \frac{a}{b} = 1 < 4 \dots\dots\dots \text{Condition vérifiée} \end{array} \right.$$

Donc: **a = b = 45cm.**

**2.4.3-Prédimensionnement des poteaux de type 3 :**

Calcul de l'effort normal sollicitant les poteaux :

$$N_u = (1,35N_G + 1,5N_Q).$$

$$G = 21,40 \times 14,30 + 11,61 \times 3 + 12,73 \times 3 = 379,04 \text{ KN}$$

$$G = 379,04 \text{ KN}$$

$$N_G = 1,1 \times 379,04 = 416,94 \text{ KN.}$$

$$Q = 5,05 \times 14,30 = 72,21 \text{ KN}$$

$$N_Q = 1,1 \times 72,21 = 79,43 \text{ KN.}$$

$$N_u = (1,35 \times 416,94) + (1,5 \times 79,43).$$

$$N_u = 682,01 \text{ KN}$$

**a- Détermination de "a" :**

**a.1- Vérification de flambement :**

On doit faire les mêmes étapes :

$$\text{On a: } L_0 = 3,06 \text{ m}$$

$$L_f = 0,7 L_0 = 2,142 \text{ m}$$

$$\lambda = L_f / i = \frac{214,2}{0,289a} \leq 50 \Rightarrow a \geq 14,82 \text{ cm.}$$

On prend : **a = 40cm.**

**b- Détermination de b :**

Selon les règles du **B.A.E.L. 91**, l'effort normal ultime  $N_u$  doit être :

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

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

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

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

$$A_s = 0,8\% \cdot [38 (b-2)] = 0,304(b-2) \text{ cm}^2.$$

$$\lambda = \frac{L_f}{i} = \frac{214,2}{0,289 \cdot 40} = 18,53 < 50$$

$$\alpha = 0,85 / \left[ 1 + 0,2(\lambda / 35)^2 \right]$$

$$\alpha = 0,85 / \left[ 1 + 0,2 \left( \frac{18,53}{35} \right)^2 \right]$$

$$\alpha = 0,80$$

$$N_u \leq 0,80 \left[ \frac{38(b-2)25}{0,9 \times 1,5 \times 10} + \frac{0,304(b-2) \cdot 400}{1,5 \times 10} \right].$$

$$N_u \leq 78,48b - 156,96$$

$$b = \frac{682,01 + 156,96}{78,48} = 10,69 \text{ cm.}$$

Donc : on prend **b = 40cm.**

**c- Vérification des conditions du R.P.A 99(version 2003):**

- min(a.b) = 40cm > 25cm.....Condition vérifiée.
- min(a.b) = 40cm >  $\frac{h_e}{20} = \frac{306}{20} = 15,3\text{cm}$ .....Condition vérifiée.
- 1/4 < a/b = 1 ≤ 4.....Condition vérifiée

Donc : **a= b= 40cm**

**2-5 Conclusion :**

Le tableau ci-dessous résume les sections des poteaux pris en compte pour les différents étages de la construction :

**Tableau 2.3- les sections des poteaux par niveau :**

<b>Niveau</b>	<b>Section de poteau (cm<sup>2</sup> )</b>
<b>R.D.C</b>	<b>50x50</b>
<b>01</b>	<b>50x50</b>
<b>02</b>	<b>50x50</b>
<b>03</b>	<b>50x50</b>
<b>04</b>	<b>45x45</b>
<b>05</b>	<b>45x45</b>
<b>06</b>	<b>45x45</b>
<b>07</b>	<b>40x40</b>
<b>08</b>	<b>40x40</b>
<b>09</b>	<b>40x40</b>