

II.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 :

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

$$h_t \geq \frac{455}{22.5} = 18.67 \text{ cm}$$

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 $h_t=20\text{cm}$, soit un plancher (16+4) cm

II.2.-Descente de charges :**II.2.1-charge permanente :****II.2.1.1-plancher terrasse inaccessible :**

1-protaction en gravillons roulés (4cm)	→	0.80 KN/m ²
2-Etanchéité multicouche (2cm)	→	0.12 KN/m ²
3-forme de pente en béton léger (10cm)	→	1.8 KN/m ²
4-Chappe flottante en asphalte (2,5cm)	→	0.5 KN/m ²
5-Isolaion thermique en liège (4cm)	→	0.03 KN/m ²
6-plancher à corps creux +dalle de compression (16+4)	→	2.8 KN/m ²
7-Enduit en plâtre (2m)	→	0.20 KN/m ²
		G_t = 6,25 KN/m ²

II.2.1.2-plancher R.D.C et étage courante :

1-revêtement en carrelage (2cm)	→	0.40 KN/m ²
2-Mortier de pose (2cm)	→	0.40 KN/m ²
3-Sable fin pour mortier (2cm)	→	0.34 KN/m ²
4-Isolation phonique	→	0.10 KN/m ²
5-Plancher à corps creux (16+4)	→	2.80 KN/m ²
6-cloison en briques creuses	→	1,00 KN/m ²
7-enduit en plâtre (2cm)	→	0.20 KN/m ²
		G_t = 5.14 KN/m ²

II.2.1.3-Murs de façade (extérieur) :

1-Enduit extérieur en ciment (2cm)	→	0.36 KN/m²
2-Paroi en brique creuse ext (15cm)	→	1.35 KN/m²
3- Paroi en brique creuse int (10cm)	→	0.90 KN/m²
4-Enduit intérieur en ciment (1.5cm)	→	0.27 KN/m²
		G =2.88 KN/m²

II.2.1.4-Murs intérieur :

1-Enduit en ciment face1 (1.5cm)	→	0.27 KN/m²
2- Brique creuses (10cm)	→	0.90 KN/m²
3-enduit en ciment face2 (1.5cm)	→	0.27 KN/m²
		G=1.44 KN/m²

II.2.2-Surcharge d'exploitation:

- 1) surcharge d'exploitation du plancher R.D.C (comercial): $Q=2,5 \text{ KN/m}^2$
- 2) surcharge d'exploitation du plancher (1^{er} au 10^{eme} étages) habitations $Q=1,5 \text{ KN/m}^2$
- 3) surcharge d'exploitation du plancher terrasse inaccessible $Q=1 \text{ KN/m}^2$

II.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 différents niveaux :

Niveau	La loi de dégression	La charge (KN/m ²)
Terrasse	$N_{q0}=1\text{KN/m}^2$	1.00
09	$N_{q1}=q_0+q_1$	2.50
08	$N_{q2}=q_0+0.95 (q_1+q_2)$	3,85
07	$N_{q3}=q_0+0.9 (q_1+q_2+q_3)$	5,05
06	$N_{q4}=q_0+0.85 (q_1+q_2+q_3+q_4)$	6.10
05	$N_{q5}=q_0+0.8 (q_1+q_2+q_3+q_4+q_5)$	7,00
04	$N_{q6}=q_0+0.75 (q_1+q_2+q_3+q_4+q_5+q_6)$	7,75
03	$N_{q7}=q_0+0.71 (q_1+q_2+q_3+q_4+q_5+q_6+q_7)$	8,45
02	$N_{q8}=q_0+0.69 (q_1+q_2+q_3+q_4+q_5+q_6+q_7+q_8)$	9,28
01	$N_{q9}=q_0+0.66 (q_1+q_2+q_3+q_4+q_5+q_6+q_7+q_8+q_9)$	10,05
R.D.C	$N_{q10}=q_0+0.65 (q_1+q_2+q_3+q_4+q_5+q_6+q_7+q_8+q_9+q_{10})$	12.38

II.3- Pré dimensionnement des poutres :

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

$$\left\{ \begin{array}{l} b \geq 20\text{cm} \\ h \geq 30\text{cm} \\ \frac{h}{b} < 4\text{cm} \\ b_{\max} \leq 1,5ht + b_1 \end{array} \right.$$

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

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

On distinguera deux types de poutres:

a- Poutre principale : $L_{\max} = 4,25 \text{ m}$

b- Poutre secondaire : $L_{\max} = 3,60 \text{ m}$.

II.3.1-Sens longitudinal :**II.3.1.1-Poutre principale:**

$$\begin{cases} L = 425 \text{ cm} \\ d = 0.9 h_t \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 28,33 \text{ cm} \leq h_t \leq 42,5 \text{ cm} \\ 10.8 \text{ cm} \leq b \leq 14.4 \text{ cm} \end{cases}$$

On prend $h_t = 40 \text{ cm}$
On prend $b = 35 \text{ cm}$

D'après le **R.P.A 99(version 2003)**

$$\left\{ \begin{array}{l} b = 35 \text{ cm} > 20 \text{ cm} \dots\dots\dots \text{Condition vérifiée} \\ h_t = 40 \text{ cm} > 30 \text{ cm} \dots\dots\dots \text{Condition vérifiée.} \\ \frac{h_t}{b} = 1.14 < 4 \text{ cm} \dots\dots\dots \text{Condition vérifiée.} \\ b_{\max} = 50 \text{ cm} \leq 1,5 \cdot 40 + 35 = 95 \text{ cm} \dots \text{Condition vérifiée.} \end{array} \right.$$

Donc on prend la section des poutres principales **(35x40) cm²****II.3.2- Sens transversal :****II.3.2.1- Poutre secondaire :**

$$\begin{cases} L = 360 \text{ cm} \\ d = 0.9 h_t \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 24 \text{ cm} \leq h_t \leq 36 \text{ cm} \\ 9,45 \text{ cm} \leq b \leq 12,6 \text{ cm} \end{cases}$$

On prend $h_t = 35 \text{ cm}$
On prend $b = 30 \text{ cm}$

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

$$\left\{ \begin{array}{l} b = 30 \text{ cm} > 20 \text{ cm} \dots\dots\dots \text{Condition vérifiée} \\ h_t = 35 \text{ cm} > 30 \text{ cm} \dots\dots\dots \text{Condition vérifiée.} \\ \frac{h_t}{b} = 1.17 < 4 \text{ cm} \dots\dots\dots \text{Condition vérifiée.} \\ b_{\max} = 50 \text{ cm} \leq 1,5 \cdot 30 + 35 = 80 \text{ cm} \dots \text{Condition vérifiée.} \end{array} \right.$$

Donc on prend la section des poutres secondaires **(30x35) cm²****II.4- Pré dimensionnement des poteaux :**

On a 3 types des coffrages :

- Type 1 : R.D.C jusqu'à 2^{ème} étage.
- Type 2 : du 3^{ème} étage jusqu'au la 5^{ème} étage
- Type 3 : du 6^{ème} étage jusqu'au la 8^{ème} étage
- Type 4: de l'étage 9^{ème} 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: $S=3,925 \times 4,18=16,41 \text{ m}^2$

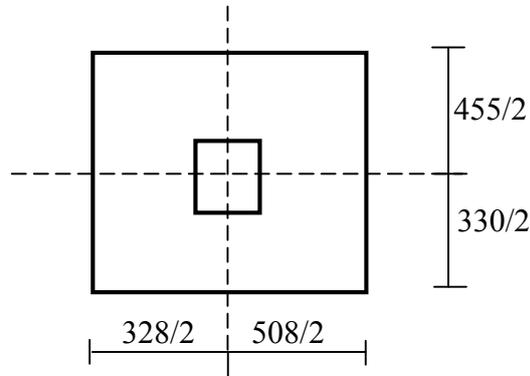


Figure II.2- La section le plus sollicité du poteau

On calcule les efforts de compression qui agissent sur les poteaux dus aux charges permanentes suivant le R.P.A 99 (version 2003)

II.4.1- Pré dimensionnement des poteaux de type 01:

II.4.1.1-Calcul de l'effort normal sollicitant les poteaux NU

a -Les efforts de compression due aux charges permanentes NG :

- plancher terrasse : $G \times S = 16,41 \times 6,25 = 102,56 \text{ KN}$

- plancher RDC+ étage courant: $n \times G \times S = 10 \times 5,14 \times 16,41 = 843,474 \text{ KN}$

(n=10 le nombre de plancher d'étage courant)

On majore les efforts de 10%

$$N_G = 1,1(102,56 + 843,474) = 1040,64 \text{ KN/m}^2$$

b-Les efforts de compression due charge d'exploitation:

Par application de la loi de dégression: $Q=12,86 \text{ KN/m}^2$

$$N_Q = 1,1 \cdot Q \cdot S = 1,1 \cdot 12,86 \cdot 16,41 = 223,47 \text{ KN/m}^2$$

$$D'où: NU = 1,35N_G + 1,5N_Q = 1,35 \cdot 1040,64 + 1,5 \cdot 223,47$$

$$N_U = 1740,07 \text{ KN}$$

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

a- Détermination de "a" :

a-1-Vérification de flambement :

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

$$\lambda = \frac{L_f}{i} = \frac{0,7L_0}{i}$$

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

$$B = a.b$$

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

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

Avec :

- L_f : longueur de flambement
- i : rayon de giration
- B : section des poteaux
- λ : L'élancement du poteau
- I : moment d'inertie de la section par rapport a un point passant par son centre de gravité et perpendiculaire au plan de flambement

On a: $L_0=3,06$ m; $L_f = 0,7 \times 3,06 = 2,142$ m = 214,20cm

$$\lambda = \frac{L_f}{i} = \frac{214,20}{0,289a} \leq 50 \Rightarrow a \geq \frac{214,20}{0,289.50} = 14,82$$
cm

On prend : **a = 50cm**

$\lambda=0,7L_0/i \Rightarrow 214,20/14,45 =14,82 < 50$ Condition vérifiée.

b- Détermination de "b" : Selon les règles du **B.A.E.L91**, l'effort normal ultime N_u doit être :

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

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

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

A_s =section d'armature longitudinale

$A_s = 0,7\% B_r$Zone I

$A_s = 0,7\% [48(b-2)] = 0,336(b-2) \text{ cm}^2$

α : étant un coefficient fonction de λ .

$$\lambda \leq 50 \Rightarrow \frac{L_f}{i} = \frac{214,20}{0,289.50} = 14,82 < 50$$

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

$$\alpha = 0,85 / [1 + 0,2(14,82/35)^2]$$

$$\alpha = 0,82$$

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

$$N_u \leq 0,82 \left[\frac{48(b-2).25}{0,9.1,5.10} + \frac{0,336(b-2).400.10}{1,15.10} \right]$$

$$b \geq \frac{1740,07 + 341,56}{170,78} = 12,19 \text{ cm}$$

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

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

$$\left\{ \begin{array}{l} \min(a, b) = 50 \text{ cm} > 25 \text{ cm} \dots\dots\dots \text{Condition vérifiée.} \\ \min(a, b) = 50 \text{ cm} > \frac{h_e}{20} = \frac{306}{20} = 15,3 \text{ cm} \dots\dots\dots \text{Condition vérifiée.} \\ \frac{1}{4} < \frac{a}{b} = 1 < 4 \dots\dots\dots \text{Condition vérifiée.} \end{array} \right.$$

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

II.3.3.2-Prédimensionnement des poteaux de type2:

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

$$G = 42,23 \text{ KN/m}^2$$

$$S = 16,41 \text{ m}^2$$

$$N_G = 1,1 \times 42,23 \times 16,41 = 762,29 \text{ KN.}$$

$$Q \times S = 8,45 \times 16,41 = 138,66 \text{ KN.}$$

$$N_Q = 1,1 \times 138,66 = 152,53 \text{ KN.}$$

$$N_u = (1,35 \times 762,29) + (1,5 \times 152,53).$$

$$N_u = 1257,89 \text{ KN}$$

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

On doit faire les mêmes étapes:

$$L_0 = 3,06 ; L_f = 0,7 \times L_0 = 0,7 \times 3,06 = 2,142 \text{ m} = 214,2 \text{ cm.}$$

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

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

$$\lambda = 0,7L_0 / i \Rightarrow 214,2 / 13 = 16,48 < 50 \dots\dots\dots \text{Condition vérifiée}$$

b- Détermination de b :

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

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

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

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

$$A_s = 0,7\% B_r \dots\dots\dots \text{zone I.}$$

$$A_s = 0,7\% \cdot [43 \cdot (b-2)] = 0,301(b-2) \text{ cm}^2.$$

$$\lambda = \frac{L_f}{i} = \frac{214,2}{0,289 \cdot 45} = 16,47 < 50$$

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

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

$$\alpha = 0,813$$

$$N_u \leq 0,813 \left[\frac{43(b-2)25}{0,9 \times 1,5 \times 10} + \frac{0,301(b-2) \cdot 400 \cdot 10}{1,5 \times 10} \right].$$

$$N_u \leq 129,99b - 259,98$$

$$b \geq \frac{1257,89 + 259,98}{129,99} = 11,77 \text{ cm.}$$

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

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.**

II.3.3.3-Prédimensionnement des poteaux de type3:

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

$$G = 26,81 \text{ KN/m}^2$$

$$S = 16,41 \text{ m}^2$$

$$N_G = 1,1 \times 26,81 \times 16,41 = 483,95 \text{ KN.}$$

$$Q \times S = 6,10 \times 16,41 = 100,10 \text{ KN.}$$

$$N_Q = 1,1 \times 100,10 = 110,11 \text{ KN.}$$

$$N_u = (1,35 \times 483,95) + (1,5 \times 100,11).$$

$$N_u = 803,50 \text{ KN}$$

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

On doit faire les mêmes étapes:

$$L_0 = 3,06 ; L_f = 0,7 \times L_0 = 0,7 \times 3,06 = 2,142 \text{ m} = 214,2 \text{ cm.}$$

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

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

$$\lambda = 0,7L_0 / i \Rightarrow 214,2 / 11,56 = 18,53 < 50 \dots\dots\dots \text{Condition vérifiée}$$

b- Détermination de b :

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

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

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

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

$$A_s = 0,7\% B_r \dots \dots \dots \text{zone I.}$$

$$A_s = 0,7\% . [38 (b-2)] = 0,266(b-2) \text{ cm}^2.$$

$$\lambda = \frac{L_f}{i} = \frac{214,2}{0,289.40} = 18,52 < 50$$

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

$$\alpha = 0,85 / \left[1 + 0,2 \left(\frac{18,52}{35} \right)^2 \right]$$

$$\alpha = 0,805$$

$$N_u \leq 0,805 \left[\frac{38(b-2)25}{0,9 \times 1,5 \times 10} + \frac{0,266(b-2).400.10}{1,5 \times 10} \right]$$

$$N_u \leq 113,75b - 227,46$$

$$b \geq \frac{803,50 + 227,46}{129,99} = 7,93 \text{ cm.}$$

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

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

$$\left\{ \begin{array}{l} \min(a.b) = 40 \text{ cm} > 25 \text{ cm} \dots \dots \dots \text{Condition vérifiée.} \\ \min(a.b) = 40 \text{ cm} > \frac{306}{20} = 15,3 \text{ cm} \dots \dots \dots \text{Condition vérifiée.} \\ 1/4 < \frac{a}{b} = 1 < 4 \dots \dots \dots \text{Condition vérifiée} \end{array} \right.$$

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

II.4.3-Prédimensionnement des poteaux de type 4 :

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

$$G \times S = 11,39 \times 16,41 = 186,91 \text{ KN}$$

$$N_G = 1,1 \times 186,91 = 205,60 \text{ KN.}$$

$$Q = 2,5 \times 16,41 = 41,03 \text{ KN.}$$

$$N_Q = 1,1 \times 41,03 = 45,13 \text{ KN.}$$

$$N_u = (1,35 \times 205,60) + (1,5 \times 45,13)$$

$$N_u = 345,26 \text{ KN.}$$

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

On doit faire les mêmes étapes :

On a : $L_f = 0,7L_0 = 0,7 \cdot 306 = 214,2\text{cm}$.

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

On prend : **a=35cm**

$\lambda = 0,7L_0/i \Rightarrow 214,2/10,11 = 21,18 < 50$ Condition vérifiée

b- Détermination de b :

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

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

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

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

$$A_s = 0,7\% B_r = 0,7\% \cdot 33 \cdot (b-2) = 0,231 \cdot (b-2)$$

$$\lambda \leq 50 \Rightarrow \lambda = \frac{214,20}{0,289 \cdot 35} = 21,18$$

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

$$\alpha = 0,85 / \left[1 + 0,2 \left(\frac{21,18}{35} \right)^2 \right]$$

$$\alpha = 0,792$$

$$N_u \leq 0,80 \left[\frac{33(b-2)25}{0,9 \times 1,5 \times 10} + \frac{0,231(b-2)400}{1,15 \times 10} \right]$$

$$N_u \leq 113,17b - 226,34$$

$$\text{Donc : } b \geq \frac{345,26 + 226,34}{113,17} = 5,05 \text{ cm}$$

Donc on prend : **b= 35cm**

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

$$\left\{ \begin{array}{l} \min(a.b) = 35\text{cm} > 25\text{cm} \dots\dots\dots \text{Condition vérifiée.} \\ \min(a.b) = 35\text{cm} > \frac{h_e}{20} = \frac{306}{20} = 15,3\text{cm} \dots\dots\dots \text{Condition vérifiée.} \\ 1/4 < a/b = 1 \leq 4 \dots\dots\dots \text{Condition vérifiée} \end{array} \right.$$

Donc : **a= b= 35cm**

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

Niveau	Section de poteau (cm ²)
R.D.C	50x50
01	50x50
02	50x50
03	45x45
04	45x45
05	45x45
06	40x40
07	40x40
08	40x40
09	35x35
10	35x35

II.5-Prédimensionnement des voiles :

Les voiles sont des éléments qui résistent aux charges horizontales, dues au vent et au séisme.

Le **R.P.A 99(version 2003)** considère comme voiles de contreventement les voiles

satisfaisant la condition suivante : $\left\{ \begin{array}{l} L \geq 4a \\ a \geq h_e/20 \end{array} \right.$

Avec : $\left\{ \begin{array}{l} L : \text{longueur du voile} \\ a : \text{épaisseur des voiles (} a_{\min} = 15 \text{ cm)} \\ h_e : \text{hauteur d'étage (3.06 m)} \end{array} \right.$

$$a \geq 306/20 = 15,30 \text{ cm}$$

On prend $a = 20 \text{ cm}$

Tableau récapitulatif des dimensions des différents éléments porteurs:

éléments	sections			
	R.D.C+2étages	3 ^{eme} au 5 ^{eme} étage	6 ^{eme} au 8 ^{eme} étage	9 ^{eme} au 10 ^{eme} étage
Poteaux	(45x45) cm ²	(45x45) cm ²	(40x40) cm ²	(35x35) cm ²
Poutre principale	(35x40) cm ²			
Poutre secondaire	(35x30) cm ²			
voile	20 cm			
plancher	(16+4) cm			

Tab II.2 dimension des éléments porteurs