



II.1 Pré dimensionnement des poutres :

- Selon le R.P.A. 99/2003, les dimensions des poutres doivent satisfaire les conditions suivantes :

$$\begin{cases} b \geq 20 \text{ cm} \\ h \geq 30 \text{ cm} \\ \frac{h}{b} \leq 4 \text{ cm} \end{cases}$$

- Et selon le B.A.E.L. 91, le critère de rigidité :

$$\begin{cases} \frac{L}{15} \leq h_t \leq \frac{L}{10} \\ 0,3d \leq b \leq 0,4d \text{ Avec :} \\ \frac{h_t}{b} \leq 3 \end{cases} \begin{cases} h_t : \text{ hauteur de la poutre} \\ b : \text{ largeur de la poutre} \\ d : \text{ hauteur utile} \\ L : \text{ la plus grande portée entre nus} \end{cases}$$

On trouvera deux types de poutres : $\begin{cases} \text{Poutre principale : } L = 5,50 \text{ m} \\ \text{Poutre secondaire : } L = 5,20 \text{ m} \end{cases}$

II.1.1 Sens longitudinal :

$$\begin{cases} L_{\max} = 573 \text{ cm} \\ d = 0,9 h_t \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 38,2 \text{ cm} \leq h_t \leq 57,3 \text{ cm} \\ h_t = 50 \text{ cm} \end{cases} \begin{cases} 18 \text{ cm} \leq b \leq 36 \text{ cm} \\ b = 30 \text{ cm} \end{cases}$$

a) Vérification des conditions de l'RPA :

$$\begin{cases} b \geq 20 \text{ cm} \rightarrow b = 30 \geq 20 \rightarrow \text{condition vérifiée} \\ h \geq 30 \text{ cm} \rightarrow h = 45 \geq 30 \rightarrow \text{condition vérifiée} \\ \frac{h}{b} \leq 4 \text{ cm} \rightarrow \frac{h}{b} = 1,28 \leq 4 \rightarrow \text{condition vérifiée} \end{cases}$$

Donc on prend **(50X 30) cm²** comme section des poutres principales

II.1.2 Sens transversal :

$$\begin{cases} L_{\max} = 508 \text{ cm} \\ d = 0,9 h_t \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 38,2 \text{ cm} \leq h_t \leq 57,3 \text{ cm} \\ h_t = 45 \text{ cm} \end{cases} \begin{cases} 16,2 \text{ cm} \leq b \leq 32,4 \text{ cm} \\ b = 30 \text{ cm} \end{cases}$$

$$\begin{cases} b \geq 20 \text{ cm} \rightarrow b = 30 \geq 20 \rightarrow \text{condition vérifiée} \\ h \geq 30 \text{ cm} \rightarrow h = 45 \geq 30 \rightarrow \text{condition vérifiée} \\ \frac{h}{b} \leq 4 \text{ cm} \rightarrow \frac{h}{b} = 1,5 \leq 4 \rightarrow \text{condition vérifiée} \end{cases}$$

Donc on prend **(45 X 30) cm²** comme section des poutres secondaires



II.2 Pré dimensionnement des planchers :

II.2.1 Détermination de l'épaisseur des planchers :

II.2.1.1 Epaisseur du plancher à corps creux :

L'épaisseur du plancher est déterminée à partir de la condition de flèche :

$$\frac{ht}{L} \geq \frac{1}{22,5} \Rightarrow ht \geq \frac{L}{22,5}$$

L : La portée maximal entre nus d'appuis ;

h_t : Hauteur totale du plancher.

$$L = \min[L_{\max}(\text{sens } x) ; L_{\max}(\text{sens } y)] \Rightarrow L = \min[5,50 ; 5,20] \text{ m} = 5,20\text{m}$$

$$\frac{h_t}{L} \geq \frac{1}{22,5} \rightarrow ht \geq \frac{L}{22,5} = \frac{480}{22,5} = 21,33\text{cm}$$

On adopte un plancher d'une épaisseur de :

$$h_t = 24 \text{ cm} : \begin{cases} 20 \text{ cm} : \text{épaisseur du corps creux} \\ 4 \text{ cm} : \text{épaisseur de la dalle de compression} \end{cases}$$

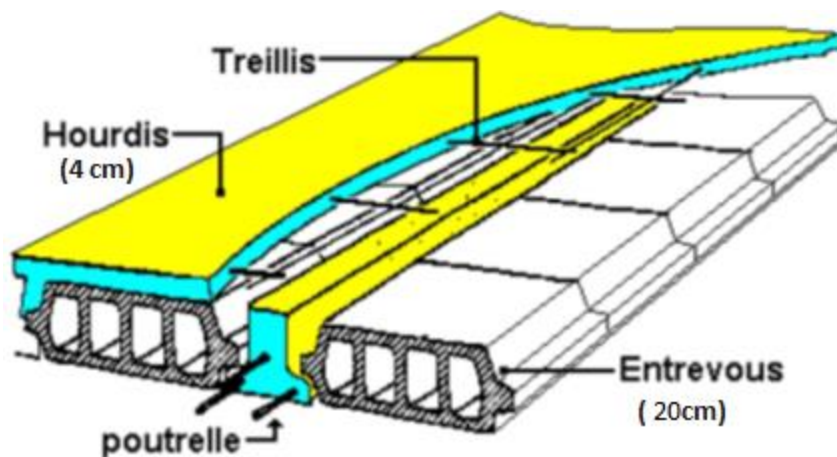


Fig. II. 1 Plancher à corps creux

II.3 Evaluation des charges et surcharges:

La descente de charges a pour but de déterminer les charges et les surcharges revenant à chaque élément porteur au niveau de chaque plancher



II.3.1 Les planchers :

II.3.1.1 Plancher terrasse inaccessible :

Désignation	e (m))G (Kn/m ²)
Protection en gravillons	0,05	0,85
Etanchéité multicouche	0,02	0,12
Forme de pente en béton léger	0,1	2,2
Isolation thermique en liège	0,04	0,16
Plancher à corps creux	20+4	3,20
Enduit en plâtre	0,02	0,20
G	6,73	
Q	1	

Tab. II 1 Charges et surcharge du porte à faux (terrasse)

II.3.1.2 Plancher étage courants :

Désignation	e (m)	G (Kn/m ²)
Revêtement en carrelage	0,02	0,40
Mortier de pose	0,02	0,40
Sable fin pour mortier	0,02	0,34
Plancher à corps creux	20+4	3,20
Enduit en plâtre	0,02	0,20
Cloison en briques creuses	0,1	0,90
G	5,44	
Q	1,5	

Tab II 2 Charges et surcharge des étages courants



II.3.2 Mur extérieur (double cloison) :

Désignation	e (m)	G (Kn/m ²)
Brique creuses	0,10	0,90
Brique creuses	0,10	0,90
mortier de ciment extérieur	0,015	0,27
Enduit intérieur en plâtre	0,015	0,15
G (RDC, 1 au 8)		2,36

Tab. II 3 Charges et surcharge du mur extérieure

II.3.3 Remarque :

Le mur de la façade contient ouvertures (portes, fenêtres) donc il est nécessitent d’opter un coefficient de pourcentage d’ouvertures :

Murs avec portes et fenêtres (70%G)

$$G = 0,7 \times 2,36 = 1,652 \text{ Kn/m}^2$$

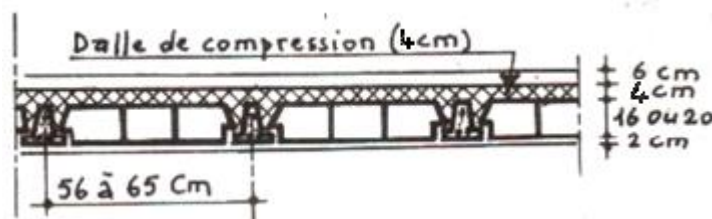


Fig. II. 2 Coupe d’un plancher à corps creux

II.3.4 Pré dimensionnement des poteaux :

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

On a une section de poteaux : rectangulaire

La surface afférente du poteau rectangulaire est donnée par :

$$S = \left(\frac{5,73}{2} + \frac{5,73}{2} \right) \times \left(\frac{3,68}{2} + \frac{4,68}{2} \right)$$

$$S = 23,9514 \text{ m}^2$$

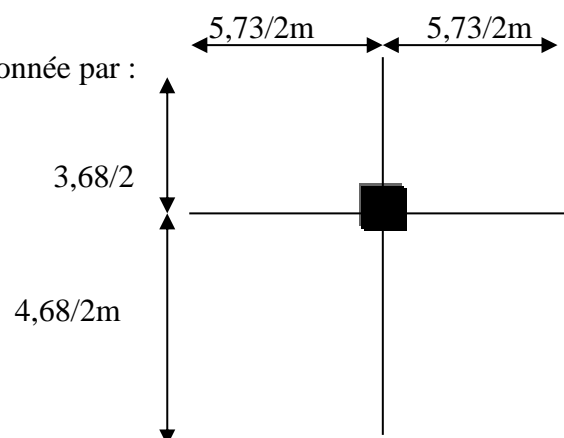


Fig. II . 3 La section la plus sollicitée du poteau rectangulaire.



On a 3 types de coffrage des poteaux rectangulaire :

- Type 1 : R.D.C. et 2^{em}^{ier} étage.
- Type 2 : du 3^{ém}^e étage jusqu'au 5^{ém}^e étage.
- Type 3 : du 6^{ém}^e étage jusqu'à la terrasse.

II.3.5 Pré dimensionnement des poteaux de type 1 :

II.3.5.1 - Loi de dégression de la surcharge d'exploitation :

On utilise la méthode de dégression des surcharges d'exploitation en fonction du nombre d'étages. Soit Q_0 la surcharge d'exploitation sur la terrasse du bâtiment et $Q_1, Q_2, Q_3, \dots, Q_n$ les surcharges d'exploitation relatives aux planchers 1, 2, ... , n qui sont numérotés à partir du sommet du bâtiment.

On adoptera pour le calcul des sections des poteaux les surcharges d'exploitation suivantes :

Sous terrasse Q_0

Sous étage 1 $Q_0 + Q_1$.

Sous étage 2 $Q_0 + 0,95 (Q_1 + Q_2)$.

Sous étage 3 $Q_0 + 0,90 (Q_1 + Q_2 + Q_3)$.

Sous étage 4 $Q_0 + 0,85 (Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4)$.

Sous étage n $Q_0 + \frac{3+n}{2n} (Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n)$ Pour $n \geq 5$

Niveau	Dégression des charges par niveau	La charge (KN/m ²)
Terrasse	$Nq_0=1,00$	1
06	$Nq_1=q_0+q_1$	2,5
05	$Nq_2=q_0+0,95 (q_1+q_2)$	3,85
04	$Nq_3=q_0+0,9 (q_1+q_2+q_3)$	5,05
03	$Nq_4=q_0+0,85 (q_1+q_2+q_3+q_4)$	6,1
02	$Nq_5=q_0+0,8 (q_1+q_2+q_3+q_4+q_5)$	7
01	$Nq_6=q_0+0,75 (q_1+q_2+q_3+q_4+q_5+q_6)$	7,75
R.D.C	$Nq_7=q_0+0,71 (q_1+q_2+q_3+q_4+q_5+q_6+q_7)$	8,45

Tab. II. 4 Dégression en fonction du nombre d'étage.



II.3.5.2 Les efforts de compression due aux charges permanentes NG :

$$G_{p,principale} = \left(\frac{5,73}{2} + \frac{5,73}{2} \right) 0,35 \times 0,50 \times 25 = 25,068 \text{ Kn}$$

$$G_{p,secondaire} = \left(\frac{3,68}{2} + \frac{4,68}{2} \right) \times 0,45 \times 0,3 \times 25 = 14,1075 \text{ Kn}$$

$$G_{terrasse} = (6,73) \times 23,951 = 161,19 \text{ Kn}$$

$$G_{(RDC,E.courant)} = (5,44) \times 23,951 = 130,29 \text{ Kn}$$

$$G_{total} = (25,068 + 14,1075 + 130,29) \times 7 + 161,19 = 1347,4485 \text{ Kn}$$

$$Q = 8,45 \times 23,951 = 222,268 \text{ Kn}$$

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

$$NG = 1,1 \times 1347,4485 = 1482,19 \text{ KN}$$

$$NQ = 1,1 \times 222,268 = 202,385 \text{ KN}$$

$$Nu = (1,35 \times 1482,19) + (1,5 \times 202,385) = 2304,534 \text{ KN}$$

- **Détermination de la section du Poteau (a x b) :**
- **Détermination de « a » :**

On doit dimensionner le poteau de sorte qu'il n'y ait pas de flambement, c'est-à-dire $\lambda \leq 50$ non flambement.

$$\lambda = \frac{L_f}{i} = \frac{0,7L_0}{i} ; i = \sqrt{\frac{I}{B}} ; B = a \times b ; I = \frac{b \times a^3}{12}$$

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

$$\text{On a: } L_0 = 3,06 \text{ m} ; L_f = 0,7 \times 3,06 = 2,14 \text{ m} = 214 \text{ cm}$$

$$\lambda = \frac{L_f}{i} = \frac{214}{0,289a} \leq 50 \Rightarrow a \geq \frac{214}{0,289 \times 50} = 14,80 \text{ cm}$$

On prend : **a = 50cm**

$$\lambda = 0,7L_0/i \Rightarrow \frac{214}{14,43} = 14,83 < 50 \dots \dots \dots \text{Condition vérifiée.}$$

- **Détermination de « b » :**

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

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

Avec :

$$B_r : \text{Section réduite du poteau ; } B_r = (a - 2)(b - 2) \text{ cm}^2$$

$$A_s : \text{Section d'armature longitudinale ; } A_s = 0,8\% B_r \dots \dots \dots \text{Zone (IIa)}$$



A : Facteur réducteur de N_u , il est en fonction de λ ;

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

$$f_{c28} = 25 \text{ MPa} ; f_e = 400 \text{ MPa} ; \gamma_b = 1,50 ; \gamma_s = 1,15 ;$$

- **Application numérique :**

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

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

$$\lambda \leq 50 \Rightarrow \frac{L_f}{i} = \frac{214}{0,289.50} = 14,80 < 50$$

$$\alpha = \frac{0,85}{1 + 0,2(\frac{\lambda}{35})^2} = \frac{0,85}{1 + 0,2(\frac{14,80}{35})^2} = 0,82$$

$$N_u \leq 0,82 \left[\frac{48(b - 2).25}{0,9.1,5.10} + \frac{0,384(b - 2).400}{1,15.10} \right] = 29,48 \text{ cm}$$

$$b \geq 29,48 \text{ cm}$$

On prend : $b = 50 \text{ cm}$

- Vérification des conditions du R.P.A 99/2003 :

$$\min(a, b) = 50 \text{ cm} > 25 \text{ cm} \dots \dots \dots \text{Condition vérifiée.}$$

$$\min(a, b) = 50 \text{ cm} > \frac{h_e}{20} = \frac{306}{20} = 15,3 \text{ cm} \dots \dots \dots \text{Condition vérifiée.}$$

$$\frac{1}{4} < \frac{a}{b} = 1 < 4 \dots \dots \dots \text{Condition vérifiée.}$$

Donc le poteau rectangulaire type 1 a une section de $(50 \times 50) \text{ cm}^2$.

On prend une section carrée de **$(50 \times 50) \text{ cm}^2$**

Donc : Type 01: (R. D. C + 2^{ier} étage) $\rightarrow (50 \times 50) \text{ cm}^2$

Type 02: (3^{ieme} étage ... 5^{ieme} étage) $\rightarrow (40 \times 40) \text{ cm}^2$

Type 03: (6^{ieme} étage ... 7^{ieme} étage) $\rightarrow (30 \times 30) \text{ cm}^2$



II.3.5.3 Choix de la section des poteaux (Rive, Angle, centrale)

Niveau	(a x b) cm ²
7	(30 x 30)
6	(30 x 30)
5	(40 x 40)
4	(40 x 40)
3	(40 x 40)
2	(50 x 50)
1	(50 x 50)
RDC	(50 x 50)

Tab. II. 5 Choix des sections des poteaux

II.4 Pré dimensionnement des voiles :

Les voiles sont des éléments rigides en béton armée destinés à reprendre une partie des charges verticales mais aussi principalement d'assurer la stabilité de l'ouvrage sous l'effet des charges horizontales dues au vent et au séisme.

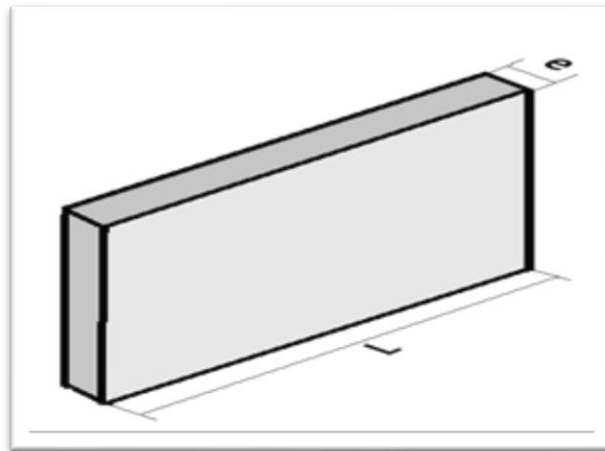


Fig. II. 4 schéma du voile.

Le R.P.A. 99/2003 considère comme voile de contreventement les voiles satisfaisant les conditions suivantes :



- **Pour le reste des étages :**

$$\begin{cases} e \geq \max\left(\frac{h_e}{22}; 15\right) \text{ cm} \\ L \geq 4e \text{ et } e_{\min} = 15 \text{ cm} \end{cases} \Rightarrow e \geq \frac{h_e}{22} \rightarrow e \geq \frac{306}{22} \rightarrow e \geq 13,90 \text{ cm}$$

Avec :

L : Longueur du voile

e : Epaisseur du voile

h_e : Hauteur d'étage

On adopte des voiles d'épaisseur $e = 20 \text{ cm}$

II.5 Tableau récapitulatif :

Le tableau suivant résume les sections des poutres (principales et secondaires), poteaux ainsi que l'épaisseur des voiles calculés pour les différents niveaux de la construction :

Niveau	Section de poteau (cm ²)	Section de poutre principale (cm ²)	Section de poutre secondaire (cm ²)	Épaisseur des voiles (cm ²)
R.D.C.	50 X 50	30 X50	30 X 45	20
01	50 X 50	30 X50	30 X 45	20
02	50 X 50	30 X50	30 X 45	20
03	40 X 40	30 X50	30 X 45	20
04	40 X 40	30 X50	30 X 45	20
05	40 X 40	30 X50	30 X 45	20
06	30 X 30	30 X50	30 X 45	20
07	30 X 30	30 X50	30 X 45	20
Terrasse	/	30 X50	30 X 45	/

Tab. II. 6 Sections des poteaux, poutres et épaisseur des voiles